



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro de Tecnologia e Ciências

Faculdade de Engenharia

Fernanda Biancardini Rocha Marques

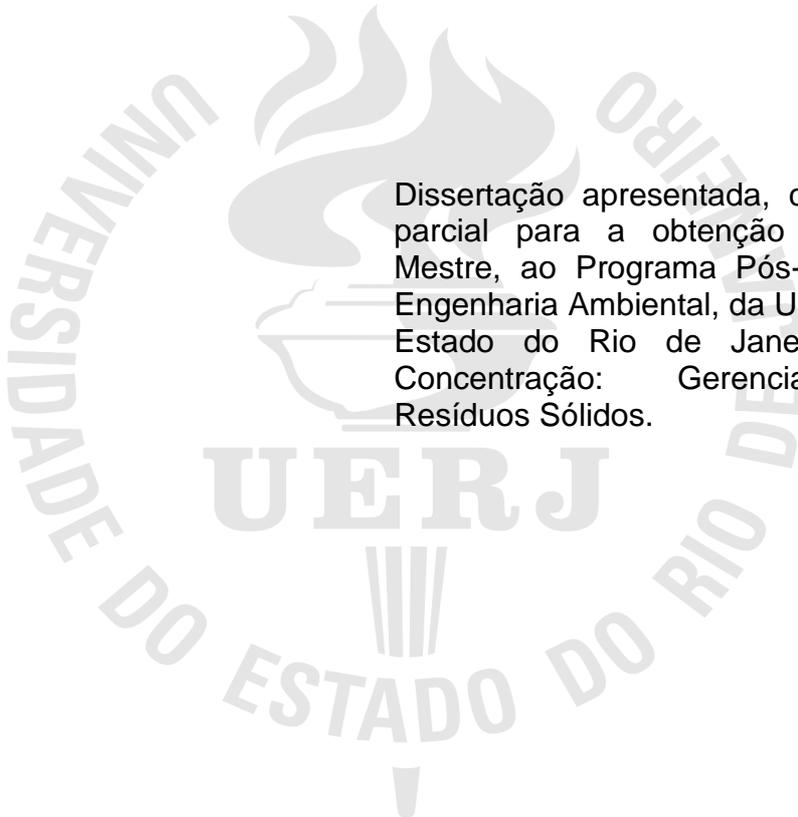
**Avaliação dos Procedimentos de Operação em Aterros Sanitários
no Estado do Rio de Janeiro**

Rio de Janeiro

2010

Fernanda Biancardini Rocha Marques

**Avaliação dos Procedimentos de Operação em Aterros Sanitários no Estado
do Rio de Janeiro**



Dissertação apresentada, como requisito parcial para a obtenção de título de Mestre, ao Programa Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de Concentração: Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

Orientador: Prof. D. Sc. João Alberto Ferreira

Rio de Janeiro

2010

Fernanda Biancardini Rocha Marques

**Avaliação dos Procedimentos de Operação em Aterros Sanitários
no Estado do Rio de Janeiro**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para a obtenção de título de Mestre, ao Programa Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de Concentração: Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

Aprovada em 29 de março de 2010.

Banca Examinadora:

Prof. D. Sc. João Alberto Ferreira (Orientador)
Faculdade de Engenharia - UERJ

Prof. D. Sc. Elmo Rodrigues da Silva
Faculdade de Engenharia - UERJ

Prof. D. Sc. Cícero Antonio Antunes Catapreta
Superintendência de Limpeza Urbana de Belo Horizonte

Rio de Janeiro

2010

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC/B

M357 Marques, Fernanda Biancardini Rocha.
Avaliação de procedimentos de operação em aterros sanitários no Estado do Rio de Janeiro / Fernanda Biancardini Rocha Marques. - 2010.
183 f.

Orientador: João Alberto Ferreira.
Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Engenharia.
Bibliografia: f. 168-171.

1. Aterro sanitário – Rio de Janeiro. 2. Resíduos sólidos. 3. Gestão ambiental – Teses. I. Ferreira, João Alberto. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. III. Título.

CDU 628.4

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta tese, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todos aqueles que acreditaram e estiveram presentes, em corpo e alma ou somente em espírito.

AGRADECIMENTOS

Como não poderia deixar de ser, agradeço primeiramente à Deus, por sempre me guiar e me apresentar grandes oportunidades. Minha eterna gratidão aos meus pais, Júlio e Márcia, aos meus irmãos e toda a minha imensa família, por se orgulharem, o que me faz querer progredir.

Ao Eduardo, agradeço a compreensão, o amor e o companheirismo, por sempre estar ao meu lado nas pequenas batalhas ao longo destes anos, dividindo comigo os momentos de desespero e multiplicando os momentos de alegria. A Célia Maria, Agocely e o pequeno Gabriel, por me acolherem como parte da família Reis e por se orgulharem de mim, como se fossem parte da família Marques. À minha grande amiga Cynthia, que mesmo no seu profundo desconhecimento do assunto, esteve sempre disposta a ajudar na elaboração do trabalho.

Ao meu querido professor João Alberto, por não ter me enforcado nas horas em que teve vontade e por se dedicar ao projeto, repassando parte de sua imensa sabedoria. Ao meu amigo José Carlos, agradeço a colaboração e a confiança. Agradeço a todo grupo da PCE Engenharia, por possibilitar a conclusão deste mestrado, em especial ao meu grupo de trabalho: Madeira, Ulmar, Maxi, Joel e a amiga Natália.

Aos colaboradores deste projeto: Secretaria de Turismo e Meio Ambiente de Piraí, Grupo Riwa, Dois Arcos Gestão de Resíduos e Haztec Novagerar, em especial aos senhores Sheila dos Santos, Schulim Berger, Milton Neto e Eduardo Gaiotto.

RESUMO

MARQUES, Fernanda Biancardini Rocha. *Avaliação dos procedimentos de operação em aterros sanitários no Estado do Rio de Janeiro*. 175 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

A operação de um aterro sanitário é um item fundamental para a gestão adequada dos resíduos por se tratar de um dos diferenciais entre aterros sanitários e lixões. Apesar da existência na literatura de manuais e referências para as rotinas de operação, esta é dependente da experiência dos operadores. Com o intuito de absorver esta experiência, o desenvolvimento do projeto se deu por um levantamento bibliográfico na literatura existente, elaboração de um questionário a ser aplicado nos aterros estudados, visitas aos aterros sanitários selecionados e estudo comparativo dos procedimentos encontrados no levantamento de campo e na literatura. O trabalho apresenta um estudo sobre a operação de aterros sanitários no Estado do Rio de Janeiro e para sua realização foram selecionados cinco aterros sanitários: Aterro Sanitário de Pirai, Central de Tratamento de Resíduos de Rio das Ostras, Central de Tratamento de Resíduos de Macaé, Aterro Sanitário de São Pedro da Aldeia e Central de Tratamento de Resíduos de Nova Iguaçu.

Palavras-chave: Aterro Sanitário. Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

ABSTRACT

The operation of a landfill is a key item for the proper management of waste as it is one of the differences between landfills and dumps. Despite the existence of manuals and literature references to the routine operation, this is dependent on the experience of operators. In order to absorb this experience, the development of the project grew from the search of references in the existing literature, developing a questionnaire to be applied in landfills studied visits to landfills and comparative study of the procedures found in visits to selected sites and in the literature. The paper presents a study on the operation of landfills in the state of Rio de Janeiro and was conducted in five landfills: Landfill of Pirai, Central Waste Treatment of Rio das Ostras, Central Waste Treatment of Macaé, Landfill of São Pedro da Aldeia and Central Waste Treatment of Nova Iguaçu.

Keywords: Landfill. Solid Waste Management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização dos Municípios Estudados.....	22
Figura 2 – Localização do Aterro Sanitário de Piraí	23
Figura 3 - Localização - CTR Rio das Ostras	24
Figura 4 - Localização da CTR Macaé	25
Figura 5 – Localização – Aterro Sanitário de São Pedro da Aldeia.....	26
Figura 6 - Localização da CTR Nova Iguaçu.....	27
Figura 7 – Disposição Final de Resíduos Sólidos no Brasil (Percentuais por Peso de Resíduos)	33
Figura 8 - Disposição Final de Resíduos Sólidos no Brasil – (Percentuais por Município)	33
Figura 9 - Método Construtivo de Trincheira	38
Figura 10 - Método Construtivo de Rampa	39
Figura 11- Método Construtivo de Área	39
Figura 12 – Resíduos Espalhados para Nivelamento da Área – Aterro Sanitário de Piraí	51
Figura 13 – Visão Geral – Aterro Sanitário de Piraí	52
Figura 14 – Entrada do Aterro Sanitário de Piraí.....	53
Figura 15 – Destinação dos Resíduos - Aterro Sanitário de Piraí	55
Figura 16 – Filtro Receptor do Lodo de Fossas – Aterro Sanitário de Piraí	55
Figura 17 – Célula de Resíduos de Saúde- Aterro Sanitário de Piraí	56
Figura 18 – Esquema da Disposição dos Resíduos em Piraí	57
Figura 19 - Esquema da compactação dos resíduos – Parte 1.....	58
Figura 20 – Esquema da Compactação dos Resíduos – Parte 2.....	58
Figura 21 - Esquema da Compactação dos Resíduos - Parte 3	58
Figura 22 – Camada de Cobertura Final – Parte do Primeiro Nível do Aterro Sanitário de Piraí	59
Figura 23 – Trator D50 – Aterro Sanitário de Piraí	60

Figura 24 – Acesso a Frente de Trabalho – Aterro Sanitário de Pirai	61
Figura 25 – Drenagem Pluvial – Aterro Sanitário de Pirai	61
Figura 26 – Extremidade do Dreno Vertical – Aterro Sanitário de Pirai	62
Figura 27 – Sistema de Tratamento do Chorume do Aterro Sanitário de Pirai	63
Figura 28 – Detalhes do Sistema de Tratamento de Chorume de Pirai	63
Figura 29 – Poço de Monitoramento de Águas Subterrâneas - Aterro Sanitário de Pirai	64
Figura 30 – Visão Geral – CTR Rio das Ostras	67
Figura 31 - Portão de Entrada - CTR Rio das Ostras	68
Figura 32 - Cerca entre a área de operação e Administrativa - CTR Rio das Ostras	68
Figura 33 - Galpão para Depósito de Pneus	68
Figura 34 - Equipamentos da Central de Beneficiamento de RCC - CTR Rio das Ostras	69
Figura 35 - Acessos - CTR Rio das Ostras	69
Figura 36 - Balança Rodoviária - CTR Rio das Ostras	71
Figura 37 - Guarita de Entrada - CTR Rio das Ostras	71
Figura 38 - Detalhe dos Formulários – CTR Rio das Ostras	72
Figura 39 – Médias diárias de resíduos – CTR Rio das Ostras	73
Figura 40 – Destinação dos Resíduos – CTR Rio das Ostras	73
Figura 41 - Descarga de Resíduos - CTR Rio das Ostras	74
Figura 42 – Cobertura da Vala Séptica em operação – CRT Rio das Ostras	74
Figura 43 - Camadas de Resíduos – CTR Rio das Ostras	75
Figura 44 – Acesso à Operação – CTR Rio das Ostras	75
Figura 45 - Construção da Vala Séptica - CTR Rio das Ostras	76
Figura 46 – Compactação dos Resíduos – CTR Rio das Ostras	76
Figura 47 - Cobertura Diária - CTR Rio das Ostras	77
Figura 48 – Cobertura Intermediária – CTR Rio das Ostras	78

Figura 49 – Trator D6 – CTR Rio das Ostras	79
Figura 50 – Acesso a Frente de Trabalho – CTR Rio das Ostras	79
Figura 51 – Drenagem Provisória – CTR Rio das Ostras.....	80
Figura 52 – Drenagem no pé do Talude – CTR Rio das Ostras.....	80
Figura 53 – Drenagem ao redor da lagoa de chorume – CTR Rio das Ostras.....	81
Figura 54 –Dreno Vertical – CTR Rio das Ostras.....	82
Figura 55 – Dreno Vertical na Frente de Operação – CTR Rio das Ostras.....	82
Figura 56 – Extremidade do Dreno Vertical encerrado – CTR Rio das Ostras	82
Figura 57 – Ancoragem da Manta de PVC – CTR Rio das Ostras.....	83
Figura 58 – Detalhes do Sistema de Tratamento de Chorume – CTR Rio das Ostras.....	84
Figura 59 – Poço de Monitoramento de Águas Subterrâneas – CTR Rio das Ostras.....	85
Figura 60 - Central de Tratamento de Resíduos de Macaé	87
Figura 61 – Disposição das Unidades da CTR Macaé.....	88
Figura 62 - Instalações Administrativas - CTR Macaé	88
Figura 63 - Guarita e Plataforma da Balança Rodoviária	89
Figura 64 - Gerador - CTR Macaé.....	89
Figura 65 - Plataforma da Balança Rodoviária – CTR Macaé.....	90
Figura 66 - Rede Elétrica Interna – CTR Macaé	90
Figura 67 - Caminhão Limpa-fossa - CTR Macaé	91
Figura 68 - Área preparada para Instalação da Autoclave	91
Figura 69 - Acessos - CTR Macaé	92
Figura 70 – Destinação dos Resíduos – CTR Macaé	94
Figura 71 - Acesso para a Frente de Operação - CTR Macaé	94
Figura 72 - Frente de Trabalho - CTR Macaé	94
Figura 73 - Local de estocagem do RCC Selecionado - CTR Macaé	95

Figura 74 - Impermeabilização dos taludes - CTR Macaé.....	95
Figura 75 - Disposição das Células - CTR Macaé.....	96
Figura 76 - Espalhamento dos Resíduos - CTR Macaé	96
Figura 77 - Trator de Esteiras D6 - CTR Macaé.....	98
Figura 78 - Retro Escavadeira - CTR Macaé	98
Figura 79 – Drenagem Pluvial – CTR Macaé.....	99
Figura 80 - Drenagem Executada na Ancoragem - CTR Macaé.....	100
Figura 81 - Dreno Vertical - CTR Macaé	101
Figura 82 - Dreno Horizontal - CTR Macaé	101
Figura 83 - Lagoa de Acumulação e Área da Estação de Tratamento de Chorume CTR Macaé	102
Figura 84 - Tanque de Captação do Chorume – CTR Macaé.....	102
Figura 85 – Poço de Monitoramento de Águas Subterrâneas – CTR Macaé.....	103
Figura 86 - Instalações Administrativas – Aterro Sanitário de São Pedro da Aldeia	105
Figura 87 – Guarita e Balança – Aterro Sanitário de São Pedro da Aldeia	106
Figura 88 – Viveiro de Mudas – Aterro Sanitário de São Pedro da Aldeia	106
Figura 89 – Unidade Móvel – Aterro Sanitário de São Pedro da Aldeia	106
Figura 90 – Visão Geral – Aterro Sanitário de São Pedro da Aldeia	107
Figura 91 –Cerca Móvel – Aterro Sanitário de São Pedro da Aldeia.....	108
Figura 92 – Resíduos Domiciliares – Aterro Sanitário de São Pedro da Aldeia	109
Figura 93 – Lodo da ETE – Aterro de São Pedro da Aldeia.....	109
Figura 94 – Médias Diárias de Resíduos – Aterro Sanitário de São Pedro da Aldeia	111
Figura 95 – Local para Depósito de Galhada – Aterro de São Pedro da Aldeia	111
Figura 96 – Disposição de Lodo de Estação de Tratamento de Esgoto – Aterro de São Pedro da Aldeia	112
Figura 97 – Disposição de Resíduos do Serviço de Saúde – Aterro de São Pedro da Aldeia	112

Figura 98 - Contêineres de resíduos do Serviço de Saúde – Aterro de São Pedro da Aldeia	113
Figura 99 – Autoclave – Aterro de São Pedro da Aldeia	113
Figura 100 – resíduos do Serviço de Saúde após Tratamento – Aterro de São Pedro da Aldeia.....	113
Figura 101 – Local de descarrega do RSS Tratado – Aterro de São Pedro da Aldeia	114
Figura 102 – Caçamba Estacionária com Resíduos dos Serviços de Saúde Tratados – Aterro de São Pedro da Aldeia.....	114
Figura 103 – Nova Caçamba para Resíduos dos serviços de Saúde Tratados – Aterro de São Pedro da Aldeia.....	115
Figura 104 – Destinação dos Resíduos – Aterro de São Pedro da Aldeia	115
Figura 105 – Ancoragem da manta - Aterro de São Pedro da Aldeia	116
Figura 106 – Camada de Proteção da manta no Talude - Aterro de São Pedro da Aldeia	116
Figura 107 – Primeira Fase do Aterro (Encerrada) - Aterro de São Pedro da Aldeia.....	116
Figura 108 – Célula em operação - Aterro de São Pedro da Aldeia.....	117
Figura 109 - Espalhamento e Compactação – Aterro de São Pedro da Aldeia.....	118
Figura 110 – Retro Escavadeira – Aterro de São Pedro da Aldeia	119
Figura 111 – Drenagem Pluvial – Aterro de São Pedro da Aldeia.....	120
Figura 112 – Dreno Vertical – Aterro de São Pedro da Aldeia	121
Figura 113 – Lagoa de Estabilização – Aterro de São Pedro da Aldeia.....	122
Figura 114 – Poço de Monitoramento de Águas Subterrâneas – Aterro de São Pedro da Aldeia.....	122
Figura 115 – Marco Topográfico – Aterro de São Pedro da Aldeia	123
Figura 116 – Bandeiras para o Controle de Urubus – Aterro de São Pedro da Aldeia	123
Figura 117 – Visão Geral – CTR Nova Iguaçu	126
Figura 118 – Escritórios Administrativos - CTR Nova Iguaçu.....	126

Figura 119 – centro de Educação Ambiental - CTR Nova Iguaçu	127
Figura 120 – Almoxarifado - CTR Nova Iguaçu.....	127
Figura 121 – Galpão de Armazenamento - CTR Nova Iguaçu.....	127
Figura 122 – Galpão de Armazenamento - CTR Nova Iguaçu.....	129
Figura 123 – Destinação dos Resíduos – Aterro de São Pedro da Aldeia	130
Figura 124 – Esterelizador - CTR Nova Iguaçu.....	131
Figura 125 – Resíduo Tratado - CTR Nova Iguaçu.....	131
Figura 126 – Contêineres Vazios - CTR Nova Iguaçu.....	132
Figura 127 – Balança para Resíduos de Saúde - CTR Nova Iguaçu	132
Figura 128 – Local de Armazenamento dos Contêineres com Resíduos - CTR Nova Iguaçu	133
Figura 129 – Sinalização do Local de Armazenagem dos Contêineres - CTR Nova Iguaçu	133
Figura 130 – Basculamento dos Contêineres - CTR Nova Iguaçu.....	133
Figura 131 – Contêiner com o Resíduo de Saúde após Tratamento - CTR Nova Iguaçu	134
Figura 132 – Método Construtivo - CTR Nova Iguaçu.....	134
Figura 133 – Impermeabilização da Base - CTR Nova Iguaçu.....	135
Figura 134 – Composição dos Acessos – CTR Nova Iguaçu.....	137
Figura 135 – Lagoa de Acumulação da drenagem - CTR Nova Iguaçu	138
Figura 136 – Drenagem Pluvial – CTR Nova Iguaçu.....	138
Figura 137 - Dreno Vertical - CTR Nova Iguaçu.....	139
Figura 138 – Canalização Externa do Dreno Horizontal de Gás - CTR Nova Iguaçu	139
Figura 139 – Poço de Monitoramento de Água – CTR Nova Iguaçu.....	141
Figura 140 – Gráfico Comparativo das Populações dos Municípios	143
Figura 141 – Gráfico Comparativo dos PIB per capita dos Municípios	144
Figura 142 – Gráfico Comparativo dos IDH Municipais.....	144

Figura 143 – Resíduos Sólidos Urbanos Recebidos nos Aterros..... 148

Figura 144 – Resíduos do Serviço de Saúde Recebidos nos Aterros..... 149

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Média de Resíduos que Entram no Aterro Sanitário de Pirai	54
Tabela 2 – Resíduos Recebidos por Tipo de Resíduo e Procedência – CTR Rio das Ostras	72
Tabela 3 - Média Diária de Viagens por Tipo de Veículo e Turno - CTR Macaé.....	93
Tabela 4 – Resíduos Recebidos por Tipo de Resíduo e Procedência – Aterro de São Pedro da Aldeia.....	110
Tabela 5 - Média Diária por Tipo de Resíduo - CTR Nova Iguaçu	129
Tabela 6 - Participação na Operação, por Tipo de Operador, Segundo Tipo de Unidade	146
Tabela 7 – Quadro de Funcionários dos Aterros Sanitários.....	150

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO	19
1	OBJETIVOS	20
2	METODOLOGIA	21
2.1.	Estudos de Casos	21
2.1.1.	Piraí	22
2.1.2.	Rio das Ostras.....	23
2.1.3.	Macaé.....	24
2.1.4.	São Pedro da Aldeia.....	25
2.1.5.	Nova Iguaçu	26
3	REFERENCIAL TEÓRICO	28
3.1.	Resíduos Sólidos Urbanos	28
3.2.	Classificação dos Resíduos Sólidos	28
3.3.	Destinação Final dos Resíduos Sólidos Urbanos	32
3.4.	Resíduos do Serviço de Saúde	33
3.5.	Resíduos da Construção Civil	34
3.6.	Operação de Aterros Sanitários	35
3.6.1.	Instalações de Apoio	36
3.6.2.	Recepção dos Resíduos.....	37
3.6.3.	Disposição das Células e Descarga dos Resíduos	38
3.6.4.	Espalhamento e Compactação.....	41
3.6.5.	Recobrimento dos Resíduos	43
3.6.6.	Equipamentos.....	44
3.6.7.	Operação em Dias de Chuva	45
3.6.8.	Manutenção dos Acessos.....	45

3.6.9.	Drenagem de Águas.....	45
3.6.10.	Drenagem de Chorume e Gases.....	46
3.6.11.	Tratamento do Chorume.....	46
3.6.12.	Tratamento dos Gases	47
3.7.	Monitoramentos	47
3.8.	Controle de Vetores	50
3.9.	Presença de Catadores e Animais	50
4	RESULTADOS	51
4.1.	Aterro Sanitário de Pirai	51
4.1.1.	Descrição da Visita	51
4.1.2.	Descrição do Aterro	52
4.1.3.	Procedimentos da Operação	54
4.1.4.	Tratamento do Chorume e dos Gases.....	62
4.1.5.	Monitoramentos.....	63
4.1.6.	Controle de Vetores.....	64
4.1.7.	Presença de Catadores e Animais	64
4.1.8.	Acidentes de Trabalho.....	65
4.1.9.	Acidentes Ambientais	65
4.1.10.	Principais Problemas da Operação	65
4.2.	Central de Tratamento de Resíduos de Rio das Ostras	66
4.2.1.	Descrição da Visita	66
4.2.2.	Descrição da Central de Tratamento	66
4.2.3.	Procedimentos da Operação	70
4.2.4.	Tratamento do Chorume e dos Gases.....	83
4.2.5.	Monitoramentos.....	85
4.2.6.	Controle de Vetores.....	85
4.2.7.	Presença de Catadores e Animais	86

4.2.8.	Acidentes de Trabalho.....	86
4.2.9.	Acidentes Ambientais	86
4.2.10.	Principais Problemas da Operação	86
4.3.	Central de Tratamento de Resíduos de Macaé	87
4.3.1.	Descrição da Visita.....	87
4.3.2.	Descrição da Central de Tratamento.....	87
4.3.3.	Procedimentos da Operação	93
4.3.4.	Tratamento do Chorume e dos Gases.....	102
4.3.5.	Monitoramentos.....	103
4.3.6.	Controle de Vetores.....	103
4.3.7.	Presença de Catadores e Animais	104
4.3.8.	Acidentes de Trabalho.....	104
4.3.9.	Acidentes Ambientais	104
4.3.10.	Principais Problemas da Operação	104
4.4.	Aterro Sanitário de São Pedro da Aldeia	104
4.4.1.	Descrição da Visita.....	104
4.4.2.	Descrição do Aterro	105
4.4.3.	Procedimentos da Operação	110
4.4.4.	Tratamento do Chorume e dos Gases.....	121
4.4.5.	Monitoramentos.....	122
4.4.6.	Controle de Vetores.....	123
4.4.7.	Presença de Catadores e Animais	124
4.4.8.	Acidentes de Trabalho.....	124
4.4.9.	Acidentes Ambientais	124
4.4.10.	Principais Problemas da Operação	124
4.5.	Central de Tratamento de Resíduos de Nova Iguaçu	124
4.5.1.	Descrição da Visita.....	124

4.5.2.	Descrição da Central de Tratamento de Resíduos.....	125
4.5.3.	Procedimentos da Operação	128
4.5.4.	Tratamento do Chorume e dos Gases.....	140
4.5.5.	Monitoramentos.....	140
4.5.6.	Controle de Vetores.....	141
4.5.7.	Presença de Catadores e Animais	141
4.5.8.	Acidentes de Trabalho.....	142
4.5.9.	Acidentes Ambientais	142
4.5.10.	Principais Problemas da Operação	142
5	ESTUDOS COMPARATIVOS	143
5.1.	Os Municípios Visitados	143
5.2.	Os Levantamentos de Campo	144
5.3.	Os Aterros Sanitários	145
5.4.	Procedimentos da Operação	150
5.5.	Tratamento do Chorume e dos Gases	159
5.6.	Monitoramentos	160
5.7.	Controle de Vetores	162
5.8.	Presença de Catadores e Animais	162
5.9.	Acidentes de Trabalho	163
5.10.	Acidentes Ambientais	163
5.11.	Principais Problemas da Operação	163
6	CONCLUSÕES	165
7	RECOMENDAÇÕES	167
	REFERÊNCIAS	168
	APÊNDICE – Roteiro de perguntas aplicado nos aterros sanitários visitados....	172
	ANEXO - Procedimento Operacional da CTR Nova Iguaçu	177

INTRODUÇÃO

O estado do Rio de Janeiro possui 92 municípios (IBGE, 2001), dos quais seis possuem aterros sanitários, doze possuem aterros controlados e quatro estão em fase de licenciamento ou construção dos aterros.

Para a implantação de um aterro, devem ser executadas as seguintes etapas: escolha da área, elaboração de um projeto, licenciamento do empreendimento e a execução da obra. Cada uma destas fases deve ser cuidadosamente estudada e após a conclusão da obra começa a fase de operação do aterro. Indiferente a todo o investimento na implantação, a operação é parte fundamental para que este não se torne um lixão.

Uma gestão adequada de um aterro depende de vários fatores. A operação de um aterro sanitário tem diversas questões conflitantes, como maximizar a eficiência com o menor custo, manter a qualidade e a segurança ambiental e tornar o aterro economicamente viável. Juntam-se a isso outras questões: manter a segurança dos trabalhadores e da população vizinha, melhorar a visão pública do aterro, estender a vida útil, entre outras.

No que diz respeito a aterros sanitários, existe uma idéia, por parte da população em geral e dos governantes, de que a gestão de resíduos sólidos é algo simples e de baixa tecnologia. Isso pode ser verdade em aterros de pequeno porte, porém essa simplicidade deixa de existir e a tecnologia se faz fundamental conforme o crescimento do porte de aterros (BLISS, 2006).

Existem na literatura alguns manuais com rotinas operacionais, mas a operação de um aterro é dependente da experiência dos operadores. Não há legislação ambiental a nível nacional, estadual ou municipal que esclareça pontos fundamentais da operação destes aterros.

O presente estudo relatará um pouco desta experiência de operação, coletando informações e dados de campo através de visitas a alguns aterros do estado, buscando avaliar os padrões da operação.

1 OBJETIVOS

O objetivo geral do trabalho é o estudo dos métodos de operação empregados em aterros sanitários no estado do Rio de Janeiro.

Objetivos específicos:

- Busca de referenciais teóricos na bibliografia existente sobre critérios e rotinas de operação de aterros sanitários;
- Levantamento de campo das condições operacionais de aterros sanitários do estado do Rio de Janeiro;
- Avaliação comparativa dos métodos de operação dos aterros sanitários visitados.

2 METODOLOGIA

O primeiro passo para elaboração do estudo foi pela realização da pesquisa de referencias na literatura existente em forma de manuais, artigos e demais publicações.

O levantamento bibliográfico foi utilizado como base para elaboração do questionário apresentado no Apêndice I. O questionário foi desenvolvido de forma a abordar todas as informações presentes nos manuais e demais bibliografias, particularmente as referentes aos itens operacionais.

Entre agosto e dezembro de 2009 foi realizado o levantamento em campo e em cada visita foi aplicado o questionário desenvolvido para a coleta de informação.

2.1. Estudos de Casos

Para a pesquisa de campo, foram selecionados cinco aterros sanitários no estado do Rio de Janeiro. Esta escolha dos locais a serem visitados se deu pela facilidade de acesso ao operador do aterro e pela possibilidade de agendamento das visitas. Os aterros selecionados foram:

- Aterro Sanitário de Piraí;
- Central e Tratamento de Resíduos Sólidos de Rio das Ostras;
- Central de Tratamento de Resíduos Sólidos de Macaé;
- Aterro Sanitário de São Pedro da Aldeia;
- Central de Tratamento de Resíduos de Nova Iguaçu.

No mapa da Figura 1, é possível localizar os municípios visitados, destacados em vermelho.

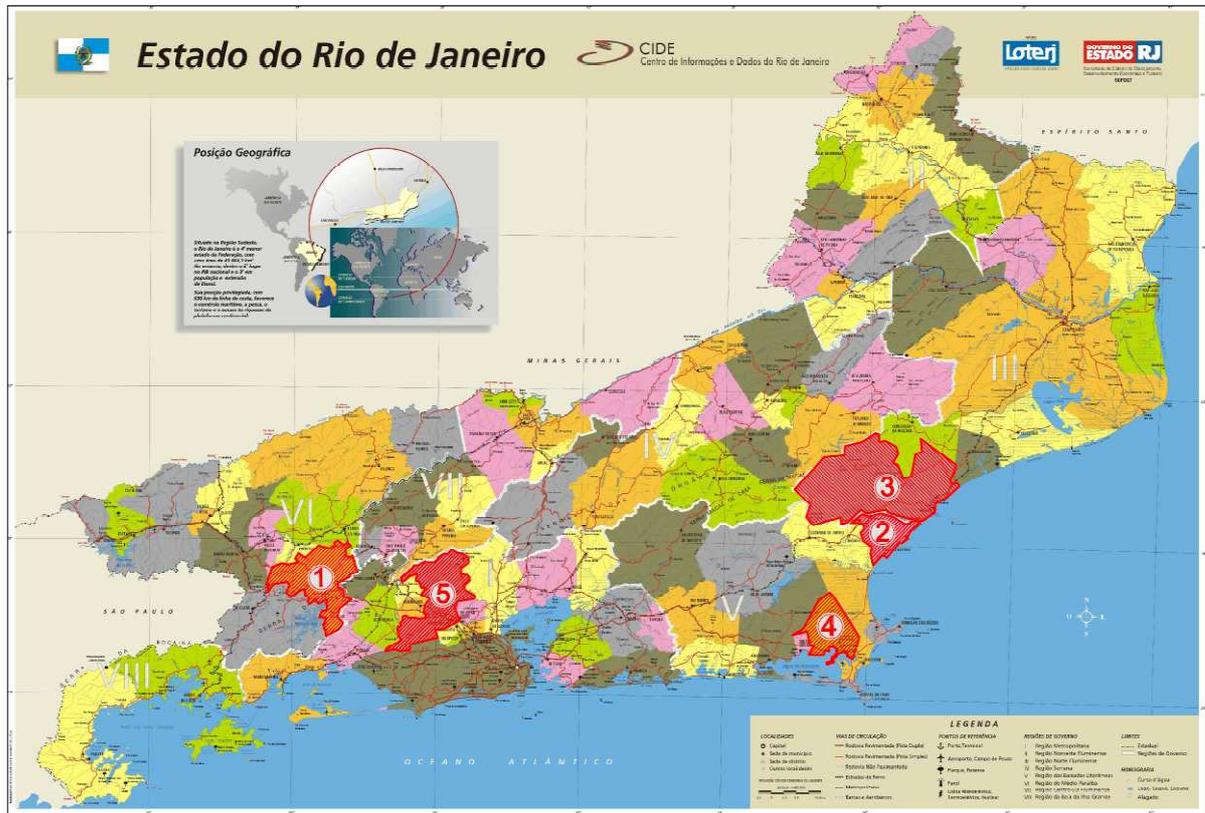


Figura 1 – Localização dos Municípios Estudados

Legenda: 1 – Piraí; 2 - Rio das Ostras; 3 – Macaé; 4 - São Pedro da Aldeia; 5 - Nova Iguaçu.

Fonte: Centro de Informações e Dados do Rio de Janeiro (CIDE), 2001

2.1.1. Piraí

O município de Piraí localiza-se na região do Vale do Médio Paraíba, no Sul Fluminense, a uma latitude de 22°37'45" sul e a uma longitude 43°53'53" oeste.

Possui uma população de 26.114 habitantes e sua área territorial é de 505 km² (IBGE, 2009). O município é dividido em 4 distritos: Piraí (sede), Monumento (2º distrito), Arrozal (3º distrito) e Santanésia (4º distrito).

Suas principais atividades econômicas são: agricultura, pecuária, silvicultura, exploração florestal, pesca, indústrias, produção e distribuição de eletricidade, construção civil, comércio e prestação de serviços.

O Índice de Desenvolvimento Humano - Municipal (IDH-M) de Piraí é de 0,776 (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - PNUD, 2000) e o Produto Interno Bruto (PIB) per capita de R\$ 30.888,00 (IBGE, 2007).

O Aterro Sanitário de Pirai é operado diretamente pelo município, através da Secretaria de Turismo e Meio Ambiente. Localiza-se no bairro de Varjão, na latitude de -22.579473° e longitude de -43.995720° , a 200 metros da Rodovia Presidente Dutra (BR 116). A localização da área é apresentada na Figura 2.



Figura 2 – Localização do Aterro Sanitário de Pirai
Fonte: Google Earth, 2009.

2.1.2. Rio das Ostras

Rio das Ostras localiza-se na Região dos Lagos, a $22^\circ31'37''$ de latitude sul e $41^\circ56'42''$ de longitude oeste, a uma altitude de quatro metros. O município possui uma área territorial de 231 quilômetros quadrados com uma população de 96.622 habitantes (IBGE, 2009). Rio das Ostras é constituído do distrito sede, possuindo as localidades de Jundiá, Cantagalo, Mar do Norte, Palmital, Rocha Leão e Sapucaia (IBGE, 2009).

Com um PIB per capita de 62.871 reais (IBGE, 2007) e um IDH Municipal de 0,775 (PNUD, 2000), sua economia conta com o recebimento de royalties de petróleo relativos à produção da Bacia de Campos.

A Central de Tratamento de Resíduos de Rio das Ostras está localizada na latitude 22°28'15.80" sul e longitude 42° 1'20.99" oeste, a aproximadamente 1.200 metros da Rodovia RJ 162. A localização do aterro pode ser visualizada na Figura 3.

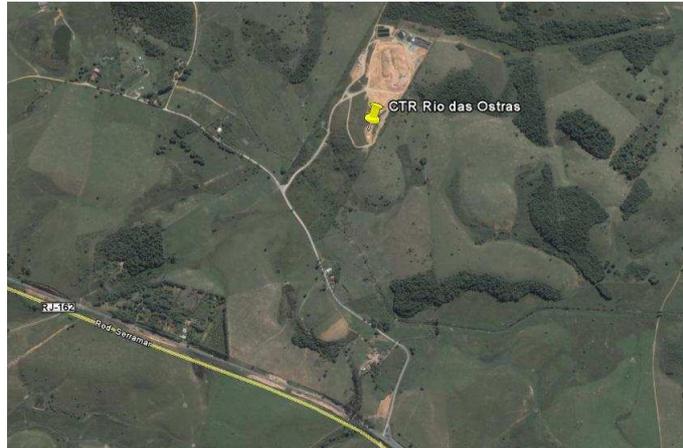


Figura 3 - Localização - CTR Rio das Ostras
Fonte: Google Earth, 2009

2.1.3. Macaé

Macaé pertence à Região Norte Fluminense, ocupando 12,5% da área desta região, tendo uma área total de 1.216 quilômetros quadrados e 11 quilômetros de litoral. O município está localizado a uma latitude de -22°37'08" e longitude de -41°78'69" e encontra-se dividido em seis distritos: Sede, Cachoeiros de Macaé, Córrego do Ouro, Glicério, Frade e Sana.

Com uma população de 194.413 habitantes (IBEG, 2009), Macaé possui um PIB per capita de 37.667 reais (IBGE, 2007) e o IDH do município é de 0,790 (PNDU, 2000).

As principais atividades econômicas do município são pesca, pecuária e petróleo. Macaé é responsável por 85% da produção de petróleo e 47% da produção de gás natural do país e fica em segundo lugar no ranking das cidades da Bacia de Campos que mais recebem royalties relativos à produção de petróleo.

A Central de Tratamento de Resíduos de Macaé (CTR Macaé) está localizada na latitude de 22°13'28" sul e longitude de 41°46'60" oeste, na antiga estrada para

Conceição de Macabú, a aproximadamente 1000 metros da BR 101, na margem direita, sentido Rio de Janeiro.

A imagem da Figura 4 mostra a localização da área da Central de Tratamento de Resíduos de Macaé antes do início das obras de implantação.



Figura 4 - Localização da CTR Macaé
Fonte: Google Earth, 2009

2.1.4. São Pedro da Aldeia

Localizado na Costa do Sol, o município de São Pedro da Aldeia possui uma área territorial de 340 quilômetros quadrados e tem como principais atividades econômicas a pesca artesanal, o turismo e o comércio local.

A população do município é de 84.866 habitantes (IBGE, 2009) e o PIB per capita é de R\$ 8.100, 00 (IBGE, 2007). O IDH municipal é 0,780 (PNUD, 2000).

O aterro sanitário de São Pedro da Aldeia encontra-se instalado em frente ao antigo lixão do município (atualmente remediado), na latitude de 22°49'37.10" sul e longitude de 42° 3'7.76" oeste, a aproximadamente 3 700 metros da estrada São Pedro da Aldeia Cabo Frio, conforme Figura 5.

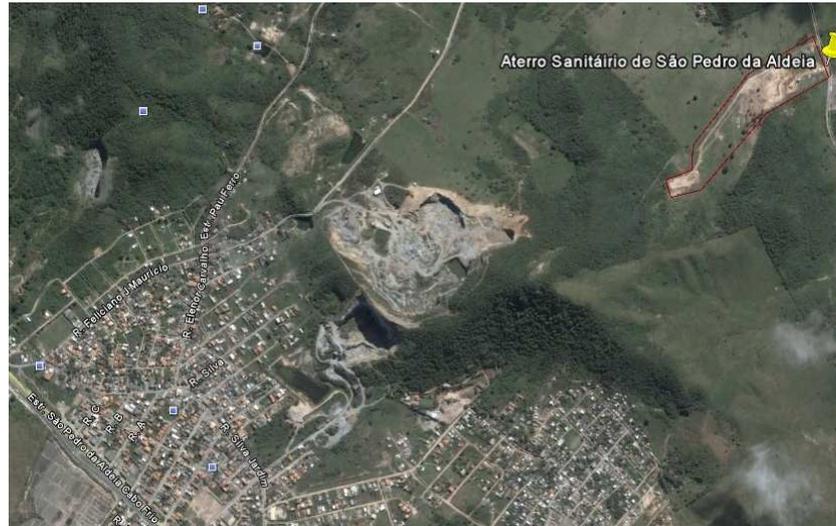


Figura 5 – Localização – Aterro Sanitário de São Pedro da Aldeia
Fonte: Google Earth, 2009

2.1.5. Nova Iguaçu

A Cidade de Nova Iguaçu situa-se na Baixada Fluminense, na latitude $22^{\circ} 45' 33''$ e longitude $43^{\circ} 27' 04''$. Com território de 524 quilômetros quadrados, o município possui uma elevada densidade demográfica, 1.449,60 hab/km², enquanto que a média estadual é de 328,08 hab/km². Possui 69 bairros divididos em nove unidades regionais.

A população do município é de 865.089 habitantes (IBGE, 2009), o PIB per capita de 8.376 reais (IBGE, 2007) e o IDH municipal de 0,762 (PNUD, 2000).

Localizada no bairro de Santa Rita na latitude $22^{\circ} 40' 16.76''$ S e longitude $43^{\circ} 28' 29.55''$ O, a CTR Nova Iguaçu distancia-se da Rodovia Presidente Dutra em 9,0 km.

Na Figura 6 está uma imagem com a localização da área da Central de Tratamento de Resíduos de Nova Iguaçu.

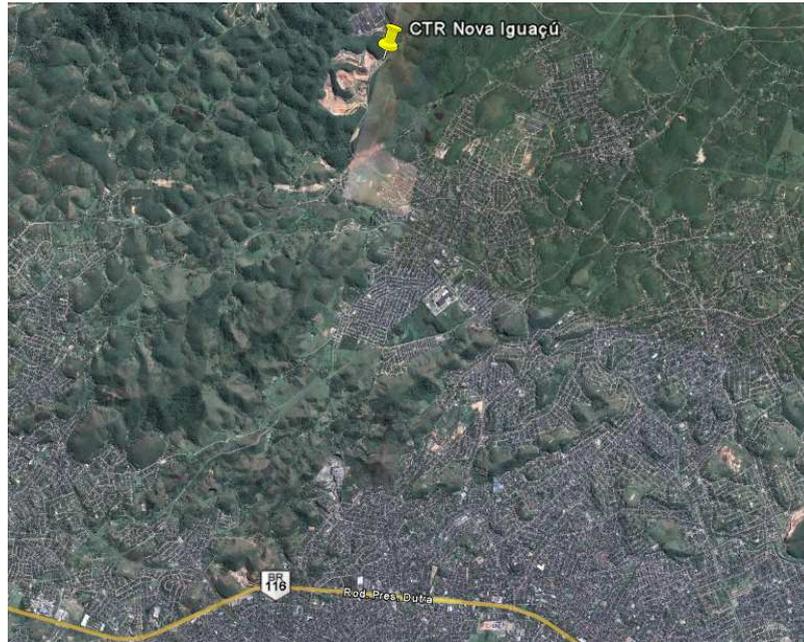


Figura 6 - Localização da CTR Nova Iguaçu
Fonte: Google Earth, 2010

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Resíduos Sólidos Urbanos

A norma brasileira NBR 10004, de 1987, revisada em 2004 – Resíduos Sólidos – Classificação (ABNT, 2004), define resíduos sólidos:

aqueles resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades da comunidade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face a melhor tecnologia disponível.

O Manual de Gerenciamento integrado do Instituto Brasileiro de Administração Municipal (IBAM) define: “resíduo sólido ou simplesmente resíduo todo material sólido ou semi-sólido indesejável e que necessita ser removido por ter sido considerado inútil por quem o descarta, em qualquer recipiente destinado a este ato” (MONTEIRO et al, 2001).

3.2. Classificação dos Resíduos Sólidos

Os resíduos sólidos podem ser classificados quanto à natureza ou origem e quanto aos riscos potenciais.

A classificação quanto à origem refere-se à fonte onde o resíduo foi gerado. Segundo este critério, os resíduos podem ser agrupados em (MONTEIRO et al, 2001):

- Doméstico ou residencial
- Comercial
- Público

- Domiciliar especial (resíduos da construção civil, pilhas e baterias, lâmpadas fluorescentes e pneus)
- Fontes especiais (industrial, radioativo, de portos, aeroportos e terminais rodoferroviários, agrícola e resíduo de serviços de saúde)

Os resíduos sólidos urbanos (RSU) são aqueles gerados pelas atividades humanas no município, abrangendo resíduos de várias origens, como residencial, comercial, de estabelecimentos de saúde, industriais, da limpeza pública (varrição, capina, poda e outros) e da construção civil. Os resíduos de origem domiciliar ou aqueles com características similares, como os comerciais e os resíduos da limpeza pública, estão sob responsabilidade do poder municipal e normalmente tem como destino final os aterros. (CASTILHOS et al, 2003).

Ressalta-se que o gerenciamento de resíduos de origem não domiciliar, como por exemplo, os resíduos de serviço de saúde, da construção civil, são de responsabilidade do gerador, estando sujeitos à legislação específica vigente (CASTILHOS et al, 2003).

A seguir apresenta-se a classificação segundo a norma NBR 10004 (ABNT, 2004a), de 1987, que trata da classificação de resíduos sólidos quanto a sua periculosidade, ou seja, característica apresentada pelo resíduo em função de suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas, que podem representar potencial de risco à saúde pública e ao meio ambiente.

- Resíduos Classe I – Perigosos

Aqueles que apresentam periculosidade ou uma das características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade ou ainda aqueles resíduos que constam na listagem dos anexos A (resíduos perigosos de fontes não específicas) ou B (resíduos perigosos de fontes específicas) da referida norma.

- Resíduos Classe II – Não Perigosos

A classe II - resíduos não perigosos é subdividida:

- Resíduos classe II A – Não inertes.

Aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I - Perigosos ou de resíduos classe II B - Inertes, nos termos desta Norma. Os resíduos classe II A – Não inertes podem ter propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.

- Resíduos classe II B – Inertes.

São aqueles que, por suas características intrínsecas, não oferecem riscos à saúde e ao meio ambiente. Quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa, segundo a NBR 10007 (ABNT, 2004c), e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada, à temperatura ambiente, conforme NBR 10006 (ABNT, 2004b), não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

O Resíduo do serviço de saúde (RSS) é dividido em três classes, segundo a NBR 12.808 (ABNT, 1993)– Resíduos de Serviço de Saúde – Classificação:

- Classe A– Resíduos Infectantes

Resíduos biológicos, sangue e derivados, cirúrgicos e anatomopatológicos, perfurantes e cortantes, animais contaminados e derivados da assistência ao paciente;

- Classe B– Resíduos Especiais

Resíduos especiais englobam rejeitos radioativos, resíduo farmacêutico e resíduo químico perigoso;

- Classe C– Resíduos Comuns

São os resíduos que não se encaixam nas duas classificações anteriores e não apresentam risco a saúde pública e se assemelha ao resíduo doméstico, como por exemplo resíduo da atividade administrativa, dos serviços de varrição e limpeza de jardins e restos alimentares que não entraram em contato com pacientes.

Os resíduos de saúde infectantes e especiais devem ser devidamente separados nos serviços de saúde e coletados separadamente. Os resíduos comuns são coletados juntamente com a coleta de resíduo domiciliar.

A Resolução 358 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2005), que dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde, apresenta uma classificação em 5 grupos para os RSS:

- Grupo A

Resíduos com a possível presença de agentes biológicos que, por suas características de maior virulência ou concentração, podem apresentar risco de infecção;

- Grupo B

Resíduos contendo substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade;

- Grupo C

Quaisquer materiais resultantes de atividades humanas que contenham radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de eliminação especificados nas normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear-CNEN e para os quais a reutilização é imprópria ou não prevista;

- Grupo D

Resíduos que não apresentem risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares;

- Grupo E

Materiais perfurocortantes ou escarificantes, tais como: lâminas de barbear, agulhas, escalpes, ampolas de vidro, brocas, limas endodônticas, pontas diamantadas, lâminas de bisturi, lancetas; tubos capilares; micropipetas; lâminas e lamínulas; espátulas; e todos os utensílios de vidro quebrados no laboratório (pipetas, tubos de coleta sanguínea e placas de Petri) e outros similares.

3.3. Destinação Final dos Resíduos Sólidos Urbanos

O processo recomendado para a disposição adequada do resíduo domiciliar é o aterro sanitário. Na prática existem três formas de disposição dos resíduos no solo no Brasil: aterros sanitários, aterros controlados e lixões.

A diferença básica entre um aterro sanitário e um aterro controlado é que este último prescinde da coleta e tratamento do chorume, assim como da drenagem e queima do biogás (MONTEIRO et al, 2001).

Os lixões são depósitos de resíduos sólidos a céu aberto, que ocorre desordenadamente sem compactação ou cobertura dos resíduos, propiciando a poluição do solo, ar e água e a proliferação de vetores de doenças (CASTILHOS et al, 2003).

Os dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), realizada pelo IBGE em 2000, indicaram uma situação favorável da destinação final de resíduos sólidos, quando considerado por peso total de resíduos gerados no Brasil: 47,1% dos resíduos são depositados em aterros sanitários, 22,3% da geração de resíduos é encaminhada a aterros controlados e 30,5% dos resíduos são dispostos em lixões. Quando os percentuais de tipos de destinação final são analisados por número de municípios, as taxa não são tão otimistas: 63,6% dos municípios brasileiros depositam seus resíduos sólidos em “lixões”, 13,8% informam utilizar aterros sanitários e 18,4% dispõem seus resíduos em aterros controlados. Os 5% dos entrevistados restantes não declaram o destino de seus resíduos (IBGE, 2000). Esta comparação pode ser vista nas Figuras 6 e 7. Porém, a pesquisa destaca que alguns informantes podem ter sido demasiadamente otimistas de modo a evitar a exposição de deficiências do sistema municipal.

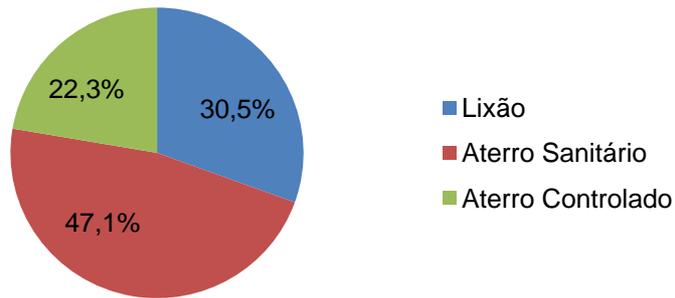


Figura 7 – Disposição Final de Resíduos Sólidos no Brasil (Percentuais por Peso de Resíduos)
 Fonte: Figura baseada nos dados do PNSB, 2000

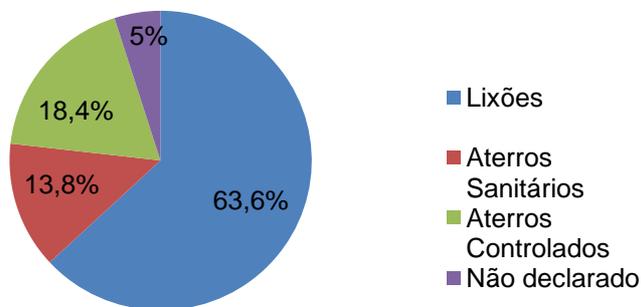


Figura 8 - Disposição Final de Resíduos Sólidos no Brasil – (Percentuais por Município)
 Fonte: Figura baseada nos dados do PNSB, 2000

A predominância de formas inadequadas de destinação final pode ser explicada por vários fatores, tais como: falta de capacitação técnico-administrativa, orçamento insuficiente, pouca conscientização da população quanto aos problemas ambientais ou mesmo falta de estrutura organizacional das instituições públicas (CASTILHOS et al, 2003).

3.4. Resíduos do Serviço de Saúde

No que diz respeito aos resíduos de saúde, as tecnologias usualmente recomendadas são (CONDER, [200-?].):

- Incineração;
- Auto-clavagem;

- Microondas;
- Tratamento químico;
- Disposição em vala séptica (vala confinada);
- Disposição em vala especial, de acordo com projeto do aterro sanitário.

A rotina de operação para os serviços de saúde depende da tecnologia usada.

3.5. Resíduos da Construção Civil

A construção civil é uma das indústrias que mais gera resíduo, sendo esta geração favorecida pelas técnicas construtivas aplicadas no Brasil, que aumenta o desperdício na construção. No Brasil, a taxa de geração de resíduos é aproximadamente 300 kg/m² edificado. Este alto índice fica mais evidente quando comparado com as taxas de países desenvolvidos, que em média encontra-se abaixo de 100 kg/m² edificado (MONTEIRO et al, 2001).

Os Resíduos da Construção Civil (RCC) são compostos de materiais inertes (como concreto, argamassa, madeira, plásticos, papelão, vidros, metais, cerâmica e terra) e corresponde a aproximadamente 50% da quantidade, em peso, de resíduos sólidos urbanos coletados em cidades com população acima de 500 mil habitantes (MONTEIRO et al, 2001).

Como forma de tratamento, a mais utilizada é a seqüência segregação, trituração e reutilização na própria indústria da construção civil, como base de rodovias e agregado para concreto (MONTEIRO et al, 2001).

Por ser um resíduo inerte, o resíduo não precisa ser depositado nas células do aterro. Seu destino dependerá de suas características, conforme descrito abaixo (CONDER, [200-?].):

- Resíduo constituído de terra

Pode ser aproveitado como material de cobertura, devendo ser descarregado próximo a frente de trabalho do aterro.

- Resíduo granular

Cascalhos e pedregulhos isentos de materiais perfurantes podem ser aproveitados para manutenção dos acessos, sendo armazenados em algum local do pátio, separado para este fim.

- Resíduos em geral

Material não aproveitável no aterro sanitário deve ser disposto na vala (ou célula) para resíduos inertes.

3.6. Operação de Aterros Sanitários

As atividades diárias da operação de aterros sanitários são pouco conhecidas e pouco monitoradas, dificultando a criação de uma sistemática de operação. Devido à falta de registros operacionais dos aterros sanitários, é difícil acompanhar ou referendar o preconizado em projetos e na literatura especializada (CATAPRETA et al, 2006).

A operação de um aterro sanitário ou controlado depende de uma rotina pré-definida. Alguns esquemas para estas rotinas estão presentes na literatura em forma de manuais, como o Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos do Instituto Brasileiro de Administração Municipal (MONTEIRO et al, 2001), o Manual de Operação de Aterros Sanitários da Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia (CONDER, [200-?].), o manual da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB, 2005), Procedimentos para Implantação de Aterros Sanitários em Vala e o Manual de Operação do Aterro Sanitário de San Diego (SAN DIEGO, 2009).

Fazem parte da rotina operacional: controle da entrada de resíduos, disposição, espalhamento, compactação e recobrimento dos resíduos, drenagem de águas pluviais, drenagem e tratamento do chorume, drenagem e controle dos gases e monitoramento do aterro. Nos itens a seguir a rotina é apresentada mais detalhadamente.

3.6.1. Instalações de Apoio

As instalações de apoio garantem o funcionamento adequado do aterro (CETESB, 2005). Segundo consta no Manual do IBAM (MONTEIRO et al, 2001), num aterro sanitário deve existir as seguintes unidades de apoio:

- cerca e barreira vegetal;
- guarita de entrada / sistema de controle de resíduos / balança rodoviária;
- instalações administrativas;
- estradas de acesso e de serviço;
- oficina e borracharia.

O cercamento da área é fundamental para seu isolamento, o que é imprescindível para que se assegure a ordem e o bom funcionamento da operação. Este isolamento dificulta a entrada de catadores, animais e outros elementos que possam prejudicar o serviço (CETESB, 2005). As cercas geralmente são construídas com mourões de concreto de dois metros de altura e com cinco fios de arame galvanizado (MONTEIRO et al, 2001).

Além da cerca, o IBAM recomenda a construção de uma barreira vegetal de no mínimo 20 metros de largura, com o objetivo de impedir a visão da área operacional e auxiliar na dispersão do mau cheiro (MONTEIRO et al, 2001). Para a CETESB (2005) esta barreira deverá ter de cinco a dez metros de largura.

A CETESB (2005) ainda recomenda a instalação de uma cerca de tela em locais com ventos mais fortes, para impedir que os materiais leves sejam espalhados pela vizinhança. A cerca de tela deve ser móvel, sendo deslocada juntamente com o avanço da frente de trabalho.

O aterro sanitário deve ter a entrada de veículos e pessoas controlada. Esta seria a função das unidades de apoio denominadas pela lista acima como guarita de entrada, sistema de controle de resíduos e balança rodoviária. Estas unidades encontram-se mais detalhadamente descritas no item Recepção dos Resíduos.

As instalações administrativas dependem da capacidade do aterro e devem oferecer condições de trabalho para os funcionários, como sanitários e copa suficientes para atender a quantidade de funcionários envolvidos na operação. A

oficina e a borracharia são necessárias somente quando a manutenção dos equipamentos e dos veículos é feita no próprio aterro.

As estradas internas permitem a circulação dentro do aterro e a chegada dos resíduos até as frentes de descarga e devem ser mantidas em condições adequadas de tráfego, principalmente em períodos chuvosos (CETESB, 2005). O IBAM (MONTEIRO et al, 2001) recomenda que as estradas sejam executadas em pavimento primário, com acabamento em bica corrida ou resíduo da construção civil selecionado. O caimento deve ser uniforme e para um dos lados da pista, encaminhado a água da chuva para a drenagem marginal. A espessura de acabamento recomendada para as vias é de 30 a 50 centímetros, que deverão ser compactadas em camadas de 15 a 25 centímetros.

3.6.2. Recepção dos Resíduos

Cabe à portaria a função de fiscalizar a entrada e a saída de veículos na área do aterro e controlar os materiais recebidos. Deve-se ter atenção em relação a resíduos que não podem ser depositados nos aterros, em especial resíduos que poderiam prejudicar a adequada operação do aterro, colocar em risco a saúde dos operadores, ou causar danos ao meio ambiente (lodos tóxicos, materiais graxos ou oleosos e líquidos em geral) (CETESB, 2005).

O veículo de coleta deve seguir primeiramente para a balança rodoviária, onde é pesado e são anotadas todas as informações necessárias. Se não houver balança no aterro, o veículo deve ir até a guarita de entrada, onde o encarregado fará as anotações pertinentes para identificação (MONTEIRO et al, 2001). Segundo a CONDER [200-?] devem ser anotados os seguintes itens: pesagem, procedência, composição do resíduo, horário de entrada e de saída dos veículos.

Os dados devem ser preenchidos corretamente em um formulário, através do qual o município obterá informações sobre a eficiência de execução do sistema de limpeza urbana (CONDER, [200-?].).

Na recepção, além de verificar e registrar a origem, a natureza e a classe dos resíduos, o responsável pelo controle na entrada também deverá orientar os

motoristas quanto ao local no qual os resíduos devem ser descarregados, dependendo do tipo de resíduos que o veículo transporta (TEIXEIRA et al, 2006).

Os resíduos domiciliares deverão seguir para a frente de trabalho e os resíduos hospitalares devem receber destinação diferenciada. De acordo com a legislação, os resíduos da construção civil não podem ser dispostos nas células de resíduos dos aterros sanitários. Contudo, em diversos municípios esta ainda é uma prática comum.

3.6.3. Disposição das Células e Descarga dos Resíduos

Métodos Construtivos

Existem três métodos construtivos na execução de um aterro sanitário, são eles (CARVALHO, 2002):

- Método da Trincheira ou vala (Figura 9): mais apropriado para terrenos planos ou pouco inclinados, com lençol freático profundo (MONTEIRO et al, 2001). Consiste na abertura de valas pequenas (operação manual) ou grande (operação com equipamentos), onde o lixo é disposto, compactado e coberto (CARVALHO, 2002).

Método de Trincheira

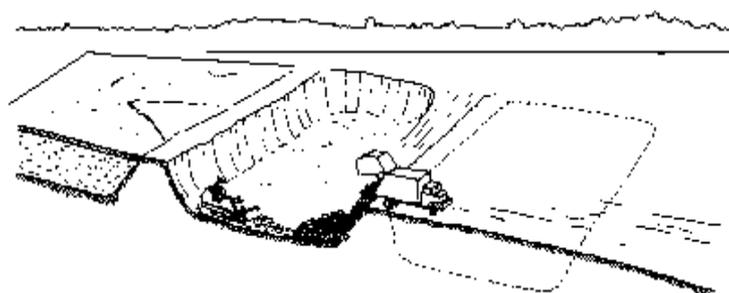


Figura 9 Método Construtivo de Trincheira
Fonte: IPT, 1996 apud GUIMARÃES, 2000.

- Método da Rampa ou depressão (Figura 10): operação executada através de escavações progressivas de rampas onde o lixo é disposto, compactado e coberto, sendo empregado em áreas de meia encosta, com boas condições de escavação. (CARVALHO, 2002). Indicado para áreas planas, secas e com solo adequado para servir de material de cobertura. A permeabilidade do solo e a profundidade do lençol freático confirmarão ou não o uso desta técnica (MONTEIRO et al, 2001);

Método de rampa

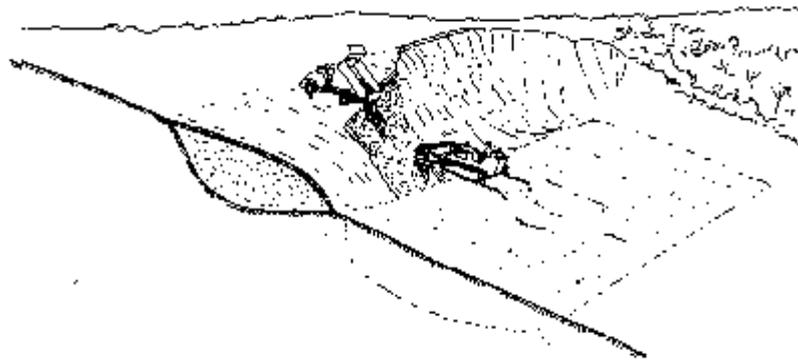


Figura 10 Método Construtivo de Rampa
Fonte: IPT, 1996 apud GUIMARÃES, 2000.

- Método da Área ou Superfície (Figura 11): Adequado áreas planas e de lençol freático raso (CARVALHO, 2002) e com baixa disponibilidade de material de cobertura (MONTEIRO et al, 2001).

Método de área

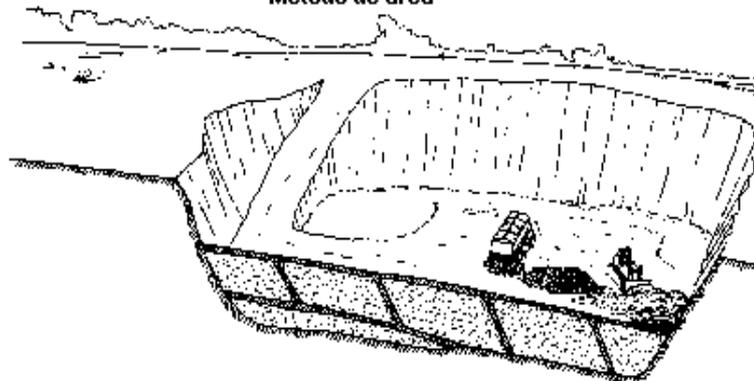


Figura 11 Método Construtivo de Área
Fonte: IPT, 1996 apud GUIMARÃES, 2000.

Os procedimentos para a execução da obra são quase os mesmos, independentemente do método construtivo seguido (trincheira, rampa ou área).

Células

A célula é o elemento básico do aterro sanitário. É composta de várias camadas de resíduos sólidos compactados pela passagem de um equipamento pesado (SAN DIEGO, 2009).

O aterro normalmente é dividido em níveis. Cada nível é dividido em lotes, que são subdivididos em células dimensionadas para aproximadamente 20 dias de operação (MONTEIRO et al, 2001).

Frente de Operação

A frente de operação é a porção da célula incompleta na qual o resíduo que chega é espalhado e compactado. A largura ideal depende do número de veículos que entram para descarregar no aterro e dos equipamentos disponíveis para espalhamento e compactação. Deve ser ampla o suficiente para evitar uma acumulação de caminhões, porém não deve ser tão ampla que torne impraticável a operação ou exponha uma quantidade excessiva de resíduo (SAN DIEGO, 2009).

Para o IBAM, a largura da célula deverá ser a menor possível, geralmente suficiente para descarga de três a cinco caminhões coletores (MONTEIRO et al, 2001). A diminuição da frente de trabalho permite uma melhor manipulação dos resíduos, tornando o processo mais prático e eficiente (CONDER, [200-?]).

O guia de operações do aterro de San Diego, por razões de segurança, estipula que a largura da frente de trabalho não deve ser menor que 12 metros, para que se possa existir uma distância mínima de segurança entre os caminhões e os tratores de 2,5 a 3,0 metros (SAN DIEGO, 2009).

Descarga dos resíduos

Os caminhões coletores devem despejar os resíduos sólidos no “pé” da frente de trabalho (parte inferior do talude). Esses resíduos serão empurrados rampa acima, sendo espalhados e compactados pelo trânsito do trator (SAN DIEGO, 2009).

Para maximizar a compactação, os taludes devem ter a inclinação 1:3 (três metros de base para cada metro de altura), pois esta inclinação proporciona uma melhor distribuição de peso do trator (SAN DIEGO, 2009). O IBAM (MONTEIRO et al, 2001) recomenda que a inclinação utilizada nos taludes seja de um metro de base para cada metro de altura nas células em atividade e de três metros de base para cada metro de altura nas células já encerradas.

Cada célula deve ter de quatro a seis metros de altura para que a decomposição dos resíduos aterrados ocorra em melhores condições (MONTEIRO et al, 2001).

3.6.4. Espalhamento e Compactação

A compactação indica a diminuição do volume da massa de resíduos quando submetida a uma pressão, geralmente aplicada por equipamentos mecânicos. A compactação da célula também é provocada pela constante deposição de camadas sobrepostas de resíduos ao longo do tempo de operação e pelo processo de decomposição da matéria orgânica, alterando o comportamento geotécnico da massa em relação à estabilidade e aos recalques (CATAPRETA et al., 2003 apud CATAPRETA et al, 2005).

Em aterros de pequeno porte, que não dispõe de recursos suficientes para aquisição de equipamentos, a operação pode ser manual, sendo o espalhamento e a compactação executados com a utilização de enxadas, pilões, ancinhos, gadanhos e/ou forcados. A operação manual é viável apenas para aterros que recebem até 10t/dia (MONTEIRO et al, 2001).

Outra opção para municípios de pequeno porte são os aterros em valas, onde trincheiras são previamente escavadas e o espalhamento, nivelamento e a cobertura diária são feitos manualmente. Os resíduos são depositados nas valas sem compactação. A ausência de compactação impede o aproveitamento integral da área, sendo recomendado para aterros com recepção inferior a 10 t/dia. Recepção acima deste valor implica na abertura constante de valas e o uso de equipamentos para escavação, tornando o procedimento inviável (CETESB, 2005).

Uma boa compactação melhora a segurança, proporcionando uma superfície estável sobre a qual as máquinas e as pessoas podem trabalhar. A completa e uniforme compactação é importante porque, em sua ausência, haverá partes “fofas” (não compactadas) sob a superfície. Estas partes fofas poderão estar escondidas por camadas subseqüentes de resíduos e, eventualmente, levar ao recalque diferencial do aterro (BLISS, 2006).

Outra vantagem de uma compactação bem executada é o prolongamento da vida útil do aterro sanitário, sendo este um ponto importante neste tipo de empreendimento, com longos processos para implantação (CATAPRETA et al, 2006). O resíduo compactado ocupa menor volume, o que permite um maior acondicionamento de resíduo na área do empreendimento. O controle da densidade dos resíduos é um dos parâmetros operacionais mais importantes, influenciando do ponto de vista ambiental e geotécnico (CATAPRETA et al, 2006).

Segundo Catapreta et al (2006) os principais fatores que podem afetar a compactação de resíduos são:

- composição dos resíduos;
- espessura das camadas de resíduos a serem compactadas;
- tipo, peso e velocidade dos equipamentos empregados na compactação;
- umidade dos resíduos;
- inclinação da rampa de compactação;
- número de passadas executadas pelo equipamento compactador.

Nesta relação é possível perceber que os procedimentos de operação são fatores determinantes na compactação de resíduos.

Nos estudos de Suprenant e Lemke (1994 apud MARQUES, 2001) foram analisadas diversas condições de operação em células de teste, analisando-se a influência da espessura da camada a ser compactada e do número de passadas. Como resultado da análise da espessura da camada, uma espessura de 0,30 metros resultou em densidades 25% maiores que em camadas de espessura de 0,75 metros, considerando 4 passadas. Considerando o número de passadas, para 4 passadas foram encontrados valores de densidade 3% menores do que os valores obtidos para 8 passadas, utilizando-se as camadas de 0,30 metros. Com as camadas de 0,75 metros, a diferença de densidade sobe para 9%.

Holand (1995) apud Marques (2001) faz as seguintes observações a respeito da operação de aterros: a espessura das camadas deve ser inferior a 0,50 metros; o número de passadas do equipamento deve ser entre 3 e 5; a frente de trabalho deve ser menor que 40 metros; o treinamento do operador e as condições de manutenção da frente de trabalho são fundamentais.

O manual do IBAM (MONTEIRO et al, 2001) indica que o espalhamento do resíduo deverá ser feito em camadas não muito espessas de cada vez (máximo de 50cm) e a compactação deverá ser feita com o trator de esteira de baixo para cima para a obtenção de um melhor resultado, com o trator executando de 3 a 6 passadas sobre a massa de resíduos. A CONDER orienta de 3 a 5 passadas do trator.

O processo mais usual para compactação dos resíduos em aterros sanitários é a compactação realizada pela passagem de equipamentos de transporte e espalhamento (trator de lâmina, entre outros) ou equipamentos específicos para compactação (rolos compactadores) (MARQUES, 2001).

A escolha do equipamento mais econômico a ser utilizado deve estar ligada à demanda diária do aterro. Holand (1995) apud Marques (2001) recomenda equipamentos de 22 toneladas para demandas de até 700 t/dia, de 34 toneladas para demandas de até 1.200 t/dia e de 45 toneladas para demandas superiores a 1.500 t/dia

É interessante que no aterro se realize, eventualmente, um teste de densidade do resíduo (peso específico) para ver se a compactação está sendo bem feita (CONDER, [200-?].).

3.6.5. Recobrimento dos Resíduos

No final de cada dia de operação a camada de resíduo depositada neste dia deverá receber uma cobertura, evitando vetores, minimizando odores, impedindo o espalhamento do resíduo e protegendo a camada da água da chuva.

Para a CONDER, esta cobertura diária deverá ser feita preferencialmente em argila e com espessura de 15 a 20 cm. O IBAM recomenda que esta cobertura diária

tenha de 20 a 30 cm de espessura, com caimento de 2% para melhor drenagem das águas pluviais.

Uma manta de sacrifício pode ser usada como cobertura em situação nas quais não seja possível a cobertura diária com solo, por escassez deste material ou em dias chuvosos.

Após o encerramento definitivo de uma célula, esta deverá receber uma camada de cobertura final, protegendo os locais que ficarão permanentemente expostos. A espessura desta camada deverá ser de 60 cm segundo a CONDER e de 50 cm com caimento de 2% segundo o IBAM.

3.6.6. Equipamentos

A escolha e o dimensionamento dos equipamentos a serem utilizados no aterro dependem de muitas variáveis, como: o porte do aterro, a quantidade e os tipos de resíduos recebidos, o volume e distância das jazidas de material de cobertura, o grau de compactação indicado no projeto, etc (CASTILHOS et al, 2003).

A disponibilidade de recursos financeiros, a dificuldade de mão-de-obra especializada, a reposição de peças sobressalentes são fatores importantes para a seleção dos equipamentos. Porém, acima de todos os itens de seleção, o fator determinante de escolha é o método de operação do aterro sanitário (MONTEIRO et al, 2001).

As máquinas, como ferramentas fundamentais, que executam as atividades mecânicas, são (CONDER, [200-?.]):

- Trator de Esteira

É usado para disposição, compactação e cobertura dos resíduos, bem como para abertura e manutenção de acessos provisórios e outros serviços eventuais.

- Retro-Escavadeira

É um equipamento fundamental para a abertura de drenos, podendo ser utilizada também para escavação de solo para cobertura e para o carregamento do caminhão basculante.

- Caminhão Basculante

É utilizado para o transporte do solo de cobertura e demais materiais necessários durante a operação.

3.6.7. Operação em Dias de Chuva

A CONDER indica que em período chuvoso, deve haver um estoque de material de cobertura, de material granular para dreno e de cascalho para possíveis reparos.

As principais medidas preventivas nos períodos chuvosos são: manutenção rigorosa do sistema de drenagem evitando o acúmulo de água, a formação de poças e o assoreamento, manutenção das vias não pavimentadas, que é fundamental para não comprometer o tráfego dentro do aterro e a manutenção da camada de cobertura, que deve estar livre de fissuras, evitando assim a infiltração de água e conseqüentemente o aumento da vazão de chorume (CONDER, [200-?]).

3.6.8. Manutenção dos Acessos

A inspeção ao longo dos acessos deverá ser constante e caso haja algum dano, o reparo deverá ser imediato. Durante o período chuvoso deve ser mantido um estoque de material granular para manutenção dos acessos (CONDER, [200-?]).

3.6.9. Drenagem de Águas

A drenagem ineficiente das águas de chuva acarreta em maior infiltração na célula, aumentando o volume de chorume gerado e diminuindo a estabilidade da célula. Por isso, deve-se impedir ao máximo a infiltração de chuva nas células. As

águas de chuva coletadas dentro do aterro devem ser drenadas para os cursos d'água a fim de evitar seu contato com a massa de resíduos. Os dispositivos de drenagem devem ser mantidos desobstruídos, garantindo o adequado funcionamento do sistema (CONDER, [200-?]).

3.6.10. Drenagem de Chorume e Gases

À medida que as camadas de resíduos formam as células é necessária a construção dos drenos horizontais e verticais para captação do chorume e dos gases gerados na decomposição dos resíduos. Os drenos horizontais e verticais devem ser interligados para melhor eficiência na drenagem (CONDER, [200-?]).

O sistema de drenagem de gases é composto pelos drenos verticais. No topo do dreno deve haver queimador, que deverá ser vistoriado permanentemente para que se mantenha aceso (MONTEIRO et al, 2001).

O chorume coletado deve seguir para a estação de tratamento do aterro, evitando seu contato com o solo e possível contaminação do lençol freático.

3.6.11. Tratamento do Chorume

O chorume é resultante da degradação dos resíduos e deve ser drenado e tratado adequadamente para que sejam evitados prejuízos ao solo e as águas.

O chorume é resultado da interação entre o processo de biodegradação da fração orgânica desses resíduos e a infiltração de águas pluviais que solubilizam componentes orgânicos e inorgânicos. O volume de águas pluviais infiltradas é determinante na vazão de chorume de um aterro sanitário e enquanto o fator determinante das características físicas, químicas e microbiológicas são as características dos resíduos aterrados. A variabilidade na composição de acordo com o aterro e as oscilações de vazão ao longo do ano devido ao regime de chuvas são alguns dos problemas para o tratamento desse efluente. Suas características físico-químicas lhe conferem um elevado potencial poluidor (GOMES et al, 2009).

Semelhante às técnicas aplicadas ao tratamento de esgoto, o chorume normalmente é tratado por lagoas anaeróbias, facultativas, reatores, digestores, etc (CONDER, [200-?]). Os métodos atuais de tratamento de chorume apresentam deficiências, limitações ou demandam tempo e espaço físico excessivos, principalmente para chorume de aterros sanitários antigos, que possuem elevada carga orgânica (MORAES, 2005).

Apesar da baixa eficiência apresentada, o tratamento por lagoas é o método adotado na maioria dos aterros brasileiros. O processo utilizado com maior frequência são as lagoas de estabilização em série (anaeróbias, facultativas, maturação), onde a matéria orgânica é consumida pela ação das bactérias. O tratamento por lagoas de estabilização é o processo mais indicado para regiões tropicais, sendo reguladas pelas condições climáticas de temperatura, intensidade e duração da luz solar. A facilidade de construção, operação e manutenção das lagoas e os custos acessíveis são o que tornam este método o mais utilizado no Brasil (GOMES et al, 2009).

3.6.12. Tratamento dos Gases

Assim como o chorume, o gás é resultado da decomposição dos resíduos. Para evitar a poluição do ar, este gás deve ser drenado e tratado.

O gás é mistura do biogás gerado na decomposição anaeróbia e de compostos voláteis liberados pelos resíduos, devendo ser encaminhado para queima ou aproveitamento energético (GOMES et al, 2009).

3.7. **Monitoramentos**

O monitoramento consiste em avaliar a eficiência do aterro em relação a sua operação e ao controle ambiental. Através do monitoramento é possível determinar a eficiência real dos sistemas de proteção ambiental (CASTILHOS et al, 2003). O

monitoramento deve ser executado na etapa de implantação, durante a operação e após o encerramento.

Antes da operação, o monitoramento consistirá em um diagnóstico da qualidade ambiental da área. Este diagnóstico servirá de base para comparação das demais etapas do monitoramento após o início da operação e permite o estabelecimento de valores naturais (antes da operação) para os parâmetros monitorados. O monitoramento das águas do subsolo e superficiais, de biogás, de efluentes líquidos e de recalques deverá estender-se após o encerramento da operação do aterro, enquanto o sistema estiver ativo, ou até que as emissões atinjam padrões aceitáveis (CASTILHOS et al, 2003).

Os impactos e riscos ambientais associados aos aterros de resíduos estão relacionados à produção e migração de biogás e lixiviados e à instabilidade da massa de resíduos, sendo assim, estes devem ser o foco principal do plano de monitoramento, que deverá atender às exigências dos órgãos de controle ambiental (CASTILHOS et al, 2003).

A seguir, enumeram-se os pontos a serem monitorados, segundo a CONDER.

- Monitoramento das Águas Superficiais

Justifica-se na fase de implantação quando há na área de influência direta do aterro afloramentos de águas do subsolo ou mananciais hídricos superficiais (CASTILHOS et al, 2003). Este monitoramento deverá ter continuidade durante e após a fase de operação, observado as possíveis modificações nos parâmetros de referência.

- Monitoramento das Águas Subterrâneas

Na etapa de implantação de um aterro, o monitoramento da qualidade das águas do subsolo visa conhecer a qualidade das águas antes do início da disposição de resíduos no aterro, devendo ter continuidade durante a operação e após o encerramento, a fim de detectar se o lençol freático está protegido de contaminação (CASTILHOS et al, 2003).

- Monitoramento do Chorume e do Efluente Tratado

O chorume, em decorrência do seu elevado potencial poluidor, deve ser controlado e monitorado constantemente. O monitoramento do chorume também é

uma ferramenta fundamental na implementação de sistemas de tratamento de efluentes (CASTILHOS et al, 2003). O chorume deve ser monitorado antes e depois de tratado e também em pontos estratégicos do sistema, com o objetivo de avaliar a eficiência do tratamento.

O monitoramento quantitativo do chorume é importante para controlar sua geração e facilitar seu manejo e tratamento. A vazão pode ser influenciada pelas condições de pluviometria, pela quantidade e composição gravimétrica dos resíduos e pela forma de cobertura do aterro (CASTILHOS et al, 2003).

- Monitoramento dos Resíduos Recebidos no Aterro

Consiste em identificar o tipo de resíduo que o aterro está recebendo e se este está de acordo com o estabelecido na licença de operação.

- Monitoramento do Maciço

A composição heterogênea dos resíduos, a degradação com o passar do tempo e a compressibilidade em decorrência da sobrecarga promovem diferentes variações volumétricas no interior do aterro, resultando em recalques diferenciados (SILVA *et al.*, 1998 , *apud* CASTILHOS et al, 2003).

O monitoramento geotécnico deve ser projetado em função do risco de contaminação envolvido. Grandes aterros sanitários exigirão maior controle dos condicionantes geotécnicos (CASTILHOS et al, 2003).

O monitoramento de recalques é feito a partir de um ponto de referência fixo situado no terreno natural e marcos situados na superfície final do aterro que podem ser monitorados por nivelamento geométrico de superfície (a partir dos marcos de referência). Tanto os movimentos horizontais quanto os verticais desses marcos podem ser monitorados anualmente ou a cada dois anos (CASTILHOS et al, 2003).

- Monitoramento do Sistema de Drenagem Superficial

O monitoramento do sistema de drenagem superficial visa identificar possíveis danos, como quebra de tubulações e obstrução de canaletas. São necessárias inspeções mensais em todos os platôs, taludes, bermas e terraços, pois são pontos possíveis de acúmulo de água na superfície do aterro (CONDER, [200-?]).

- **Monitoramento do Sistema de Exaustão e Drenagem dos Gases**

Nos pontos de exaustão e queima do biogás devem ser monitoradas as condições operacionais dos componentes sistemas de captação, bem como as características do biogás. As características do biogás são importantes indicadores da evolução do processo de degradação de resíduos. O monitoramento do biogás fica condicionado à concepção do aterro sanitário e às exigências dos órgãos de controle ambiental (CASTILHOS et al, 2003).

3.8. Controle de Vetores

A cobertura diária do resíduo ajuda a prevenir a presença de vetores, como ratos, baratas e aves. O cinturão verde também auxilia nesta prevenção, pois serve de abrigo para predadores de alguns dos vetores (CONDER, [200-?].).

3.9. Presença de Catadores e Animais

Os locais de disposição de resíduos atraem pessoas desempregadas, de baixa renda ou sem outra qualificação profissional, que buscam a catação de resíduos como forma de sobrevivência. Se o aterro for localizado próximo a núcleos urbanos de baixa renda são necessárias medidas para impedir a catação através de geração de empregos e renda para a região, como a formação de cooperativas de catadores para trabalhar em instalações de triagem de materiais recicláveis (MONTEIRO et al, 2001).

A presença de catadores no interior do aterro é proibida. A movimentação de pessoas na área operacional dificulta as operações de espalhamento, compactação e cobertura do resíduo, além de oferecer alto risco de acidentes (MONTEIRO et al, 2001).

4 RESULTADOS

4.1. Aterro Sanitário de Pirai

4.1.1. Descrição da Visita

A visita ao aterro ocorreu no dia 10 de agosto de 2009. O funcionário da secretaria responsável pela limpeza urbana acompanhou a visita, que durou aproximadamente três horas.

O município havia passado por um período de fortes chuvas o que causou grandes transtornos ao aterro sanitário, ficando a compactação e a cobertura dos resíduos prejudicadas pela intensidade das chuvas ocorridas. Os caminhões de resíduo não conseguiam seguir por todo o acesso até a frente de trabalho e tinham que descarregar desordenadamente em outras áreas do próprio local, causando o desnivelamento do aterro. A correção do nivelamento estava ocorrendo no dia da visita, feita com os resíduos que adentravam o local, como visto na Figura 12.



Figura 12 – Resíduos Espalhados para Nivelamento da Área – Aterro Sanitário de Pirai

4.1.2. Descrição do Aterro

O local obteve licença prévia, licença de instalação e posteriormente licença de operação. Começou a operar em maio de 2000 e em 2008 obteve renovação da licença de operação por mais cinco anos e a previsão é de mais quinze anos de operação.

As instalações de apoio à operação do aterro constam de um refeitório, um escritório, banheiro e um galpão, possuindo luz elétrica e telefone. A área do aterro é cercada com mourões de concreto e arame.

A Figura 13 é a foto de satélite do local, com os locais das instalações indicados. Na data da foto, a estação de tratamento de esgoto não estava completa.



Figura 13 – Visão Geral – Aterro Sanitário de Pirai

Legenda: 1 - Instalações administrativas e galpão; 2 - Local atualmente ocupado pela estação de tratamento de chorume; 3 – Área encerrada; 4 - Área em operação.

Fonte: Google Earth, 2010

A área útil do aterro é de aproximadamente vinte e cinco mil metros quadrados e a área total de quarenta e oito mil metros quadrados.



Figura 14 – Entrada do Aterro Sanitário de Pirai

Tipos de Resíduos Recebidos

No aterro entram resíduos domiciliares, resíduos de saúde, galhada, resíduos de quintal (que se refere a limpeza de terrenos e resíduos de pequenas reformas), resíduos de fossa e resíduos de escritórios das fábricas da região.

Segundo informações do funcionário da prefeitura, não há resíduos de grandes obras na cidade, apenas resíduos de pequenas reformas, que são recebidos no aterro como resíduos de limpeza de quintal.

Além dos resíduos de Pirai, o aterro sanitário recebe resíduos domiciliares e de serviços de saúde do município de Pinheiral e eventualmente resíduos domiciliares do município de Rio Claro.

Quadro de funcionários e Horário de Operação

O quadro de funcionários envolvidos com a operação é composto por nove funcionários, distribuídos da seguinte forma: dois operadores de máquina, três funcionários para manutenção do aterro, um funcionário responsável pelo controle na entrada do aterro e três vigias. O horário de funcionamento do aterro é de 7:00 às 17:00.

Não há um encarregado no aterro. O funcionário responsável pela limpeza urbana é também responsável pelo aterro sanitário do município e fica sediado na Secretaria do Turismo e Meio Ambiente.

Há uma alta rotatividade de funcionários, principalmente operadores de trator. Em nove anos, passaram pelo aterro sete operadores.

4.1.3. Procedimentos da Operação

Recepção dos Resíduos

O controle na entrada é feito através de um formulário indicando a placa e o tipo de veículo e a procedência e o tipo de resíduos. A descarga de resíduos só é permitida para veículos autorizados. Entram no aterro caminhões compactadores e basculantes, poliguindastes, caminhão limpa-fossa e o veículo de resíduos hospitalares (uma caminhonete adaptada para este fim). Não há pesagem na entrada do aterro. Em média, as viagens que entram no aterro por dia são: 4 caminhões com resíduos de Pirai, 2 caminhões com resíduos de Pinheiral, 6 poliguindastes com resíduos de Pirai e, eventualmente, 3 caminhões de Rio Claro, totalizando aproximadamente 35 toneladas por dia.

A quantidade média estimada de resíduos recebidos, por tipo de resíduo, é apresentada na Tabela 1:

Tabela 1 – Média de Resíduos que Entram no Aterro Sanitário de Pirai

Tipo de Resíduo	Quantidade	Unidade	Freqüência	Procedência
Domiciliar	20	t	diária	Pirai
Domiciliar	10	t	diária	Pinheiral
Resíduos de	0,8	t	diária	Pirai + Pinheiral
Galhada	2	t	semana	Pirai
Resíduo de Quintal	16	m ³	diária	Pirai
Limpa-fossa	100	m ³	trimestral	Pirai

Descarga de Cada Tipo de Resíduo

O esquema da destinação dos resíduos recebidos no aterro de Pirai encontra-se representado na Figura 15.

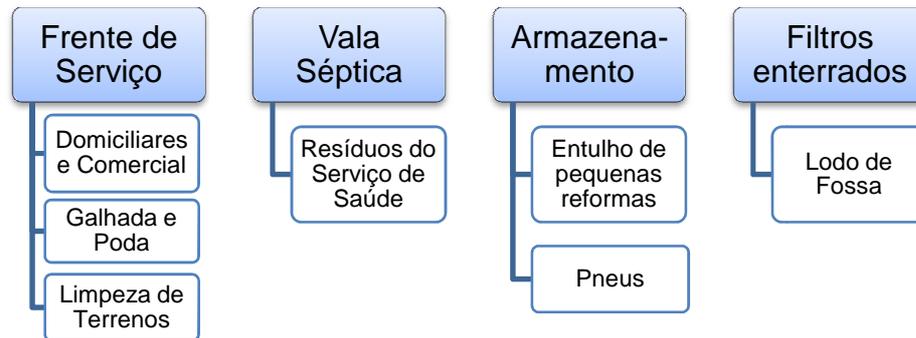


Figura 15 – Destinação dos Resíduos - Aterro Sanitário de Pirai

Os resíduos domiciliares, bem como galhada e resíduos de limpeza de quintais, seguem diretamente para a frente de operação. Os RCC de menor diâmetro, que podem ser aproveitados como material de cobertura, são separados e armazenados.

O caminhão limpa-fossa é alugado pela prefeitura trimestralmente para esvaziamento das fossas da cidade, por um período de dez dias, fazendo em média duas viagens por dia. O material recolhido pelo caminhão limpa-fossa é encaminhado para filtros, que podem ser vistos na Figura 16. Estes filtros são enterrados na massa de resíduos, preparados com manilhas de concreto perfuradas de um metro e cinquenta centímetros de diâmetro e um metro e cinquenta centímetros de comprimento, preenchidas com brita. O lodo é despejado, passa pelas britas e infiltra na massa de resíduo pelas perfurações das manilhas. Atualmente existem dois filtros, cada um com profundidade total de sete metros e meio. Novos filtros serão preparados para o próximo período de aluguel do caminhão limpa-fossa.



Figura 16 – Filtro Receptor do Lodo de Fossas – Aterro Sanitário de Pirai

Os resíduos dos serviços de saúde são encaminhados para uma célula específica (Figura 17), que tem seu fundo e laterais em concreto, cobertos por manta sintética. Possui uma cobertura móvel feita com lona e bambu, que é removida no momento da descarga. Nesta célula não há compactação e o chorume é drenado e encaminhado para o dreno principal do aterro, que passa em frente a ela. A caminhonete se aproxima da célula o resíduo é retirado da parte traseira manualmente e depositado na célula. Funcionários do aterro devidamente equipados são os responsáveis por esta transferência. No encerramento da célula é feita uma camada de cobertura de solo.



Figura 17 – Célula de Resíduos de Saúde- Aterro Sanitário de Pirai

Disposição das Células

O local tem como método construtivo o método de rampa. A impermeabilização da base foi feita com argila compactada e a espessura desta camada não foi informada.

Existem atualmente três níveis sobrepostos. O primeiro nível tem uma altura total de 7,0 metros e é composto por três camadas: duas camadas de 2,5 metros e uma camada de 2,0 metros. O segundo nível é formado de três camadas de 3 metros cada, tendo uma altura final de 9,0 metros. O último nível, que possui a atual célula em operação, tem duas camadas de 3,0 metros. A Figura 18 apresenta um esboço da disposição do aterro.

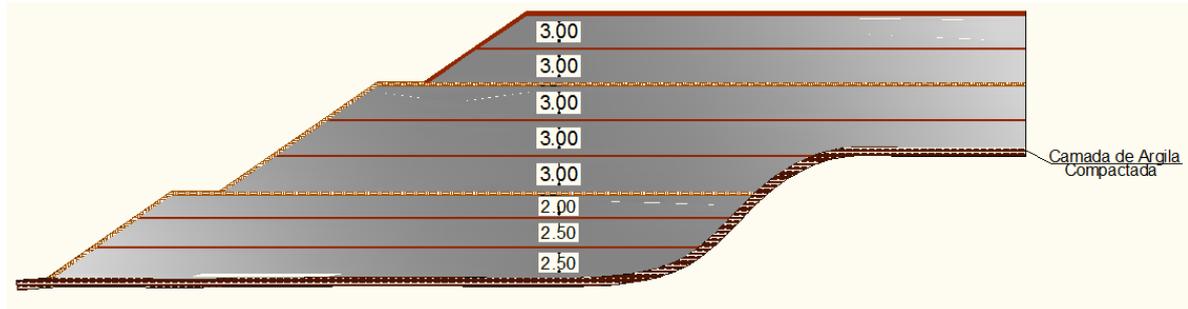


Figura 18 – Esquema da Disposição dos Resíduos em Pirai

Espalhamento e Compactação

Os resíduos domiciliares que chegam à frente de operação são espalhados e compactados por um trator de esteira D50.

O operador passa com o trator pela massa de resíduo (ida e volta), sendo a compactação nos taludes executada de baixo para cima. O operador passa com o trator sobre uma “linha” e volta sobre esta mesma “linha”. Esta linha é delimitada pelas dimensões das esteiras do trator, conforme Figuras 19, 20 e 21. Após passar em toda a frente de serviço, a seqüência recomeça, repetindo-se de 3 a 4 vezes .

Para garantir uma boa compactação, o operador utiliza três critérios:

- Visual: com a experiência adquirida é possível perceber, pelo aspecto, se o resíduo está compactado ou não.
- Vento: se o vento conseguir espalhar os resíduos, este não está bem compactado.
- Estabilidade do trator: este indicador aponta o bom grau de compactação em função da estabilidade do trator. O operador percebe se o resíduo está compactado ao passar pela massa e não sentir o trator “afundar” com a compactação do resíduo.

Não há monitoramento do peso específico do resíduo compactado.

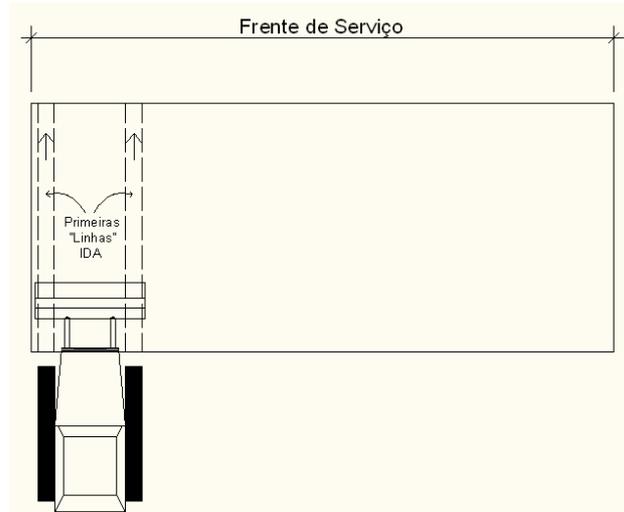


Figura 19 - Esquema da compactação dos resíduos – Parte 1

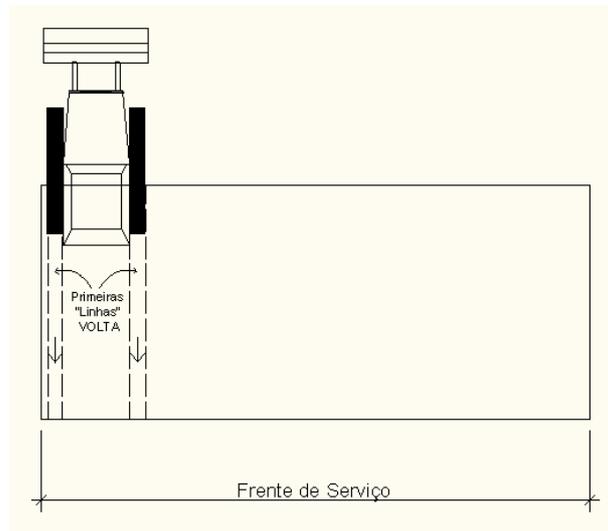


Figura 20 – Esquema da Compactação dos Resíduos – Parte 2

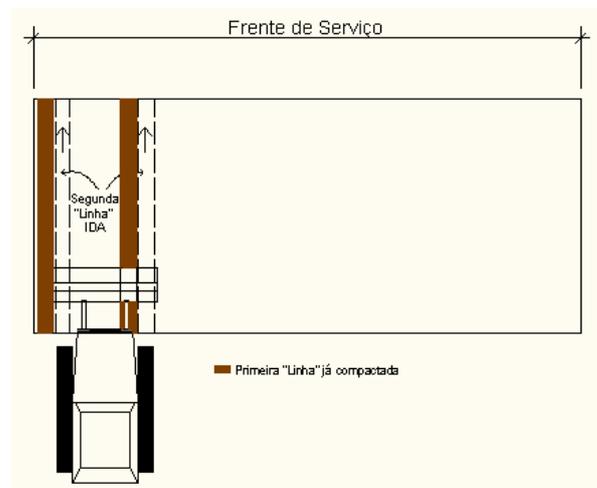


Figura 21 - Esquema da Compactação dos Resíduos - Parte 3

Recobrimento do Resíduo

A cobertura dos resíduos é diária, sendo executada no final do dia de trabalho. Controlando o nível da lâmina do trator, o operador consegue controlar a espessura da cobertura, espalhando uma camada de 20 a 30 cm de solo. Esta camada, executada com solo local, é compactada pelo peso do trator.

No início do dia o operador remove parte da camada de cobertura do talude que foi executada no final do dia anterior. Este processo permite que os resíduos novos entrem em contato com os antigos.

Quando uma área do aterro é finalizada, a camada de cobertura final é executada com a mesma espessura da camada diária, porém, esta camada final é coberta com grama (Figura 22).



Figura 22 – Camada de Cobertura Final – Parte do Primeiro Nível do Aterro Sanitário de Pirai

Equipamentos

O aterro possui um trator de esteiras D50 (Figura 23), que apresenta problemas constantemente. Quando isto ocorre, eles recorrem a outro trator da prefeitura, enquanto o trator do aterro está em manutenção.



Figura 23 – Trator D50 – Aterro Sanitário de Pirai

Eventualmente, o aterro solicita à prefeitura uma pá carregadeira e um caminhão para realocação do material de cobertura e outros serviços. O aterro também dispõe de uma retroescavadeira durante três dias, numa frequência bimensal e uma escavadeira num período de 70 horas uma vez ao ano.

Não há manutenção preventiva do trator de esteiras. Os reparos necessários são feitos na oficina instalada em uma garagem da prefeitura.

Operação em dias de chuva

Nas atuais condições do aterro sanitário, os caminhões encontram grandes dificuldades de descarga em dia de chuva. Quando não é possível o acesso à célula em operação, os resíduos são depositados em outras células inoperantes de acesso menos íngreme e não são compactados e nem cobertos.

Futuramente o aterro terá uma área separada para funcionamento neste período, que será isolada por uma berma e terá o acesso reforçado com resíduos da fresagem do pavimento asfáltico. Nos dias de chuva mais intensa os resíduos domiciliares depositados nesta área serão compactados, porém não serão cobertos. A grande umidade do material de cobertura, provocada pela chuva, não permite o adequado manuseio deste material.

Manutenção dos Acessos

Os acessos do aterro sanitário são estradas de terra (Figura 24), nas quais não há nenhuma manutenção específica e as imperfeições maiores são cobertas com saibro quando necessário.



Figura 24 – Acesso a Frente de Trabalho – Aterro Sanitário de Pirai

Drenagem de Águas

A drenagem das águas superficiais é feita conforme necessidade local e sua manutenção é executada de forma a garantir que esta esteja sempre desobstruída. Os drenos de águas pluviais são executados com canaletas de concreto, conforme Figura 25. Um dreno subterrâneo corta o aterro por baixo da camada de argila compactada e é o responsável pela drenagem das águas subterrâneas. Trata-se de uma vala preenchida com brita.



Figura 25 – Drenagem Pluvial – Aterro Sanitário de Pirai

Drenagem de Chorume e Gás

O sistema de drenagem de chorume e gás é composto por drenos verticais e horizontais. Os drenos verticais são formados por uma coluna de pneus preenchida com brita e estruturada por vergalhões de aço (Figura 26), crescendo verticalmente com a elevação da altura da massa de resíduos. Os drenos verticais não possuem queimadores nos topos. Os drenos horizontais são drenos dispostos no modelo “espinha de peixe”, sendo executados na base de cada nível, com valas revestidas com plástico e preenchidas com britas. O dreno principal, que guia o chorume para o tanque de captação, é revestido com bidim e preenchido com brita.



Figura 26 – Extremidade do Dreno Vertical – Aterro Sanitário de Pirai

4.1.4. Tratamento do Chorume e dos Gases

O chorume drenado é direcionado para um pequeno tanque de captação, ligado a dois filtros biológicos que trabalham em paralelo, compostos por manilhas de concreto preenchidas com brita. Após o filtro, o efluente segue para o *wetland* e posteriormente para uma lagoa. Da lagoa, o efluente já tratado segue para uma caixa de passagem, que despeja o efluente tratado em uma vala ligada a um córrego próximo ao aterro, desembocando no rio Caximbó.

As imagens do sistema de tratamento de chorume são encontradas nas Figuras 27 e 28.



Figura 27 – Sistema de Tratamento do Chorume do Aterro Sanitário de Pirai

Os gases captados são queimados na saída dos drenos verticais, mas esta queima não é constante e não tem uma frequência definida.

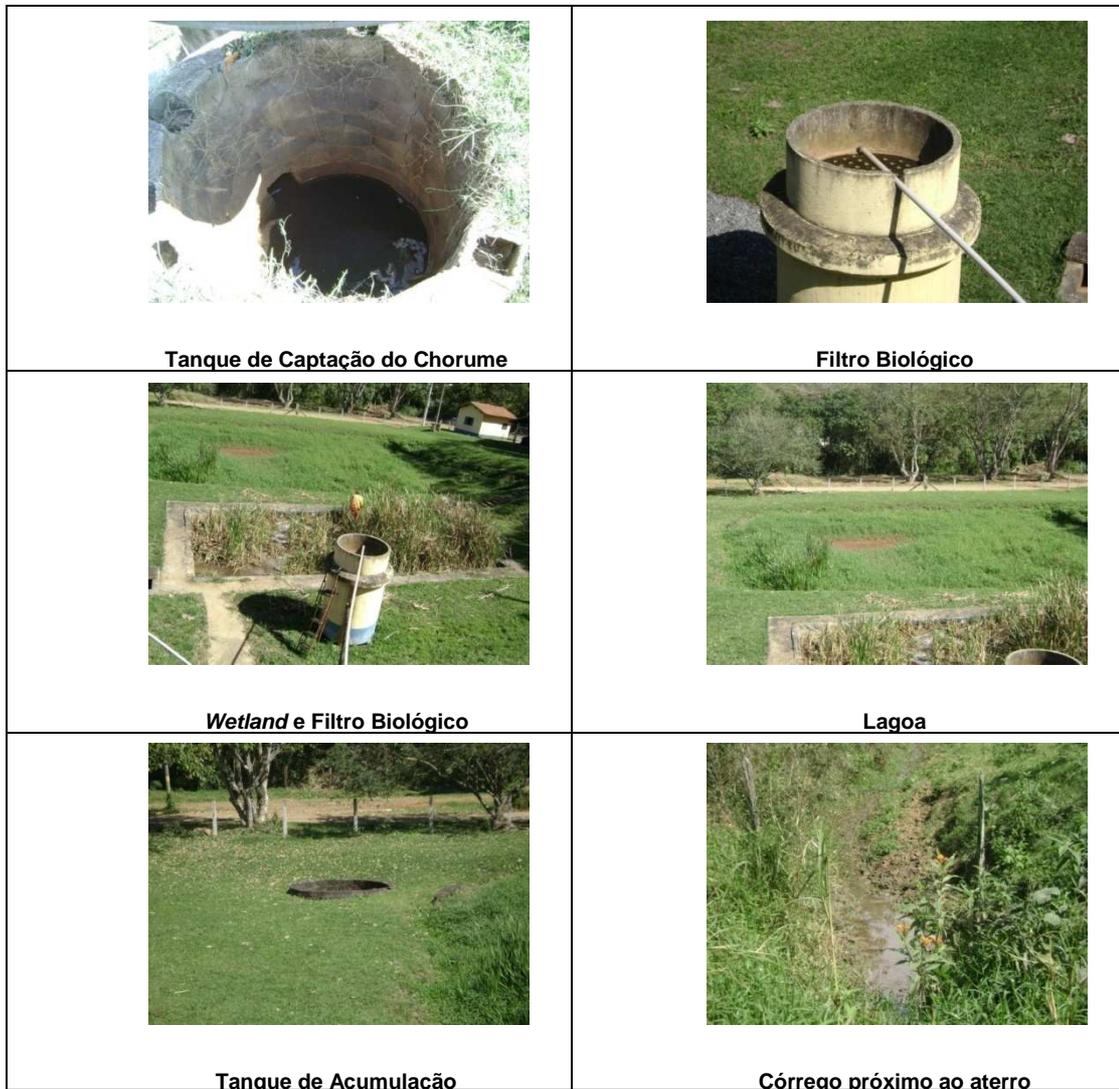


Figura 28 – Detalhes do Sistema de Tratamento de Chorume de Pirai

4.1.5. Monitoramentos

O aterro freqüentemente é alvo de estudos de programas da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, o que lhe proporciona um melhor monitoramento.

O monitoramento do tratamento do chorume ocorre três vezes ao ano, com coleta de amostra em seis pontos: chorume bruto na acumulação, efluente na saída do filtro biológico, efluente na saída do *wetland*, efluente na saída da lagoa, água do riacho à montante da saída do efluente e água do riacho à jusante da saída do efluente.

As águas subterrâneas são monitoradas eventualmente em dois pontos: no poço de monitoramento (Figura 29) localizado ao lado do galpão e em um ponto próximo a lagoa, por onde passa o dreno de água subterrânea que corta todo o aterro, por baixo da base de argila compactada.



Figura 29 – Poço de Monitoramento de Águas Subterrâneas - Aterro Sanitário de Pirai

4.1.6. Controle de Vetores

Não há uma medida específica para controle de vetores. A cobertura diária dos resíduos ajuda a evitar proliferação de ratos e urubus no local.

4.1.7. Presença de Catadores e Animais

No dia da visita não foi notada a presença de catadores e animais na área do aterro. Na área vizinha nota-se a presença de gado, sendo a cerca de mourões e arame insuficiente para contenção de eventual entrada destes animais, segundo relato de funcionários do local.

4.1.8. Acidentes de Trabalho

Não houve nenhum acidente de trabalho desde o início da operação do aterro. A prefeitura distribui freqüentemente equipamentos de proteção individual aos funcionários, como luvas, botas com biqueira de aço, óculos de proteção, máscara, protetor auricular, blusas e capa de chuva.

4.1.9. Acidentes Ambientais

Não há relatos de ocorrências de acidentes ambientais.

4.1.10. Principais Problemas da Operação

O funcionário da Secretaria e o operador de trator do aterro foram questionados sobre os três principais problemas da operação do aterro. O operador elegeu apenas um item como principal problema: a chuva.

O funcionário da Secretaria elencou os três principais problemas: o funcionamento do trator (que encontra-se constantemente em manutenção), treinamento de funcionários (que é dificultado pela alta rotatividade) e a operação em dias chuvosos. Ele também ressaltou que se o aterro possuísse um trator adequado e um funcionário devidamente treinado, a chuva não seria um grande problema.

4.2. Central de Tratamento de Resíduos de Rio das Ostras

4.2.1. Descrição da Visita

A visita a Central de Tratamento de Resíduos Sólidos (CTR) de Rio das Ostras ocorreu no dia 22 de outubro de 2009. O trabalho de campo foi acompanhado pelo engenheiro do aterro sanitário e pelo encarregado da operação, durando aproximadamente três horas.

4.2.2. Descrição da Central de Tratamento

A operação da central é feita por de uma empresa privada, que também é responsável pela coleta domiciliar do município. O empreendimento obteve licença prévia, licença de instalação, licença provisória e licença de operação. Em abril de 2004 teve início a operação do aterro, com a obtenção da licença provisória e em 2006 foi concedida a licença de operação, com validade até 2011.

A área atual tem previsão de operação de mais seis meses, devendo estar encerrada em abril de 2010. O projeto de expansão do aterro já foi finalizado e está em fase de licenciamento.

Uma imagem mais detalhada da área pode ser encontrada na Figura 30.



Figura 30 – Visão Geral – CTR Rio das Ostras

Legenda: 1 - Balança Rodoviária; 2 - Unidades Administrativas e Galpão; 3 – Área de Operação; 4 - Estação de Tratamento de Chorume; 5 - Valas Sépticas; 6 - Local atualmente ocupado pelo galpão de pneus.

Fonte: Google Earth, 2010

Como instalações de apoio à operação, o aterro possui: escritório, banheiro, guarita na entrada, balança rodoviária para pesagem dos resíduos, estação de tratamento de chorume e lodo, um galpão para armazenagem de pneus (Figura 30) e um galpão próximo à administração, ainda não concluído. Na data da foto de satélite da Figura 30 o galpão de armazenagem de pneus não estava construído, mas está indicado na figura seu local atual. O local possui energia elétrica instalada e a iluminação segue até a frente de trabalho. A comunicação dentro do aterro é feita através de rádios e o abastecimento de água é feito por um poço. A área é isolada frontalmente por um portão (Figura 31) e uma vegetação densa lateralmente e ao fundo por cerca de mourões de concreto e arame farpado. Entre o local de operação e a área administrativa há uma cerca (Figura 32), impedindo o espalhamento dos resíduos com o vento. A área destinada aos resíduos dos serviços de saúde também se encontra isolada por cerca.



Figura 31 - Portão de Entrada - CTR Rio das Ostras



Figura 32 - Cerca entre a área de operação e Administrativa - CTR Rio das Ostras



Figura 33 - Galpão para Depósito de Pneus

Tipos de Resíduos Recebidos

O aterro recebe resíduos domiciliares, resíduos do serviço de saúde, resíduos de capina, varrição e limpeza de praia. Durante aproximadamente dois anos o aterro recebeu o lodo da limpeza de fossas, mas com a construção da estação de tratamento de esgoto do município, este lodo foi desviado do aterro. A galhada

também foi desviada do aterro e agora segue para um triturador localizado no horto municipal.

Os resíduos da construção civil não são recebido no local. A prefeitura adquiriu os equipamentos de uma Central de Beneficiamento de Resíduos da Construção Civil, que se encontram armazenados no aterro (Figura 34), porém ainda não foram iniciadas as instalações.

Os resíduos domiciliares recebidos são provenientes do próprio município, já os resíduos dos serviços de saúde recebidos são do próprio município e do município de Macaé.



Figura 34 - Equipamentos da Central de Beneficiamento de RCC - CTR Rio das Ostras

Os acessos à área de operação e ao local destinado aos resíduos hospitalares são independentes, conforme Figura 35.



Figura 35 - Acessos - CTR Rio das Ostras

Quadro de funcionários e Horário de Operação

Atualmente existem 18 funcionários ligados à operação. São 6 ajudantes, 2 operadores de roçadeira, 2 vigias, 4 balanceiros, 1 operador da estação de tratamento de chorume, 2 encarregados e 1 engenheiro em tempo parcial. Os motoristas e os operadores de máquinas não fazem parte do quadro de funcionários da empresa responsável pela operação do aterro, sendo um serviço terceirizado contratado com o aluguel dos equipamentos.

O horário de trabalho é dividido em de dois turnos:

- Diurno: inicia-se às 08:00 horas e finaliza às 17:00 horas.
- Noturno: inicia-se às 20:20 horas e finaliza às 03:20 horas.

A empresa que administra o aterro também é responsável pela coleta de resíduos sólidos do município e por isso os horários de funcionamento do aterro foram definidos conforme os horários de coleta. No intervalo entre os dois turnos, o aterro não recebe resíduo.

4.2.3. Procedimentos da Operação

Recepção dos Resíduos

A entrada é controlada pelos balanceiros, que são os responsáveis pela pesagem dos caminhões e preenchimento dos formulários indicando a placa, a procedência, o tipo de resíduo, o peso inicial do veículo carregado e o peso final do veículo descarregado. Na Figura 36 podem ser observadas a plataforma da balança e a guarita.

A descarga de resíduos só é permitida para veículos autorizados. Entram no aterro caminhões compactadores e basculantes e o veículo de resíduos hospitalares.



Figura 36 - Balança Rodoviária - CTR Rio das Ostras

Na entrada do veículo ocorre a primeira pesagem, que é efetuada com o veículo carregado de resíduos. Esta pesagem gera a primeira etiqueta, que é colada no formulário. Após a descarga do veículo é realizada a segunda pesagem, quando o veículo vai deixar o local. Essa segunda pesagem também gera uma etiqueta que é adicionada ao formulário. O peso do resíduo é calculado pela diferença das duas pesagens (peso de veículo carregado de resíduo menos o peso do veículo descarregado).

Detalhes do interior da guarita, como o visor da balança e a impressora das etiquetas, podem ser vistos na Figura 37. Na Figura 38, observa-se o formulário de controle dos resíduos.

Os números de viagens que entram no aterro diariamente são: 10 à 12 caminhões compactadores com resíduos domiciliares, 2 Fiorinos de resíduos hospitalares (uma com resíduos de Rio das Ostra e uma com resíduo de Macaé) e 2 caminhões basculantes com resíduos de capina e varrição.



Figura 37 - Guarita de Entrada - CTR Rio das Ostras

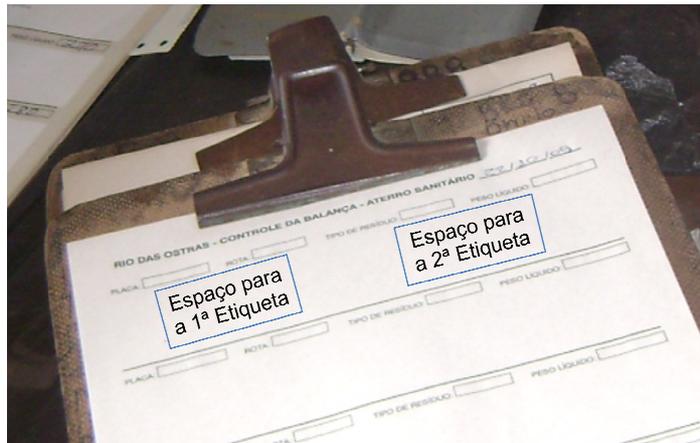


Figura 38 - Detalhe dos Formulários – CTR Rio das Ostras

As médias dos totais de resíduos recebidos estão descritas na Tabela 2. A média dos resíduos dos serviços de saúde de Macaé recebidos no aterro não foi disponibilizada pela empresa.

O total de resíduos recebidos na CTR Rio das Ostras é de aproximadamente 113 toneladas por dia, dos quais 82,6% são resíduos urbanos (Domiciliar, Capina, Varrição e Limpeza de Praias) e 0,53% são resíduos do serviço de saúde. Os percentuais específicos podem ser vistos no gráfico da Figura 39.

Tabela 2 – Resíduos Recebidos por Tipo de Resíduo e Procedência – CTR Rio das Ostras

Tipo de Resíduo	Quantidade	Unidade	Procedência
Domiciliar	73	t/dia	Rio das Ostras
Capina e Varrição	15	t/dia	Rio das Ostras
Limpeza de Praia	5	t/dia	Rio das Ostras
Serviço de Saúde	0,6	t/dia	Rio das Ostras
Outros	19	t/dia	Rio das Ostras
Subtotal Saúde	0,6	t/dia	
Subtotal Urbano*	93	t/dia	
Total	112,6	t/dia	

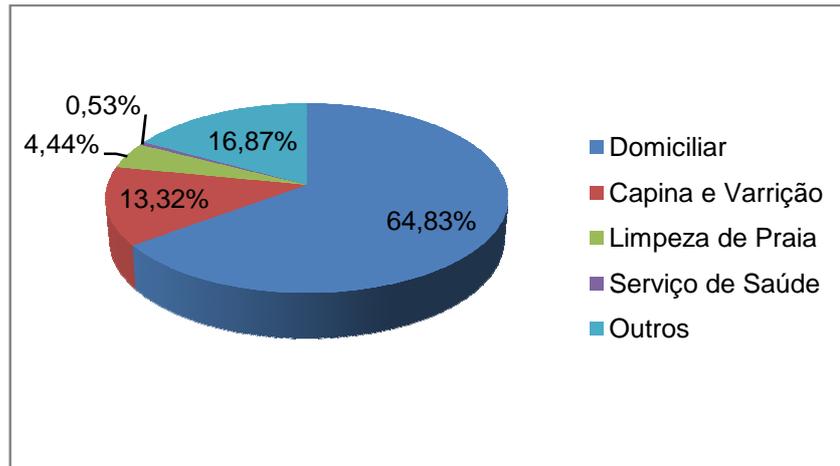


Figura 39 – Médias diárias de resíduos – CTR Rio das Ostras

Descarga de Cada Tipo de Resíduo

As destinações dos resíduos recebidos na CTR Rio das Ostras encontram-se simplificadas na Figura 40.

Os resíduos domiciliares, resíduos de capina e de varrição seguem para descarga na área de operação (Figura 41).

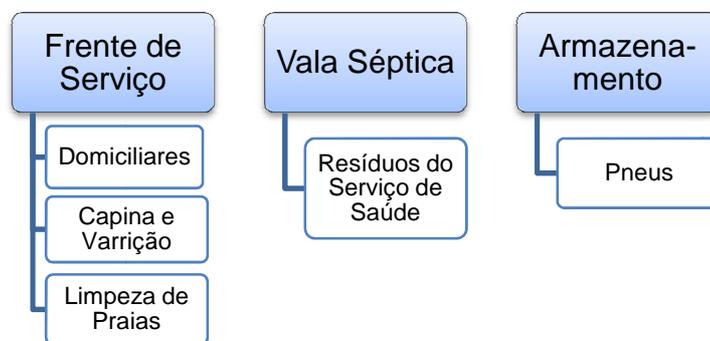


Figura 40 – Destinação dos Resíduos – CTR Rio das Ostras



Figura 41 - Descarga de Resíduos - CTR Rio das Ostras

Os resíduos de saúde são depositados em valas sépticas. Atualmente está em operação a décima sexta vala e a décima sétima está em construção. As demais células já foram encerradas.

Estes resíduos são transportados em veículo do tipo Fiorino, que não basculam. A descarga é feita manualmente, com auxílio de varas e utilização de equipamentos de proteção adequados (máscara, luvas e botas). Após a descarga do resíduo, adiciona-se uma camada de cal. O resíduo não é compactado e não possui drenagem de chorume. A vala séptica em operação possui uma cobertura removível feita de lona, conforme figura 42.



Figura 42 – Cobertura da Vala Séptica em operação – CRT Rio das Ostras

Disposição das Células

O local tem como método construtivo o método de área. A impermeabilização da base foi feita com uma camada de argila compactada, manta de PVC de dois

milímetros de espessura e mais uma camada de argila compactada, onde foram assentados os drenos horizontais e verticais.



Figura 43 - Camadas de Resíduos – CTR Rio das Ostras

Cada camada de resíduos é executada com 4,5 metros de altura (Figura 43). Uma vista completa da massa de resíduos é apresentada na Figura 44. A cota final de projeto é de 49 metros.



Figura 44 – Acesso à Operação – CTR Rio das Ostras

As valas sépticas para depósito dos resíduos de saúde foram impermeabilizadas com manta PVC de um milímetro na base e nas laterais, conforme Figura 45. Cada vala tem 6 metros de comprimento por quatro metros de largura e três metros de profundidade e tem uma vida útil de seis meses, se considerado somente os resíduos de Rio das Ostras. Com o recebimento dos resíduos de Macaé, a vida útil de uma vala é de quarenta e cinco dias.



Figura 45 - Construção da Vala Séptica - CTR Rio das Ostras

Espalhamento e Compactação

Os resíduos domiciliares e de capina e varrição são espalhados e compactados na frente de operação por um trator de esteira D-6. Na Figura 46 é possível ver o trator de esteiras em operação.



Figura 46 – Compactação dos Resíduos – CTR Rio das Ostras

A compactação é feita de baixo para cima com duas passadas, ida e volta. A primeira passada é executada no momento do espalhamento do resíduo e a segunda é realizada ao final do dia. As passadas seguem o esquema das Figuras 16, 17 e 18, presentes na descrição do aterro de Pirai.

O controle da qualidade da compactação é feito visualmente, pelo operador do trator, que diz perceber quando os resíduos estão “amassados”. O peso específico do resíduo compactado não é monitorado.

Recobrimento dos Resíduos

A plataforma da massa de resíduos (parte de cima) é coberta diariamente no final do dia, com solo local. Os taludes só são cobertos quando a célula é encerrada, ou seja, somente os taludes definitivos são cobertos. Os taludes em operação não são cobertos para que os resíduos antigos fiquem sempre em contato com os recentes e como o aterro recebe resíduo durante o dia e também durante a noite, os taludes permanecem descobertos. Este esquema de cobertura encontra-se representado na Figura 47.



Figura 47 - Cobertura Diária - CTR Rio das Ostras

A espessura de 30 centímetros da camada de cobertura é controlada visualmente pelo operador. Durante o espalhamento e a compactação dos resíduos o operador deve tornar a massa de resíduos o mais plana possível, sem desníveis. Isto evita desperdício do material de cobertura, pois se existirem desníveis, estes são preenchidos com terra.

A camada de cobertura intermediária é executada na plataforma e nos taludes da massa de resíduos (Figura 48) sempre que se encerra um nível. Com cerca de 30 centímetros de espessura, é nela que são assentados os drenos horizontais para a nova célula.



Figura 48 – Cobertura Intermediária – CTR Rio das Ostras

Ainda não há nenhuma área finalizada nem nenhum talude definitivo. Quando for executada, a camada de cobertura final terá aproximadamente um metro de espessura de solo local compactado e coberta com grama.

Equipamentos

O aterro possui dois tratores de esteiras D-6 (Figura 49) utilizados no espalhamento e compactação dos resíduos e, eventualmente, na manutenção dos acessos. Um deles opera durante o dia e o outro opera durante a noite.

Na operação também participam dois basculantes que transportam o material de cobertura, uma retro-escavadeira que corta o material de cobertura, auxilia na manutenção dos acessos, recorta os canais para os drenos horizontais e auxilia em qualquer eventual problema na operação. Há ainda um caminhão pipa utilizado para manutenção dos acessos em dias secos.

Todos os equipamentos são terceirizados, ficando a manutenção sob responsabilidade do proprietário.



Figura 49 – Trator D6 – CTR Rio das Ostras

Operação em dias de chuva

A operação em dias chuvosos ocorre normalmente, sendo os resíduos depositados, espalhados e compactados. Porém, não há cobertura dos resíduos pela dificuldade de manusear o material de cobertura quando a umidade está elevada. Os acessos não são íngremes e com boa manutenção é possível o acesso dos caminhões à área de descarga, mesmo com chuva.

Manutenção dos Acessos

Os acessos internos do aterro sanitário são estradas de terra reforçadas com brita corrida ou pó de pedra (Figura 50). A manutenção é feita constantemente, sem frequência definida, sendo reforçada no período chuvoso.



Figura 50 – Acesso a Frente de Trabalho – CTR Rio das Ostras

Drenagem de Águas

A drenagem das águas superficiais segue o projeto inicial do aterro e sua manutenção deve garantir que os drenos estejam sempre limpos, possibilitando a passagem da água. Conforme necessidade, são executados drenos além dos especificados no projeto. Os drenos são executados com canaletas de concreto e algumas drenagens provisórias, como a da Figura 551, são feitas através de valas escavadas no terreno. Caixas de passagem são executadas nas junções de dois ou mais drenos e nas curvas acentuadas.



Figura 51 – Drenagem Provisória – CTR Rio das Ostras

Há uma atenção especial para a drenagem nos pés dos taludes e ao redor da área de tratamento do chorume, conforme Figuras 52 e 53.



Figura 52 – Drenagem no pé do Talude – CTR Rio das Ostras



Figura 53 – Drenagem ao redor da lagoa de chorume – CTR Rio das Ostras

Drenagem de Chorume e Gás

Um sistema de drenos verticais e horizontais interligados garante a drenagem de chorume e gás. As bases dos drenos verticais foram apoiadas sobre os drenos horizontais. A disposição dos drenos horizontais segue a orientação do projeto, sendo as camadas de drenos sempre sobrepostas, com a mesma direção a cada novo patamar.

Os drenos verticais crescem conforme a elevação na altura das células, sendo contínuos desde o primeiro nível. São executados com um tubo de ferro de 5 metros de comprimento e 40 centímetros de diâmetro (Figuras 54 e 55), que são apoiados nos drenos verticais e preenchidos com brita. Quando o nível da célula sobe e esta é encerrada, este tubo de ferro é erguido e retirado com o auxílio da retro-escavadeira, ficando apenas o caminho de brita por dentro da célula. Quando o dreno é encerrado (Figura 56), coloca-se um tubo de concreto preenchido com brita, onde é feita a queima dos gases.

Os drenos horizontais são drenos dispostos no modelo “espinha de peixe”, sendo executados na base de cada nível, com valas escavadas com a pá da retro-escavadeira, tendo aproximadamente a largura desta pá, que é de 0,80 metros e a profundidade especificada em projeto, 0,40 metros. Este dreno é revestido por bidim e preenchido com brita. O dreno principal de cada camada recebe um tubo corrugado no centro.



Figura 54 – Dreno Vertical – CTR Rio das Ostras



Figura 55 – Dreno Vertical na Frente de Operação – CTR Rio das Ostras



Figura 56 – Extremidade do Dreno Vertical encerrado – CTR Rio das Ostras

A ancoragem da manta de PVC que impermeabiliza a base no aterro foi feita de forma a ser utilizada como um dreno principal no pé do primeiro talude, como visto na Figura 57. Os dias que antecederam a visita foram dias chuvosos e em

decorrência destas chuvas houve um pequeno deslizamento da massa de resíduos, que também pode ser visto na Figura 57.



Figura 57 – Ancoragem da Manta de PVC – CTR Rio das Ostras

4.2.4. Tratamento do Chorume e dos Gases

O chorume captado pelo sistema de drenagem é direcionado por gravidade para dois poços de acumulação, de onde é bombeado para a lagoa de homogeneização. O sistema de tratamento foi desenvolvido para tratar o chorume em conjunto com o lodo das fossas do município, que não possuía estação de tratamento de esgoto. Nesta lagoa de homogeneização ocorria a junção do chorume com o lodo das fossas, onde era adicionado um polímero aglutinador, antes de ser bombeado para os *geobags*. Os *geobags* são contêineres flexíveis, fabricado com geotecido de polipropileno de alta resistência, com minúsculos poros que funcionam como elemento de contenção, resultando numa desidratação natural com redução do volume de água (KERBER, 2008). Segundo o engenheiro da CTR Rio das Ostras, o *geobag* chega a reduzir 80% da carga orgânica do efluente. O efluente do *geobag* segue para uma lagoa de acumulação, posteriormente para duas lagoas de sedimentação em série e em seguida para o *wetland*. Do *wetland*, o efluente tratado é lançado em um córrego próximo ao aterro.

A Figura 58 apresenta os componentes do Sistema de Tratamento de Chorume.

O gás é captado e deve ser queimado na saída dos drenos, porém a queima é inconstante e sem monitoramento.



Figura 58 – Detalhes do Sistema de Tratamento de Chorume – CTR Rio das Ostras

4.2.5. Monitoramentos

O monitoramento das águas subterrâneas e o monitoramento do tratamento do chorume seguem uma frequência trimestral e são executados por uma empresa terceirizada contratada pela prefeitura municipal.

As amostras para monitoramento das águas subterrâneas são coletadas em cinco pontos: na entrada do aterro (ao lado da guarita), próximo a administração, ao lado das valas sépticas de resíduos de saúde, ao lado do *wetland* e próximo a lagoa de chorume. A Figura 59 contém uma imagem do poço de monitoramento de água subterrânea.



Figura 59 – Poço de Monitoramento de Águas Subterrâneas – CTR Rio das Ostras

Para o monitoramento do tratamento de chorume, as amostras são coletadas em cinco fases do tratamento: chorume bruto (coletado no tanque de acumulação), na saída do geobag, na lagoa de sedimentação, no *wetland* e no final do tratamento.

4.2.6. Controle de Vetores

O controle de vetores é feito através da cobertura diária dos resíduos, que ajuda a evitar proliferação de ratos e urubus no local. Os urubus são afastados através de fogos de artifício, que são disparados sempre que um urubu se aproxima.

4.2.7. Presença de Catadores e Animais

Não foi notada a presença de catadores na área do aterro. Há um cachorro vivendo nas dependências do aterro.

4.2.8. Acidentes de Trabalho

Não há registros de acidentes de trabalhos desde o início da operação. São distribuídos de quatro em quatro meses equipamentos de proteção individual, que constam de: luvas, botas, máscaras, calças compridas, camisas de manga e capas de chuvas.

4.2.9. Acidentes Ambientais

Em 2006 ocorreu um incêndio no local destinado ao depósito de galhada, sem conseqüências graves. Não se sabe a causa exata do acidente.

4.2.10. Principais Problemas da Operação

Foram relatados dois principais problemas da operação:

- Falta de recursos materiais para manutenção dos acessos e operação adequada (ex: brita).
- Operação em dias de chuva;

4.3. Central de Tratamento de Resíduos de Macaé

4.3.1. Descrição da Visita

No dia 22 de outubro de 2009 ocorreu a visita à Central de Tratamento de Resíduos Sólidos de Macaé (CTR – Macaé). Com duração de aproximadamente três horas e trinta minutos, a visita foi acompanhada pelo engenheiro responsável pela operação do aterro e pelo encarregado. A entrada da CTR Macaé pode ser visualizada na Figura 60.



Figura 60 - Central de Tratamento de Resíduos de Macaé

4.3.2. Descrição da Central de Tratamento

A operação é de responsabilidade de uma empresa privada, da qual faz parte o engenheiro que acompanhou esta visita. O local obteve licença prévia, licença de instalação, licença provisória e, posteriormente, licença de operação. Começou a operar em fevereiro de 2009, com a obtenção da licença provisória. Em maio de 2009 obteve a licença de operação, válida até maio de 2014. A previsão de vida útil do empreendimento é de 20 anos de operação.

Não há foto de satélite com imagens da área após a implementação do empreendimento, por isso a disposição das unidades do aterro serão apresentadas através de um croqui sem escala da disposição das unidades do aterro, disponível na Figura 61.

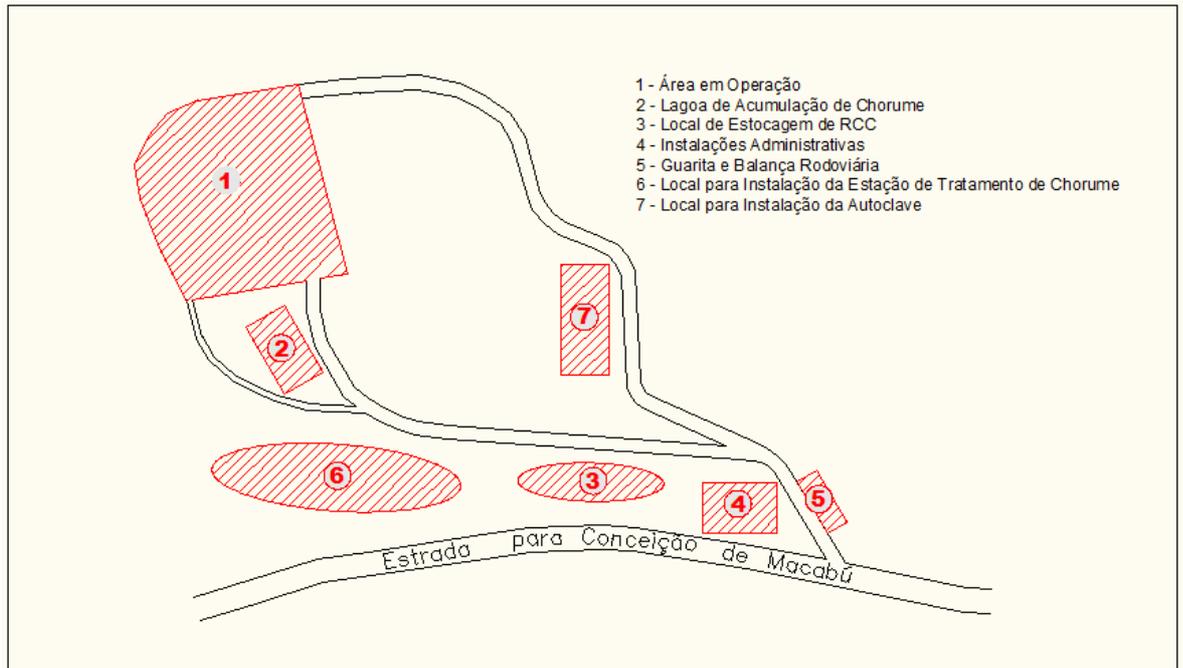


Figura 61 – Disposição das Unidades da CTR Macaé

As instalações de apoio à operação do aterro constam de uma copa, um banheiro, vestiários, escritórios da administração e guarita. Toda a área encontra-se cercada por mourões de concreto e arame. Parte das instalações pode ser vistas nas Figuras 62 e 63.



Figura 62 - Instalações Administrativas - CTR Macaé



Figura 63 - Guarita e Plataforma da Balança Rodoviária

O local ainda não possui energia elétrica instalada da rede pública e está operando com auxílio de um gerador (Figura 64). A balança já foi adquirida e sua plataforma já foi executada (Figura 65), porém não pode ser instalada enquanto a energia for originada de um gerador. A finalização das instalações para o fornecimento de energia através da rede pública está dependendo da empresa responsável pelo fornecimento de energia da região, pois as instalações internas da área já foram concluídas (Figura 66).

O aterro está instalado numa área total de 190 mil metros quadrados, sendo 114 mil metros quadrados de área útil. Esta área foi dividida em etapas e a primeira etapa, que está em operação, possui uma área útil de 7.295 metros quadrados.



Figura 64 - Gerador - CTR Macaé



Figura 65 - Plataforma da Balança Rodoviária – CTR Macaé



Figura 66 - Rede Elétrica Interna – CTR Macaé

Tipos de Resíduos Recebidos

A Central de Tratamento de Resíduos de Macaé recebe atualmente os seguintes tipos de resíduos:

- Domiciliar;
- Resíduo da Construção Civil Selecionado;
- Resíduos Final de Limpa-fossa (Figura 67);
- Varrição, Capina e Roçada.

Todos os resíduos recebidos são gerados no município e a entrada para descarga no aterro só é permitida para veículos devidamente autorizados.

O RCC que é recebido no aterro, classificado pelo encarregado como selecionado, é um resíduo limpo e em sua maioria constituído de concreto.

Não é permitida a descarga de lodo proveniente de fossas. Os caminhões limpa-fossa entram no aterro já descarregados e somente descarregam no local o resíduo final (areia).



Figura 67 - Caminhão Limpa-fossa - CTR Macaé

O aterro não possui licença para recebimento dos resíduos de saúde e estes resíduos são encaminhados para o aterro sanitário de Rio das Ostras, onde são depositados em valas sépticas próprias para este fim. O aterro já possui local definido (Figura 68) e projeto pronto para a instalação de uma autoclave que encontra-se em fase de licenciamento nos órgãos responsáveis.



Figura 68 - Área preparada para Instalação da Autoclave

Os acessos a frente de trabalho e ao local da futura destinação dos resíduos de saúde são separados e estão indicados na Figura 69.



Figura 69 - Acessos - CTR Macaé

Quadro de funcionários e Horário de Operação

O aterro conta com 19 funcionários ligados diretamente à operação, sendo dois encarregados, um auxiliar de encarregado, quatro apontadores, cinco ajudantes, quatro vigias, dois manobristas e um engenheiro em tempo parcial. Os motoristas e os operadores de máquinas são terceirizados e não fazem parte do quadro de funcionários da empresa responsável pela operação do aterro.

O horário de funcionamento do aterro é dividido em dois turnos:

- Diurno: inicia-se às 08:00 horas e finaliza às 17:00 horas.
- Noturno: inicia-se às 20:30 horas e finaliza às 03:30 horas.

Assim como em Rio das Ostras, a empresa que administra o aterro é responsável pela coleta de resíduos sólidos e o horário de funcionamento do local é direcionado para atender os horários de coleta e no intervalo entre os dois turnos o aterro não recebe resíduo.

4.3.3. Procedimentos da Operação

Recepção dos Resíduos

O controle na entrada do aterro é feito na guarita que irá atender a futura balança, onde é preenchido o formulário de controle, no qual são anotados os dados dos veículos, como a placa, o tipo de veículo e o resíduo. Dentre os veículos autorizados para descarga no aterro estão caminhões compactadores, caminhões basculantes e carroceria, poliguindastes e caminhão limpa-fossa. Enquanto a balança não é instalada, a estimativa da quantidade de resíduos que entram no aterro é feita através do número de veículos que descarregam no local.

As médias diárias de viagens executadas pelos veículos que transportam os resíduos do município são indicadas na Tabela 3:

Tabela 3 - Média Diária de Viagens por Tipo de Veículo e Turno - CTR Macaé

Veículo	Nº de viagens	Turno	Resíduo	Procedência
Compactador	17	Diurno	Domiciliar	Macaé
Compactador	14	Noturno	Domiciliar	Macaé
Poliguindaste	10	Diurno	RCC	Macaé
Basculante/Carroceria	7	Diurno	Varrição/Roçada	Macaé
Limpa-fossa	2	Diurno	Resíduo Final	Macaé

O engenheiro responsável pelo aterro estima que entrem diariamente de 200 a 250 toneladas de resíduos domiciliares.

Descarga de Cada Tipo de Resíduo

Os resíduos domiciliares, o resíduo final do caminhão limpa-fossa, e o resíduo de varrição e roçada, após passar pelo controle da entrada, seguem para a frente de operação, vista nas Figuras 71 e 72.

O resíduo da construção civil é selecionado e armazenado separadamente (Figura 73). Este resíduo é utilizado para a manutenção dos acessos.

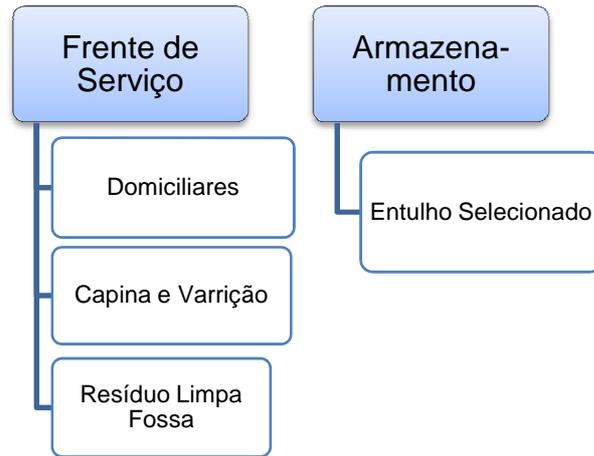


Figura 70 – Destinação dos Resíduos – CTR Macaé



Figura 71 - Acesso para a Frente de Operação - CTR Macaé



Figura 72 - Frente de Trabalho - CTR Macaé



Figura 73 - Local de estocagem do RCC Selecionado - CTR Macaé

Disposição das Células

O local tem como método construtivo o método de rampa. A impermeabilização da base foi feita com manta de PEAD de dois milímetros de espessura abaixo de uma camada de argila compactada de um metro, onde foram assentados os drenos iniciais. Os taludes da área que recebem resíduos também foram impermeabilizados com manta de PEAD, como visto na Figura 74.



Figura 74 - Impermeabilização dos taludes - CTR Macaé

As camadas têm aproximadamente quatro metros de altura e foram distribuídos em 3 níveis, conforme Figura 75. Atualmente, está sendo construído o quarto nível, atingindo a cota de 44 metros. Nesta primeira fase, a cota final do projeto é de 49 metros.

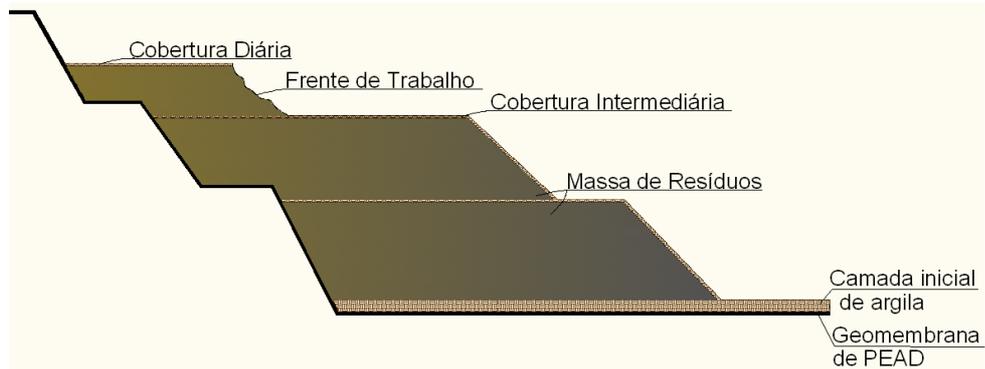


Figura 75 - Disposição das Células - CTR Macaé

Espalhamento e Compactação

Na frente de operação, os resíduos são espalhados e compactados. A compactação e o espalhamento são realizados com um trator de esteira D6 e este processo é visto na Figura 76.

Os resíduos são descarregados próximo ao talude da frente de trabalho, de onde o trator empurra até a massa de resíduos, espalhando e compactado de baixo para cima.



Figura 76 - Espalhamento dos Resíduos - CTR Macaé

O operador passar com o trator pela massa de resíduos aproximadamente 4 vezes, seguindo o esquema de compactação descrito para o aterro de Piraí, conforme Figuras 19, 20 e 21. O processo se repete a cada nova descarga.

O peso específico do resíduo compactado não é monitorado. O encarregado pelo aterro selecionou dois critérios para análise da qualidade da compactação:

- Visual: através da observação do aspecto da massa de resíduo;

- Estabilidade do trator: um operador com experiência é capaz de perceber se o resíduo está compactado através da estabilidade do trator quando passa pela massa de resíduo.

Recobrimento do Resíduo

A plataforma da massa de resíduos é coberta no fim do dia, com solo local e os taludes só são cobertos se não houver mais deposição de resíduos sobre ele, no encerramento da célula. Para que haja o contato dos resíduos antigos com os novos, os taludes que receberão resíduos não são cobertos. Este esquema de cobertura foi descrito na operação de Rio das Ostras e foi retratado na Figura 44.

Controlando o nível da lâmina do trator visualmente, o operador distribui uma camada de solo de espessura suficiente para que a cobertura compactada fique com aproximadamente 20 (vinte) centímetros.

A camada intermediária de cobertura segue o mesmo processo da camada de cobertura diária, sendo executada a fim de possibilitar o bom trânsito de veículos sobre ela. Antes de receber nova célula de resíduos sobre o nível finalizado, são instalados os drenos de chorume.

Ainda não há nenhuma área finalizada nem nenhum talude definitivo. Segundo o encarregado, quando houver alguma área finalizada, a camada de cobertura final será realizada com 1 (um) metro de solo compactado. Esta camada deverá ser gramada e receberá a drenagem definitiva da área.

Equipamentos

Estão em operação três tratores de esteira D6 (Figura 77), dois operando no turno diurno e um operando no turno noturno, responsáveis pelo espalhamento e pela compactação dos resíduos. Além dos tratores, o aterro conta com uma retro escavadeira (Figura 78), dois caminhões basculantes e um caminhão pipa, que auxiliam na operação do aterro e na manutenção dos acessos. A retro escavadeira retira o material de cobertura da área de empréstimo e carrega os caminhões basculantes, que transportam o material até a frente de serviço. A retro escavadeira também é utilizada na abertura das valas de drenagem. O caminhão pipa é utilizado em tempo seco, umedecendo os acessos e assim diminuindo a poeira. O trator, a

retro escavadeira e os caminhões basculantes são eventualmente utilizados para a manutenção dos acessos.



Figura 77 - Trator de Esteiras D6 - CTR Macaé



Figura 78 - Retro Escavadeira - CTR Macaé

Todos os veículos utilizados na operação do aterro são terceirizados, sendo a empresa que administra o aterro isenta da responsabilidade da manutenção.

Operação em dias de chuva

Em dias de chuva intensa, a operação fica muito prejudicada e os resíduos não são compactados e nem cobertos. Sendo assim, os resíduos são descarregados o mais próximo possível da frente de trabalho, dependendo das condições de trafegabilidade dos acessos, visando sempre à segurança. No dia seguinte a chuva ou assim que for possível, é dada continuidade à operação, espalhando, compactando e cobrindo os resíduos depositados em dias chuvosos.

Manutenção dos Acessos

As vias internas da central são estradas de terra reforçadas com brita, cuja manutenção não tem frequência definida. Para a manutenção são utilizados o trator, a retro escavadeira, o caminhão basculante e o caminhão pipa (que umedece o acesso e controla a poeira). Além de brita, o reforço dos acessos pode ser feito com resíduos da construção civil selecionado ou pó de pedra, quando disponíveis.

Drenagem de Águas

A drenagem principal das águas superficiais foi executada durante as obras de implantação do aterro e durante a operação, são executados novos drenos, conforme a necessidade do local. Os drenos são executados com canaletas de concreto, vistas na Figura 79.



Figura 79 – Drenagem Pluvial – CTR Macaé

Um dos drenos de águas pluviais executado durante a implantação dos aterros pode ser visto na Figura 80 e foi feito na ancoragem da manta de PEAD, que foi preenchida com brita.



Figura 80 - Drenagem Executada na Ancoragem - CTR Macaé

Há um dreno subterrâneo em um ponto estratégico da drenagem, que encaminha as águas superficiais por baixo do acesso principal à frente de trabalho. Este dreno é uma vala que foi preenchida com brita e com uma manilha de concreto perfurada ao centro.

A manutenção dos drenos superficiais é feita com vistorias para mantê-los em bom estado de conservação e desobstruídos.

Drenagem de Chorume e Gás

Drenos verticais e horizontais conectados formam a drenagem do aterro. Os drenos verticais são assentados sobre os drenos horizontais e as camadas de drenos horizontais devem ser sobrepostas, ou seja, os drenos são orientados sempre na mesma direção, conforme o projeto.

As colunas dos drenos verticais são compostas por uma tela de aço que forma a estrutura externa e por uma manilha de concreto perfurada, localizada no centro da estrutura formada pela tela, como pode ser visto na Figura 81.



Figura 81 - Dreno Vertical - CTR Macaé

O espaço entre a tela de aço e a manilha é preenchido com rachão e o espaço interno da manilha é preenchido com brita. São executados conforme elevação da célula de resíduos, crescendo verticalmente conforme a altura da massa.

Os drenos horizontais são dispostos no modelo “espinha de peixe”, sendo executados na base de cada nível. São valas de 0,60 metros de largura por 0,40 metros de profundidade, encapsuladas por bidim e preenchida com brita 4. A Figura 82 apresenta com detalhes o dreno horizontal. O dreno principal, que guia o chorume para o tanque de captação, é revestido com bidim, preenchido com brita e no centro do dreno há um tubo corrugado perfurado de PEAD.



Figura 82 - Dreno Horizontal - CTR Macaé

4.3.4. Tratamento do Chorume e dos Gases

Está prevista no projeto uma estação de tratamento de chorume. Atualmente, há uma lagoa de acumulação do chorume (Figura 83), que será recirculado, até que as obras para a instalação da estação de tratamento de chorume sejam concluídas. Na Figura 84 apresenta-se o tanque de captação, que faz ligação entre o dreno principal e a lagoa de acumulação.

Os gases são captados através dos drenos verticais e são queimados na saída dos drenos.



Figura 83 - Lagoa de Acumulação e Área da Estação de Tratamento de Chorume - CTR Macaé



Figura 84 - Tanque de Captação do Chorume – CTR Macaé

4.3.5. Monitoramentos

No período de implementação foi feito o monitoramento do lençol freático a fim de determinar as condições das águas subterrâneas antes do início da operação do aterro. Os poços de monitoramento das águas subterrâneas estão instalados (Figura 85), mas ainda não ocorreu nenhuma campanha de recolhimento para análise depois do início da operação.



Figura 85 – Poço de Monitoramento de Águas Subterrâneas – CTR Macaé

Juntamente com o projeto de instalação da estação de tratamento de chorume há o projeto de monitoramento do tratamento. Portanto, este monitoramento não ocorre atualmente.

4.3.6. Controle de Vetores

Os urubus que se aproximam da área de operação são afastados com fogos de artifício. Além disso, a cobertura dos resíduos ajuda a minimizar a presença de vetores.

4.3.7. Presença de Catadores e Animais

Não há presença de catadores nem de animais na área do empreendimento.

4.3.8. Acidentes de Trabalho

A empresa distribui a cada quatro meses uniformes e equipamentos de proteção individual aos funcionários do aterro (luvas, botas, máscaras e capa de chuva). Não houve nenhum acidente de trabalho desde o início da operação do aterro.

4.3.9. Acidentes Ambientais

Não há relatos de ocorrências de acidentes ambientais.

4.3.10. Principais Problemas da Operação

Quando questionado a respeito dos três principais problemas da operação, o encarregado do aterro citou apenas dois:

- Operação em dias de chuva;
- Falta de disponibilidade de material para a operação, como brita e pó de pedra.

4.4. **Aterro Sanitário de São Pedro da Aldeia**

4.4.1. Descrição da Visita

A visita ao aterro sanitário de São Pedro da Aldeia ocorreu no dia 03 de dezembro de 2009 e teve duração de aproximadamente três horas, sendo acompanhada pelo engenheiro do aterro.

4.4.2. Descrição do Aterro

O aterro sanitário é um empreendimento de uma empresa privada. O local obteve licença prévia, licença de instalação e licença de operação, obtida em agosto de 2007 (com validade até agosto de 2012), entrando em operação em março de 2008. A licença para operação do tratamento de resíduos de saúde na autoclave foi obtida separadamente em agosto de 2009, com validade até agosto de 2012. A previsão de vida útil para a área licenciada é de 20 anos.

O empreendimento possui uma área licenciada de 120 mil metros quadrados, dos quais 20% compõem a área útil atual do aterro. A empresa proprietária do aterro adquiriu as áreas vizinhas, possuindo um total de um milhão de metros quadrados na região.

As instalações de apoio à operação do aterro constam de um prédio administrativo (Figura 86) com escritórios, copa e banheiros, uma guarita na recepção dos resíduos (Figura 87), uma balança rodoviária, um viveiro de mudas (Figura 88), instalações de apoio à autoclave e uma unidade móvel de apoio à operação (Figura 89).



Figura 86 - Instalações Administrativas – Aterro Sanitário de São Pedro da Aldeia



Figura 87 – Guarita e Balança – Aterro Sanitário de São Pedro da Aldeia



Figura 88 – Viveiro de Mudas – Aterro Sanitário de São Pedro da Aldeia

A unidade móvel é um container que se desloca acompanhando o avanço da frente de operação, sendo um local de apoio aos funcionários da operação.



Figura 89 – Unidade Móvel – Aterro Sanitário de São Pedro da Aldeia

Um esquema de localização das principais unidades do aterro está apresentado na Figura 90. Na data da imagem de satélite da figura, ainda não estavam instaladas a autoclave e a lagoa de acumulação de chorume.



Figura 90 – Visão Geral – Aterro Sanitário de São Pedro da Aldeia

Legenda: 1 - Balança Rodoviária; 2 - Local atualmente ocupado pela lagoa de acumulação; 3 – Local atualmente ocupado pelas instalações da Autoclave; 4 - Instalações administrativas e viveiro de mudas; 5 - Célula atualmente encerrada; 6 Célula atualmente em operação.

Fonte: Google Earth, 2010

Toda a área encontra-se cercada por mourões de concreto e arame. Na praça de operação há uma cerca móvel feita com varas e uma tela (Figura 91) para impedir que os resíduos mais leves sejam levados pelo vento como, por exemplo, os sacos plásticos. Por ser móvel e bem simples, a cerca pode seguir a orientação do vento.



Figura 91 –Cerca Móvel – Aterro Sanitário de São Pedro da Aldeia

Resíduos Recebidos no Aterro

O aterro sanitário de São Pedro da Aldeia recebe atualmente os seguintes tipos de resíduos:

- Domiciliar (Figura 92);
- Resíduo de Saúde;
- Resíduos da Construção Civil ;
- Varrição, Capina e Roçada;
- Lodo de Estação de Tratamento de Esgoto (Figura 93).

Além dos resíduos produzidos no próprio município o aterro recebe os resíduos urbanos e de saúde dos municípios de Cabo Frio, Iguaba Grande e Armação dos Búzios e os resíduos de Saúde de Araruama e Arraial do Cabo. O aterro também recebe Resíduos Classe IIA de veículos particulares de grandes geradores.



Figura 92 – Resíduos Domiciliares – Aterro Sanitário de São Pedro da Aldeia



Figura 93 – Lodo da ETE – Aterro de São Pedro da Aldeia

Quadro de funcionários e Horário de Operação

O quadro de funcionários é composto por 20 pessoas ligadas diretamente a operação do aterro, excluindo os operadores dos equipamentos, que são terceirizados.

O aterro sanitário funciona durante vinte e quatro horas para recepção de resíduos domiciliares dos municípios e a recepção dos resíduos dos serviços de saúde ocorre de 07:00 às 01:00.

4.4.3. Procedimentos da Operação

Recepção dos Resíduos

Na entrada do aterro há uma balança rodoviária e uma guarita onde todos os veículos com resíduos são pesados e tem seus dados anotados em formulário próprio, como procedência, tipo de resíduo (conferido visualmente) e peso, que gerarão as faturas de cobrança pela descarga do material.

Todas as cobranças são realizadas mensalmente, tanto das prefeituras quanto dos clientes particulares.

Caminhões compactadores, caminhões carroceria, poliguindastes e Fiorino adaptada para resíduos hospitalares descarregam resíduos para o local.

Os totais de resíduos recebidos, em média, estão descritos na Tabela 4.

Tabela 4 – Resíduos Recebidos por Tipo de Resíduo e Procedência – Aterro de São Pedro da Aldeia

Tipo de Resíduo	Quantidade	Unidade	Procedência
Saúde	0,28	t/dia	São Pedro da Aldeia
Saúde	0,85	t/dia	Cabo Frio
Saúde	0,27	t/dia	Búzios
Saúde	0,10	t/dia	Iguaba Grande
Saúde	0,19	t/dia	Arraial do Cabo
Saúde	0,23	t/dia	Araruama
Urbano	147	t/dia	Cabo Frio
Urbano	47	t/dia	São Pedro
Urbano	49	t/dia	Búzios
Urbano	17	t/dia	Iguaba
Urbano	296	t/mês	Clientes Particulares
Lodo de ETE	7	t/dia	Prolagos
Subtotal Saúde		1,92	t/dia
Subtotal Urbano		270	t/dia
Total		279	t/dia

Dos resíduos recebidos no aterro sanitário de São Pedro da Aldeia, 96,6% são resíduos urbanos, 0,7% são resíduos hospitalares e 2,7% de lodo de estação de tratamento de esgoto, considerando as médias diárias de cada tipo de resíduo (Figura 94).

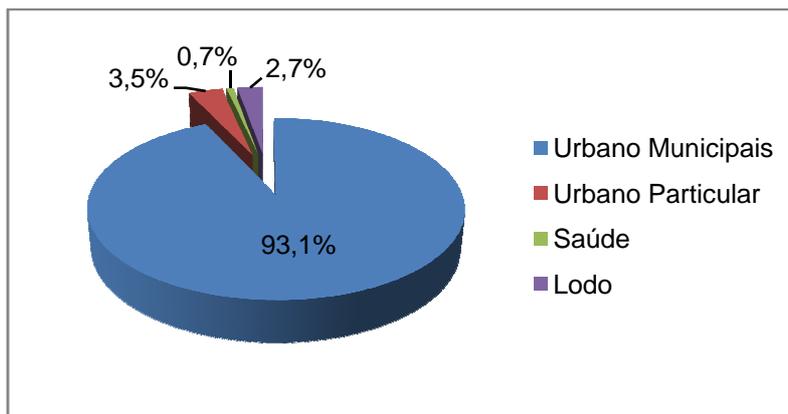


Figura 94 – Médias Diárias de Resíduos – Aterro Sanitário de São Pedro da Aldeia

Descarga de Cada Tipo de Resíduo

Os resíduos sólidos urbanos são encaminhados para a frente de operação, onde são descarregados próximo ao pé do talude, com exceção da galhada, que é depositada em uma área separada sem manta (Figura 95) e é posteriormente usada como adubo. Se a galhada apresentar algum contágio com resíduo domiciliar, ela é descarregada na frente de operação junto com os demais resíduos.



Figura 95 – Local para Depósito de Galhada – Aterro de São Pedro da Aldeia

O lodo da estação de tratamento de esgoto é descarregado sobre o platô de uma célula que não está em operação, visto na Figura 96. Ele é espalhado para que a secagem ocorra mais rapidamente.



Figura 96 – Disposição de Lodo de Estação de Tratamento de Esgoto – Aterro de São Pedro da Aldeia

Os resíduos da construção civil, assim como a galhada, é depositado em área separada sem manta. Se apresentar algum tipo de contágio com resíduo domiciliar é levado para a frente de operação, sendo coberto junto com os demais resíduos. Os RCC separados são utilizados na operação do aterro para manutenção dos acessos e da praça de manobra dos caminhões.

Os resíduos dos serviços de saúde seguem diretamente para as instalações onde se encontra a autoclave (Figura 97).



Figura 97 – Disposição de Resíduos do Serviço de Saúde – Aterro de São Pedro da Aldeia

Neste local os resíduos são manuseados por funcionários com uniformes e equipamentos de proteção próprios para este fim. Estes funcionários descarregam o veículo e acomodam os resíduos em contêineres brancos, como o da Figura 98.



Figura 98 - Contêineres de resíduos do Serviço de Saúde – Aterro de São Pedro da Aldeia

Posteriormente os resíduos são depositados em gaiolas preparadas para serem inseridas na Autoclave (Figura 99).



Figura 99 – Autoclave – Aterro de São Pedro da Aldeia

A Figura 100 apresenta em detalhes os resíduos após o tratamento na Autoclave.



Figura 100 – resíduos do Serviço de Saúde após Tratamento – Aterro de São Pedro da Aldeia

Após o tratamento os resíduos são acumulados em caçambas estacionárias de poliguindaste (Figura 102), localizadas em um nível inferior ao das instalações, conforme visto na Figura 101.



Figura 101 – Local de descarrega do RSS Tratado – Aterro de São Pedro da Aldeia

O aterro não possui caminhão poliguindaste. As caçambas são removidas diariamente pelo caminhão poliguindaste que transporta o lodo da estação de tratamento de esgoto.



Figura 102 – Caçamba Estacionária com Resíduos dos Serviços de Saúde Tratados – Aterro de São Pedro da Aldeia

Os operadores do aterro estão desenvolvendo outra opção de transporte para os resíduos tratados. Foi confeccionada uma caçamba com rodas para ser acoplada em outros veículos em alternativa à caçamba do poliguindaste. Essa nova opção ainda não foi testada e é apresentada na Figura 103.



Figura 103 – Nova Caçamba para Resíduos dos serviços de Saúde Tratados – Aterro de São Pedro da Aldeia

O esquema da destinação dos tipos de resíduos é descrito na Figura 104.

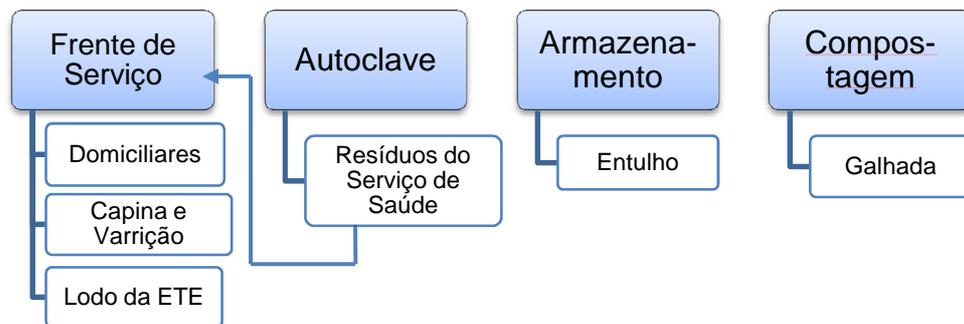


Figura 104 – Destinação dos Resíduos – Aterro de São Pedro da Aldeia

Disposição das Células

O aterro utiliza o método de área. A impermeabilização da base foi feita com manta de PEAD de 2 milímetros de espessura acima de uma camada de argila compactada em camadas de 40 centímetro. Acima da manta há uma camada de proteção, onde estão assentados os drenos iniciais. Os taludes em contato com o resíduo também receberam a proteção da manta, que foi ancorada e grampeada com vergalhões (conforme Figura 105). Os taludes com manta também recebem uma camada de argila de proteção (Figura 106).



Figura 105 – Ancoragem da manta - Aterro de São Pedro da Aldeia



Figura 106 – Camada de Proteção da manta no Talude - Aterro de São Pedro da Aldeia

O aterro está dividido em duas fases. A primeira fase foi encerrada e está recebendo a camada de finalização (Figura 107). A segunda fase está subdividida em duas, uma que constitui a célula em operação atualmente (Figura 108) e a outra, que está temporariamente fora de operação, recebendo o lodo para secagem.



Figura 107 – Primeira Fase do Aterro (Encerrada) - Aterro de São Pedro da Aldeia



Figura 108 – Célula em operação - Aterro de São Pedro da Aldeia

Na segunda fase, a célula em operação está com uma altura total de 15 metros, distribuídos em 3 (três) plataformas de 5 (cinco) metros. A parte temporariamente fora de operação está com uma altura total de 20 (vinte) metros, distribuídos em 4 (quatro) plataformas de 5 (cinco) metros de altura. Conforme o avanço da massa de resíduos, estas duas partes da segunda fase do aterro se unirão e atingirão uma altura de 80 (oitenta) metros.

Espalhamento e Compactação

Na frente de operação os resíduos são espalhados e compactados (Figura 109). A compactação e o espalhamento são realizados com um trator de esteira D6 e uma retro-escavadeira, utilizada para descarregar caminhões que não basculam.

O resíduo descarregado na frente de operação é empurrado até o pé do talude pelo trator de esteira e é espalhado ao longo do talude e no platô da célula. Os resíduos são compactados pelo peso da passagem do trator sobre a massa. Essas passadas podem ocorrer de cima para baixo ou de baixo para cima, dependendo da localização da camada de resíduo a ser compactada. Normalmente o resíduo é compactado de baixo para cima, mas para os resíduos localizados próximos à ancoragem da manta a compactação só pode ser executada de cima para baixo.



Figura 109 - Espalhamento e Compactação – Aterro de São Pedro da Aldeia

Nas condições normais de operação, o operador passa com o trator pela massa de resíduo aproximadamente 4 vezes na subindo (ida) e 4 vezes descendo (volta). As passadas seguem as “linhas” descritas na operação de Piraí, explicadas pelas figuras 19, 20 e 21. Este processo é ininterrupto, enquanto tiver descarga de resíduos.

O controle da qualidade da compactação é feito visualmente pelo operador do trator. O peso específico da massa de resíduos é estimado através da relação do peso total de resíduos que entram no aterro pelo volume total ocupado, obtido através de levantamentos topográficos.

Recobrimento do Resíduo

A cobertura da plataforma da massa de resíduos é diária. O talude da frente de operação não é coberto, pois há depósito de resíduos ao longo de todo o dia. Os taludes que não estão recebendo resíduos também recebem uma camada de cobertura (intermediária).

Para o engenheiro do aterro, a eficiência da cobertura do resíduo não é medida através do controle da espessura da camada. A cobertura bem executada é aquela que cobre completamente os resíduos, com a menor espessura possível. A quantidade de material de cobertura utilizado é aproximadamente 15% do peso do resíduo depositado.

A cobertura final de células já encerradas é feita com uma camada de argila de 1,20 metros de espessura, sendo gramada no final.

Equipamentos

O aterro possui um trator de esteira D6 empregado no espalhamento e compactação dos resíduos, duas retro-escavadeiras (Figura 110) empregadas na descarga de caminhões carroceria, na escavação de material de cobertura e na abertura de valas de drenagem, três caminhões que transportam material de cobertura e uma pá carregadeira. Estes equipamentos também são utilizados na manutenção dos acessos.



Figura 110 – Retro Escavadeira – Aterro de São Pedro da Aldeia

Todos os equipamentos empregados na operação do aterro são terceirizados. A manutenção e os operadores são fornecidos pelo proprietário dos equipamentos.

Operação em dias de chuva

Em períodos chuvosos o cuidado com a manutenção dos acessos é intensificado. O aterro possui dois acessos à frente de operação e mantém ambos em boas condições de utilização. Em dias chuvosos, os resíduos são compactados e, dependendo da intensidade da chuva, cobertos com terra ou com lona plástica (em caso de chuvas intensas).

Manutenção dos Acessos

O aterro possui estradas de terra e a manutenção não tem programação definida, ocorrendo conforme a necessidade. Para a manutenção é utilizado

cascalho ou brita e os reparos de menor porte são resolvidos utilizando somente a retro escavadeira. Quando necessário, contrata-se uma patrol.

Drenagem de Águas

A drenagem principal das águas pluviais é feita por uma vala que acompanha a cerca na região mais baixa do aterro, como visto na Figura 111, seguindo a expansão do aterro. Os drenos nos pés dos taludes são executados com canaletas de concreto.



Figura 111 – Drenagem Pluvial – Aterro de São Pedro da Aldeia

Drenagem de Chorume e Gás

Um conjunto de drenos horizontais e verticais forma o sistema de drenagem de chorume e gás. Na primeira fase do aterro a drenagem da base foi feita com drenos dispostos paralelamente e todos os drenos se conectam ao dreno principal, disposto ao longo do talude, perpendicularmente aos demais drenos. Esta drenagem não foi bem sucedida e o dreno principal colmatou, resultando num vazamento de chorume no pé do talude. Os funcionários do aterro estão trabalhando na desobstrução deste dreno. As demais drenagens foram feitas com a disposição “espinha de peixe”.

Os drenos verticais têm sua estrutura externa composta por uma tela de aço envolta exteriormente por bidim, conforme Figura 112.



Figura 112 – Dreno Vertical – Aterro de São Pedro da Aldeia

Por dentro há uma manilha de concreto perfurado centralizado. O espaço entre a tela de aço e o tubo de concreto é preenchido com brita. Anteriormente o espaço interno da manilha também era preenchido com brita, mas este espaço não é mais preenchido, pois segundo o engenheiro do aterro este preenchimento pode prejudicar o aproveitamento de gás, que é um plano futuro para o aterro.

Os drenos verticais e horizontais são conectados em todas as camadas. A drenagem vertical segue crescendo, acompanhado o aumento da altura da massa de resíduos e a drenagem horizontal é feita a cada nova camada.

4.4.4. Tratamento do Chorume e dos Gases

O chorume captado é encaminhado para uma lagoa de estabilização (Figura 113). Desta lagoa o chorume é retirado e levado para a estação de tratamento de esgoto de São Pedro da Aldeia através de um caminhão pipa.

Os gases captados através dos drenos verticais são queimados na saída do dreno.



Figura 113 – Lagoa de Estabilização – Aterro de São Pedro da Aldeia

4.4.5. Monitoramentos

Existem poços de monitoramento das águas subterrâneas em vários pontos do aterro, onde a água do lençol freático é eventualmente coletada e analisada. Um dos poços de monitoramento pode ser visto na Figura 114.



Figura 114 – Poço de Monitoramento de Águas Subterrâneas – Aterro de São Pedro da Aldeia

Os recalques são monitorados através de marcos fixos instalados na massa de resíduos (Figura 115). Mensalmente a topografia do local é refeita, sendo possível controlar a movimentação da massa.



Figura 115 – Marco Topográfico – Aterro de São Pedro da Aldeia

4.4.6. Controle de Vetores

Como forma de afastar os urubus, foram instaladas bandeiras coloridas ao redor da área de operação, que são agitadas com o vento, conforme Figura 116. Segundo o engenheiro do local, esta medida adotada é bastante eficiente, além de simples e de baixo custo. Há um funcionário responsável pelo controle dos urubus, para afastá-los com barulhos e bandeiras durante todo o dia.



Figura 116 – Bandeiras para o Controle de Urubus – Aterro de São Pedro da Aldeia

4.4.7. Presença de Catadores e Animais

No dia da visita não havia presença de catadores nem de animais no local.

4.4.8. Acidentes de Trabalho

Não houve nenhum acidente de trabalho no aterro. Os equipamentos de proteção individuais são distribuídos conforme necessidade. Havia um técnico de segurança do trabalho no quadro de funcionário da empresa e agora a vaga está disponível.

4.4.9. Acidentes Ambientais

Não há relatos de ocorrências de acidentes ambientais.

4.4.10. Principais Problemas da Operação

O engenheiro assinalou que o principal problema da operação são as chuvas fortes que eventualmente caem na região.

4.5. **Central de Tratamento de Resíduos de Nova Iguaçu**

4.5.1. Descrição da Visita

A visita à Central de Tratamento de Resíduos de Nova Iguaçu foi realizada no dia 27 de novembro de 2009 e teve duração de aproximadamente 5 horas e 30 minutos. A apresentação do aterro foi feita pelo engenheiro responsável pelo sistema de coleta e tratamento dos gases.

Foi feita uma apresentação em vídeo sobre a CTR Nova Iguaçu e a empresa disponibilizou uma cópia desta apresentação, que contém informações sobre resíduos recebidos, unidades da CTR Nova Iguaçu, procedimentos de operação, sistemas de monitoramento, certificados, entre outras.

Além do vídeo, foi disponibilizado parte do manual de operações do aterro, que estabelece diretrizes de controle operacional das atividades de recebimento, espalhamento, compactação e cobertura de resíduos.

As informações que constam nos itens abaixo serão uma compilação das informações coletadas no local, dos dados presentes na apresentação em vídeo e das diretrizes apresentadas no manual.

A parte do manual disponibilizada pelo aterro encontra-se resumida no Anexo.

4.5.2. Descrição da Central de Tratamento de Resíduos

O aterro faz parte de uma parceria público-privada com concessão de 20 anos e vida útil estimada em 35 anos. Obteve licença prévia em 1996, seguida da licença de instalação obtida em 2001 e posteriormente licença de operação, em dezembro de 2002, começando a operar em fevereiro de 2003. O local é dividido em quatro vales, cada qual com sua licença de operação independente, que devem ser renovadas a cada 5 anos. A estação de tratamento de chorume e o tratamento dos gases também possuem suas licenças de operação independentes, bem como a unidade de tratamento de resíduos do serviço de saúde.

A CTR encontra-se dividida nas seguintes unidades:

- Aterro Sanitário e Aterro Industrial;
- Unidade de Tratamento de Resíduos de Saúde;
- Unidade de Tratamento de Chorume;
- Unidade de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil;

- Laboratório;
- Centro de Educação Ambiental;
- Viveiro de Mudanças.

Além das instalações das unidades acima, o local conta com outras instalações de apoio: escritórios administrativos, refeitório, vestiário, auditório, almoxarifado, galpão de armazenamento, duas balanças rodoviárias, oficina e lava-jato. A localização das principais unidades é vista na Figura 117. Algumas destas instalações podem ser vistas nas Figuras 118 a 121.



Figura 117 – Visão Geral – CTR Nova Iguaçu

Legenda: 1 - Vale 1; 2 - Vale 2; 3 - Vale 3; 4 - Vale 4; 5 - Escritórios Administrativos e Auditório; 6 Estação de Tratamento de Chorume; 7 - Galpão, Almoxarifado, Oficina, Unidade de Tratamento de RSS e Laboratório; 8 - Balanças Rodoviárias.

Fonte: Google Earth, 2010



Figura 118 – Escritórios Administrativos - CTR Nova Iguaçu



Figura 119 – Centro de Educação Ambiental - CTR Nova Iguaçu



Figura 120 – Almoxarifado - CTR Nova Iguaçu



Figura 121 – Galpão de Armazenamento - CTR Nova Iguaçu

Como certificação, o aterro possui ISO 9001, que certifica a qualidade dos serviços prestados; ISO 14001, que certifica o comprometimento ambiental e OHSAS 1001, que comprova os cuidados com a segurança e a saúde ocupacional dos funcionários.

Tipo de Resíduos Recebidos

O empreendimento está apto a receber:

- Resíduos Urbanos (Domiciliar, Varrição, Capina e Roçada);
- Resíduos Industriais e Comerciais;
- Resíduos do Serviço de Saúde;
- Resíduos da Construção Civil;
- Resíduos de Fossa.

Os resíduos urbanos, do serviço de saúde, resíduos de fossa e da construção civil recebidos no aterro são produzidos no município de Nova Iguaçu. O empreendimento recebe de outros municípios os resíduos comerciais e industriais (grandes geradores).

Quadro de funcionários e Horário de Operação

Na operação do aterro estão envolvidos 150 funcionários ligados ao funcionamento geral do empreendimento.

4.5.3. Procedimentos da Operação

Recepção dos Resíduos

Na CTR Nova Iguaçu há um rigoroso controle dos resíduos recebidos. Existem no aterro duas balanças rodoviárias, onde os caminhões são pesados na entrada (ainda carregados de resíduos) e na saída (pesados descarregados, para obter a tara), e com as pesagens calcula-se o peso de resíduos. Na entrada é feita a identificação do resíduo e a indicação do local (unidade da CTR) onde este resíduo será basculado.

Os veículos de grandes geradores são monitorados através da coleta de uma amostra na entrada do aterro, que é analisada no laboratório da unidade de gerenciamento de resíduos. Antes disso, é feita uma análise nas dependências do

cliente, para conhecer o processo de geração do resíduo e definir sua classe. A análise da amostra na entrada serve como confirmação da análise no cliente.

Nos veículos da prefeitura, que transportam resíduos urbanos e do serviço de saúde, não há coleta de seguem para a balança rodoviária, tendo seu peso e demais informações pertinentes anotadas. Após a balança, o veículo segue para o tira-lona (Figura 122), onde é indicado o local para depósito do resíduo e também é retirada a lona, quando necessário. Neste local é feita a identificação visual do resíduo.



Figura 122 – Tira-lona - CTR Nova Iguaçu

Como média de resíduos recebidos no aterro, temos os seguintes totais:

Tabela 5 - Média Diária por Tipo de Resíduo - CTR Nova Iguaçu

Tipo de Resíduo	Quantidade	Unidade	Procedência
Urbano	1.000	t/dia	Nova Iguaçu
Hospitalar	2	t/dia	Nova Iguaçu
Outros (Grande Gerador)	1.000	t/dia	Outros Municípios

Descarga de Cada Tipo de Resíduo

Após identificação do resíduo, o veículo deve seguir para a unidade da CTR indicada, conforme Figura 123.

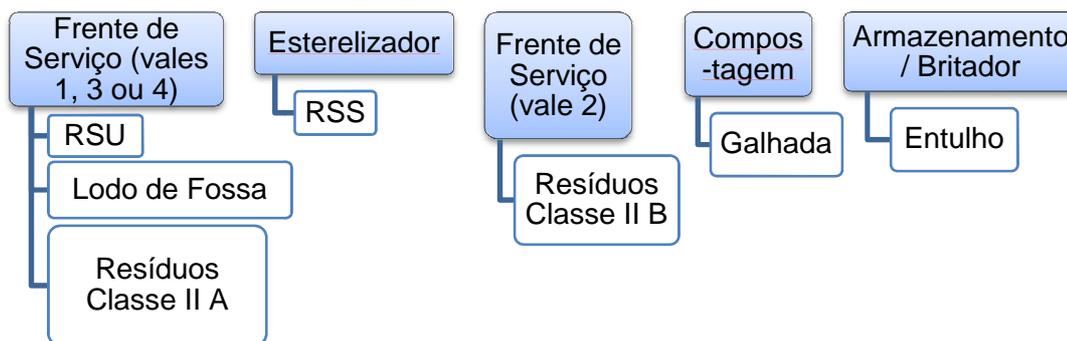


Figura 123 – Destinação dos Resíduos – Aterro de São Pedro da Aldeia

Para os resíduos sólidos urbanos classe II-A (Não Perigosos, Não Inertes) existem três vales em operação (vales 1, 3 e 4). O vale a ser descarregado o resíduo também é indicado inicialmente pelo setor de pesagem e não poderá ser alterado sem conhecimento do encarregado. Se houver alteração no local de descarga do resíduo, esta deverá ser informada ao setor de topografia e pesagem, pois no aterro existe um sistema de rastreabilidade do resíduo, que é alimentado com os dados ainda na pesagem.

O lodo de fossa é descarregado na frente de operação dos vales de resíduos classe II-A em canais abertos na massa de resíduos.

A galhada e demais resíduos de poda que não tiveram contato com os resíduos comuns são separadas e passam pelo processo de compostagem. O composto resultante é utilizado no viveiro de mudas do próprio aterro. Se houver contaminação de resíduo comum os resíduos de poda devem receber o mesmo tratamento do resíduo comum.

O vale 2 é destinado aos resíduos classe II-B (Não perigosos, não inertes) e não está em operação. O resíduo da construção civil, quando possível, é utilizado na manutenção dos acessos. O britador não estava em operação no dia da visita e uma nova unidade de beneficiamento de resíduo da construção civil estava em fase de compra. A CTR tem recebido um baixo volume de RCC, havendo a necessidade de compra para manutenção dos acessos na época de chuva.

Os resíduos dos serviços de saúde são encaminhados à Unidade de Tratamento de Resíduos de Saúde, onde passam por um sistema de desinfecção térmica (esterelizador), que pode ser visto na Figura 124. Após o tratamento de desinfecção (Figura 125), o resíduo pode seguir a destinação dos demais resíduos sólidos urbanos, sendo encaminhado para a frente de operação.



Figura 124 – Esterelizador - CTR Nova Iguaçu



Figura 125 – Resíduo Tratado - CTR Nova Iguaçu

São distribuídos contêineres (Figura 126) nos locais de serviço de saúde, onde são depositados os resíduos infectantes, que são recolhidos com caminhão baú. Os contêineres são pesados em balança exclusiva para este tipo de resíduo, que pode ser observada na Figura 127 e está localizada na unidade de tratamento de resíduo de saúde.



Figura 126 – Contêineres Vazios - CTR Nova Iguaçu



Figura 127 – Balança para Resíduos de Saúde - CTR Nova Iguaçu

Estes contêineres são armazenados em local isolado (com muros de alvenaria e portão metálico, vistos na Figura 128) e sinalizado, conforme indicação da Figura 129.

Posteriormente os resíduos são basculados dentro do esterelizador, como visto na Figura 130. O resíduo final do tratamento é descartado dentro de um contêiner de resíduo comum (Figura 131).



Figura 128 – Local de Armazenamento dos Contêineres com Resíduos - CTR Nova Iguaçu



Figura 129 – Sinalização do Local de Armazenagem dos Contêineres - CTR Nova Iguaçu



Figura 130 – Basculamento dos Contêineres - CTR Nova Iguaçu
Fonte: Vídeo Institucional cedido pela administração da CTR



Figura 131 – Contêiner com o Resíduo de Saúde após Tratamento - CTR Nova Iguaçu
Fonte: Vídeo Institucional cedido pela administração da CTR

Disposição das Células

O método construtivo adotado é o método de rampa, podendo ser observado na Figura 132. Para impermeabilização da base dos vales foi feita uma camada de um metro de argila, executada em 5 camadas de 20 centímetros compactadas, abaixo de uma manta de PEAD. Por cima da manta, para sua proteção, há uma camada de argila, onde são assentados os drenos de base do aterro. As camadas de impermeabilização podem ser identificadas na Figura 133. Os taludes naturais também recebem proteção da manta de PEAD e uma camada de argila para preservação desta. Esta camada é feita cuidadosamente, com o auxílio de uma retro-escavadeira, utilizando a parte de traz da pá para modelar a camada.



Figura 132 – Método Construtivo - CTR Nova Iguaçu



Figura 133 – Impermeabilização da Base - CTR Nova Iguaçu

As camadas de resíduo são executadas com 5 metros de altura, com taludes com inclinação de 45°. Para auxiliar o nivelamento das camadas são distribuídas cruzetas de referência de nível quando necessário. O corte do talude, executado com 5 metros, também pode ser usado como referência de nível para execução da camada.

A operação é dividida em duas praças: uma para disposição dos resíduos e outra para cobertura. A praça onde se encontra o material de cobertura fica no platô da camada de resíduos, a cinco metros de altura do pé do talude da frente de operação. A praça de disposição de resíduos é por onde circulam os caminhões carregados com resíduos, onde se localiza o pé do talude da frente em operação.

Espalhamento e Compactação

Ao chegar à praça de operação do vale indicado, o caminhão será orientado por um funcionário para o local de descarga do resíduo na frente de operação. Em caminhões compactadores, após acionado o mecanismo para bascular o resíduo, um funcionário deverá se posicionar de modo a observar se todo o resíduo foi retirado da caçamba. Os demais caminhões necessitam de dois funcionários no momento da descarga, um deverá se posicionar a frente do caminhão (mantendo a distância de 5 passos) para observar se o caminhão está tombando, e o segundo funcionário se posicionará na traseira o caminhão (também a cinco passos) observando se a caçamba foi completamente descarregada.

Para o espalhamento e compactação dos resíduos são utilizados tratores de esteira ou lâmina, escavadeira hidráulica e rolo compactador tipo pata. O resíduo

deverá ser espalhado em rampas com a utilização do trator, sendo a escavadeira hidráulica utilizada para auxiliar na conformação dos taludes. A compactação é feita com passadas do trator e do rolo compactador sobre a massa de resíduos. O rolo compactador tipo pata é utilizado somente na horizontal (no platô), sendo os taludes compactados pelo trator.

A qualidade da compactação é assegurada pelo número mínimo de passadas do trator ou rolo, que deve ser cumprida a cada nova descarga. O controle desta qualidade é feito visualmente.

O peso específico é monitorado através de topografia realizada periodicamente, de onde se obtém o volume e do controle da entrada de resíduos, de onde se obtém o peso total que entrou no aterro.

Recobrimento do Resíduo

A cobertura diária dos resíduos é feita com uma camada de no mínimo 30 centímetros de solo argiloso ou material inerte. Não há diferenciação entre a camada diária e a intermediária. O topo da célula (platô) deverá ser coberto continuamente, conforme avanço da célula. Os taludes que ficarão mais de 12 horas sem receber resíduos também devem receber cobertura.

O material de cobertura é espalhado pelos tratores, com a ajuda da escavadeira para a cobertura dos taludes. A compactação é executada com passadas do trator e com o rolo compactador, até atingir a espessura mínima determinada. Esta espessura mínima (30 centímetros) é controlada visualmente e o caimento de 2% no platô deve ser respeitado, para facilitar a drenagem.

O revestimento final é executado com manta de PEAD, seguida de duas camadas de 30 centímetros de argila compactada, uma camada de 40 cm de solo vegetal, onde são plantadas gramíneas. Nas camadas de argila compactada deve ser feito o Ensaio de Proctor Normal, o qual deve apresentar impermeabilidade inferior a 10^{-7} cm/s. Nesta proteção final deverão existir pontos de infiltração de chorume.

Equipamentos

No aterro são utilizados caminhões pipa, caminhões basculantes, caminhões carroceria fixa, poliguindastes, retroescavadeira, escavadeira hidráulica, patrol, rolo compactador liso, rolo compactador tipo pata e trator de esteiras. Não foi possível contabilizar o número de equipamentos presentes na operação.

A manutenção é feita dentro do próprio aterro, num galpão licenciado. Reparos maiores dos equipamentos são feitos através de uma empresa terceirizada.

Operação em dias de chuva

Em períodos chuvosos, quando não é possível a utilização de material de cobertura, os resíduos são cobertos provisoriamente com manta de PVC. Os acessos recebem reforço especial na manutenção em períodos de chuvas mais intensas. Quando não é possível o acesso de algum veículo à frente de operação, o resíduo é depositado numa área de transferência, sendo posteriormente encaminhado para a célula.

Manutenção dos Acessos

Os acessos aos vales são vias com base de rachão coberta por uma mistura de solo local e brita, como visto na Figura 134. A manutenção dos acessos é contínua e pode ser feita com resíduo da construção civil, escória ou brita.



Figura 134 – Composição dos Acessos – CTR Nova Iguaçu

Drenagem de Águas

Para drenar as águas das nascentes das encostas do aterro são feitos drenos abaixo da camada de argila compactada que fica sob a manta. Estes drenos percorrem toda a área de operação dos vales. As águas superficiais são canalizadas para valas de drenagem ou para pequenas lagoas, como a da Figura 135. A saída do dreno de um dos vales está na Figura 133.



Figura 135 – Lagoa de Acumulação da drenagem - CTR Nova Iguaçu

A drenagem de águas superficiais está presente na extensão de todos os taludes da massa de resíduos e é feita com canaletas de concreto, observadas na Figura 136. A descida da água drenada é feita por escadas hidráulicas.



Figura 136 – Drenagem Pluvial – CTR Nova Iguaçu

Drenagem de Chorume e Gás

Na CTR Nova Iguaçu, o sistema de drenagem de chorume e gás é bastante elaborado e complexo, sendo composto por drenos horizontais e verticais de vários tipos diferentes, entre eles os drenos horizontais de chorume, que são canais abertos revestidos de bidim e preenchido com britas, os drenos verticais de chorume e gás que são assentados na base dos drenos horizontais e sobem com a elevação da célula (visto na Figura 137), drenos de gás perfurado na massa de resíduo e dreno horizontal de gás, cuja canalização externa pode ser vista na Figura 138.



Figura 137 - Dreno Vertical - CTR Nova Iguaçu



Figura 138 – Canalização Externa do Dreno Horizontal de Gás - CTR Nova Iguaçu

4.5.4. Tratamento do Chorume e dos Gases

Chorume

O chorume drenado dos vales é acumulado nas lagoas existentes e enviado para a Unidade de Tratamento de Chorume, entrando por uma caixa de recepção com grades, onde passa pelo primeiro peneiramento. O passo seguinte é o tratamento químico preliminar (Processo Fenton) e na seqüência o efluente passa por um reator anóxico e por um reator biológico, seguindo para membrana de ultra filtração. O último passo do tratamento é a osmose reversa.

O lodo resultante do tratamento biológico é encaminhado para o aterro e o rejeito (não permeável) da osmose reversa segue para uma estação de tratamento de efluentes, fora das dependências da central.

Gases

Os gases captados são canalizados e tratados por queima controlada em um *Flare*. Numa segunda etapa este gás canalizado será utilizado para geração de energia elétrica.

4.5.5. Monitoramentos

A coleta de amostra de águas para análise é feita na superfície e no subsolo, em diversos pontos do aterro, com freqüência trimestral. Com estas análises é possível verificar a eficiência do sistema de proteção ambiental. Na figura 139 é visto um poço de coleta de amostra.

O tratamento de chorume também é monitorado com freqüência pré-definida, em diferentes etapas do tratamento, possibilitando um diagnóstico do sistema de tratamento.



Figura 139 – Poço de Monitoramento de Água – CTR Nova Iguaçu

Os gases do aterro são monitorados em tempo integral, durante todos os dias da semana. São controlados os seguintes parâmetros: pressão, temperatura, composição e vazão.

4.5.6. Controle de Vetores

A cobertura diária é a principal medida de prevenção de vetores. Além dela, são distribuídas placas com hormônio em locais próximos à frente de operação, que têm a função de atrair as moscas.

4.5.7. Presença de Catadores e Animais

Não é permitida a presença de catadores e animais na Central de Tratamento de Resíduos.

4.5.8. Acidentes de Trabalho

Os acidentes de trabalho mais comuns são tombos e cortes com ferramentas. Para minimizar os acidentes, são distribuídos equipamentos de proteção individual específicos para cada função. A empresa possui um setor de segurança do trabalho, responsável pela instrução e fiscalização dos funcionários.

4.5.9. Acidentes Ambientais

Houve um deslizamento na massa de resíduo de um dos vales, sem maiores conseqüências. O deslizamento ficou contido dentro da área impermeabilizada com manta e ninguém se feriu.

4.5.10. Principais Problemas da Operação

As condições naturais do terreno da CTR Nova Iguaçu resultam em alguns problemas na operação. Por estar instalado em um vale, só há a possibilidade de executar acessos por um dos lados, pois o outro é terreno natural, onde se encostam os resíduos, pelo método de rampa. Outro problema de um vale é a drenagem das águas pluviais, que tendem a ser naturalmente drenadas para dentro da área do aterro.

O último problema citado é a operação em dias de chuvas. A região do aterro é muito chuvosa e a operação nestes dias fica prejudicada pela dificuldade de acesso, de operação das máquinas e de cobertura dos resíduos.

5 ESTUDOS COMPARATIVOS

Neste capítulo é realizado um estudo comparativo dos itens da rotina de operação descritos, ressaltando os pontos comuns e os pontos divergentes da operação e ainda comparando com as referências bibliográficas. A começar pela comparação dos municípios

5.1. Os Municípios Visitados

A população estimada em 2009 dos municípios avaliados variou de 26.114 a 865.089 habitantes, respectivamente Pirai e Nova Iguaçu e o PIB per capita municipal de 2007 variou de R\$ 8.100,00 (São Pedro da Aldeia) a R\$ 62.831,00 (Rio das Ostras). As populações podem ser comparadas na Figura 140 e o PIB per capita na Figura 141.

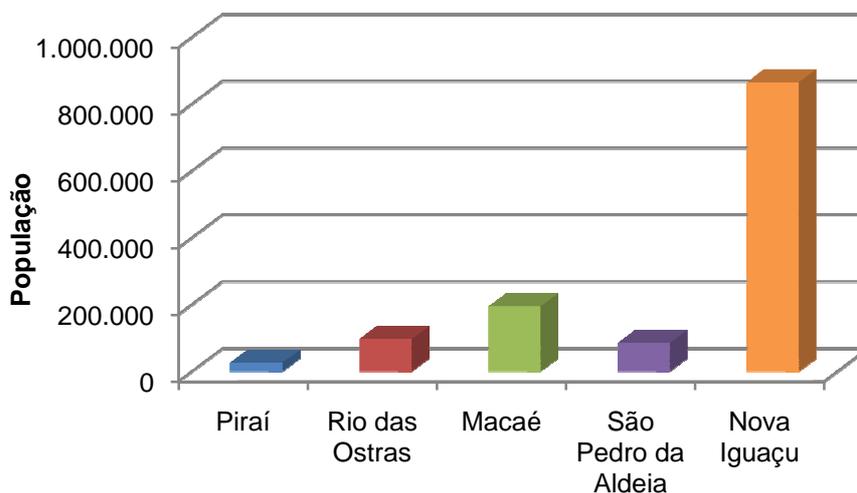


Figura 140 – Gráfico Comparativo das Populações dos Municípios

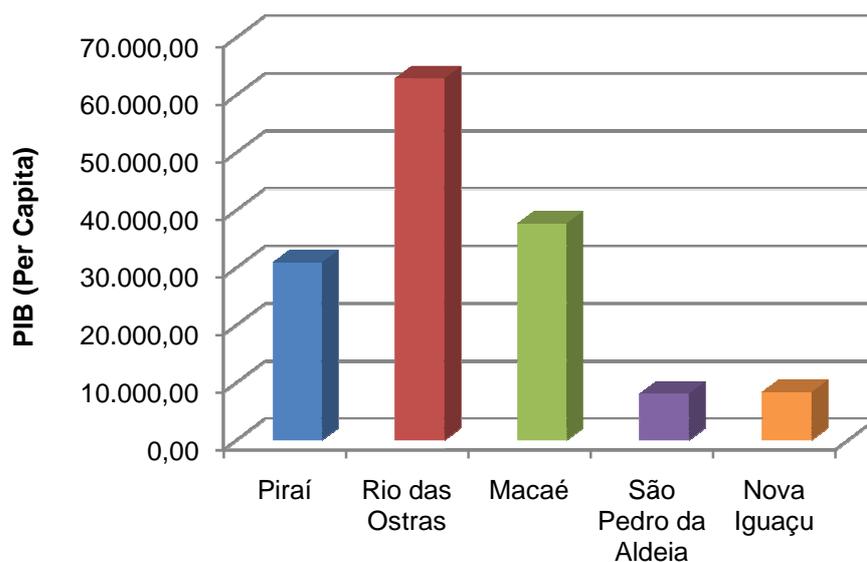


Figura 141 – Gráfico Comparativo dos PIB per capita dos Municípios

Apesar da grande variação da população e do PIB per capita entre os municípios estudados, o IDH municipal pouco variou, estando entre 0,762 em Nova Iguaçu e 0,790 em Macaé.

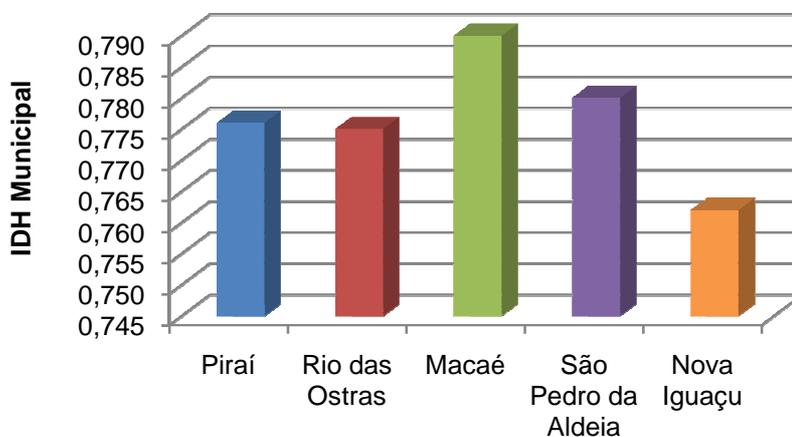


Figura 142 – Gráfico Comparativo dos IDH Municipais

5.2. Os Levantamentos de Campo

As visitas aos aterros ocorreram entre agosto e dezembro de 2009. Em geral, foi possível conhecer o aterro municipal e aplicar o questionário em aproximadamente três horas, com exceção de Nova Iguaçu.

Em Nova Iguaçu foram gastas aproximadamente cinco horas e trinta minutos devido às maiores proporções deste aterro. Na CTR Nova Iguaçu a visita foi bem estruturada, com apresentações e fornecimento de vídeo institucional e de algumas normas operacionais internas. Apesar disto, a visita não foi tão satisfatória quanto aos demais aterros, pois a central é muito mais complexa e completa. Por isso, as informações coletadas na visita foram complementadas com a norma operacional e com o vídeo fornecido.

5.3. Os Aterros Sanitários

Operadores dos Aterros

Dos cinco aterros visitados, apenas o aterro de Pirai é operado diretamente pela prefeitura municipal. Os demais aterros pertencem ou são operados por empresas privadas.

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), através do Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos de 2006, demonstra esta tendência de terceirização do setor, com 50% dos aterros sanitários dos municípios amostrados sendo operados por empresas privadas, enquanto que 45,2% são operados pela prefeitura. A Tabela 6, retirada da referida publicação, apresenta a participação dos diferentes operadores nas unidades de processamento de resíduos sólidos urbanos.

Apesar da fragilidade do universo de municípios amostrados, constata-se que cai a participação das prefeituras e sobe a das empresas com o crescimento da complexidade da operação das unidades de destino de RSU por disposição no solo (lixões, aterros controlados e aterros sanitários). Isso também pode ser notado em outros tipos de unidades de processamento mais complexas como tratamento por microondas ou autoclave e incineradores (SNIS, 2006).

Tabela 6 - Participação na Operação, por Tipo de Operador, Segundo Tipo de Unidade

Tipo de unidade de processamento (*)	Tipo de agente operador (**)				
	Prefeitura	Empresa privada	Consórcio intermunicipal	Associação de catadores	Outro
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Área de reciclagem de resíduos da construção civil	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Área de transbordo e triagem de RCD e volumosos	14,3	85,7	0,0	0,0	0,0
Aterro controlado	62,9	31,4	2,9	1,4	1,4
Aterro de resíduos da construção civil (inertes)	58,8	38,2	0,0	0,0	2,9
Aterro industrial	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0
Aterro sanitário	45,2	50,0	3,6	1,2	0,0
Lixão	86,7	6,7	0,0	3,3	3,3
Queima em forno de qualquer tipo	50,0	50,0	0,0	0,0	0,0
Unid. tratamento por microondas ou autoclave	8,3	83,3	0,0	0,0	8,3
Unidade de compostagem (pátio ou usina)	61,1	27,8	0,0	11,1	0,0
Unidade de manejo de galhadas e podas	81,8	18,2	0,0	0,0	0,0
Unidade de transbordo	34,5	65,5	0,0	0,0	0,0
Unidade de tratamento por incineração	22,2	72,2	5,6	0,0	0,0
Unidade de triagem (galpão ou usina)	18,9	9,5	0,0	59,5	12,2
Vala específica de resíduos de serviços de saúde	63,2	28,9	0,0	2,6	5,3
Outro	68,4	15,8	0,0	5,3	10,5
Total	47,5	29,9	1,1	16,9	4,7

* Tipo da unidade informado pelo operador.

** Quantidades de unidades cujos dados de cadastro foram revisados em 2006 mais aquelas cadastradas em 2006.

Fonte: SNIS

Instalações de Apoio

A infraestrutura do aterro variou bastante em relação ao porte. Em todos estavam presentes escritórios e banheiros e todas as áreas eram isoladas por cercas e/ou portões. A copa ou refeitório para funcionário somente não estava presente no aterro de Rio das Ostras.

Na entrada dos locais sempre havia guarita, com exceção de Pirai, o que se justifica pelo menor número de viagens recebidas. Dos quatro aterros operados por empresa privada, apenas Macaé não possuía balança rodoviária em operação. A pesagem de resíduos tem maior importância em aterros particulares ou operados pela iniciativa privada, servindo como garantia do controle da quantidade de resíduos que adentram o local, tanto para cobrança como para controle de aproveitamento da área.

A energia elétrica também é um item presente em todos os aterros visitados, sendo indispensável para aqueles que operam durante a noite. Apesar de possuir todas as instalações preparadas para luz elétrica e postes de iluminação nos acessos, a energia elétrica é um ponto precário do aterro de Macaé, sendo fornecida por um gerador. O cabeamento da energia pública ainda não chegou ao local, o que

tem causado grandes transtornos na operação. A balança rodoviária da CTR Macaé já foi adquirida e sua plataforma já está finalizada, ficando pendente apenas a instalação, que não poderá ocorrer enquanto a energia for de gerador.

As instalações de apoio da CTR Nova Iguaçu são melhores estruturadas e em maior número e variedade que os demais aterros, o que é justificado pelo seu porte, que não pode ser comparado com os demais.

O aterro de São Pedro da Aldeia apresentou duas propostas simples e economicamente viáveis para os demais municípios, que são: a cerca móvel e a unidade de apoio móvel. A cerca móvel é de simples execução (feita com varas e uma tela) e facilita o controle do espalhamento dos resíduos leve pelo vento no momento da descarga, antes da compactação. A unidade de apoio móvel é um ponto de apoio para os funcionários da frente de operação, sendo muito útil quando a operação é distante das demais instalações. Por se tratar de um contêiner metálico, pode ser realocado conforme avanço da célula.

Resíduos Recebidos nos Aterros

A comparação dos quantitativos dos resíduos recebidos nos aterros torna-se complicada pelas diferentes considerações feitas em cada local, tanto na classificação quanto nas unidades de controle. Assim, alguns aterros consideram resíduos domiciliares separados de resíduos de capina, roçada, varrição e galhada, enquanto que outros consideram resíduos sólidos urbanos, englobando os resíduos de limpeza pública e os resíduos domiciliares. Outro complicador é unidade adotada, sendo alguns tipos de resíduos considerados em toneladas ou metros cúbicos.

As médias dos resíduos recebidos são apresentadas nos gráficos a seguir para os RSU, considerando a soma dos resíduos domiciliares e limpeza pública, e para os resíduos do serviço de saúde. Estas comparações podem ser vistas nas Figuras 143 e 144, respectivamente.

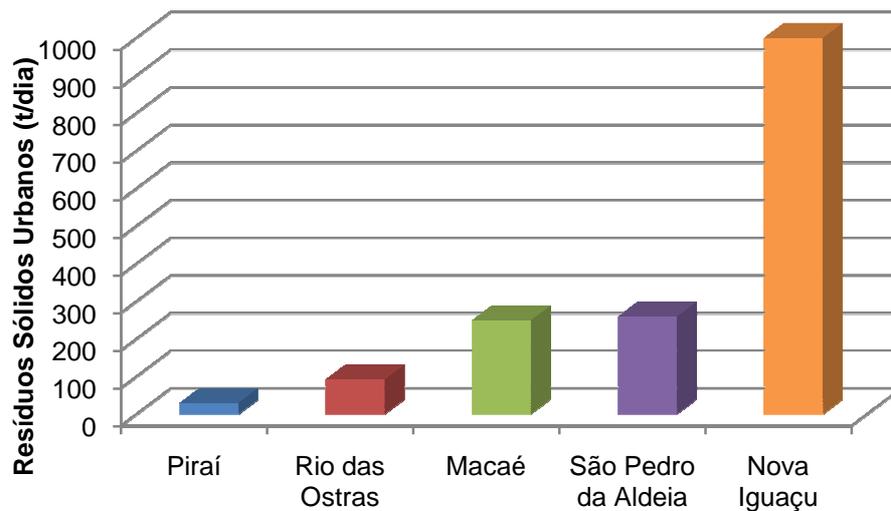


Figura 143 – Resíduos Sólidos Urbanos Recebidos nos Aterros

O gráfico da Figura 143 evidencia a disparidade dos portes dos aterros, principalmente entre o aterro de Pirai, que tem sua média de resíduos em aproximadamente 30 toneladas diárias e a CTR Nova Iguaçu, que recebe cerca de 1000 toneladas de resíduos sólidos urbanos por dia. O aterro de São Pedro da Aldeia e a CTR Macaé têm portes semelhantes. Vale ressaltar que, apesar da diferença na população de São Pedro da Aldeia e Macaé, São Pedro da Aldeia atinge a mesma marca de resíduos recebidos, pois recebe os resíduos de outros municípios, atendendo também população de Cabo Frio, Iguaba Grande e Armação de Búzios.

Quando o comparativo é feito para os resíduos do serviço de saúde, o aterro de São Pedro da Aldeia alcança média próxima a média da CTR Nova Iguaçu, dado pelo fato de que a CTR Nova Iguaçu recebe resíduos de saúde do próprio município e o aterro de São Pedro da Aldeia recebe resíduos do Serviço de Saúde de Cabo Frio, Iguaba Grande, Armação de Búzios, Araruama e Arraial do Cabo.

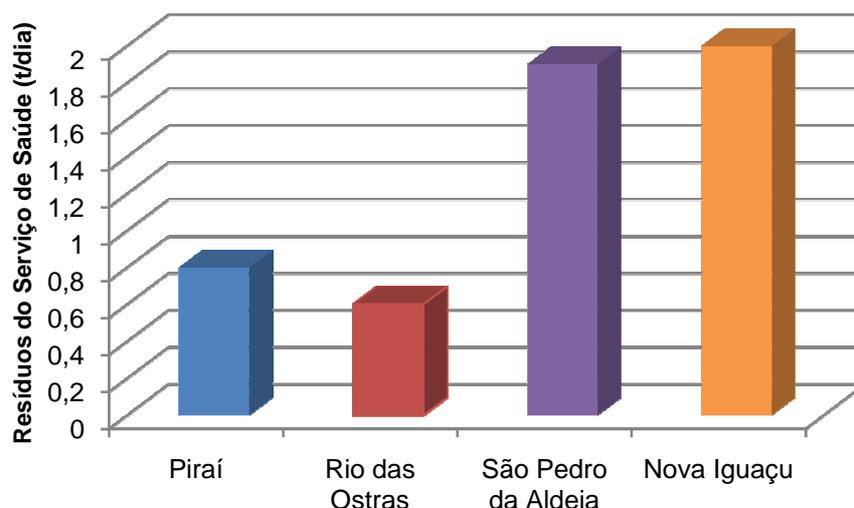


Figura 144 – Resíduos do Serviço de Saúde Recebidos nos Aterros

A média de resíduos do serviço de saúde apresentada no gráfico para Rio das Ostras leva em consideração apenas os resíduos produzidos no próprio município, não sendo considerado o recebimento no aterro dos resíduos de saúde produzidos em Macaé, por falta de dados. Sendo assim, a média dos resíduos de saúde de Piraí superou a média dos resíduos de saúde de Rio das Ostras, pois em Piraí estão considerados os resíduos de saúde produzidos no próprio município e no município de Pinheiral.

A diferença entre o aterro de Piraí e Nova Iguaçu continua a ser evidente, mas não acompanha proporcionalmente a diferença encontrada para resíduos sólidos urbanos, sendo a diferença entre os resíduos do serviço de saúde relativamente menor. Comparado o total de resíduos sólidos urbanos da CTR Nova Iguaçu e do aterro de Piraí, este último recebe aproximadamente 3% em peso, dos resíduos recebidos em Nova Iguaçu. Se forem considerados os resíduos de saúde, esta proporção sobe para 40%.

Quadro de funcionários

Para o aterro de Piraí, Rio das Ostras e Macaé foram obtidos os quadros de funcionários detalhados, separados por função. Em São Pedro da Aldeia foi possível obter a quantidade total de funcionários e na CTR Nova Iguaçu, apenas um número aproximado. A seguir, um resumo dos quadros de funcionários.

Tabela 7 – Quadro de Funcionários dos Aterros Sanitários

Piraí	Rio das Ostras	Macaé	São Pedro da Aldeia	Nova Iguaçu
Op. de máquinas: 2 Manutenção: 3 Controle na entrada: 1 Vigia: 3	Ajudante: 6 Op. de roçadeira: 2 Vigia: 2 Balanceiro: 4 Operador da ETC: 1 Encarregado: 2 Engenheiro: 1	Ajudantes: 5 Vigia: 4 Apontadores: 4 Manobristas: 2 Aux. de Encarregado: 1 Encarregado: 2 Engenheiro: 1		
Total: 9 funcionários	Total: 18 funcionários	Total: 19 funcionários	Total: 20 funcionários	Total: 150 funcionários

No aterro de São Pedro da Aldeia e nas CTR Macaé e Rio das Ostras, cujas administrações são feitas por empresas terceirizadas, os operadores de máquinas são terceirizados e não fazem parte do quadro de funcionários das empresas.

Comparando os quadros de funcionários disponíveis, uma diferença importante entre o aterro de Piraí e os demais aterros visitados é que Piraí não possui encarregado ou engenheiro locado no aterro. Apesar do porte do aterro não exigir, a falta deste encarregado prejudica a operação diária, pois não há um responsável que esteja diretamente na operação, ficando os funcionários sem orientação ou maiores exigências de eficiência.

5.4. Procedimentos da Operação

Recepção dos Resíduos

Em todos os aterros havia algum tipo de controle na entrada, permitido somente a descarga de veículos autorizados e anotado em formulários os dados mais significativos de cada viagem.

A conferência do resíduo contido no veículo só ocorre em São Pedro da Aldeia, através de inspeção visual, e na CTR Nova Iguaçu, onde a inspeção é feita visualmente e através de coleta de amostra e análise, feitas somente em veículos particulares (grandes geradores).

Dos aterros sob administração privada, somente em Macaé não há balança rodoviária instalada, apesar de já ter sido adquirida.

Em São Pedro da Aldeia e Rio das Ostras há uma balança rodoviária, onde os veículos são pesados na entrada (com resíduos) e na saída (sem resíduos) e o peso total de resíduos é dado pela diferença destas pesagens. Em Nova Iguaçu, existem duas balanças instaladas, uma na entrada e outra na saída dos veículos, o que se justifica devido ao maior número de veículos que entram no aterro, que dificultaria o tráfego com uma só balança para entrada e saída.

Descarga de Cada Tipo de Resíduo

Nos aterros estudados os resíduos sólidos urbanos seguem para a frente de operação para serem espalhados e compactados, com exceção da galhada e resíduos de poda. Rio das Ostras e Macaé não recebem galhadas e resíduos de podas, pois estes resíduos têm outro destino. São Pedro da Aldeia e Nova Iguaçu depositam os resíduos de poda separadamente para compostagem, sendo utilizados posteriormente no próprio aterro. Em Piraí não há separação do resíduo de poda e este tem o mesmo destino dos demais resíduos urbanos.

Para descarga na frente de operação é necessário um funcionário para guiar o motorista na praça de operação, orientando a descarga, operando comandos externos para abertura de caçamba e evitando acidentes. Este funcionário tem diversas nomeações, dependendo do aterro, podendo ser manobrista (Macaé), ajudante (Rio das Ostras) ou ponta de aterro (Nova Iguaçu).

Em São Pedro da Aldeia, para a descarga do resíduo em caminhões que não basculam é utilizada uma retro-escavadeira para o esvaziamento da caçamba.

Apenas a CTR Nova Iguaçu e o aterro de São Pedro da Aldeia afirmaram receber resíduos da construção civil. Porém, todos os aterros recebem algum tipo de RCC, com exceção de Rio das Ostras, que afirmou não receber. Os aterros sanitários só podem receber resíduos da construção civil se obtiverem licença própria para este fim, depositando-os em uma célula de resíduos inertes ou submetendo-o a um triturador. Apesar da legislação não permitir a disposição em aterros sanitários, certos resíduos da construção civil, com menor granulometria e ricos em concreto ou cimento, são bem vistos para os operadores do aterro, pois são usados como material de cobertura e principalmente na manutenção dos

acessos, substituindo britas ou pó de pedra, conforme descrito pela CONDER. A utilização de RCC de menor granulometria na operação de aterros é tão freqüente que a CTR Nova Iguaçu adquire RCC de terceiros.

Nos aterros visitados foram encontrados três tipos de tratamento/destinação final para os resíduos do serviço de saúde:

- Esterilizador, em Nova Iguaçu;
- Autoclave, em São Pedro da Aldeia;
- Disposição em valas sépticas, em Piraí e Rio das Ostras.

A descarga de resíduos do serviço de saúde é feita manualmente e o funcionário deve estar equipado para este procedimento com botas, máscara, luvas, roupa própria e, em alguns casos, com o auxílio de algumas ferramentas, como varas e pás. A exceção neste caso é a CTR Nova Iguaçu, onde não há contato direto do funcionário com o resíduo de saúde, pois o contêiner é descarregado e basculado no esterilizador, sem o contato manual do funcionário com os sacos de resíduos, o contato é feito somente com o contêiner. Os resíduos final do tratamento no esterilizador e na autoclave seguem para a frente de operação dos aterros, recebendo o mesmo tratamento dos resíduos urbanos.

As instalações do esterilizador e da autoclave, na CTR Nova Iguaçu e no aterro de São Pedro da Aldeia, respectivamente, possuem um odor desagradável muito forte e uma grande quantidade de moscas, em comparação com a célula de resíduos urbanos.

As coberturas das valas sépticas são executadas com materiais simples, como lona e tocos de madeiras e com possibilidade de mobilidade, pois as células têm duração de poucos meses, quando são substituídas por outras e a cobertura pode ser reaproveitada. Elas são práticas, possibilitando facilmente a abertura para descarga dos resíduos.

Disposição das Células

A impermeabilização da base do aterro de Piraí foi feita com camada de argila compactada, sem manta. Os demais aterros foram impermeabilizados com camada

de argila compactada e manta de PVC (Rio das Ostras) e PEAD (Macaé, São Pedro da Aldeia e Nova Iguaçu).

- Células e Frente de Operação

As primeiras células do aterro de Pirai foram feitas com a altura variando entre 2,0 e 2,5 metros. As células mais recentes foram executadas com 3,5 metros de altura.

Os demais aterros seguiram o preconizado na literatura, que diz que as alturas devem estar entre 4 e 6 metros (MONTEIRO et al, 2001). As células dos aterros visitados tinham alturas entre 4 e 5 metros.

Não foram coletadas informações sobre a largura da frente de operação. A inclinação do talude só foi obtida na CTR Nova Iguaçu, sendo o ângulo de inclinação de 45°, ou seja, um metro de base para cada metro de altura, seguindo o que diz o IBAM (2001) para células em operação.

Espalhamento e Compactação

Em todos os aterros o resíduo é espalhado com o trator de esteiras, em camadas não muito espessas e determinadas pela altura da lâmina do trator. A literatura existente diz que esta camada deve ter no máximo 50 centímetros (IBAM, 2001 e HOLAND, 1995 apud MARQUES, 2001), mas na prática esta espessura não é controlada.

A CONDER, [200-?], Holand (1995) apud Marques (2001) e IBAM (2001), indica que a compactação deverá ser feita com o trator de esteira de baixo para cima, executando de 3 a 5 passadas sobre a massa de resíduo, para os dois primeiros autores e de 3 a 6 passadas para o IBAM.

Os esquemas de compactação utilizados nos aterros visitados são semelhantes, variando somente o número de passadas. Conforme descrito no primeiro aterro (Pirai), a compactação se dá pelo peso do trator e o operador passa com o trator sobre uma "linha" e volta sobre esta mesma "linha". Esta linha é delimitada pelas dimensões das esteiras do trator e a compactação é realizada de baixo para cima, com exceção de São Pedro da Aldeia, onde eventualmente a

compactação pode ser realizada de cima para baixo, dependendo da localização do talude.

Como os operadores passam por uma linha e voltam sobre esta mesma linha, cada passada descrita são duas passadas (ida e volta) efetivamente. Em Piraí, a seqüência de passadas é repetida de 3 a 4 vezes, sendo cada linha de resíduo compactada de 6 a 8 vezes (considerando ida e volta), enquanto que em Rio das Ostras são 2 passadas, sendo a camada de resíduos 4 vezes compactada (ida e volta). Para o aterro de São Pedro da Aldeia e para a CTR Macaé, a quantidade ideal são 4 passadas, que devem ser contabilizadas como 8 passadas. Na CTR Nova Iguaçu, não foi possível identificar o número mínimo de passadas.

A compactação dos aterros é feita com trator de esteira (D50 em Piraí e D6 em Rio das Ostras, Macaé e São Pedro da Aldeia). Na central de Nova Iguaçu, além do trator de esteiras, é utilizado um rolo compactador tipo pata.

Os critérios para análise da qualidade da compactação encontrados nos aterros foram:

- Visual: percepção, pelo aspecto dos resíduos, se os resíduos estão compactados ou não.
- Vento: o resíduo compactado não pode ser espalhado pelo vento
- Estabilidade do trator: o operador percebe se o resíduo está compactado ao passar pela massa e não sentir o trator “afundar” com a compactação do resíduo.
- Peso específico: em aterros onde há pesagem dos resíduos e levantamento topográfico periódico é possível estimar o peso específico da massa de resíduos.

Recobrimento do Resíduo

Nos manuais, as espessuras da camada de cobertura diária indicadas são de 15 a 20 centímetros para a CONDER e de 20 a 30 centímetros para o IBAM (2001) e devem ser executadas no final do dia sobre a camada de resíduos depositada.

As espessuras das camadas de coberturas dos aterros estudados se mantiveram dentro dos padrões apontados pelo IBAM (MONTEIRO et al, 2001), entre 20 e 30 centímetros. A exceção desta regra foi São Pedro da Aldeia, cujo padrão não se dá pela espessura da camada e sim pela cobertura dos resíduos, que deve ser feita com a menor espessura possível e a quantidade de material de

cobertura utilizada é cerca de 15% do peso dos resíduos depositados. O caimento sugerido pelo IBAM, de 2% para um dos lados, somente é considerado na CTR Nova Iguaçu.

Em Piraí os resíduos depositados são completamente cobertos no final da operação diária. Nos aterros de Rio das Ostras, Macaé e São Pedro, nos quais há recepção de resíduos durante a madrugada, os taludes em operação não são cobertos e a cobertura diária ocorre no platô da célula. Na CTR Nova Iguaçu o platô é constantemente coberto, seguindo o avanço da célula e os taludes que podem ficar expostos por mais de 12 horas também recebem cobertura.

A manta de sacrifício é utilizada em São Pedro da Aldeia e em Nova Iguaçu, ambos em períodos muitos chuvosos. Trata-se de uma lona plástica e uma manta de PVC, respectivamente.

Com o encerramento de uma célula, deve ser executada uma camada de cobertura final, que ficará permanentemente exposta e sua espessura varia na literatura de 50 centímetros (MONTEIRO et al, 2001) a 60 centímetros (CONDER, [200-?].).

As áreas encerradas em Piraí receberam uma camada de cobertura seguindo as mesmas características da camada diária (com espessura entre 20 e 30 centímetros) e em seguida foram cobertas com grama. Enquanto o aterro de Piraí executa a camada final com cerca da metade da espessura obtida no referencial teórico (60 centímetro), São Pedro da Aldeia executa a camada final com aproximadamente o dobro da espessura indicada nos manuais, cerca de 1,20 metros. Em São Pedro da Aldeia, as camadas finais também são gramadas.

As CTR de Rio das Ostras, Macaé e Nova Iguaçu não possuem nenhuma área já encerrada. Em Rio das Ostras e Macaé as camadas finais serão executadas com 1 metro de solo local compactado e posteriormente gramadas.

O revestimento final da CTR Nova Iguaçu será composto por quatro camadas: manta de PEAD, duas camadas de 30 centímetros de argila compactada (com permeabilidade inferior a 10^{-7} cm/s) e uma camada de 40 centímetros de solo vegetal, plantado com gramíneas.

Equipamentos

A CONDER indica como equipamentos básicos para operação o trator de esteiras, a retro escavadeira e o caminhão basculante. O dimensionamento destes equipamentos dependentes do porte do aterro e da quantidade de resíduos recebidos (CASTILHOS et al, 2003).

Os equipamentos fundamentais e presentes em todos os locais visitados coincidiram com os equipamentos básicos indicados pela CONDER. Os tratores de esteira são utilizados no espalhamento, compactação e cobertura dos resíduos, as retro-escavadeiras são responsáveis pelo corte de material de cobertura, abertura de drenos horizontais de chorume, aberturas de valas de drenagem e carregamento do caminhão basculante e os caminhões basculantes transportam o solo de cobertura e demais materiais necessários.

O caminhão pipa é utilizado nas CTR Rio das Ostras, Macaé e Nova Iguaçu, umedecendo os acessos para controle da poeira. A pá carregadeira é utilizada nos aterros de Pirai e São Pedro da Aldeia para carregamento dos caminhões basculantes, otimizando a utilização da retro-escavadeira. Em São Pedro da Aldeia a retro-escavadeira também é utilizada no auxílio do descarregamento de caminhões carroceria fixa que chegam ao aterro com resíduos.

Pirai possui somente o trator de esteiras em tempo integral e sua manutenção é feita em uma garagem da prefeitura. Os demais equipamentos utilizados (pá carregadeira, caminhão basculante, retro-escavadeira e escavadeira) são solicitados conforme necessidade.

A dificuldade de mão-de-obra especializada e a reposição de peças sobressalentes são fatores importantes para a seleção dos equipamentos (MONTEIRO et al, 2001). Os aterros de São Pedro da Aldeia, Rio das Ostras e Macaé resolveram estes problemas terceirizando os equipamentos utilizados na operação, ficando a manutenção e o operador por conta do proprietário do equipamento.

Devido ao maior porte da CTR Nova Iguaçu, esta possui uma quantidade de equipamentos bem acima das encontradas nos demais aterros, o que tornou difícil a identificação de cada equipamento presente. A manutenção rotineira dos equipamentos é feita dentro da central.

Operação em dias de chuva

Nos períodos chuvosos existem dois problemas para a operação dos aterros: acesso à frente de operação e cobertura dos resíduos. Em Pirai, Macaé e Nova Iguaçu, os caminhões encontram dificuldades no acesso à frente de operação em períodos com chuvas intensas e eventualmente precisam depositar os resíduos temporariamente em outros locais.

Quando os caminhões conseguem acessar a frente de operação, os resíduos são espalhados e compactados. Esta regra serve para todos os aterros, exceto Macaé, que em períodos chuvosos não compacta os resíduos.

Os resíduos não recebem cobertura nestes períodos devido a dificuldade do manuseio do material de cobertura quando úmido. Neste ponto a operação diverge do manual da CONDER, que indica que em períodos chuvosos deve ser mantido um estoque de material de cobertura, entre outros materiais. Nova Iguaçu e São Pedro da Aldeia optam por mantas de sacrifício para cobertura durante os períodos chuvosos.

Todos os aterros intensificam a manutenção dos acessos não pavimentados nos períodos com muita chuva, para não comprometer o tráfego.

Manutenção dos Acessos

Os acessos internos são estradas de terra que são reforçadas com mistura solo-brita, pó de pedra, cascalho ou resíduos da construção civil. A manutenção é corretiva, feita somente quando algum dano maior ocorre.

As estradas da CTR Nova Iguaçu diferem um pouco das estradas dos outros aterros, pois possui uma base de rachão coberta com a mistura solo-brita e a manutenção é contínua.

Drenagem de Águas

Para impedir a infiltração de água nas células, os aterros instalam dreno na fase de implantação do aterro e no decorrer da operação, conforme especificado nos projetos ou seguindo a necessidade local.

A drenagem das águas superficiais na área de operação é executada com canaletas de concreto em todos os aterros, sendo assentadas nos pés dos taludes e em outros pontos estratégicos.

Em Rio das Ostras, algumas drenagens provisórias são feitas como valas escavadas no próprio terreno e na CTR Nova Iguaçu são instaladas escadas hidráulicas para descida das águas nos taludes das células.

Em Piraí, Macaé de Nova Iguaçu, existem drenos subterrâneos que coletam águas de nascentes do terreno. Em Piraí e Nova Iguaçu estes drenos atravessam as células, servindo como ponto de análise para verificação da confiabilidade da impermeabilização de base dos aterros.

Drenagem de Chorume e Gás

Todos os aterros visitados possuem drenos verticais e horizontais interligados para a drenagem de chorume e dos gases da massa de resíduos.

- Drenos horizontais:

Dispostos no modelo “espinha de peixe”, com exceção da drenagem de base da primeira fase do aterro de São Pedro da Aldeia, que teve seus drenos dispostos paralelamente. São executados nas bases dos aterros e a cada nível, antes de receber a nova célula.

São canais abertos com a retro-escavadeira na camada de cobertura, revestidos com bidim ou similar, a depender do aterro, e preenchidos com britas.

Em Nova Iguaçu, existem vários tipos de drenos, tanto vertical como horizontal, que não serão descritos devido à falta de informações sobre tais drenos.

As dimensões dos drenos de Macaé e Rio das Ostras seguem as dimensões da pá da retro-escavadeira, tendo 60 centímetros de largura e 40 centímetros de profundidade em Macaé e 80 centímetros de largura e 40 centímetro de profundidade em Rio das Ostras. Para os demais aterros, não há informações sobre as dimensões dos drenos.

- Drenos Verticais:

Os drenos verticais dos locais estudados foram feitos a partir da base dos aterros, crescendo continuamente na vertical com a elevação da altura da massa de resíduos, sendo apoiado num dreno horizontal.

Foram observadas três maneiras distintas de execução dos drenos verticais:

- Piraí

Em Piraí os drenos verticais são colunas formadas por pneus estruturados com vergalhões e preenchidas com britas.

- Rio das Ostras

Os drenos verticais de Rio das Ostras são confeccionados com tubos de ferro de cinco metros de altura e 40 centímetros de diâmetro, que são preenchidos com britas. A célula cresce ao redor do tubo e quando esta é encerrada o tubo é erguido e removido, permanecendo somente o caminho de britas. Na ponta de drenos já encerrados coloca-se um tubo de concreto preenchido com brita para queima dos gases.

- Macaé e São Pedro da Aldeia

Os drenos verticais de Macaé e São Pedro da Aldeia têm execuções semelhantes. A estrutura externa é envolta por uma tela de aço e dentro há uma manilha de concreto perfurada, e o espaço entre a tela e o tubo é preenchido por rachão (Macaé) ou brita (São Pedro da Aldeia). Em Macaé, o tubo de concreto é preenchido internamente com brita, o que não ocorre em São Pedro da Aldeia. Em São Pedro da Aldeia, o dreno vertical é envolto por bidim.

5.5. Tratamento do Chorume e dos Gases

Chorume

Citado como o método de tratamento mais utilizado no Brasil, as lagoas em série estavam presentes na maioria dos aterros visitados.

Nos aterros de Macaé e São Pedro da Aldeia, onde não há tratamento, o chorume é retido nas lagoas de acumulação e estabilização. No caso de Macaé, está prevista uma estação de tratamento de chorume, que atualmente fica retido na

lagoa e será recirculado durante a construção da estação. Em São Pedro da Aldeia, o chorume retido na lagoa de estabilização é encaminhado para estação de tratamento de esgoto do município, onde passa por um tratamento combinado (chorume + esgoto).

As lagoas em série fazem parte do sistema de tratamento de chorume de Rio das Ostras, que além das lagoas possui o sistema de *geobag* e um *wetland*, e do sistema de tratamento de chorume de Piraí, que além da lagoa possui dois filtros biológicos (trabalhando paralelamente) e um *wetland*.

Nova Iguaçu possui o sistema de tratamento de chorume muito sofisticado, em comparação com os demais aterros, passando por peneiramento, tratamento químico, reatores anóxico e biológico, membrana de ultra filtração e osmose reversa.

Gases

Os gases gerados no aterro devem ser drenados e encaminhados para queima ou aproveitamento energético (GOMES et al, 2009). Todos os aterros (com exceção de Nova Iguaçu) afirmaram queimar os gases na saída dos drenos, porém a queima efetiva só foi observada nos drenos da CTR Macaé e somente em alguns drenos. Nos demais aterros, apesar dos responsáveis afirmarem, as saídas dos drenos não estavam em combustão.

Em Nova Iguaçu o gás captado segue para queima controlada no *Flare* e futuramente será utilizado para produção energética.

5.6. Monitoramentos

Dentre os sete pontos a serem monitorados segundo o manual da CONDER , [200-?], foram identificados seis pontos, em diferentes aterros, especificados a seguir:

- Monitoramento das Águas Superficiais

Presente na CTR Nova Iguaçu, onde é realizado com frequência trimestral.

- Monitoramento do Lençol Freático

Todos os aterros afirmam possuir monitoramento do lençol freático. Nos aterros de Pirai e de São Pedro da Aldeia os funcionários não souberam informar a frequência da amostragem, nas CTR Nova Iguaçu e Rio das Ostras este monitoramento ocorre trimestralmente.

Em Macaé o monitoramento das águas ocorreu na fase de implantação do aterro, mas ainda não foi repetido durante a operação, apesar de possuir poços para coleta já instalados.

- Monitoramento do Chorume e do Efluente Tratado

Este monitoramento está presente nos três aterros que possuem tratamento de chorume, ou seja, Pirai, Rio das Ostras e Nova Iguaçu. Os pontos de coleta são distribuídos entre o efluente bruto, alguns pontos do tratamento e o efluente tratado.

Em Pirai as amostras de chorume são coletadas e analisadas três vezes ao ano, já em Rio das Ostras a amostragem ocorre a cada três meses. Na CTR Nova Iguaçu não foi possível obter dados da frequência de análise.

- Monitoramento dos Resíduos Recebidos no Aterro

Os resíduos recebidos são monitorados em todos os aterros visitados. Em Pirai e Macaé o controle na entrada identifica o veículo e identifica o tipo de resíduo. Em Rio das Ostras e São Pedro da Aldeia são identificados os veículos, o tipo de resíduo (visualmente) e peso líquido do resíduo.

Em Nova Iguaçu são monitorados os mesmos itens de Rio das Ostras e São Pedro da Aldeia, sendo diferenciada a identificação dos resíduos em veículos particulares, os quais estão sujeitos a coleta de amostra e análise em laboratório.

- Monitoramento do Maciço

O maciço é monitorado através de levantamento topográfico no aterro de São Pedro da Aldeia (mensalmente) e na CTR Nova Iguaçu (sem informações sobre a frequência).

- Monitoramento do Sistema de Exaustão e Drenagem dos Gases

Os sistemas de exaustão e drenagem dos gases são continuamente monitorados na CTR Nova Iguaçu, durante todos os dias da semana e em tempo integral.

5.7. Controle de Vetores

A cobertura diária estava presente como principal forma de controle de vetores em todos os locais visitados.

Outra medida para controle de vetores são os fogos de artifícios, disparados sempre que um urubu se aproxima. Esta medida é utilizada nos aterros de Macaé e Rio das Ostras.

São Pedro da Aldeia aproveitou uma medida mais simples, a instalação de bandeiras na área de operação, que são agitadas pelo vento e mantêm os urubus afastados.

Em Nova Iguaçu a outra medida de prevenção, além da cobertura diária, está relacionada ao controle das moscas e trata-se de placas que contêm hormônios e atraem as moscas.

Os aterros não possuíam cinturão verde, porém todos eles são instalados em áreas cercadas de vegetação, auxiliando na prevenção de vetores da mesma maneira que o cinturão, servindo de abrigo para alguns predadores (CONDER, [200-?]).

5.8. Presença de Catadores e Animais

Não há presença de catadores no interior dos aterros visitados. Em Piraí, a cerca existente não é capaz de deter o gado das áreas vizinhas e eventualmente este gado entra no aterro. Em Rio das Ostras há um cachorro que vive nas dependências do aterro.

5.9. Acidentes de Trabalho

O engenheiro da CTR Nova Iguaçu relatou que os acidentes de trabalho mais comuns são os tombos e cortes com ferramentas, mas não foi possível obter dados estatísticos. Os demais aterros não registraram nenhum acidente de trabalho.

Como medida de proteção em todos os aterros, há a distribuição periódica de equipamentos de proteção, dentre os quais estão: luvas, botas reforçadas, óculos de proteção, máscaras, protetores auricular e capas de chuva. No aterro de São Pedro da Aldeia e na CTR Nova Iguaçu há no quadro de funcionários pessoas responsáveis pela segurança no trabalho.

5.10. Acidentes Ambientais

Somente em Rio das Ostras e Nova Iguaçu existem relatos de acidentes ambientais, ambos sem conseqüências ou danos.

5.11. Principais Problemas da Operação

Um dos itens do questionário perguntava aos funcionários dos aterros quais eram os principais problemas da operação de um aterro. A unanimidade foi a operação em dias de chuva, que fica muito prejudicada devido a dificuldade de acesso, a complicação no manuseio dos resíduos e do material de cobertura quando úmidos e a segurança do operador e dos motoristas.

O segundo item mais citado foi a falta de recursos materiais para operação adequada, com brita e pó de pedra. Este problema foi citado por duas CTR, a de Rio das Ostras e a de Macaé.

Os outros itens citados foram a alta rotatividade dos operadores de máquinas e a constante manutenção do trator de esteiras, ambos relatados pelo funcionário do

aterro de Pirai, e o problema das condições naturais do terreno, que foi indicado pelo engenheiro da CTR Nova Iguaçu.

6 CONCLUSÕES

A pesquisa apresentou como são executados na prática alguns itens preconizados em manuais e outras publicações para operações de aterros sanitários. Através da avaliação dos resultados, foi possível identificar alguns pontos coincidentes e divergentes da operação com a literatura. A divergência também ocorreu entre os aterros visitados, apesar de que alguns itens serem padronizados em todos eles.

Foram estudados aterros em municípios com populações entre 26.114 e 865.089 habitantes. As unidades visitadas tinham diferentes portes, o que dificultou a comparação dos procedimentos dos aterros, sendo impossível a comparação de algumas práticas operacionais. A recepção dos resíduos nos locais visitados varia entre 30 t/dia e 1.000 t/dia em média para os RSU (resíduos domiciliares e resíduos de limpeza pública) e 0,8 t/dia a 2,0 t/dia para RSS. A comparação do total dos demais resíduos recebidos foi impossibilitada pelas diferentes considerações feitas em cada local, na classificação e nas unidades de controle.

Dos cinco aterros visitados, apenas o Aterro Sanitário de Piraí é operado pela prefeitura, o que evidencia a tendência de terceirização do setor, conforme constatado no Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos (SNIS, 2006). A infraestrutura instalada cresce conforme o porte do aterro e nos aterros operados por empresas privadas a balança rodoviária estava presente em todos, sendo a pesagem dos resíduos fundamental para cobrança dos serviços. Os equipamentos básicos são terceirizados em três dos aterros visitados, como solução para os problemas de reposição de peças e mão-de-obra especializada.

Quatro aterros visitados recebem algum tipo de RCC, sendo parte deste resíduo utilizada na manutenção do aterro. Os tratamentos/destinação encontrados para os RSS foram o esterelizador, a autoclave e valas sépticas.

As alturas das células variaram de 3,5 a 5 metros e o espalhamento e compactação dos resíduos são efetuados principalmente com trator de esteiras. A espessura da camada de espalhada não é controlada e a compactação é semelhante em todos os aterros, variando somente o número de passadas do trator. A cobertura diária (nos taludes ou somente na plataforma, a depender do aterro) é feita com solo local tendo espessura entre 20 e 30 cm.

O chorume recolhido é tratado ou acumulado no local, não sendo lançado no meio ambiente sem tratamento. Os gases captados nos aterros não recebem tratamento adequado, com exceção da CTR Nova Iguaçu, onde o gás tem queima controlada em um Flare.

O principal problema da operação de um aterro são os períodos chuvosos, devido à dificuldade de acesso e na operação das máquinas.

A pesquisa evidenciou a não existência de um padrão operacional nos aterros visitados

7 RECOMENDAÇÕES

Para se obter um estudo mais aprofundado sobre alguns pontos da operação e elaborar um manual contendo a descrição detalhada de cada item da operação, seriam necessários alguns dias de acompanhamento em tempo integral da operação em cada aterros sanitário. Algumas informações coletadas não puderam ser vistas em prática, como por exemplo, a execução de drenos e a cobertura diária dos resíduos, o que pode ter comprometido a descrição. Devido às maiores proporções da CTR Nova Iguaçu, a visita foi menos satisfatória que as demais e demandaria outras visitas e mais tempo de estudo, havendo no local uma riqueza de informações e normas internas a serem exploradas.

Algumas iniciativas simples poderiam ser adotadas nos demais aterros, como a cerca móvel, a unidade de apoio móvel e a manta de sacrifício para dias chuvoso. Os gases coletados devem receber maior atenção por parte dos operadores nos aterros de Piraí, Rio das Ostras, Macaé e São Pedro da Aldeia, devendo ser efetivamente queimados e monitorados.

Propõe-se um estudo sobre a destinação de resíduos da construção civil nos municípios de Piraí, Rio das Ostras e Macaé, cujos aterros não recebem RCC ou recebem apenas partes selecionadas deste resíduo (conforme afirmação dos operadores) e no município de Nova Iguaçu, que afirma receber o entulho produzido no município, mas a quantidade recebida é bastante reduzida.

Outro estudo proposto refere-se a acidentes de trabalhos e saúde do trabalhador de aterros sanitários, que trabalham sobre condições insalubres. Na pesquisa, apenas a CTR Nova Iguaçu citou tipos de acidentes ocorridos, sem dados estatísticos. Nos demais aterros não houve relato de acidentes de trabalho, que possivelmente ocorrem, mas não são relatados.

REFERÊNCIAS

- ALCÂNTARA, P. B.. *Avaliação da Influência da Composição de Resíduos Sólidos Urbanos no Comportamento de Aterros Simulados*. Tese de Doutorado em Engenharia Civil. Universidade Federal de Pernambuco. Recife/PE, 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 10004: resíduos sólidos: classificação*. Rio de Janeiro, 2004a.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 10006: Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos*. Rio de Janeiro: 2004b.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 10007: Amostragem de Resíduos Sólidos*. Rio de Janeiro: 2004c.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 12808: Resíduos de Serviço de Saúde*. Rio de Janeiro: 1993.
- BLASTONE, R.; SMITH, J.; WILSON, D. *The safe disposal of hazardous wastes: the special needs and problems of developing countries*. Washington, D. C.: World Bank Technical, 1989.
- BLISS, R. A. A compact guide to landfill operation: machinery, management and misconceptions. *Waste Management World*, 2006. Disponível em: <<http://www.waste-management-world.com/>>. Acesso em: 4 dez. 2009.
- CARVALHO, A. R.; *Percâmetro: um novo equipamento para medidas de parâmetros geotécnicos de resíduos sólidos*. Desenvolvimento e aplicação no aterro sanitário de Santo André – São Paulo. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Universidade de Federal de Viçosa. Viçosa, 2002.
- CATAPRETA, C. A. A.; SIMÕES. G. F.; BARROS, R. T. V. Avaliação da densidade de resíduos sólidos urbanos dispostos em um aterro experimental. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL, 30, 2006, Punta del Este. Anais... Punta del Este: AIDIS, 2006
- CATAPRETA, C. A. A.; SIMÕES. G. F.; BATISTA, H. P.; OLIVEIRA, A. F. G.; OLIVEIRA, L. C. M. *Influência da Umidade e Fatores Operacionais na Compactação de Resíduos Sólidos Urbanos no Aterro Sanitário de Belo Horizont, MG*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23, 2005, Campo Grande. *Resumos..* ABES, 2005
- CATAPRETA, C. A. A.; SIMÕES, G. F., BATISTA, H. P.; MARTINS, H. L. *Avaliação da Compactação dos Resíduos Sólidos Urbanos Dispostos no Aterro Sanitário da BR-040 em Belo Horizonte – MG*. In: CONGRESSO BRASIEIRO DE GEOTECNIA AMBIENTA - REGEO, 5, 2003, Porto Alegre. *Resumos...* ABMS, 2003.

CENTRO DE INFORMAÇÕES E DADOS DO RIO DE JANEIRO - CIDE; *Mapa Oficial do Estado do Rio de Janeiro (2001)*. Disponível em: http://www.cide.rj.gov.br/mapas_estado.php. Acessado em 06/03/2010. Rio de Janeiro/RJ, 2001.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. *Procedimento para Implantação de Aterro Sanitário em Valas*. São Paulo, 2005. Disponível em: www.ambiente.sp.gov.br/valas/proced_implantacao/proc_implant.pdf Acesso em 23/08/2009

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO URBANO DO ESTADO DA BAHIA – CONDER. *Manual de Operação de Aterros Sanitários*. Bahia, [200-?].

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. *Resolução nº358 - Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências*. CONAMA, 2005.

GOMES, L. P. (Coord.). *Estudos de caracterização e tratabilidade de lixiviados de aterros sanitários para as condições brasileiras*. Rio de Janeiro: ABES, 2009. Projeto PROSAB.

GOOGLE EARTH. Disponível em: <http://earth.google.com/intl/pt/>

GUIMARÃES, L. T. *Utilização do Sistema de Informação Geográfica (SIG) para identificação de áreas potenciais para disposição de resíduos na Bacia do Paquequer, município de Teresópolis - RJ*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Universidade de Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2000.

HOLAND, T. *The Fundamentals of Waste Compaction on a Landfill Site*. Wastes Management, 1995. Apud MARQUES, A. C. M. *Compactação e Compressibilidade de Resíduos Sólidos Urbanos*. Tese de Doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos/ SP, 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. *Cidades@ - Estimativa da População 2009*. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat>. Acessado em 06/03/2010. IBGE, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. *Cidades@ - Produto Interno Bruto dos Municípios 2007*. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acessado em 06/03/2010. IBGE, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. *Estados@* Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/estadosat>. Acessado em 08/11/2009. IBGE, 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. *Pesquisa Nacional de Saneamento Básico*. Rio de Janeiro/RJ: IBGE, 2000.

CASTILHOS JUNIOR, A. B. (Coordenador). *Resíduos sólidos urbanos: aterro sustentável para municípios de pequeno porte*. Rio de Janeiro: ABES, RiMa, 2003. Projeto PROSAB

KERBER, D. D. *Alternativa de contenção e desidratação natural de lodo na ETA Passaúna, Curitiba – PR*. In: Simpósio Internacional de Ciências Integradas da UNAERP. Universidade de Ribeirão Preto. Guarujá, 2008. Disponível em: <http://www.cimm.com.br/portal/publicacao/exibir/112>

MACAÉ. Prefeitura. Disponível em: <<http://www.macaé.rj.gov.br>>. Acessado em 12/09/10.

MARQUES, A. C. M. *Compactação e Compressibilidade de Resíduos Sólidos Urbanos*. Tese de Doutorado em Engenharia. Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos/ SP, 2001.

MONTEIRO, J. H. P. et al. *Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos*. Rio de Janeiro/RJ: IBAM, 2001.

MORAES, P. B.; BERTAZZOLI, R.; *Degradação Fotoquímica de Chorume de Lixo Gerado em Aterros Sanitários*. In.: Workshop Brasil-Japão em Energia, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 3, 2005. Resumos...UNICAMP, 2005.

NOVA IGUAÇU. Prefeitura. Disponível em: <www.novaiguacu.rj.gov.br>. Acessado em 27/12/10.

PNUD; IPEA; FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. *Atlas do desenvolvimento humano no Brasil*. Brasília: PNUD/IPEA/Fundação João Pinheiro, 2000. Disponível em: <http://www.pnud.org.br/home/>

RIO DAS OSTRAS. Prefeitura. Disponível em: <<http://www.riodasostras.rj.gov.br>>. acessado em 02/09/10.

SAN DIEGO. Environmental Services Department. *Landfill Operations Manual*. San Diego, 2009. Disponível em: <http://www.sandiego.gov/environmental-services/ems/lfill.shtml>

SÃO PEDRO DA ALDEIA. Prefeitura. Disponível em <<http://pmspa.rj.gov.br>> Acessado em 20/12/10.

SIMÕES, G. F.; CATAPRETA, C. A. A.; MARTINS H. L.; BATISTA H. P. *Recalques em Resíduos Sólidos Dispostos no Aterro Sanitário de Belo Horizonte*. In: Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 11, 2004, Natal. Resumos...ABES, 2004

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – SNIS. *Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos de 2006*. SNIS, 2006.

SURPRENANT, G.; LEMKE, J.; *Landfill compaction: setting a density standard*. Waste Age, 1994. Apud MARQUES, A. C. M. *Compactação e Compressibilidade de Resíduos Sólidos Urbanos*. Tese de Doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos/ SP, 2001.

TEIXEIRA, G. P.; LACERDA, G. B. M.; FRANÇA, R. A. *Metodologia de Operação de Aterro Sanitário no Município de Juiz de Fora – MG*. Seminário Nacional de Resíduos Sólidos - Responsabilidade Sócio-ambiental, 8, 2006, São Luís. ABES, 2006.

APÊNDICE – Roteiro de perguntas aplicado nos aterros sanitários visitados

Características

1. Qual a área útil do aterro? _____
2. Qual a área total do empreendimento? _____
3. Qual o método construtivo (trincheira, rampa, área)? _____
4. Como foi feita a impermeabilização da base? _____
5. Recebe resíduo de outro município?
 - Não Sim. Quais? _____
6. Existe estação de transferência no município?
 - Não Sim.

Controle de Entrada

1. Quais os tipos de resíduos que o aterro recebe?
 - Doméstico
 - RSS
 - RCC
 - Galhada
 - Limpa-Fossa
 - Outros: _____
2. Quais os tipo de veículos que entram no aterro?

3. Há pesagem na entrada do veículo?
 - Não Sim
4. Há identificação do resíduo na entrada do veículo?
 - Não Sim
5. Quantos veículos em média entram no aterro por dia? _____
6. Qual o total em tonelada, por tipo de resíduo, que se recebe em média por dia?

Doméstico:	<input type="checkbox"/> Próprio _____	<input type="checkbox"/> Outros Municípios: _____
RSS:	<input type="checkbox"/> Próprio _____	<input type="checkbox"/> Outros Municípios: _____
RCC:	<input type="checkbox"/> Próprio _____	<input type="checkbox"/> Outros Municípios: _____
Galhada:	<input type="checkbox"/> Próprio _____	<input type="checkbox"/> Outros Municípios: _____
Limpa-Fossa:	<input type="checkbox"/> Próprio _____	<input type="checkbox"/> Outros Municípios: _____
Outros:	<input type="checkbox"/> Próprio _____	<input type="checkbox"/> Outros Municípios: _____

Quadro de Funcionários

7. Quantos funcionários estão envolvidos com a operação? _____
8. Quais os horários dos turnos?

Manhã: _____
Tarde: _____
Noite: _____

Licenciamento

1. Quando o aterro começou a operar? _____
2. Quando obteve licença? _____
3. Que tipo de licença possui? _____
4. Qual é a validade da licença? _____
5. Quando será o encerramento? _____

Operação

1. Após o espalhamento, é feita a compactação do resíduo?
 Não Sim

2. Como é feita? (de baixo para cima? Ida e volta?)

3. Quais os equipamentos utilizados no espalhamento/compactação?

4. Como o operador percebe que atingiu um bom grau de compactação?

5. Qual o número de “passadas” que o operador considera ideal para uma boa compactação?

6. Há monitoramento periódico do peso específico?
 Não Sim, resumo deste controle: _____

7. Qual é a frequência de cobertura? _____

8. Como o operador percebe que o resíduo já está devidamente coberto?

9. Como é controlada a espessura da camada de cobertura diária?

10. Qual a origem do material de cobertura diária?

Do Próprio Aterro Sanitário Outros: _____

11. A camada intermediária é removida no próximo dia de trabalho?

Não Sim

12. Como é controlada a espessura da camada de cobertura final?

13. Qual a origem do material de cobertura final?

Do Próprio Aterro Sanitário Outros: _____

14. OS taludes definitivos são gramados?

Não Sim

15. Qual é a altura de cada célula? _____

16. Qual a cota atual do aterro? _____

17. A que cota se espera chegar? _____

18. Quais são os outros equipamentos utilizados na operação do aterro?

19. Como é feita a manutenção dos equipamentos? (preventiva/reparos)

20. Como é feita a drenagem das águas? Como é sua manutenção?

21. Como é a operação em dias de chuva?

22. Há controle de gases (coleta/queima)?

Não Sim, resumo deste controle: _____

23. A qualidade dos gases é monitorada?

Não Sim, resumo deste controle: _____

24. Há controle de efluentes (coleta/tratamento)?

Não Sim, resumo deste controle/tratamento: _____

(tratamento, destino final, monitoramento, etc.)

25. Como são feitos os drenos de chorume e gases?

26. Há controle monitoramento dos recalques?

Não Sim. Como é feito? _____

27. Como se faz o controle de vetores (ratos, urubus)?

28. Como é feita a manutenção dos acessos? Qual é a frequência?

29. O aterro recebe Limpa-fossa?

Não Sim. Qual é o tratamento? _____

30. Recebe galhada?

- Não Sim. Qual é o tratamento? _____

31. Recebe RCC?

- Não Sim. Qual é o tratamento? _____

32. Quais são os três principais problemas da operação de aterros sanitários?

Acidentes de Trabalho

1. Quais os tipos de acidentes mais comuns?

2. Quais são as medidas de proteção adotadas?

Acidentes Ambientais

1. Já ocorreu algum acidente ambiental?

- Não Sim. Quando ocorreu e como foi? _____

2. Quais são as medidas de proteção contra acidentes ambientais adotadas?

Observações

ANEXO - Procedimento Operacional da CTR Nova Iguaçu – Divulgação Restrita

	TÍTULO RECEBIMENTO, ESPALHAMENTO, COMPACTAÇÃO E COBERTURA DE RESÍDUOS		
	ELABORADOR Tiago Werderits Assist. Téc. Medição	DATA 25/09/2009	NÚMERO PCP-NIC-007
	APROVADOR William Martins – Superv. de Produção	REVISÃO 00	PÁGINA 1 / 7

1 OBJETIVO

Este procedimento operacional (POP) visa estabelecer diretrizes de controle operacional às atividades envolvidas na destinação final de resíduos na célula de operação.

2 APLICAÇÃO

Este procedimento é aplicável aos apontadores de campo e aos colaboradores envolvidos diretamente no subprocesso OPA "Operação de Aterro".

3 REFERÊNCIAS

Projeto Executivo do Aterro Sanitário de Nova Iguaçu
 Caderno de Desenhos do Aterro Sanitário de Nova Iguaçu
 Programa de Prevenção de Riscos Ambientais

4 DEFINIÇÕES

"Bolo de Nolva": Forma de preenchimento dos taludes que se assemelha ao formato de um bolo em camadas.

Talude: Rampa formada em aterros ou cortes, com inclinação prevista.

Berma: Parte superior das células de resíduos que ficam expostas, objetivando aumentar a estabilidade do aterro e facilitar a manutenção e o monitoramento da célula.

Basculamento: Descarga de material do equipamento para posterior utilização

Praça de Operação: Espaço onde a operação recebe o resíduo para posterior arranjo compactado e cobertura. Também denominada como "Frente de Operação".

Ensaio de Proctor Normal: Ensaio de compactação idealizado por Ralph Proctor, que permite uma caracterização do solo, para que o mesmo possua um nível de umidade favorável à compactação, de acordo com a energia de compactação específica (peso do rolo compressor e/ou trator e número de passadas por camadas).

Solo Argiloso: Camada superficial da crosta terrestre, na qual os grãos de argila são bem menores que os grãos de areia, conseguindo assim um ótimo potencial para retenção de água,



uma vez que é pouco permeável e bem menos arejado - os espaços são menores dificultando o escoamento de água e a entrada de ar.

Solo Vegetal: Fértil, rico em húmus (matéria orgânica do solo proveniente de animais e vegetais em decomposição), amplamente indicado para o cultivo de plantas em geral e para a jardinagem.

5 RESPONSABILIDADE

TAREFA	RESPONSÁVEL
Deslonação dos caminhões e indicação de aterro para bascular	Servente (Tira-Lonas)
Orientação para basculamento correto e operação de comandos externos para abertura da caçamba	Servente (Ponta-de-Aterro)
Espalhamento e compactação dos resíduos recebidos	Operador de Máquinas
Informar à Pesagem local da praça de operação	Topografia
Preenchimento do relatório diário de obras	Encarregado Geral ou de Operação

6 MATERIAIS, FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS

Para a execução das atividades descritas neste procedimento far-se-á necessário rádio de comunicação, veículo automotor, e garrafa térmica com água mineral.

7 DESCRIÇÃO DO PROCEDIMENTO

Ao chegar na CTR, os caminhões deverão se dirigir à Balança Industrial para que sejam pesados. Depois da pesagem inicial, deverão ser encaminhados ao tira-lonas para saber em qual aterro deverá bascular o resíduo e também para retirar a lona que recobre a caçamba, quando necessário.

7.1 DESLONAMENTO

Caso o caminhão precise retirar a lona para bascular, siga os passos a seguir.

Passo 1: Sempre em dois, aguardem o posicionamento do caminhão entre as escadas.

Passo 2: Solte as presilhas laterais (elásticos) que seguram a lona;

Passo 3: Dobre a lona no sentido: traseira do caminhão para frente e prenda os elásticos nos ganchos ou nos apoios atrás da cabine.



Passo 4: Oriente o motorista para que se dirija ao aterro específico para seu resíduo

7.2 RECEBIMENTO DO RESÍDUO

Após retirar a lona o motorista deverá seguir para o aterro indicado, a fim de bascular o resíduo. O ponta-de-aterro deverá ajudar o motorista conforme os passos a seguir:

Passo 1: Aguarde a chegada do caminhão no aterro.

Passo 2: Indique o lugar que ele deve descarregar

Passo 3: Nos caminhões compactadores use as alavancas de comando para bascular o resíduo da caçamba, ficando um dos pontas-de-aterro observando se foi retirado todo o lixo da caçamba

Passo 4: No restante dos caminhões deverá ficar um ponta-de-aterro na frente do caminhão, à aproximadamente cinco passos de distância, observando se este está tombando e um ponta-de-aterro na parte traseira, também a cinco passos de distância, observando se foi retirado todo o resíduo da caçamba

7.3 COMPACTAÇÃO

Este serviço será realizado pelos operadores de máquinas, a saber: Trator de Esteira ou Lâmina, Escavadeiras Hidráulicas e Rolo Compactador do tipo pata.

Para realizar a compactação siga os passos a seguir:

Passo 1: Espere o caminhão bascular todo o resíduo, conforme a orientação dos pontas-do-aterro

Passo 2: Quando o caminhão se afastar, espalhe o resíduo em rampas com o trator.

Passo 4: Use a escavadeira para auxiliar na conformação das camadas inclinadas (taludes).

ATENÇÃO: Tome cuidado para não ultrapassar os cinco metros de altura que a célula de resíduo deve ter. Quando estiver no "Bolo-de-Noiva" use a cruzeta para saber quando chegou nos 5 (cinco) metros de altura da célula. Caso a célula já estiver sido iniciada, não é obrigatório o uso da cruzeta, podendo ser utilizada a altura do corte dos taludes como referência.

Passo 5: Compacte com passadas de trator e com o rolo compactador do tipo pata.

ATENÇÃO: O rolo compactador somente poderá ser utilizado na vertical, ficando proibido seu uso para compactação de resíduo em taludes (camadas inclinadas)

A cada mudança na localização do recebimento, espalhamento e compactação dos resíduos, o Encarregado Geral ou o Encarregado de Operação deverá informar ao setor de Topografia, que



por sua vez informará ao setor de Pesagem para que este possa lançar estes dados no Sistema RESIS para fins de rastreabilidade.

Esta localização deverá ser descrita no "Relatório Diário de Obras" – FORM-NIG-015, que em seguida deverá ser validado pelo Fiscal residente na obra.

7.4 COBERTURA DE RESÍDUOS

Diariamente o lixo lançado deverá receber uma cobertura de material específico, com espessura mínima de 30 centímetros. Em função da quantidade de lixo recebido no aterro e das dimensões da célula em execução, a cobertura do topo da célula do lixo deverá ser feita continuamente, deixando-se apenas exposta a frente de lançamento, a qual por sua vez deverá receber o recobrimento sempre que houver paralisação do lançamento de lixo por mais de 12 (doze) horas. A tarefa deverá seguir os seguintes passos:

Passo 1: Aguarde o basculamento do material para cobertura: solo argiloso ou material inerte¹.

Passo 2: Espalhe o material com o trator.

Passo 3: Quando necessário, ajuste os taludes com o auxílio da escavadeira.

Passo 4: Compacte o material com passadas de trator e com o rolo compactador até conseguir uma espessura mínima de 30 (trinta) centímetros.

A cobertura diária dos resíduos, assim como sua localização, serão descritos no "Relatório Diário de Obra" – FORM-NIG-015, que deverá ser validado pelo fiscal da EMLURB residente na obra.

7.5 ACOMODAÇÃO E COMPACTAÇÃO DO REVESTIMENTO FINAL

Ao término do processo "Bolo de Noiva", após a cobertura diária de resíduos em todas as superfícies dos taludes, bermas e patamares do aterro, será dado início a execução do Revestimento final do aterro, seguindo os seguintes passos:

Passo 1: Após o basculamento, espalhe e compacte solo argiloso² sobre a última camada de cobertura até conseguir uma camada de revestimento de 30 (trinta) centímetros.

Passo 2: Aguarde a coleta do solo argiloso e conseqüente resultado do Ensaio de Proctor Normal. Que deverá apresentar desvio de 0% à +2% (h-hOT) e permeabilidade inferior a 10-7cm/s.

¹ O material retirado da implantação proveniente de jazida licenciada é utilizado para recobrimento de resíduos e cobertura final. Havendo necessidade de aquisição de material de cobertura de área externa aos locais licenciados na CTR, as aquisições serão feitas com fornecedores qualificados conforme lista de itens críticos.

² Idem a Nota 1.



Passo 3: Repita o Passo 1 para conseguir mais uma camada de revestimento de 30 (trinta) centímetros.

Passo 4: Aguarde a coleta do solo argiloso e conseqüente resultado do Ensaio de Proctor da segunda camada compactada, cujo valor deverá ser de 0% a +2% (h-hOT) de desvio e permeabilidade inferior a 10^{-7} cm/s. Inicie o Passo 5 somente se o valor do ensaio estiver dentro do valor especificado

Passo 5: Após basculamento de solo vegetal, espalhe até conseguir uma espessura mínima de 40 (quarenta) centímetros.

Passo 6: Faça o plantio de gramíneas.

Passo 7: Rogue as gramíneas até a "poga" definitiva.

A localização do recebimento, espalhamento e compactação da argila, solo vegetal e a colocação da grama, devem ser descritos no Relatório Diário de Obras – FORM-NIG-015

8 CONSIDERAÇÕES DE QUALIDADE, SEGURANÇA, MEIO AMBIENTE E SAÚDE

Os responsáveis pela execução desta tarefa deverão estar integrados à Política do SGI da empresa, conhecer os compromissos de conduta dos colaboradores da Haztec, juntamente com as normas de Meio Ambiente, Saúde, Higiene e Segurança Ocupacional; além de receber treinamento prévio deste POP. Deverá também ter o cuidado de controlar a quantidade de resíduos gerados, diminuindo sua emissão e segregando corretamente os mesmos por meio dos recipientes para coleta seletiva, distribuídos pelas dependências do aterro.

Quando em campo, deverá estar uniformizado, e de acordo com a sua atividade e condições climáticas, deverá adotar as medidas de segurança e cuidados com o meio ambiente conforme a tabela abaixo:

ATIVIDADE	MEDIDAS DE SAÚDE E SEGURANÇA	CUIDADOS COM O MEIO AMBIENTE
- Tira-Lonas / Ponta de Aterro	Quando em campo utilize os seguintes EPIs: - Calçado de segurança com palmilha de aço (Couro); - Máscara PFF2-V.O; - Luva de PVC; - Colete Sinalizador (trabalho	- Use a água e a energia elétrica de maneira racional; - Reduza o consumo de papel com a utilização de rascunhos; - Faça a coleta seletiva: Lixeira Azul: papel e papelão Lixeira Vermelha: plásticos



	<p>noturno)</p> <p>Capacoto(somonto tira-lonas);</p> <ul style="list-style-type: none"> - Perneira; - Óculos de Segurança. <p>Em dias Chuvosos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Calçado de segurança com palmilha de aço (PVC, de cano longo); e - Capa de Chuva. 	<p>Lixeira Verde: vidros</p> <p>Lixeira: Amarela: metal (latinhas)</p> <p>Lixeira Cinza: resto de comidas</p>
- Operador de Máquinas	<p>Quando em campo utilize os seguintes EPIs:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Calçado de segurança com palmilha de aço (Couro); - Máscara PFF2 V.O; - Protetor Auricular (tipo concha); - Óculos de Segurança <p>Em dias Chuvosos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Calçado de segurança com palmilha de aço (PVC, de cano longo); e <p>Capa de Chuva.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Use a água e a energia elétrica de maneira racional; Reduza o consumo do papel com a utilização de rascunhos; - Desligue a máquina quando for fazer pausas longas - Faça a coleta seletiva. <p>Lixeira Azul: papel e papelão</p> <p>Lixeira Vermelha: plásticos</p> <p>Lixeira Verde: vidros</p> <p>Lixeira: Amarela: metal (latinhas)</p> <p>Lixeira Cinza: resto de comidas</p>
- Motoristas	<p>Quando em campo utilize os seguintes EPIs:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Calçado de segurança com palmilha de aço (Couro); - Máscara PFF-2 VO; - Óculos de Segurança. 	<p>Lixeira Verde: vidros</p> <p>Lixeira: Amarela: metal (latinhas)</p> <p>Lixeira Cinza: resto de comidas</p>

9 REGISTROS

FORM-NIG-015– “Relatório Diário de Obra”

Ensaio de Compactação e Permeabilidade da Camada de Revestimento.

10 ANEXOS

Não Aplicável.

**11 HISTÓRICO**

HISTÓRICO DAS ALTERAÇÕES				
DATA	REVISÃO	DESCRIÇÃO DOS ITENS REVISADOS	ELABORAÇÃO	APROVAÇÃO
25/09/09	00	Emissão inicial.	Tiago Werderits	William Martins