

ÍNDICE DE QUALIDADE NO SISTEMA DA GESTÃO AMBIENTAL EM
ATERROS DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS - IQS

Saulo Machado Loureiro

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DOS
PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM
ENGENHARIA CIVIL.

Aprovada por:

Prof. Cláudio Fernando Mahler, D.Sc.

Prof. Maurício Ehrlich, D.Sc.

Prof. Rogério de Aragão Bastos do Valle, D.Sc.

Prof. Emilio Lebre La Rovere, D.Sc.

Prof^a. Terezinha Cássia de Brito Galvão, Ph.D.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

OUTUBRO DE 2005

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

LOUREIRO, SAULO MACHADO

Índice de Qualidade no Sistema da Gestão
Ambiental em Aterros de Resíduos Sólidos
Urbanos - IQS [Rio de Janeiro] 2005

XXVIII, 489 p. 29,7 cm (COPPE/UFRJ,
M.Sc., Engenharia Civil, 2005)

Dissertação – Universidade Federal do
Rio de Janeiro, COPPE

1. Resíduos Sólidos Urbanos
2. Aterro Sanitário
3. Gestão Ambiental
4. ISO 14000

I. COPPE/UFRJ

II. Título (série)

“Pelas nossas veias corre o chorume, muito chorume, seu corpo não é de carne, é de lixo, de excrescência, pois sua mente só pensa em si próprio, muito embora sua boca por vezes diga aquilo que o povo quer ouvir.

Mas em suas veias há só chorume.

Triste sorte, triste sina,...

Pelas suas veias não corre sangue, é chorume e de chorume ele mancha todas as praias, todas as cidades, todo o país...”

Cláudio Fernando Mahler

AGRADECIMENTOS

Mostrar-se grato, segundo FERREIRA (1999), significa reconhecer um benefício recebido, demonstrar gratidão, ou ainda, mostrar, manifestar, evidenciar, revelar, indicar, manifestar, tornar manifesto público e notório, divulgar, declarar um agradecimento. É retribuir, dar retribuição ou recompensa a alguém, recompensar, premiar, galardoar, compensar. Agradecer é, essencialmente, reconhecer que precisamos sempre de alguém, em algum momento de nossas vidas. Todas as pessoas abaixo descritas participaram da confecção deste trabalho, de uma forma ou de outra. Sem a ajuda de cada um deles, simplesmente tudo teria sido mais difícil ou impossível.

Por isso, agradeço primeiramente a Deus, por tudo conquistado na minha vida, até este momento, inclusive esta oportunidade, de contribuir para a pesquisa científica.

Aos meus pais, Justino Luiz Correia Loureiro e Palmira Marques Machado Loureiro, pelo apoio incondicional em todos os momentos difíceis de minha vida.

Às minhas irmãs, Rachel Machado Loureiro e Nathalia Machado Loureiro, por toda contribuição prestada, apoio e logística profissional.

Aos meus avós maternos, José Martins Machado e Edith Marques Machado, pelos “puxões de orelha” para que terminasse logo este trabalho, pois sentiam saudades das minhas visitas que, durante seu desenvolvimento, se tornaram escassas.

À minha namorada, Quitéria Cyntia Dias Lopes, pela força, determinação, perseverança e incentivo, sempre presente, apesar da distância física.

Ao Doutor Cláudio Fernando Mahler, pela orientação, amizade, paciência e, acima de tudo, pela confiança depositada em minha capacidade, nos frutos desta pesquisa, a qual seria injustiça a chamar de minha, mas nossa. Na verdade, não haveria palavras suficientes em meu dicionário para agradecer por toda colaboração e apoio prestado, que este Mestre colocou à minha disposição.

Ao Doutor Maurício Ehrlich, pelas críticas construtivas na reta final do trabalho e pelo companheirismo e participação em minha formação de geotécnico, desde as aulas de Mecânica dos Solos, na graduação, nas salas do bloco D.

Aos Doutores Rogério de Aragão Bastos do Valle e Emilio Lebre La Rovere e Terezinha Cássia de Brito Galvão, Ph.D., pelas suas participações e críticas construtivas, na banca de avaliação dessa dissertação.

Ao Doutor José Fernando Tomé Jucá, por toda ajuda prestada em Recife, na Universidade Federal de Pernambuco e no Aterro da Muribeca, quando estive em visita, durante férias profissionais de 2004, e pelos elogios e incentivos dados a esta proposta.

Ao Doutor Fernando Artur Brasil Danziger, da Área de Geotecnia, por todo incentivo à minha volta aos estudos, pela indicação ao mestrado, numa época de indecisão em minha vida, e pela sua boa vontade sempre disponibilizada.

Ao Doutor Henrique Longo, da Área de Estruturas, do Departamento de Engenharia Civil, da graduação, pela indicação ao mestrado e amizade.

À Universidade Federal do Rio de Janeiro e ao Programa de Engenharia Civil pela oportunidade de participar deste curso de mestrado e de ganho de conhecimento.

Aos demais professores do curso de mestrado do Programa de Engenharia Civil e de Planejamento Energético, pelos ensinamentos que possibilitaram meus estudos.

À colega de graduação e mestrado, Flávia dos Santos Faria, cuja tese, desenvolvida em 2002, se tornou a grande fonte de inspiração para o desenvolvimento deste trabalho. Também por toda sua colaboração, estímulo e conselhos prestados.

Aos colegas da COPPE, Adriana de Schueler, pelas dicas, Amaury Resende de Carvalho, pela ajuda em Santo André, José Luiz Gerlach Real, Maria Alice, Maria Clara, André (Negão) Luís da Silva, meu irmão de cor, grande tricolor, Alexandre de Oliveira Pacheco e Juliana, sempre prontos a ajudar, aos mineiros Eduardo e Chico, a Cinconegui Fernandes, Nicolle e Tatiana, sempre à disposição no Laboratório de Geotecnia, Renata Rocha (Renatinha), Cândida Pedrosa e Luiz Fernandes Brito Filho, amigos que pretendo cultivar sempre, pois minha gratidão a estes é eterna.

Aos colegas da UFPE, Eduardo Maia, Maria Odete e Veruschka, pela logística, pelas orientações, pela troca de conhecimentos e pelo incentivo à minha jornada.

Aos profissionais, Ana Carolina (Essencis), Arqtº Edson de Sousa (Itatiaia), Sr. Eliseu (CTRG), Sr. Hamilton (Petrópolis), Engº Henrique (SA Paulista), Engº Iazpeck (Resende), Engª Iracélis (SEMASA – Santo André), Sr. Joel Alves (Barra Mansa), Doutor José Luiz Bampa (Petrobras), Engº Lourival Arruda (Belford Roxo), Sr. Lucio Vianna (COMLURB), Engª Luzia Galdeano (Essencis), Engº Penido (COMLURB), Sra. Priscila (SA Paulista), Sr. Renan Purificati (Barra Mansa), Engº Renato (Magé), Sr. Wanderley Alves (Magé), Sra Gláucia Santos (FIOCRUZ) e Sr. Marcello Couto (HGB).

Aos profissionais do setor administrativo e técnico, do Programa de Engenharia Civil e do Laboratório de Geotecnia, entre outros não citados, entretanto não menos importantes, pelas valiosas informações transmitidas para a realização deste trabalho.

Ao motorista José Carlos, pela paciência e presteza, ainda que passando por vários “perrengues” comigo, durante as visitas aos diversos aterros de lixo no Estado do Rio de Janeiro, passou fome, falta de combustível, enfrentou chuva, cansaço. Essa figura foi indispensável para a realização deste trabalho.

À turma da xérox do Bloco D, Sr. Fernando, Sra. Solange, Alexandre e Djavan, pela amizade, confiança nos “penduras” da época das disciplinas, e por que não desde 1993, no início de tudo, e pelo apoio na etapa final, quando da confecção dos livros.

Aos “portugas” do quiosque do Bloco C/D, Sr. Arlindo, Sr. Antônio e Sra. Maria, por também terem sempre sido meus amigos em todos esses anos, pela compreensão nos períodos difíceis e pelo “coffee-break” da defesa.

Aos antigos chefes, no Inmetro, e amigos, tenho certeza, Luís Alberto Alves de Sousa e Misael Roque Alcides, por toda compreensão durante o período de curso das disciplinas, pela força, confiança e incentivo, e Ricardo Barcelos da Nóbrega, pela compreensão, experiência e conselhos prestados, de grande importância e utilização.

Aos amigos pessoais, Marcus Vinícius (Marcão), Otto Machado, Hélio Schlittler, Ricardo Tude, Luís Cláudio e Joaquim Caldas, dentre outros, pelo incentivo constante e por toda colaboração, na vida e no trabalho, e pela cobrança no sentido de sua conclusão.

Aos amigos do Inmetro, Guilherme Campos Pedrosa, Alexandre Nixon Soratto, Roberto Mendonça, Denise Passos, Fernando Pereira, Oscar Carneiro e Luís Sérgio Mota Prado, dentre outros, pela força, pela confiança, pela presença, apoio, incentivo, pelos conselhos de vida, enfim pelas suas amizades, todas fundamentalmente importantes, tanto profissionalmente como pessoalmente.

A todos os demais amigos e colegas, cujos nomes não caberiam nestas páginas, que de uma forma ou de outra, sempre estiveram me acompanhando, me apoiando e torcendo, direta ou indiretamente, pelo sucesso deste trabalho, no decorrer de seu desenvolvimento e que tenham a certeza que contribuíram para a continuidade da pesquisa e do conhecimento tecnológico nesta área, de Geotecnia Ambiental, aplicada aos Resíduos Sólidos Urbanos, necessitada de estudos em nosso país.

Resumo da dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

ÍNDICE DE QUALIDADE NO SISTEMA DA GESTÃO AMBIENTAL EM ATERROS DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS - IQS

Saulo Machado Loureiro

Outubro/2005

Orientador: Cláudio Fernando Mahler

Programa: Engenharia Civil

O presente trabalho consiste na aplicação de uma metodologia de classificação da disposição final dos resíduos sólidos urbanos (RSU) em aterros, através da avaliação da conformidade dos aspectos geotécnicos e ambientais envolvidos em seus processos de implantação e operação. O Índice de Qualidade no Sistema da Gestão Ambiental (IQS) foi proposto pela introdução dos conceitos da Gestão Ambiental, através de requisitos da ISO 14000, ao Índice da Qualidade de Aterros – IQA (FARIA, 2002). A análise concentrou-se no desempenho ambiental dos processos de implantação e operação, no controle dos impactos das atividades nocivas ao meio ambiente e na prevenção da poluição. A fim de se comprovar a hipótese, foram avaliadas 15 localidades, utilizando-se a Matriz de Avaliação Funcional (Teoria da Análise do Valor) para atribuição de pesos aos novos parâmetros ambientais. As localidades foram classificadas em condições inadequadas, controladas, adequadas e ambientais, conforme os índices alcançados em intervalos entre zero e dez pontos, respectivamente. Desta forma, pôde-se concluir que, em um inventário de classificação de aterros de disposição de resíduos sólidos urbanos, a utilização da ISO 14000 como ferramenta de análise é fundamental para aprimorar os métodos de avaliação utilizados, assim como os conceitos da Gestão Ambiental poderão contribuir para a diminuição da poluição gerada e, conseqüentemente, dos impactos ambientais associados.

Abstract of dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

INDEX OF QUALITY ON THE ENVIRONMENTAL MANAGEMENT SYSTEM IN
URBAN SOLID WASTE LANDFILLS - IQS

Saulo Machado Loureiro

October/2005

Advisor: Cláudio Fernando Mahler

Department: Civil Engineering

The present work consists of the application of a classification methodology, for the final disposal of urban solid waste (USW) in landfills, through the conformity assessment of the geotechnical and environmental aspects involved in the waste disposal implementation and operation processes. The Index of Quality on the Environmental Management System (IQS) was proposed by the introduction of the Environmental Management concepts, from requirements of ISO 14000, to the Landfill Quality Index – IQA (FARIA, 2002). The analysis focuses on the environmental performance of those processes, on the control of environmental impacts caused by noxious activities and on pollution prevention. In order to prove the hypothesis, 15 locations were appraised, using the Functional Evaluation Matrix (Theory of Value Analysis) to give weights to the new environmental parameters. The places were classified into inadequate, controlled, appropriate and environmental conditions, according to the indexes reached in intervals between zero and ten points, respectively. Therefore, the analysis concluded that, in a classification inventory of urban solid waste landfills, the use of ISO 14000 as an analysis tool is fundamental to improve the evaluation methods used, as well as the concepts of the Environmental Management may contribute to the reduction of pollution and, consequently, the concerned environmental impacts.

ÍNDICE DO TEXTO

INTRODUÇÃO	1
O ESTADO ATUAL DA ARTE.....	8
2.1 A ECOPOLÍTICA INTERNACIONAL	8
2.1.1 <i>O Efeito Estufa e o Protocolo de Kyoto</i>	9
2.1.2 <i>O Mercado de Créditos Carbono</i>	12
2.2 BIOGÁS: A NOVA ESPERANÇA.....	13
2.3 A DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS NO BRASIL.....	16
2.3.1 <i>Geração de Percolado e o Tratamento do Chorume no Brasil</i>	17
2.3.1.1 Tratamento de Chorume com Barreira Bioquímica	19
2.3.2 <i>O Tratamento e o Aproveitamento de Gases em Aterros no Brasil</i>	20
2.3.3 <i>Impermeabilização de Aterros no Brasil</i>	23
2.3.3.1 O Uso dos Geossintéticos em Sistemas de Impermeabilização	23
2.3.4 <i>Aspectos Geotécnicos em Aterros no Brasil</i>	26
2.3.5 <i>O Monitoramento de Aterros Sanitários no Brasil</i>	30
2.4 TECNOLOGIA E GESTÃO.....	31
2.4.1 <i>Tecnologia Empregada no Aterro Bandeirantes</i>	31
2.4.2 <i>A Nova Lei de Saneamento Ambiental</i>	32
2.4.3 <i>Exemplos de Políticas Públicas de Gestão de Resíduos</i>	32
2.4.3.1 A Experiência de Seattle.....	33
2.4.3.2 O Programa da CETESB no Estado de São Paulo	34
2.4.3.3 O Exemplo de Três Rios, RJ	35
2.4.4 <i>A ISO 14001 no Brasil</i>	35
2.5 ÍNDICES DE QUALIDADE APLICADOS A ATERROS DE LIXO	40
2.5.1 <i>Avaliação Internacional</i>	40
2.5.2 <i>Avaliação Alemã</i>	40
2.5.3 <i>Índice de Impacto dos Resíduos na Saúde Pública - IIRSP</i>	43
HISTÓRICO.....	44
3.1 O LIXO NA SOCIEDADE.....	45
3.2 OS PRIMEIROS ATERROS DE LIXO.....	47
3.3 A EVOLUÇÃO DA POLÍTICA E DA GESTÃO AMBIENTAL NO MUNDO.....	48
3.3.1 <i>O Desenvolvimento Sustentável</i>	53

3.4	A EVOLUÇÃO DA POLÍTICA E DA GESTÃO AMBIENTAL NO BRASIL.....	55
3.4.1	<i>A Avaliação de Impactos Ambientais no Brasil</i>	59
3.4.2	<i>O Licenciamento Ambiental no Brasil</i>	61
3.4.2.1	Licença Prévia (LP).....	63
3.4.2.2	Licença de Instalação (LI)	63
3.4.2.3	Licença de Operação ou de Funcionamento (LO).....	63
3.4.3	<i>A Política Ambiental e o Lixo no Estado do Rio de Janeiro</i>	64
3.4.3.1	O Lixo na Cidade do Rio de Janeiro.....	65
3.4.4	<i>A Política Ambiental e o Lixo no Estado de São Paulo</i>	67
3.4.4.1	A Evolução da Qualidade nos Aterros de São Paulo	71
3.5	A ALTERAÇÃO DO ÍNDICE DA QUALIDADE DE ATERROS DE RESÍDUOS - IQR..	74
3.6	ÍNDICE DA QUALIDADE DE ATERROS DE RESÍDUOS – IQA (FARIA, 2002)	76
3.6.1	<i>Características do Local</i>	76
3.6.2	<i>Infra-estrutura Implantada</i>	82
3.6.3	<i>Condições Operacionais</i>	96
	RESÍDUOS SÓLIDOS	106
4.1	DEFINIÇÃO E CONCEITO DE RESÍDUO	106
4.2	A CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS	107
4.2.1	<i>Classificação Quanto à Origem</i>	107
4.2.2	<i>Classificação Quanto à Degradabilidade</i>	118
4.2.3	<i>Classificação Segundo o CONAMA</i>	118
4.2.4	<i>Classificação Segundo a ABNT</i>	118
4.3	ASPECTOS RELACIONADOS À GERAÇÃO DOS RESÍDUOS	121
4.4	CARACTERIZAÇÃO DO LIXO.....	125
4.4.1	<i>Características Físicas e Geotécnicas</i>	126
4.4.2	<i>Características Químicas</i>	133
4.4.3	<i>Características Biológicas e Epidemiológicas</i>	134
4.4.4	<i>Interações Físicas, Químicas e Biológicas</i>	136
4.5	GEOTECNIA AMBIENTAL APLICADA A RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	136
4.5.1	<i>Resistência ao Cisalhamento dos RSU</i>	139
4.5.2	<i>Compressibilidade e Recalques em Aterros de RSU</i>	140
4.5.3	<i>Recalques Associados à Biodegradação dos Resíduos Sólidos</i>	143

GESTÃO MUNICIPAL DO LIXO.....	146
5.1 ASPECTOS LEGAIS NO MANEJO DOS RSU.....	148
5.2 VISÃO DA GESTÃO DO LIXO NO BRASIL	151
5.2.1 Destinação Final dos Resíduos no Brasil.....	152
5.2.2 Aterros Sanitários no Brasil.....	153
5.3 O MODELO DE GESTÃO DO LIXO MUNICIPAL.....	155
5.3.1 Plano Diretor de Gerenciamento Integrado do Lixo Municipal	155
5.3.1.1 O Estudo do Ciclo de Vida do Lixo	157
5.3.2 Avaliação da Situação Atual do Lixo no Município	158
5.3.2.1 Problemas Sanitários	159
5.3.2.2 Problemas Ambientais.....	160
5.3.2.3 Problemas Operacionais	161
5.3.3 Decisão do Futuro da Disposição do Lixo no Município	162
5.3.3.1 Remediação e Fechamento de Lixões	163
5.4 TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL DO LIXO	165
5.4.1 Compactação.....	165
5.4.2 Trituração	165
5.4.3 Incineração	165
5.4.4 Compostagem.....	166
5.4.5 Reciclagem.....	167
5.4.6 Aterros.....	169
5.4.6.1 Lixão.....	169
5.4.6.2 Aterro Controlado.....	170
5.4.6.3 Aterro Sanitário	171
5.4.6.4 Aterro Industrial	172
5.5 PROBLEMAS DO TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL INADEQUADOS.....	173
ATERRO SANITÁRIO	176
6.1 DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO.....	177
6.2 VANTAGENS E DESVANTAGENS.....	179
6.3 ASPECTOS TÉCNICOS DE IMPLANTAÇÃO.....	180
6.4 MÉTODOS OPERACIONAIS DE DISPOSIÇÃO	186
6.4.1 Método da Trincheira.....	187
6.4.2 Método da Rampa.....	189

6.4.3	<i>Método da Área</i>	190
6.5	A BIOTA	191
6.5.1	<i>Tratamento por Digestão Anaeróbia</i>	192
6.5.2	<i>Tratamento por Digestão Aeróbia</i>	194
6.5.3	<i>Tratamento Biológico</i>	194
6.5.4	<i>Tratamento por Digestão Semi-aeróbia</i>	194
6.6	CARACTERÍSTICAS DE INFRA-ESTRUTURA E OPERAÇÃO	195
6.6.1	<i>Estruturas de Controle</i>	196
6.6.2	<i>Sistema de Coleta e Tratamento de Percolado</i>	197
6.6.2.1	A Composição do Percolado	198
6.6.2.2	Balanço Hídrico do Percolado.....	199
6.6.2.3	Controle e Coleta do Percolado.....	200
6.6.2.4	Tratamento do Chorume.....	203
6.6.3	<i>Sistema de Coleta e Tratamento do Biogás</i>	205
6.6.3.1	Drenagem do Biogás	206
6.6.3.2	Tratamento do Biogás.....	207
6.6.4	<i>Sistema de Drenagem de Águas Pluviais</i>	208
6.6.5	<i>Cobertura do Aterro</i>	209
6.7	MONITORAMENTO AMBIENTAL E GEOTÉCNICO.....	211
6.8	PLANO DE ENCERRAMENTO.....	213
A ISO 14000	214
7.1	NORMALIZAÇÃO	217
7.2	CERTIFICAÇÃO E ACREDITAÇÃO.....	221
7.3	APRESENTAÇÃO E EVOLUÇÃO DA ISO NO CAMPO AMBIENTAL.....	225
7.4	A FAMÍLIA ISO 14000.....	228
7.4.1	<i>O Ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act)</i>	232
7.5	A NORMA DE CERTIFICAÇÃO NBR ISO 14001 – SISTEMA DA GESTÃO AMBIENTAL.....	233
7.6	OS REQUISITOS DA NBR ISO 14001:1996	236
7.6.1	<i>Tradução da NBR ISO 14001</i>	236
7.6.2	<i>Política Ambiental (Item 4.2)</i>	236
7.6.3	<i>Planejamento (Item 4.3)</i>	238
7.6.3.1	Aspectos e Impactos Ambientais (Item 4.3.1).....	238

7.6.3.2	Requisitos Legais e Outros Requisitos (Item 4.3.2)	239
7.6.3.3	Objetivos e Metas (Item 4.3.3)	240
7.6.3.4	Programa(s) de Gestão Ambiental (Item 4.3.4).....	241
7.6.4	<i>Implementação e Operação (Item 4.4)</i>	241
7.6.4.1	Estrutura e Responsabilidade (Item 4.4.1)	241
7.6.4.2	Treinamento, Conscientização e Competência (Item 4.4.2).....	241
7.6.4.3	Comunicação (Item 4.4.3)	242
7.6.4.4	Documentação do Sistema de Gestão Ambiental (Item 4.4.4).....	243
7.6.4.5	Controle de Documentos (Item 4.4.5)	244
7.6.4.6	Controle Operacional (Item 4.4.6).....	244
7.6.4.7	Preparação e Atendimento a Emergências (Item 4.4.7)	245
7.6.5	<i>Verificação e Ação Corretiva (Item 4.5)</i>	245
7.6.5.1	Monitoramento e Medição (Item 4.5.1).....	245
7.6.5.2	Não-conformidade e Ações Corretiva e Preventiva (Item 4.5.2)	246
7.6.5.3	Registros (Item 4.5.3)	247
7.6.5.4	Auditoria do Sistema de Gestão Ambiental (Item 4.5.4)	247
7.6.6	<i>Análise Crítica pela Administração (Item 4.6)</i>	250
7.7	A NOVA ISO 14001:2004.....	251
7.8	A ARMADILHA DA ISO 14001	255
METODOLOGIA PROPOSTA.....		258
8.1	HIPÓTESE E JUSTIFICATIVA.....	262
8.2	CLASSIFICAÇÕES	264
8.3	O USO DE ÍNDICES E INDICADORES.....	265
8.4	ANÁLISE DOS PARÂMETROS DA GESTÃO AMBIENTAL	266
8.5	A TEORIA DA ANÁLISE DO VALOR	267
8.5.1	<i>Conceitos Básicos</i>	269
8.5.2	<i>Plano de Trabalho da Análise do Valor</i>	271
8.6	APLICAÇÃO DA ANÁLISE DO VALOR NO IQS	274
8.6.1	<i>Identificação dos Aspectos e dos Impactos Ambientais</i>	275
8.6.2	<i>Objetivos, Metas e Programas Ambientais</i>	282
8.6.3	<i>Garantia dos Recursos necessários (humanos, tecnológicos e financeiros)</i>	282

8.6.4	<i>Sistema de Treinamento (competência e conscientização) e Comunicação (interna e externa)..</i>	283
8.6.5	<i>Controle da Documentação do SGA (registros)</i>	285
8.6.6	<i>Programa e Planos de Emergências</i>	286
8.6.7	<i>Controle, Monitoramento e Medição das Operações (relativas aos impactos significativos)</i>	287
8.6.8	<i>Atendimento aos Requisitos Legais e demais subscritos</i>	288
8.6.9	<i>Programa de Auditorias Internas</i>	289
8.6.10	<i>Análises Críticas pela Administração (auditorias, leis, comunicação, objetivos e metas) e Ações Corretivas e Preventivas (mitigar impactos)</i>	294
APLICAÇÃO DOS ÍNDICES DE QUALIDADE EM ATERROS		295
9.1	ATERRO 01	298
9.1.1	<i>Características do Local</i>	299
9.1.2	<i>Infra-estrutura Implantada</i>	300
9.1.3	<i>Condições Operacionais</i>	304
9.1.4	<i>Gestão Ambiental</i>	306
9.1.5	<i>Sugestões de Melhoria</i>	306
9.2	ATERRO 02	308
9.2.1	<i>Características do Local</i>	308
9.2.2	<i>Infra-estrutura Implantada</i>	309
9.2.3	<i>Condições Operacionais</i>	309
9.2.4	<i>Gestão Ambiental</i>	310
9.2.5	<i>Sugestões de Melhoria</i>	310
9.3	ATERRO 03	311
9.3.1	<i>Características do Local</i>	312
9.3.2	<i>Infra-estrutura Implantada</i>	313
9.3.3	<i>Condições Operacionais</i>	315
9.3.4	<i>Gestão Ambiental</i>	318
9.3.5	<i>Sugestões de Melhoria</i>	318
9.4	ATERRO 04	319
9.4.1	<i>Características do Local</i>	320
9.4.2	<i>Infra-estrutura Implantada</i>	321
9.4.3	<i>Condições Operacionais</i>	322

9.4.4	<i>Gestão Ambiental</i>	325
9.4.5	<i>Sugestões de Melhoria</i>	326
9.5	ATERRO 05	327
9.5.1	<i>Características do Local</i>	327
9.5.2	<i>Infra-estrutura Implantada</i>	328
9.5.3	<i>Condições Operacionais</i>	329
9.5.4	<i>Gestão Ambiental</i>	330
9.5.5	<i>Sugestões de Melhoria</i>	330
9.6	ATERRO 06	331
9.6.1	<i>Características do Local</i>	331
9.6.2	<i>Infra-estrutura Implantada</i>	333
9.6.3	<i>Condições Operacionais</i>	334
9.6.4	<i>Gestão Ambiental</i>	336
9.6.5	<i>Sugestões de Melhoria</i>	336
9.7	ATERRO 07	337
9.7.1	<i>Características do Local</i>	338
9.7.2	<i>Infra-estrutura Implantada</i>	339
9.7.3	<i>Condições Operacionais</i>	341
9.7.4	<i>Gestão Ambiental</i>	342
9.7.5	<i>Sugestões de Melhoria</i>	344
9.8	ATERRO 08	346
9.8.1	<i>Características do Local</i>	346
9.8.2	<i>Infra-estrutura Implantada</i>	348
9.8.3	<i>Condições Operacionais</i>	349
9.8.4	<i>Gestão Ambiental</i>	350
9.8.5	<i>Sugestões de Melhoria</i>	351
9.9	ATERRO 09	352
9.9.1	<i>Características do Local</i>	352
9.9.2	<i>Infra-estrutura Implantada</i>	353
9.9.3	<i>Condições Operacionais</i>	354
9.9.4	<i>Gestão Ambiental</i>	355
9.9.5	<i>Sugestões de Melhoria</i>	356
9.10	ATERRO 10	357
9.10.1	<i>Características do Local</i>	357

9.10.2	<i>Infra-estrutura Implantada</i>	358
9.10.3	<i>Condições Operacionais</i>	359
9.10.4	<i>Gestão Ambiental</i>	360
9.10.5	<i>Sugestões de Melhoria</i>	360
9.11	ATERRO 11	361
9.11.1	<i>Características do Local</i>	361
9.11.2	<i>Infra-estrutura Implantada</i>	363
9.11.3	<i>Condições Operacionais</i>	365
9.11.4	<i>Gestão Ambiental</i>	366
9.11.5	<i>Sugestões de Melhoria</i>	367
9.12	ATERRO 12	368
9.12.1	<i>Características do Local</i>	368
9.12.2	<i>Infra-estrutura Implantada</i>	369
9.12.3	<i>Condições Operacionais</i>	371
9.12.4	<i>Gestão Ambiental</i>	372
9.12.5	<i>Sugestões de Melhoria</i>	372
9.13	ATERRO 13	373
9.13.1	<i>Características do Local</i>	373
9.13.2	<i>Infra-estrutura Implantada</i>	374
9.13.3	<i>Condições Operacionais</i>	375
9.13.4	<i>Gestão Ambiental</i>	376
9.13.5	<i>Sugestões de Melhoria</i>	376
9.14	ATERRO 14	377
9.14.1	<i>Características do Local</i>	377
9.14.2	<i>Infra-estrutura Implantada</i>	378
9.14.3	<i>Condições Operacionais</i>	380
9.14.4	<i>Gestão Ambiental</i>	381
9.14.5	<i>Sugestões de Melhoria</i>	382
9.15	ATERRO 15	383
9.15.1	<i>Características do Local</i>	383
9.15.2	<i>Infra-estrutura Implantada</i>	384
9.15.3	<i>Condições Operacionais</i>	384
9.15.4	<i>Gestão Ambiental</i>	386
9.15.5	<i>Sugestões de Melhoria</i>	386

ANÁLISE DOS RESULTADOS	387
CONCLUSÕES.....	402
11.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS	404
11.2 PROPOSTAS DE ESTUDOS.....	406
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	408
APÊNDICE I	426
APÊNDICE II.....	428
APÊNDICE III.....	429
APÊNDICE IV	430
APÊNDICE V	431
APÊNDICE VI	435
APÊNDICE VII.....	438
APÊNDICE VIII.....	439
APÊNDICE IX	440
APÊNDICE X.....	441
APÊNDICE XI	486

ÍNDICE DE FIGURAS

2.1: CONTRIBUIÇÃO DOS GEE PARA O AQUECIMENTO GLOBAL (BRITO FILHO, 2005).	11
2.2: DESTINO FINAL DO RESÍDUO COLETADO NO BRASIL (FONTE: IBGE, 2000).....	17
2.3: COMPOSIÇÃO DO BIOGÁS (LEITE & MAHLER, 2005)	21
2.4: QUEIMA DO BIOGÁS DIRETO EM POÇO DE ATERRO NO BRASIL	21
2.5: APLICAÇÕES DE GEOSINTÉTICOS EM ATERROS DE RESÍDUOS (VILAR, 2003 APUD KOERNER, 1998).	24
2.6: MODELO ESQUEMÁTICO DA COMPOSIÇÃO DE RSU SEMELHANTE A SOLOS REFORÇADOS (JUCÁ, 2003, APUD JESSBERGER ET AL., 1995).....	27
2.7: TENSÃO DESVIATÓRIA EM FUNÇÃO DA DEFORMAÇÃO AXIAL PARA AREIAS, AREIAS + FIBRAS E RSU (JUCÁ, 2003, APUD MANASSERO ET AL, 1996).	28
2.8: DEFORMAÇÃO DEPENDENTE DA ATIVAÇÃO DO ÂNGULO DE ATRITO E DO INTERCEPTO COESIVO (KOCKEL & JESSBERGER, 1995, APUD MANASSERO ET AL, 1996, IN JUCÁ, 2003).	29
2.9: ENVOLTÓRIA DE RUPTURA PARA DIFERENTES MATERIAIS (JUCÁ, 2003, APUD MANASSERO ET AL, 1996).	29
2.10: CERTIFICADOS ISO14001 VÁLIDOS POR ÁREA DE ATUAÇÃO NACE (FONTE: INMETRO, 2005)	38
2.11: DISTRIBUIÇÃO DE CERTIFICAÇÕES ISO14001 POR REGIÃO NO BRASIL (FONTE: INMETRO, 2005)	39
3.1: DINÂMICA DA GESTÃO AMBIENTAL (MAGRINI, 2001).	53
3.2: SITUAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DA QUANTIDADE DE RESÍDUOS DOMICILIARES QUANTO AOS ÍNDICES DE QUALIDADE DOS ATERROS, NO PERÍODO DE 1997 A 2004 (CETESB, 2005).....	72
3.3: DISTRIBUIÇÃO DOS MUNICÍPIOS DO ESTADO DE SÃO PAULO QUANTO AOS ÍNDICES DE QUALIDADE DOS LOCAIS DE DISPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES, NO PERÍODO DE 1997 A 2004 (CETESB, 2005).....	73
3.4: PERFIL ESQUEMÁTICO DE ATERRO SANITÁRIO EM OPERAÇÃO (IPT/CEMPRE, 2000).	76
3.5: BARREIRAS EM ATERROS DE DISPOSIÇÃO (ALMEIDA, 2002).....	87
3.6: SISTEMA DE REMOÇÃO DE EFLUENTES (ALMEIDA, 2002)	89
4.1: DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS PERIGOSOS EM ATERROS (ALMEIDA, 2002).	114

4.2: MÉDIA DIÁRIA DE LIXO POR TIPO NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO (COMLURB, 2005)	122
4.3: MÉDIA DE LIXO COLETADO/DIA NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO (FONTE: COMLURB, 2005)	123
4.4: COMPOSIÇÃO DO LIXO 2003 NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO (COMLURB, 2005)	124
4.5: PESO ESPECÍFICO MÉDIO DO LIXO DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO (COMLURB, 2005)	127
4.6: PESO ESPECÍFICO DE RSU (KAVAZANJIAN <i>ET AL</i> , 1995, <i>IN</i> BARBOSA, 2002)	127
4.7: TEOR DE UMIDADE DO LIXO DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO (COMLURB, 2005)	129
4.8: COMPARAÇÃO DOS PERFIS FINAIS DOS TEORES DE UMIDADE NA ESTAÇÃO SECA DO ATERRO SANITÁRIO DE LIMBRO, JOHANNESBOURG, ÁFRICA DO SUL (BLIGHT <i>ET AL</i> , 1992, <i>IN</i> BARBOSA, 2002)	129
4.9: TEOR DE UMIDADE DO ATERRO DE LISSIA, ATENAS, GRÉCIA (COUMOULOS <i>ET AL</i> , 1995, <i>IN</i> BARBOSA, 2002)	130
4.10: PROPRIEDADES DE COMPACTAÇÃO DO LIXO (ISSMFE-TC5, 1997, <i>IN</i> BARBOSA, 2002)	130
4.11: DISTRIBUIÇÃO DO TAMANHO DE PARTÍCULAS DE RSU (MODIFICADO JESSBERGER, 1994, <i>IN</i> BARBOSA, 2002)	131
4.12: DISTRIBUIÇÃO DOS GRÃOS USANDO ENSAIO SECO E ÚMIDO (GABR & VALERO, 1995, <i>IN</i> BARBOSA, 2002)	132
5.1: PERCENTUAL DA POPULAÇÃO, PIB E LIXO POR REGIÃO (PNSB, 2000, <i>IN</i> JUCÁ, 2003)	152
5.2(A): DESTINAÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS EM PESO (PNSB, 2000, <i>IN</i> JUCÁ, 2003)	152
5.2(B): DESTINAÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS POR MUNICÍPIOS (PNSB, 2000, <i>IN</i> JUCÁ, 2003)	152
5.3: ROTEIRO PARA ESTABELECIMENTO DO PLANO DIRETOR DE GERENCIAMENTO INTEGRADO DO LIXO MUNICIPAL (CUNHA <i>ET AL</i> , 1999, <i>IN</i> IPT, 2000)	156
5.4: CICLO DO PLANO DIRETOR DE GERENCIAMENTO INTEGRADO DO LIXO MUNICIPAL (IPT, 2000)	158
5.5: FLUXOGRAMA DE DECISÕES SOBRE A DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS DO MUNICÍPIO (IPT, 2000)	163
5.6: LIXÃO (FOTO: ATERRO 10)	169
5.7: ATERRO CONTROLADO (FOTO: ATERRO 03)	170
5.8: ATERRO SANITÁRIO (FOTO: ATERRO 07)	171

5.9: SISTEMA INTEGRADO DE PROTEÇÃO AMBIENTAL EM ATERRO INDUSTRIAL (TRIBEL, 2005).....	172
5.10: POSSÍVEIS PROBLEMAS GEOTÉCNICOS EM ATERROS DE RESÍDUOS (ALMEIDA, 2002).....	174
6.1: POSSÍVEIS ESQUEMAS DE DISPOSIÇÃO EM ATERROS (ALMEIDA, 2002).	187
6.2: DESENHO ESQUEMÁTICO DO MÉTODO DA TRINCHEIRA (FARIA, 2002)	188
6.3: DESENHO ESQUEMÁTICO DO MÉTODO DA RAMPA (FARIA, 2002).	189
6.4: BARREIRAS NATURAIS E ARTIFICIAIS (ALMEIDA, 2002).	190
6.5: DESENHO ESQUEMÁTICO DO MÉTODO DA ÁREA (FARIA, 2002).....	191
6.6: ESQUEMA DA BIOTA DE UM ATERRO SANITÁRIO (SCHALCH, 1992, <i>IN</i> FARIA, 2002).	192
6.7: ILUSTRAÇÃO DE IMPERMEABILIZAÇÃO DE BASE (CEPOLLINA, 1999, <i>IN</i> FARIA, 2002).....	201
6.8: ESQUEMA VERTICAL DE CONTROLE DE VAZAMENTOS (ALMEIDA, 2002).	201
6.9: SISTEMA DE COLETA DE EFLUENTES LÍQUIDOS - PRIMÁRIO E SECUNDÁRIO (ALMEIDA, 2002).	202
6.10: ELEMENTOS COMPONENTES DO ATERRO SANITÁRIO (CEPOLLINA, 1999, <i>IN</i> FARIA, 2002)	206
6.11: EXEMPLO DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS (CEPOLLINA, 1999, <i>IN</i> FARIA, 2002).....	208
6.12: EXEMPLO DE UM SISTEMA DE COBERTURA EM ATERROS (ALMEIDA, 2002)	210
7.1: ORGANOGRAMA DO PACTO DE RECONHECIMENTO MÚTUO (MENDONÇA, 2003) 223	
7.2: ORGANOGRAMA DO ISO TC 207 – GESTÃO AMBIENTAL (AMARAL, 2003).....	227
7.3: A METODOLOGIA DO PDCA APLICADA AO MODELO ISO 14000.....	232
7.4: MODELO DE SGA APLICADO AO PDCA (ADAPTADO DE MENDONÇA, 2003).	233
7.5: FLUXOGRAMA DA NBR ISO 14001:1996.....	235
7.6: EQUAÇÃO FUNDAMENTAL DO SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL.....	254
8.1: EVOLUÇÃO DAS TECNOLOGIAS E PROCEDIMENTOS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL (ADAPTADO DE LA GREGA <i>ET AL</i> , 1994, <i>IN</i> KIPERSTOK <i>ET AL</i> , 2001).	260
9.1: ESTADO DO RJ E BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL (PNUD, 1999, <i>IN</i> FARIA, 2002).	295
9.2: VISTA DE CÉLULA DESATIVADA COM COBERTURA VEGETAL NO ATERRO 01	299

9.3: PERFIS DA ACUMULAÇÃO DE NA, CA, FE, CR, AL, PB, CU E MN, NO SOLO IMEDIATAMENTE ABAIXO DAS CÉLULAS DE LIXO DO ATERRO 01 (OLIVEIRA & JUCÁ, 2004).....	301
9.4: ESTAÇÃO TRATAMENTO DO CHORUME NO ATERRO 01	302
9.5: BARREIRA BIOQUÍMICA DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE CHORUME NO ATERRO 01.	303
9.6: FRENTE DE TRABALHO SEM RECOBRIMENTO E COM MUITOS CATADORES NO ATERRO 01.	304
9.7: CHORUME COLETADO SENDO DESPEJADO EM CÓRREGO À JUSANTE DO ATERRO 02	309
9.8: ASPECTO GERAL DO ATERRO 02.....	310
9.9: VISÃO PANORÂMICA DAS INSTALAÇÕES E DO ENTORNO DO ATERRO 03.....	311
9.10: ESTRADA E GUARITA DE CONTROLE DO ACESSO AO ATERRO 03	312
9.11: SISTEMA DE COLETA E TRATAMENTO DE CHORUME NO ATERRO 03	314
9.12: INCLINÔMETRO UTILIZADO NO MONITORAMENTO DA ESTABILIDADE DOS MACIÇOS NO ATERRO 03	315
9.13: FRENTE DE TRABALHO DO ATERRO 03	315
9.14: TANQUES DE POLIMENTO DO SISTEMA DE NANOFILTRAÇÃO DE CHORUME NO ATERRO 03	316
9.15: CAMINHÃO-PIPA COLETANDO CHORUME PARA RECIRCULAÇÃO NO ATERRO 03	317
9.16: VIVEIRO DE MUDAS A SEREM UTILIZADAS NA RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DO ATERRO 03	317
9.17: EXECUÇÃO DE DRENO PARA CAPTAÇÃO DE NASCENTE NO FUNDO DO ATERRO 04.	320
9.18: MANTA DE PEAD UTILIZADA NA IMPERMEABILIZAÇÃO DO ATERRO 04.	321
9.19: CURVA DE GERAÇÃO TEÓRICA DE EMISSÕES DE METANO (FELIPETTO, 2002) ...	322
9.22: FRENTE DE TRABALHO EM EXECUÇÃO NO ATERRO 04.....	323
9.24: ACESSOS INTERNOS EM PERFEITO ESTADOS DE CONSERVAÇÃO NO ATERRO 04.....	324
9.25: VIVEIRO DE MUDAS PARA RECOMPOSIÇÃO VEGETAL DO ATERRO 04.....	325
9.26: JAZIDA DE MATERIAL DE RECOBRIMENTO DE LIXO NO ATERRO 05.....	328
9.27: BARRACA DE CATADOR MONTADA SOBRE O MACIÇO DE LIXO NO ATERRO 05.....	329
9.28: LIXO TOTALMENTE DESCOBERTO E EXPOSTO NO SOLO NO ATERRO 05.....	330
9.29: ISOLAMENTO VISUAL DO ATERRO 06.	332
9.30: CONTROLE DE ACESSO AO ATERRO 06.	333
9.31: SISTEMA DE COLETA E TRATAMENTO DE LIXIVIADOS NO ATERRO 06.....	334
9.32: PRESENÇA DE AVES E PROXIMIDADE DA MATA ATLÂNTICA NO ATERRO 06.....	335

9.33: PANORAMA GERAL DO ATERRO 07 EM OPERAÇÃO	338
9.34: DESCARGA E ATERRAMENTO DE RESÍDUOS EM RAMPA NO ATERRO 07.....	341
9.35: BACIA DE ACUMULAÇÃO DE CHORUME NO ATERRO 07	342
9.36: VIVEIRO DE MUDAS DO PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL DO ATERRO 07....	343
9.37: DRENOS DE GÁS PRONTOS E FAVELA COLADA À MONTANTE DO ATERRO 08	347
9.38: VISÃO GERAL E ISOLAMENTO VISUAL DO ATERRO 08	348
9.39: FRENTE DE TRABALHO EM OPERAÇÃO NO ATERRO 08.....	350
9.40: LIXO DEPOSITADO ÀS MARGENS DE RIO NO ATERRO 09.....	353
9.41: A INOPERÂNCIA DOS EQUIPAMENTOS PERMITINDO A PRESENÇA DE VETORES NO ATERRO 09.....	354
9.42: VISTA GERAL DO ATERRO 09	355
9.43: CHORUME LANÇADO DIRETAMENTE EM CÓRREGO À JUSANTE DO ATERRO 10.....	358
9.44: HABITAÇÕES DE CATADORES SOBRE A MASSA DE RESÍDUOS DO ATERRO 10.	359
9.45: CURVA GRANULOMÉTRICA DO SOLO DO ATERRO 11 (FARIA, 2002).....	362
9.46: SISTEMA DE TRATAMENTO FITO-BIOLÓGICO DE CHORUME NO ATERRO 11.....	364
9.47: EXECUÇÃO DE COMPACTAÇÃO E ATERRAMENTO DO LIXO NO ATERRO 11.....	366
9.48: DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS PROVISÓRIA EM PÉSSIMO ESTADO NO ATERRO 12.	370
9.49: LAGOA DE ESTABILIZAÇÃO DE CHORUME CONTAMINANDO O SOLO E AS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO ATERRO 12.....	370
9.50: LIXO DESCOBERTO E PRESENÇA DE URUBUS NO ATERRO 12.....	371
9.51: CRIANÇAS SE BANHANDO EM LAGOA CONTAMINADA PELO CHORUME DO ATERRO 13.	374
9.52: VAZAMENTO DE CHORUME EM CÓRREGO PRÓXIMO AO ATERRO 13.	375
9.53: LIXO DEPOSITADO A CÉU ABERTO SEM NENHUM CONTROLE NO ATERRO 13.....	375
9.54: CONTROLE DE ENTRADA E BALANÇA NO ATERRO 14.	378
9.55: ESCORREGAMENTO DE COBERTURA DE IMPERMEABILIZAÇÃO NO ATERRO 14.	379
9.56: SISTEMA DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS DEFINITIVA NO ATERRO 14.	379
9.57: RECIRCULAÇÃO DE CHORUME NO ATERRO 14.....	380
9.58: FRENTE DE TRABALHO COM CATADORES E URUBUS NO ATERRO 14.	381
9.59: DISPOSIÇÃO DE LIXO SEM COBRIMENTO E COMPACTAÇÃO NO ATERRO 15	385
9.60: CATADORES E ANIMAIS SOBRE A MASSA DE RESÍDUOS NO ATERRO 15.....	385
10.1: DISTRIBUIÇÃO DA CLASSIFICAÇÃO DOS ATERROS SEGUNDO O IQA/IQR.	388
10.2: DISTRIBUIÇÃO DA CLASSIFICAÇÃO DOS ATERROS SEGUNDO O IQS.....	388

10.3: VISÃO GERAL DAS CLASSIFICAÇÕES DOS ATERROS SEGUNDO IQR, IQA E IQS.....	389
10.4: COMPARATIVO ENTRE OS ÍNDICES DE QUALIDADE DO ATERRO 01.	390
10.5: COMPARATIVO ENTRE OS ÍNDICES DE QUALIDADE DO ATERRO 02.	390
10.6: COMPARATIVO ENTRE OS ÍNDICES DE QUALIDADE DO ATERRO 03.	391
10.7: COMPARATIVO ENTRE OS ÍNDICES DE QUALIDADE DO ATERRO 04.	391
10.8: COMPARATIVO ENTRE OS ÍNDICES DE QUALIDADE DO ATERRO 05.	392
10.9: COMPARATIVO ENTRE OS ÍNDICES DE QUALIDADE DO ATERRO 06.	393
10.10: QUADRO EVOLUTIVO DO ATERRO 06, SEGUNDO O IQR E O IQA.	393
10.11: COMPARATIVO ENTRE OS ÍNDICES DE QUALIDADE DO ATERRO 07.	394
10.12: QUADRO EVOLUTIVO DO ATERRO 07, SEGUNDO O IQR (CETESB & LOUREIRO, 2005).	394
10.13: COMPARATIVO ENTRE OS ÍNDICES DE QUALIDADE DO ATERRO 08.	395
10.14: QUADRO EVOLUTIVO DO ATERRO 08, SEGUNDO O IQR (CETESB & LOUREIRO, 2005).	395
10.15: COMPARATIVO ENTRE OS ÍNDICES DE QUALIDADE DO ATERRO 09.	396
10.16: COMPARATIVO ENTRE OS ÍNDICES DE QUALIDADE DO ATERRO 10.	397
10.17: QUADRO EVOLUTIVO DO ATERRO 09, SEGUNDO O IQR E O IQA.	397
10.18: COMPARATIVO ENTRE OS ÍNDICES DE QUALIDADE DO ATERRO 11.	397
10.19: QUADRO EVOLUTIVO DO ATERRO 11, SEGUNDO O IQR E O IQA.	398
10.20: COMPARATIVO ENTRE OS ÍNDICES DE QUALIDADE DO ATERRO 12.	398
10.21: QUADRO EVOLUTIVO DO ATERRO 12, SEGUNDO O IQR E O IQA.	399
10.22: COMPARATIVO ENTRE OS ÍNDICES DE QUALIDADE DO ATERRO 13.	399
10.23: QUADRO EVOLUTIVO DO ATERRO 13, SEGUNDO O IQR E O IQA.	400
10.24: COMPARATIVO ENTRE OS ÍNDICES DE QUALIDADE DO ATERRO 14.	400
10.25: COMPARATIVO ENTRE OS ÍNDICES DE QUALIDADE DO ATERRO 15.	401

ÍNDICE DE TABELAS

2.1: TIPO DE TRATAMENTOS DE EFLUENTES LÍQUIDOS EM ATERROS NO BRASIL (JUCÁ, 2003).....	18
2.2: CERTIFICADOS EMITIDOS COM MARCA DE ACREDITAÇÃO INMETRO (FONTE: INMETRO, 2005)	36
2.3: CERTIFICADOS ISO 14001 INMETRO POR ÁREA DE ATUAÇÃO (FONTE: INMETRO, 2005).....	37
2.4: CERTIFICADOS ISO 14001 VÁLIDOS POR LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA (FONTE: INMETRO, 2005).	38
3.1: PONTOS POSITIVOS E CRÍTICOS DA RESOLUÇÃO CONAMA Nº 01/1986 (MAGRINI, 2003).....	61
3.2: ENQUADRAMENTO DAS INSTALAÇÕES DE TRATAMENTO E/OU DESTINAÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES EM FUNÇÃO DOS ÍNDICES DE IQR E IQC (CETESB, 2005).....	68
3.3: VALORES DA PRODUÇÃO DE RESÍDUOS EM FUNÇÃO DA POPULAÇÃO (CETESB, 1999).	70
3.4: NÚMERO DE MUNICÍPIOS DO ESTADO DE SÃO PAULO COM TAC EM VIGÊNCIA E O RESPECTIVO PERCENTUAL, EM RELAÇÃO AO TOTAL DE MUNICÍPIOS DO ESTADO (CETESB, 2005).....	71
3.5: SITUAÇÃO GERAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, QUANTO ÀS QUANTIDADES DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES GERADOS E A FAIXA DE ENQUADRAMENTO DO IQR (CETESB, 2005).....	71
3.6: SITUAÇÃO GERAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, QUANTO AO NÚMERO DE MUNICÍPIOS E O SEU ENQUADRAMENTO NO IQR (CETESB, 2005)	72
3.7: INDICADORES DA CAPACIDADE DE SUPORTE DO SOLO (FARIA, 2002).	77
3.8: INTERVALO DE VARIAÇÃO DE K PARA OS DIFERENTES TIPOS DE SOLOS (CASAGRANDE & FADUM, 1944, <i>IN</i> FARIA, 2002).....	77
3.9: CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS DE ACORDO COM O COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE (LAMBE & WHITMAN, 1970)	78
3.10: INDICADORES DA PERMEABILIDADE DO SOLO (FARIA, 2002).	79
3.11: INDICADORES DA PROXIMIDADE DE NÚCLEOS HABITACIONAIS (FARIA, 2002).	79
3.12: INDICADORES DA PROXIMIDADE DE CORPOS D'ÁGUA (FARIA, 2002).	79
3.13: INDICADORES DA PROFUNDIDADE DO LENÇOL FREÁTICO (FARIA, 2002).....	80

3.14: INDICADORES DA DISPONIBILIDADE DE MATERIAL PARA RECOBRIMENTO (FARIA, 2002).....	80
3.15: INDICADORES DA QUALIDADE DO MATERIAL PARA RECOBRIMENTO (FARIA, 2002).	81
3.16: INDICADORES DAS CONDIÇÕES DE SISTEMA VIÁRIO-TRÂNSITO-ACESSO (FARIA, 2002).....	81
3.17: INDICADORES DO ISOLAMENTO VISUAL DA VIZINHANÇA (FARIA, 2002).....	81
3.18: INDICADORES DA LEGALIDADE DE LOCALIZAÇÃO (FARIA, 2002).....	82
3.19: INDICADORES DO CERCAMENTO DA ÁREA (FARIA, 2002).....	82
3.20: INDICADORES DA PORTARIA/GUARITA (FARIA, 2002).....	83
3.21: INDICADORES DO CONTROLE DE RECEBIMENTO DE CARGAS (FARIA, 2002).	84
3.22: INDICADORES DO ACESSO À FRENTE DE TRABALHO (FARIA, 2002).	85
3.23: RESUMO DAS MÉDIAS MENSAIS DE DESEMPENHO DOS TRATORES D6 (LEITE <i>ET AL</i> , 1979).....	86
3.24: INDICADORES DE TRATOR DE ESTEIRA OU COMPATÍVEL (ADAPTADO DE FARIA, 2002).....	86
3.25: INDICADORES DE OUTROS EQUIPAMENTOS (FARIA, 2002).	86
3.26: INDICADORES DA IMPERMEABILIZAÇÃO DA BASE DO ATERRO (FARIA, 2002).	88
3.27: RECOLHIMENTO DE LIXIVIADOS E IMPERMEABILIZAÇÃO DO FUNDO (DIRETRIZ 1999/31/CE, <i>IN</i> FARIA, 2002).....	88
3.28: INDICADORES DA DRENAGEM DE CHORUME (FARIA, 2002).....	90
3.29: INDICADORES DA DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS DEFINITIVA (FARIA, 2002).....	90
3.30: INDICADORES DA DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS PROVISÓRIA (FARIA, 2002). ...	91
3.31: INDICADORES DA DRENAGEM DE GASES (FARIA, 2002).	92
3.32: INDICADORES DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE CHORUME (FARIA, 2002).	92
3.33: INDICADORES DO MONITORAMENTO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS (FARIA, 2002). ..	94
3.34: INDICADORES DO MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS, LIXIVIADOS E GASES (FARIA, 2002).....	95
3.35: INDICADORES MONITORAMENTO DA ESTABILIDADE DE MACIÇOS SOLO E LIXO (FARIA, 2002).....	95
3.36: INDICADORES DO ATENDIMENTO ÀS ESTIPULAÇÕES DE PROJETO (FARIA, 2002)..	96
3.37: INDICADORES DA PRESENÇA DE ELEMENTOS DISPERSOS PELO VENTO (FARIA, 2002).	96
3.38: INDICADORES DO RECOBRIMENTO DIÁRIO DO LIXO (FARIA, 2002).....	97

3.39: INDICADORES DA COMPACTAÇÃO DO LIXO (FARIA, 2002).	97
3.40: INDICADORES DA PRESENÇA DE URUBUS E GAIVOTAS (FARIA, 2002).	97
3.41: INDICADORES DA PRESENÇA DE MOSCAS EM GRANDE QUANTIDADE (FARIA, 2002).	98
3.42: INDICADORES DA PRESENÇA DE QUEIMADAS (FARIA, 2002).	98
3.43: INDICADORES DA PRESENÇA DE CATADORES (FARIA, 2002).	99
3.44: INDICADORES DA CRIAÇÃO DE ANIMAIS, BOIS, ETC. (FARIA, 2002).	99
3.45: INDICADORES DA DESCARGA DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE (FARIA, 2002)	100
3.46: INDICADORES DA DESCARGA DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS (FARIA, 2002).	100
3.47: INDICADORES DO FUNCIONAMENTO DA DRENAGEM DE CHORUME (FARIA, 2002).	101
3.48: INDICADORES DO FUNCIONAMENTO DA DRENAGEM PLUVIAL DEFINITIVA (FARIA, 2002).	101
3.49: INDICADORES DO FUNCIONAMENTO DA DRENAGEM PLUVIAL PROVISÓRIA (FARIA, 2002).	101
3.50: INDICADORES DO FUNCIONAMENTO DA DRENAGEM DE GASES (FARIA, 2002).	101
3.51: INDICADORES FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE CHORUME (FARIA, 2002).	102
3.52: FREQUÊNCIA DE AMOSTRAGEM DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS (DIRETIVA 1999/31/CE)	102
3.53: INDICADORES DO FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DE MONITORAMENTO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS (FARIA, 2002).	102
3.54: FREQUÊNCIA DA AMOSTRAGEM DE ÁGUAS SUPERFICIAIS, LIXIVIADOS E GASES (DIRETRIZ 1999/31/CE).	103
3.55: INDICADORES DO FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DE MONITORAMENTO DE ÁGUAS SUPERFICIAIS, LIXIVIADOS E GASES (FARIA, 2002).	103
3.56: INDICADORES DO FUNCIONAMENTO DO MONITORAMENTO DA ESTABILIDADE DOS MACIÇOS DE TERRA E LIXO (FARIA, 2002).	103
3.57: INDICADORES DE MEDIDAS CORRETIVAS (FARIA, 2002).	104
3.58: INDICADORES DE DADOS GERAIS SOBRE O ATERRO (FARIA, 2002).	104
3.59: INDICADORES DE MANUTENÇÃO DOS ACESSOS INTERNOS (FARIA, 2002).	104
3.60: INDICADORES DO PLANO DE FECHAMENTO DO ATERRO (FARIA, 2002).	105
4.1: SUBSTÂNCIAS PERIGOSAS GERADAS PELA INDÚSTRIA (ALMEIDA, 2002)	112

4.2: QUANTIDADE ANUAL DE RESÍDUOS NÃO-PERIGOSOS (ALMEIDA, 2002).....	121
4.3: DISTRIBUIÇÃO TÍPICA DOS COMPONENTES DOS RSU EM PAÍSES DE BAIXA, MÉDIA E ALTA INDUSTRIALIZAÇÃO (TCHOBANOGLIOUS, 1993, <i>IN</i> FARIA, 2002).....	124
4.4: ANÁLISES GRAVIMÉTRICAS 2003 – SÉRIE HISTÓRICA (COMLURB, 2005).....	126
4.5: PESO ESPECÍFICO E TEOR DE UMIDADE DOS COMPONENTES DE RSU PRÉ E PÓS COMPACTAÇÃO (TCHOBANOGLIOUS, 1977, <i>APUD</i> OWEISS & KHERA, 1990, <i>IN</i> BARBOSA, 2002)	131
5.1: GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL (JUCÁ, 2003).....	151
5.2: TIPO DA DESTINAÇÃO FINAL EM PERCENTUAL (PNSB, 2000, <i>IN</i> JUCÁ, 2003).	153
5.3: TIPO E CUSTOS DA DESTINAÇÃO FINAL NO BRASIL (JUCÁ, 2003)	154
6.1: VANTAGENS E DESVANTAGENS EM PROJETOS DE ATERROS SANITÁRIOS (ALMEIDA, 2002).....	180
6.2: COMPOSIÇÃO TÍPICA DO PERCOLADO EM ATERROS RECENTES E MADUROS (TCHOBANOGLIOUS <i>ET AL</i> , 1993, <i>IN</i> FARIA, 2002).....	198
6.3: PROCESSO E TIPOS DE TRATAMENTO DO CHORUME (FORGIE, 1988, <i>IN</i> JUCÁ, 2003).	203
6.4: COMPONENTES DE UM SISTEMA DE COBERTURA (ALMEIDA, 2002)	211
7.1: COMPARAÇÃO DO SISTEMA DE GESTÃO ISO14001 E ISO9001 (MONTEIRO <i>ET AL</i> , 2003).....	230
7.2: PROPOSTAS DO SC-01 DE MODIFICAÇÕES DA ISO 14001:1996 (MONTEIRO <i>ET AL</i> , 2003).....	251
7.3: PRINCIPAIS MUDANÇAS DA ISO 14001:2004 (DNV, 2004)	253
8.1: CARACTERÍSTICAS DAS ESTRATÉGIAS AMBIENTAIS (KIPERSTOK <i>ET AL</i> , 2001, <i>APUD</i> ANDRADE, 1997)	261
8.2: AVALIAÇÃO DA RELEVÂNCIA DO IMPACTO AMBIENTAL (QUEIROGA FILHO, 2003)	281
8.3: ÍNDICADORES DA CONFORMIDADE NO LEVANTAMENTO DOS ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS.....	281
8.4: ÍNDICADORES DA CONFORMIDADE DOS OBJETIVOS, METAS E PROGRAMAS AMBIENTAIS.....	282
8.5: ÍNDICADORES DE CONFORMIDADE DA GARANTIA DE RECURSOS PARA OPERAÇÃO. .	283
8.6: ÍNDICADORES DE CONFORMIDADE DO SISTEMA DE TREINAMENTO E COMUNICAÇÃO.	285
8.7: ÍNDICADORES DE CONFORMIDADE DO CONTROLE DE DOCUMENTOS (REGISTROS)...	286

8.8: INDICADORES DA CONFORMIDADE PROGRAMA DE ATENDIMENTO ÀS EMERGÊNCIAS.	287
8.9: INDICADORES DE CONFORMIDADE DO CONTROLE, MONITORAMENTO E MEDIÇÃO DE OPERAÇÕES.....	288
8.10: INDICADORES DE CONFORMIDADE NO ATENDIMENTO AOS REQUISITOS LEGAIS.....	289
8.11: INDICADORES DA CONFORMIDADE PROGRAMA DE AUDITORIAS INTERNAS.....	293
8.12: INDICADORES DE CONFORMIDADE DE ANÁLISE CRÍTICA E AÇÕES CORRETIVA E PREVENTIVA.	294
9.1: RESULTADO DOS ENSAIOS FÍSICO-QUÍMICOS NO PERCOLADO DO ATERRO 01 (JUCÁ, 2003).....	300
9.2: RESULTADOS NO TRATAMENTO DE CHORUME DO ATERRO 01 (JUCÁ, 2003).....	305
9.3: ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA DO CÓRREGO ANTES DO INICIO DA OPERAÇÃO DO ATERRO 11 (FERREIRA <i>ET AL</i> , 2001, <i>IN</i> FARIA, 2002).....	365
10.1: RESULTADO DAS AVALIAÇÕES DOS ÍNDICES DE QUALIDADE NOS ATERROS.	387

Capítulo I

INTRODUÇÃO

Todos os dias a humanidade produz, em média, uma montanha de 3,5 milhões de toneladas só de lixo domiciliar. A população mundial supera os seis bilhões de pessoas. O Brasil está com uma população em torno de 180 milhões de habitantes, onde a questão dos resíduos sólidos urbanos (RSU) é preocupante, quando cerca de 240 mil toneladas de RSU são produzidas diariamente. A produção per capita de resíduos domésticos em áreas urbanas, no país, gira em torno de 0,5 kg a 1,0 kg por dia, dependendo do porte da cidade (IPT, 2000).

Segundo MILLER (1985) *in* FARIA (2002), nosso planeta pode ser comparado a uma astronave, deslocando-se a cem mil quilômetros por hora pelo espaço sideral, sem possibilidade de parada para reabastecimento, mas dispondo de um eficiente sistema de aproveitamento de energia solar e de reciclagem de matéria. Existem atualmente, na astronave, ar, água e comida suficientes para manter seus passageiros. Tendo em vista o progressivo aumento do número desses passageiros de forma exponencial e a ausência de portos para reabastecimento, podem-se vislumbrar, a médio e longo prazo, problemas sérios para a manutenção de sua população.

A tendência natural de qualquer sistema, como um todo, é de aumento de sua entropia (grau de desordem). Assim, os passageiros, utilizando-se da inesgotável energia solar, processam por meio de sua tecnologia e de seu metabolismo, os recursos naturais finitos, gerando, inexoravelmente, algum tipo de poluição. O nível de qualidade de vida no planeta dependerá do equilíbrio entre esses três elementos – população, recursos naturais e poluição.

Alcançar a desejada meta do desenvolvimento econômico e social é mais viável que nunca em termos de tecnologias e potencial produtivo, porém, ao mesmo tempo, o objetivo se encontra muito distante de amplas populações em diversos continentes, entre eles, na América Latina (KLIKSBURG, 2003).

Entre os diversos problemas ambientais existentes, o dos RSU tem-se tornado um dos maiores desafios da atualidade. Com o crescimento acelerado da população, houve incremento na produção de bens e serviços. Estes, por sua vez, à medida que são produzidos e consumidos, acarretam uma geração cada vez maior de resíduos, os quais,

coletados ou dispostos inadequadamente, trazem significativos impactos à saúde pública e ao meio ambiente.

Seguindo essa linha de raciocínio, o lixo é um problema, tanto em sua origem, gastando recursos naturais sem retorno, e no seu destino, degradando o ambiente natural com prejuízos à saúde humana. Mas também é emblemático na sua solução: se a sociedade passasse a produzir menos lixo, separasse-o antes de colocá-lo na rua, vendo ser reutilizado, reciclado ou compostado, os efeitos e as economias seriam incalculáveis.

A disposição do lixo em aterros é bastante comum, sendo a técnica mais utilizada, devido a sua praticidade e custo baixo. Porém, os aterros não podem ser vistos como simples local de armazenamento de resíduos. Devem ser avaliados também como obras geotécnicas no comportamento das distintas etapas de operação e degradação.

A disposição adequada de RSU requer um projeto convenientemente desenvolvido, o qual deve englobar conceitos relativos às obras de engenharia, conhecimento de geotecnia, investigação de campo e estudos laboratoriais, abrangendo ainda aspectos ambientais, econômicos, políticos e sociais e necessitando de uma equipe de profissionais especializados.

A escolha do melhor local para a disposição final do lixo é um problema ainda mais complexo, pois envolve diversos fatores: ambientais, viabilidade econômica, segurança estrutural e políticos, sobretudo. Além disso, dentro do objetivo mais amplo, a área escolhida deveria ter um desempenho que atendesse aos interesses do usuário, do empreendedor e do empreiteiro, buscando maximizar um conjunto de satisfações mútuas, baseado em que o ótimo global não é a soma dos ótimos individuais. Assim, o local escolhido deveria ser o que cumprisse melhor o maior número dessas funções.

O fato é que o Brasil está sempre a reboque da evolução do mundo, comprando tecnologias e idéias ultrapassadas e cometendo erros antigos, devido à falta de conhecimento adequado de dirigentes e “especialistas” que apóiam e defendem “novas tecnologias” em troca de favores, utilizando-se do argumento da melhoria da técnica.

Porém, decisões ambientais exigem dados, que em geral, não são suficientes. Isto é presumivelmente devido ao fato de que conseguir dados custa caro e, muito freqüentemente, é o primeiro item a ser cortado de um orçamento. O fato é que trabalhar em tópicos importantes tais como avaliação ambiental, estudos sanitários e de sistemas de gerenciamento municipal de resíduos têm poucos dados e muita extrapolação.

Segundo GLAZE (1998), um especialista financeiro não consideraria efetuar um grande investimento numa ação ordinária sem um conjunto de informações históricas

sobre o preço, cumprimento dos dividendos, taxas de lucro, etc., mas no campo da política ambiental, freqüentemente acham necessário formar decisões ambientais baseadas em bancos de dados que são completamente limitados e isto tem levado a uma dependência no uso de modelos para a tomada de decisões e a um desenvolvimento de campos inteiros de sabedoria que poderiam ser amplamente chamados de “formar decisões na ausência de segurança”, porém são perseguições importantes, porque sempre existem incertezas associadas à formação de decisões.

Com isso, a construção de aterros sanitários, na maioria das cidades brasileiras, se tornou um grave transtorno que não pode ser ignorado pelas administrações municipais nem visto como metas de segundo plano entre as prioridades de utilização das verbas. O manejo, juntamente com a disposição inadequada de rejeitos e a falta de espaços disponíveis nas áreas urbanas, tem causado sérios problemas, onde a solução está associada ao conhecimento das características de cada local e a um padrão de gestão ambiental.

Ainda assim, mesmo as prefeituras que dispõem de áreas para depositar seu lixo, não levam em consideração todos os aspectos envolvidos num projeto correto e o fazem sem nenhuma forma de controle ambiental, em locais desprovidos das mínimas condições de atendimento à Legislação Ambiental, de forma que não seria viável a aquisição de uma Licença Ambiental por parte dos órgãos de controle ambiental, que é o caso da grande maioria das cidades em nosso país.

Os espaços necessários para a implantação de aterros são cada vez mais escassos, uma vez que, dentro dos limites territoriais dos municípios, existem dificuldades na escolha de locais apropriados para depósitos, e envolve um estudo sistemático e criterioso de diversas disciplinas como Geotecnia, Hidrogeologia, Hidrologia e Climatologia. Uma falsa solução seria o transporte de lixo para municípios mais distantes, mas este transporte é caro e gera um volume de tráfego que agrava mais ainda o congestionamento do trânsito e a poluição nas regiões metropolitanas.

Mesmo os moradores dos bairros menos privilegiados, historicamente escolhidos para a disposição final dos resíduos, rebelam-se tendo em vista os prejuízos decorrentes dos depósitos, do transporte, do aparecimento de aves, vetores e odores. Os municípios menores e menos urbanos não aceitam mais esta atividade e se mobilizam para expressar sua insatisfação.

Sabe-se que as faltas de vontade, de competência e de integração, têm sido marcas da ação governamental e não é difícil reconhecer que o país enfrenta um caos

ambiental, principalmente no que diz respeito à disposição final do lixo nas suas cidades. A demora na implantação de programas que considerem uma infra-estrutura ambiental para os depósitos de lixo, aliados à inércia de outros no uso de soluções visando reduzir o volume de lixo que chega aos aterros e os efeitos das agressões ambientais fazem de depósitos de lixo uma fonte potencial de proliferação de doenças e degradação ambiental.

Segundo MAHLER (2003), o país gasta muito mais do que o necessário, e ambientalmente então tanto, que nem as futuras gerações encontrarão recursos para equilibrar tal passivo, como o monitoramento dos aterros de lixo, alguns talvez ainda sanitários, fora os que nem possuem monitoramento, devido ao não repasse de recursos para o meio ambiente.

No Brasil, os serviços de limpeza urbana são atribuições das administrações municipais. A maioria destas desconhece as variáveis ambientais correlacionadas com os RSU, importantes para administrar com eficiência e eficácia o setor. Sendo assim, propõe-se um conjunto de parâmetros, estruturados e sistematizados, que serão a base para a estruturação e formulação de um índice que relaciona RSU, meio ambiente, saúde e o ser humano, com o intuito de permitir uma hierarquização de atitudes e investimentos dentro dessa área.

A rediscussão do modelo de classificação não está sendo feita apenas através da inclusão de variáveis ausentes, mas também pela lógica das geotécnicas e ambientais. Uma parte significativa está concentrada na análise de como têm sido subestimados os encadeamentos recíprocos entre os diversos planos e como isso gerou erros de consideração no preparo de políticas de gestão.

Localizado neste contexto de exigências por discutir a visão convencional do desenvolvimento e integrar novas dimensões, este trabalho procura colocar em foco um tema relevante, a inserção de aspectos e variáveis ambientais para a garantia da qualidade do gerenciamento e da disposição final dos resíduos sólidos urbanos.

Considerando os fatores acima expostos, esta proposta foi baseada na introdução de requisitos de gestão, utilizando-se da norma NBR ISO 14.001 (Sistema da Gestão Ambiental – Especificação e Diretrizes para uso) como critério de adequação ao Índice de Qualidade de Aterros – IQA (FARIA, 2002), onde se passou a avaliar o processo de disposição final e tratamento dos RSU sob o ponto de vista da gestão ambiental.

Foi enfatizado, nesta avaliação, o controle das operações no aterro, pelo aprimoramento do desempenho ambiental e pelo equilíbrio da proteção e da prevenção

da poluição com as necessidades sócio-econômicas, através do controle do impacto dessas operações no meio ambiente, garantindo dessa forma, dentro do universo aterro, um desenvolvimento sustentável, que consista no atendimento às expectativas, mas com a manutenção do capital natural e a garantia das necessidades das espécies vegetais e animais, bem como do futuro da humanidade.

Considerando a falta de critérios de fiscalização pelos órgãos específicos em todos os níveis de poder, quatro itens se tornam importantes quando o assunto é minimizar os impactos ambientais causados pelos RSU: a mudança de comportamento da sociedade de consumo, a redução do volume do lixo gerado, a implantação de unidades de disposição mais seguras e o desenvolvimento de novas tecnologias.

Também ainda segundo GLAZE (1998), a confiança em modelos é essencial e seus rendimentos, ainda que de pouca validade, podem trazer grandes benefícios e a maior dificuldade se encontra na utilização destes por pessoas desprovidas do conhecimento das suas limitações.

Com isso, partiu-se das hipóteses que, considerando apenas os parâmetros de classificação do IQA, através de experiências concretas, um aterro classificado como “adequado” (ou sanitário) não garante uma atividade de tratamento e disposição final dos seus resíduos ambientalmente segura, e que a ISO 14000 é uma ferramenta valiosa a ser utilizada no inventário de classificação de aterros. A partir destas hipóteses, o presente trabalho se propôs a cumprir seus objetivos através de três momentos sucessivos de análise.

Em primeiro lugar, consideraram-se os aspectos relacionados às atuais tecnologias empregadas no tratamento de resíduos sólidos urbanos. Assim, o Capítulo II apresenta uma descrição do estado atual da arte e, o Capítulo III, um histórico da questão, onde no Brasil, e inserido nesse contexto encontra-se o Estado do Rio de Janeiro, a coleta de resíduos domésticos e comerciais já alcança níveis de atendimento e cobertura bem razoáveis, porém em mais de 75% dos municípios o lixo é ainda disposto a céu aberto, em terrenos inapropriados, ou até mesmo diretamente em áreas alagadas, contaminando as águas de superfície e subterrânea, o solo e o a atmosfera. Ainda neste capítulo é apresentada a evolução dos índices de classificação IQR (utilizado pela CETESB) e IQA (FARIA, 2002). O Capítulo IV apresenta a conceituação, a classificação e a caracterização física e geotécnica dos resíduos. O Capítulo V aponta as principais formas de destinação final dos resíduos sólidos urbanos e o seu

gerenciamento municipal, com atenção especial às etapas de implantação e operação de um aterro sanitário, este detalhado e discutido no Capítulo VI.

Em segundo lugar, explora-se a idéia de Sistema da Gestão Ambiental. Nesse contexto, se descreve uma breve evolução dos instrumentos públicos e privados de gestão ambiental no Brasil e no Mundo, identificando-se os marcos principais, inclusive aqueles que geraram a necessidade de se desenvolver as normas da série ISO 14000, esta apresentada no Capítulo VII, que introduz a Organização Internacional de Normalização (ISO), sua evolução, seus preceitos e sua rotina de funcionamento. É mostrado como foram elaboradas as Normas desta Série, particularmente a norma de certificação ISO 14001, sendo discutidas todas as etapas de sua implementação, bem como a “armadilha” do seu uso equivocado.

No Capítulo VIII, é proposta a metodologia de estudo, onde a ênfase é colocada, neste caso, não na discussão teórica, mas na introdução dos conceitos da Norma ISO 14001 aos parâmetros de classificação do IQA, focando o controle das operações do aterro, e então aplicada a Teoria da Análise do Valor aos diversos parâmetros.

E em terceiro lugar, com apoio nos desenvolvimentos anteriores, passa-se a aplicação da metodologia proposta aos casos estudados, mostrando-se a realidade dos aterros de resíduos visitados. Nessa linha de raciocínio, o Capítulo IX implementa o IQS e estabelece a nova classificação, possibilitando diferenciar as áreas em condições inadequadas, controladas, adequadas e ambientais, segundo pontuação alcançada, sugerindo alternativas de melhoria e adequação para o gerenciamento e a destinação final dos RSU nesses locais.

Para a aplicação desta nova classificação, foram utilizados, como entrada, os dados adquiridos em visitas técnicas de campo, realizadas em doze localidades de disposição de resíduos sólidos urbanos nos Estados do Rio de Janeiro, duas no de São Paulo e uma no de Pernambuco. Esta amostra foi estabelecida com o intuito de se comprovar a hipótese e identificar a atual situação da disposição final dos resíduos, podendo-se também utilizar os resultados da presente pesquisa num próximo estudo do Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos no Estado do Rio de Janeiro, uma região com graves problemas técnicos e ambientais na destinação dos RSU, que afetam às populações e ao meio ambiente circundantes.

No Capítulo X, os resultados foram analisados, a fim de se dispor um panorama atual, e comparados com outros resultados obtidos pelo IQA e IQR, podendo-se traçar as tendências evolutivas de alguns locais.

Dessa forma, o Capítulo XI conclui e comenta os resultados obtidos e apresenta futuras propostas para o desenvolvimento dessa linha de pesquisa, podendo esta ferramenta também ser destinada ao auxílio dos governos e demais órgãos competentes em suas decisões quanto à otimização da aplicação dos recursos, tanto financeiros quanto humanos, evitando desperdícios e obtendo-se assim resultados mais satisfatórios a curto e médio prazo.

Capítulo II

O ESTADO ATUAL DA ARTE

O atual quadro ambiental vivido no Planeta e a crise ecológica são resultantes de ações predatórias do passado, bem como do tipo de desenvolvimento vigente, que se caracteriza como “concentrador, explorador de pessoas e dos recursos da natureza” (AMADOR, 1997, *in* FARIA, 2002).

2.1 A Ecopolítica Internacional

Ecopolítica é um termo utilizado para designar relações políticas no âmbito do meio ambiente e dos seus recursos. Faz referência ao conjunto das dimensões políticas de identificação e resolução das questões ambientais, como às tentativas dos atores internacionais de impor sua definição de segurança em face da natureza e da qualidade de vida das populações.

Pode-se dizer que os problemas ambientais têm, também, cunho político, a partir do momento em que as definições e soluções escolhidas implicam distribuição de custos e benefícios: certos grupos ou estados ganham, outros perdem.

Nos países em desenvolvimento, as questões e soluções ambientais põem diretamente em questão as articulações políticas em Estados comumente fracos. As soluções propostas para problemas do desenvolvimento e do meio ambiente devem visar o equilíbrio entre o crescimento, a equidade, a conservação e a democracia. Os direitos dos Estados e dos habitantes não devem ser ignorados em detrimento da plena conservação dos recursos naturais.

As questões entre meio-ambiente e comércio centralizam a ecopolítica internacional. Estas relações colocam em jogo duas questões: o impacto das relações comerciais sobre os recursos naturais e, do ponto de vista contrário, o impacto das medidas de proteção ao meio ambiente sobre o comércio internacional.

Enfim, o meio ambiente não pode ser dissociado dos objetivos econômicos sociológicos ou políticos, sustentados pela sociedade.

2.1.1 O Efeito Estufa e o Protocolo de Kyoto

Efeito Estufa é uma condição natural do planeta. É através dele que a temperatura média da superfície se mantém adequada à vida, pois os gases presentes na atmosfera retêm o calor que a Terra emite e deixam passar a radiação solar. Sem o efeito estufa, a Terra teria uma temperatura média de 18°C negativos.

O problema não está no efeito estufa em si, mas na sua intensificação, o que aumenta a temperatura. Isto se deve pela grande concentração de gases, provenientes de emissões de indústrias, veículos, etc. Os gases acumulados não deixam que os raios solares, que penetram na atmosfera terrestre, voltem para o espaço.

Outra consequência da queima de combustíveis fósseis é o chamado *global dimming* (escurecimento do ar), causado pelo aumento das partículas em suspensão, proveniente de subprodutos de poluentes lançados na atmosfera, como dióxido de enxofre, fuligem, e cinza, mudando as propriedades das nuvens. Essas nuvens são formadas por gotículas que se auto-sustentam no ar. A poluição desse ar resulta em nuvens com mais gotículas que as impolutas, refletindo mais o calor do sol de volta ao espaço, reduzindo o calor na Terra. A reflexão do calor resulta na escassez de chuvas em áreas cruciais e chuvas torrenciais em locais de pluviosidade historicamente baixa.

Pode parecer que um efeito equilibra o outro, mas isso não é verdade. O acúmulo de poluentes na atmosfera pode causar uma série de doenças respiratórias no homem, além dos problemas ambientais como fumaça, chuva ácida, devastação, etc.

Já existem estudos sobre previsões dos efeitos de aquecimento global e escurecimento da atmosfera. A expectativa, caso o quadro não se reverta imediatamente, é da ocorrência de grandes catástrofes ambientais mundiais. Alguns pesquisadores chegam a comparar estes efeitos aos da época do desaparecimento dos dinossauros, devido ao rápido aumento da temperatura do planeta em 10°C, em 100 anos, e da liberação do hidrato de metano, existente no fundo dos oceanos, oito vezes mais forte que o gás carbônico em seu efeito estufa.

Em longo prazo, o superaquecimento do planeta poderá causar muitos problemas ambientais, como tufões, furacões e enchentes, em consequência do derretimento das geleiras e do aumento da evaporação da água. Deve atingir também a fauna, pois algumas espécies de animais não se adaptariam às altas temperaturas, e comprometeria ecossistemas, especialmente os mangues, mais sensíveis às alterações no

nível do mar. Além disso, as altas temperaturas, combinadas com um regime escasso de chuvas, podem levar à redução da umidade do solo e a limitações na produção agrícola.

Antevendo este processo degradativo, na Convenção de Mudanças Climáticas da ONU, cerca de 180 países assinaram um acordo com o objetivo de reduzir as emissões dos Gases de Efeito Estufa (GEE), o Protocolo de Kyoto, que entrou em vigor em 16 de Fevereiro de 2005, estabelecendo metas de redução de emissões de gases de efeito estufa de cerca de 5% (de suas emissões em 1990) para os países desenvolvidos, a serem cumpridos no período de 2008 a 2012. Para que estes países possam atender a essas metas foram criados três mecanismos de flexibilização: o Comércio de Emissões, a Implementação Conjunta e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL).

Para atingir a meta, eles poderiam investir em projetos localizados nos países em desenvolvimento. Tais projetos irão permitir a redução de emissões, contribuindo ao mesmo tempo para o desenvolvimento sustentável do país que abriga o projeto. Este sistema de aporte de tecnologia por redução de emissões foi chamado de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL).

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) é o único dos três mecanismos que permite a participação dos países em desenvolvimento. Esse mecanismo permite que os países desenvolvidos possam investir em projetos de redução de emissões de gases de efeito estufa nos países em desenvolvimento, gerando créditos de carbonos (RCEs – Reduções Certificadas de Emissões). No caso dos países desenvolvidos, o interesse em investir em projetos MDL se deve ao fato de o custo marginal de abatimento das emissões nos países em desenvolvimento serem menores que em seus próprios territórios. No caso do MDL, os projetos devem resultar em benefícios reais, mensuráveis e de longo prazo em relação à redução de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) e devem ser adicionais, ou seja, deve ser assegurado que a redução de emissões não ocorreria na ausência do projeto MDL.

O propósito do MDL é prestar assistência aos países em desenvolvimento para que viabilizem o desenvolvimento sustentável local pela implementação de seus projetos, contribuindo, então, para o objetivo final da Convenção. Por outro lado, também visa prestar assistência aos países desenvolvidos para que cumpram seus compromissos quantificados de limitação e redução de emissões de GEE. A Figura 2.1, a seguir, apresenta o percentual de contribuição dos gases de efeito estufa no aquecimento global do planeta.

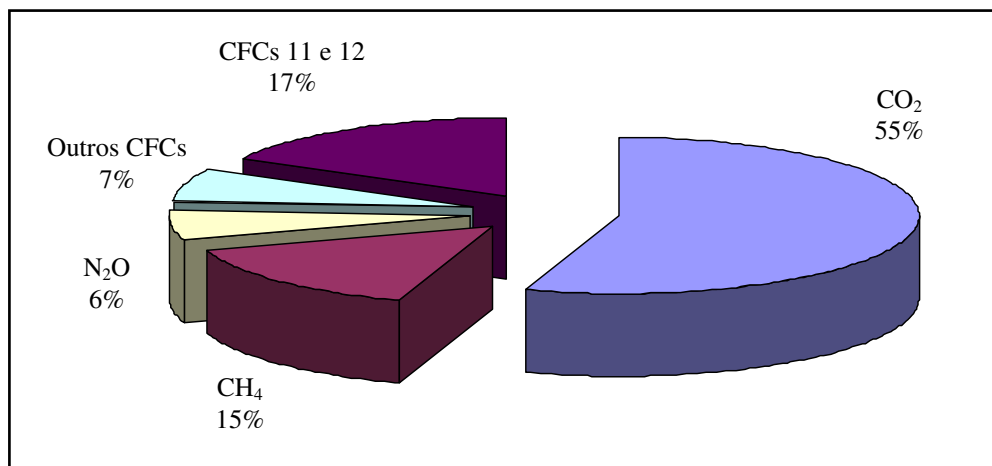


Figura 2.1: Contribuição dos GEE para o Aquecimento Global (BRITO FILHO, 2005).

O objetivo final é então atingido pela implementação dessas atividades de redução da emissão, mediante investimentos em tecnologias mais eficientes, substituição de fontes de energia fósseis por renováveis, racionalização do uso da energia, florestamento e reflorestamento entre outras.

O ciclo do projeto MDL compreende primeiramente a elaboração do Documento de Concepção do Projeto (DCP), onde, além dos aspectos técnicos, devem ser descritos a metodologia e o cálculo da linha de base adotada, a justificativa da adicionalidade do projeto, o potencial de redução de emissões do projeto, e a metodologia de monitoramento. Em seguida o projeto deve ser encaminhado para validação por uma Entidade Operacional Designada (EOD), devidamente registrada no Conselho Executivo do MDL. Vale ressaltar que muitas das Sociedades Classificadoras, que atuam na indústria naval, estão credenciadas. Após a validação o projeto, deve ser encaminhado para o Conselho Executivo do MDL, onde será analisado tecnicamente pelo painel metodológico (conhecido como Meth Panel) e, se aprovado, será então registrado. Antes do registro é preciso ainda se obter uma carta de aprovação da Autoridade Nacional Designada – aqui no Brasil, papel desempenhado pela Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima, CIMGC – caracterizando que o projeto contribui para o desenvolvimento sustentável. Após implantação e monitoramento, o projeto será verificado e certificado por uma Entidade Operacional Designada (EOD), diferente da que o validou anteriormente.

Há vários projetos em andamento para julgamento da ONU, com fins de aprovação do Protocolo de Kyoto, dentre os quais muitos brasileiros.

2.1.2 O Mercado de Créditos Carbono

A demanda por créditos de carbono deverá chegar, em 2010, à cerca de US\$ 20 bilhões por ano, sendo grande parte desse valor transacionada dentro da própria União Européia, conforme o Point Carbon (2004). O Banco Mundial estima que a parcela que cabe ao Brasil estará em torno de 10% do total. No entanto, alguns especialistas menos otimistas estimam algo entre 1% e 5%, devido ao alto poder de redução de carbono na China e na Índia. Para o Brasil se beneficiar das oportunidades oferecidas pelo MDL, os projetos deverão ser desenvolvidos rapidamente, a fim de que sejam negociados durante o primeiro período de compromisso, que vai de 2008 a 2012, já que até o momento ainda não se sabe como será a evolução do MDL após 2012.

Mesmo antes da entrada em vigor do protocolo, o carbono já vinha se tornando uma commodity mundial e seu mercado pode ser dividido entre aqueles que operam dentro das regras de Kyoto e os que operam por fora. Nesse contexto, o Brasil tem vários projetos negociados com a Holanda e o Banco Mundial, em conformidade com o protocolo, e a Bolsa de Chicago (conhecida como CCX), que não atua em conformidade com Kyoto. A CCX é um acordo voluntário entre empresas americanas que se comprometeram a reduzir suas emissões em 1%, cumulativos entre 2003 e 2006, perfazendo um total de 4% em 2006. Esse mercado se caracteriza pela compra livre de carbono no mundo, para atendimento dessas metas. O preço praticado neste mercado tem variado de USD 0,75 a 1,00 por tonelada de CO₂.

Além da CCX, outra iniciativa interessante vem ocorrendo na União Européia: o Esquema de Comércio de Emissões (ETS – European Trading Scheme), com o objetivo (mandatário a partir de Janeiro de 2005, inclusive com o estabelecimento de penalidades para aqueles que não cumprirem os limites de emissão acordados) de controlar as emissões de GEE nos setores industrial e energia. Esse esquema permite que as Reduções Certificadas de Emissões (RCEs) de projetos MDL sejam aceitas dentro desse mercado, o que caracteriza uma grande oportunidade para os países em desenvolvimento. Dados do Point Carbon indicam que o preço atual de comercialização do crédito de carbono no ETS gira em torno de 18 Euros por tonelada de CO₂.

Duas bolsas do clima já atuam ativamente no mercado de créditos de carbono: a Chicago Climate Exchange e a European Union Climate Exchange. Estas instituições habilitaram-se a vender créditos de carbono para empresas que necessitem tomar medidas para redução e controle de gases causadores do aquecimento global.

O mercado de compra e venda de créditos de carbono encontra-se altamente promissor. Em dezembro de 2003, foram negociadas na Bolsa de Chicago 30 mil toneladas de créditos. Em janeiro de 2004, o número subiu para 80 mil toneladas, chegando a 400 mil toneladas em fevereiro. Atualmente, uma tonelada de carbono é negociada por cerca de US\$ 7. Mas as estimativas do mercado são de que o preço possa chegar a US\$ 20 por tonelada nos próximos 10 anos.

Existem outros mecanismos financeiros em desenvolvimento para redução dos GEE, como: eco-taxas, fixadas por países europeus; políticas ambientais auditadas por multinacionais; relações públicas e especulação de risco por instituições financeiras.

Além disso, existe no Brasil o Fundo Protótipo de Carbono, que é uma parceria com o Banco Mundial, onde serão financiados os Certificados de Créditos de Carbono.

O Brasil pode ajudar a expandir este mercado, pois sua participação é muito importante e abre caminho para atrair outras nações e empresas interessadas em desenvolvimento limpo.

No tópico 2.2 a seguir, serão apresentados os benefícios do emprego de tecnologias no aproveitamento do biogás.

2.2 Biogás: A Nova Esperança

A utilização racional, aliada a implementação de novas tecnologias, empregadas no aproveitamento energético dos gases, gerados pela decomposição de resíduos em aterros, trazem uma série de vantagens, quem sabe estas formando o primeiro passo na direção de que os investimentos, na disposição do lixo em aterros sanitários, poderão se tornar altamente lucrativos a curto e médio prazo, dentre as quais podemos citar:

- Baixos custos na implantação por tonelada de CO₂ equivalente;
- A eficiência na implantação e na operação do Aterro, exigida para a geração de energia, minimizando efetivamente os impactos ambientais;
- Empreendimentos de longo prazo com os modelos de equipamentos disponíveis;
- O controle das emissões de gases de efeito estufa na atmosfera;
- A venda de créditos de carbono, garantindo retorno do investimento;
- A possibilidade de utilização da energia térmica para tratamento do chorume;
- O incentivo a produção limpa;
- Benefícios sociais diversos;

O potencial de geração de receitas derivadas do biogás, produzido em aterros sanitários e em aterros controlados no Brasil, ativos ou já terminados, considerando que o metano nele existente pode ser aproveitado como fonte de energia para a geração de energia elétrica, assim como também a sua transformação em CO₂, pode produzir certificados de crédito de carbono, como previsto no Protocolo de Kyoto.

LEITE & MAHLER (2005) avaliaram o potencial de receitas advindas da exploração comercial do gás e dos créditos, descrevendo os métodos de previsão de geração de biogás e apresentando medições de campo que corroboram ou ajustam os modelos teóricos ou os modelos empíricos desenvolvidos em outros países.

Com as receitas previstas, se espera o rápido desenvolvimento da atividade de construção de aterros sanitários no país, alterando a situação atual, onde somente algumas grandes cidades possuem este equipamento urbano, fundamental para a qualidade do meio ambiente e da saúde humana.

Estas medidas podem ser tomadas para que o país aproveite ao máximo de uma oportunidade que se abre, viabilizando a mudança do atual quadro de precariedade dos sistemas de gestão de resíduos sólidos urbanos.

A atual situação da falta de verbas, destinadas à tecnologia da implantação dos Aterros Sanitários no Brasil, poderá se reverter dramaticamente com a oportunidade oferecida pela possibilidade de obtenção de receitas derivadas da venda de energia e de créditos de carbono, gerados em aterros sanitários, inclusive com incentivos fiscais à iniciativa privada neste processo.

Como é sabido, um aterro sanitário de resíduos sólidos urbanos pode ser assimilado a um grande biorreator, onde ocorre, naturalmente, a biodegradação da matéria orgânica existente no lixo, em ambiente predominantemente anaeróbico. Desta biodegradação resulta a geração do biogás de lixo, composto basicamente de CO₂ e CH₄, em quantidades aproximadamente iguais.

O metano gerado é um gás combustível, dotado de alto poder calorífico, havendo diversas situações em países, economicamente desenvolvidos ou não, onde se implantaram sistemas de captação deste gás para posterior uso como gás doméstico, como gás combustível industrial ou como gás liquefeito para uso veicular.

Além disso, o metano é um poderoso gás causador do efeito estufa, o que significa que a redução de sua emissão para a atmosfera é considerada como uma atividade passível de gerar créditos de carbono, de acordo com o mecanismo de

desenvolvimento limpo, previsto no protocolo de Kyoto, e então gerando receitas para o empreendedor do aterro sanitário.

Esta redução de emissão se refere ao metano, e não ao CO₂, devendo-se registrar que, a simples queima do metano, transformando-o em H₂O e CO₂ já configura uma redução de emissão, uma vez que o metano é 21 vezes mais causador de efeito estufa que o CO₂.

LEITE e MAHLER (2005) avaliaram o potencial de receitas derivadas do biogás dos Aterros Sanitários, primeiramente, com base em informações ajustadas do IBGE sobre limpeza urbana no Brasil, onde se estima a quantidade total de resíduos sólidos urbanos que são ou que podem vir a ser depositados nos aterros, gerando biogás.

Considerando que, somente a partir de um tamanho mínimo de aterro sanitário considera-se viável a implantação de sistemas de coleta e aproveitamento energético de biogás, estimou-se a quantidade de resíduos que estaria em condições de ser degradada para a sua produção. A qualidade dos resíduos também foi levada em conta na avaliação quantitativa, uma vez que somente a fração orgânica do lixo transforma-se em biogás.

A partir daí foi estimada a quantidade total de biogás, gerada no somatório de aterros sanitários potenciais, e que poderá se utilizar para gerar energia ou para gerar certificados de não-emissão de carbono para a atmosfera.

Quantitativamente, a geração de metano ao longo do tempo, presente no biogás de lixo, pode ser estimada através da fórmula empírica de Scholl-Canyon, que estabelece a seguinte equação:

$$Q_{\text{ch}_4} = k * L_0 * M_i * e^{-kt}, \text{ onde:}$$

- Q_{ch_4} = Quantidade de metano gerado em um ano;
- k = Constante sobre características dos resíduos e do clima da região do aterro;
- L_0 = Quantidade de biogás teoricamente produzida por tonelada de resíduos;
- M_i = Quantidade de lixo em toneladas depositadas no ano I;
- t = tempo (anos) decorrido desde a disposição do lixo em cada célula no aterro.

As informações obtidas na literatura e os modelos teóricos foram cotejados com levantamentos de campo, de qualidade e quantidade de biogás produzido em aterros de lixo em operação no estado do Rio de Janeiro, de forma ajustar os dados existentes.

Com o conhecimento da quantidade e da qualidade de biogás gerado, se estimou o potencial energético decorrente, considerando seu uso em termoelétricas, movidas a motores tipo ciclo Otto, e o potencial de redução de emissões de CH₄ para a atmosfera.

A partir de referências na literatura e informações de mercado, se estimou as receitas possíveis de serem obtidas tanto com a venda de energia como com a negociação de certificados de créditos de carbono, correspondentes à não emissão do metano, contido no biogás do lixo.

De acordo com dados da consultoria KPMG, desde o início do ano, já foram comercializados mais de 20 milhões de créditos de carbono (permissões) no mercado europeu. O preço da tonelada mais que duplicou no período. No final da primeira quinzena de março de 2005, era comercializada a € 11 e, em julho, a € 28,6. Dados do Banco Mundial, no entanto, estimam um valor menor para os créditos de carbono vinculados a projetos de MDL: de US\$ 3 a US\$ 7 por tonelada.

2.3 A Disposição Final de Resíduos no Brasil

Este tópico apresenta a situação atual da destinação final dos resíduos sólidos no Brasil, através de uma visão geral da arte, além de focar como a geotecnia ambiental vem contribuindo para o desenvolvimento das tecnologias de projeto, construção e operação de aterros sanitários.

Num país como o Brasil, carente de soluções básicas para a população em aspectos como saneamento, escolas, transporte e atendimento médico e hospitalar, despesas com coleta e disposição de resíduos são pouco compreendidas pela população e, infelizmente, mal gerenciadas pelos órgãos públicos, acarretando soluções de curto prazo, danosas a médio e longo prazo.

Uma quantidade ainda enorme de catadores infantis participa, infelizmente, das ações de coleta, sendo que diversos projetos procuram adequar novas situações de vida às mesmas. Infelizmente, são raras as propostas que levam em conta a situação de miséria total das famílias destas crianças e a falta de oportunidades de trabalho interessante e criativo para os responsáveis pelas mesmas de forma que possa fazer melhor uso de seu tempo de vida como crianças, indo a escolas e simplesmente brincando, que é a forma ideal de desenvolvimento.

O Aterro Sanitário é o modelo de tratamento, de resíduos, mais utilizado no mundo, responsável pela destinação final de cerca de 50% destes na Europa. Quando bem projetado e operado, é um método ambientalmente seguro e economicamente viável para a maioria dos resíduos brasileiros.

Atualmente não existe legislação técnica específica para aterros no Brasil. Além disso, os órgãos de controle ambiental não possuem recursos suficientes para uma fiscalização detalhada. Conseqüentemente, existem poucos aterros no Brasil em situação adequada, mesmo nas grandes capitais.

Os aterros mal projetados e mal gerenciados podem acarretar a poluição das águas subterrâneas e superficiais, o escorregamento da massa de resíduos, incêndios e explosões e acidentes com pessoas. A Figura 2.2 a seguir apresenta as principais formas de destino dos resíduos no Brasil:

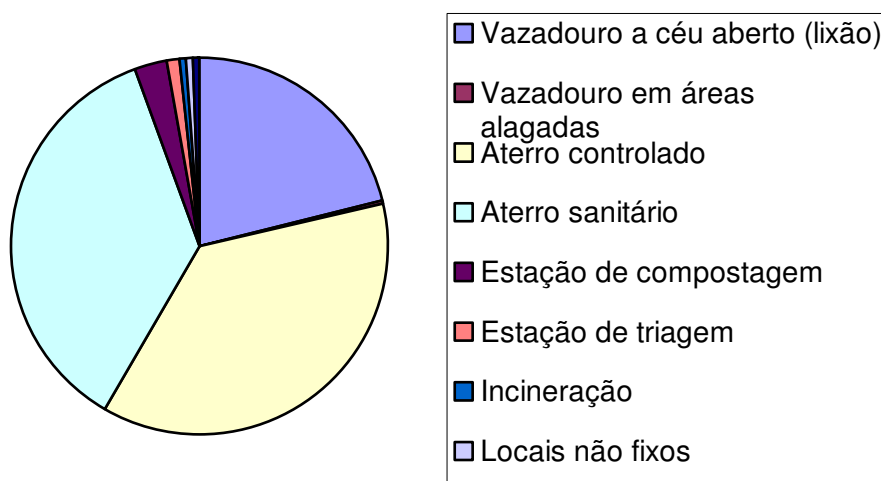


Figura 2.2: Destino final do resíduo coletado no Brasil (fonte: IBGE, 2000).

Contudo, observa-se um crescente interesse em tecnologias desenvolvidas pela geotecnia em aterros sanitários. O uso de barreiras de contenção de contaminantes, naturais e artificiais, bem como reativas, associadas a técnicas de fitorremediação, tem sido empregado para tratamento secundário e terciário de percolados (JUCÁ, 2003).

2.3.1 Geração de Percolado e o Tratamento do Chorume no Brasil

SOBRINHO & AZEVEDO (1999), NETO (1999) e MEDEIROS *et al* (2002) procuraram fazer uma estimativa da geração de percolado em aterros (JUCÁ, 2003).

No Brasil, quando se define por tratamento do chorume *in situ*, utiliza-se com muita freqüência as lagoas biológicas, que possuem a dificuldade de necessitar uma área muito grande em regiões com elevados índices pluviométricos e da umidade. Neste sentido, muitos projetos utilizam a técnica de recirculação de chorume para diminuir a quantidade de líquidos a serem tratados, porém em épocas chuvosas o sistema pode chegar ao limite da sua capacidade. A recirculação de chorume deve ser aplicada

quando se monitora a umidade ou grau de saturação do lixo, pois além de elevar seu peso específico, pode provocar inibição do processo de biodegradação. Por outra parte, o sistema de tratamento biológico por lagoas não reduz significativamente a quantidade de nitritos, nitratos e amônia presente no meio, o que pode acarretar em uma contaminação dos cursos d' água.

A Tabela 2.1 apresenta o tipo de tratamento de efluentes líquidos (percolado) realizado nos maiores aterros de resíduos sólidos do Brasil.

Tabela 2.1: Tipo de tratamentos de efluentes líquidos em aterros no Brasil (JUCÁ, 2003).

Cidade	Tipo de Destinação Final	Quant. (ton/dia)	Tratamento de Chorume
Recife-PE	Aterro Controlado da Muribeca	2.800	Recirculação de chorume, lagoa anaeróbia, lagoas facultativas, sistema bioquímico
Caruaru – PE	Aterro Sanitário de Caruaru	200	Digestor Anaeróbio e um charco artificial
Manaus – PA	Aterro Sanitário de Manaus	1.125	Recirculação de chorume e biorremediação
Belém – AM	Aterro Sanitário de Belém	1.024	Recirculação de chorume e biorremediação
Rio de Janeiro -RJ	Aterro Controlado de Gramacho.	7.026	Tanques de polimento e sistemas de nano-filtracao
Fortaleza-CE	Aterro Sanitário de Caucaia	3.500	Lagoas anaeróbia e facultativas.
Extrema - MG	Aterro Sanitário de Extrema	80	Lagoas anaeróbias em série, seguidas por facultativa e de maturação
Paracatu – MG	Aterro Sanitário de Paracatu	26	Uma lagoa anaeróbia seguida por uma facultativa
Contagem – MG	Aterro Sanitário de Perobas	214	Tanque Inhoff seguido de filtro biológico
Ipatinga – MG	Aterro Sanitário de Ipatinga	150	Reator anaeróbio, lagoa de estabilização, aerador de cascata e lagoa de maturação
Uberlândia – MG	Aterro Sanitário de Uberlândia	120	Grades, retentor de óleo e desarenador reator RAFA e filtro biológico.
Três Corações – MG	Aterro Sanitário de Três Corações	30	Uma lagoa anaeróbia seguida por um filtro anaeróbio e uma lagoa facultativa
Biguaçu – SC	Aterro Sanitário da Formaço	11.500 a 14.500	Poço anaeróbico, reator UASB, lagoas anaeróbia, facultativa e de maturação.
Belo Horizonte – MG	Aterro Remediado de BH	4.139	Recirculação de chorume. Excedente tratado na ETE do município.
Porto Alegre-RS	Aterro Sanitário da Extrema	200	Filtro anaeróbio; lagoa de aeração; transporte para tratamento em ETE.
Porto Alegre - RS	Aterro Sanitário Metropolitano Santa Tecla	1.300	Filtro anaeróbio, lagoa anaeróbia, lagoa areada, 2 lagoas facultativas, filtro de areia.
Itaquaquecetuba – SP	Aterro Sanitário de Itaquaquecetuba	650	Não tem tratamento, o chorume é tratado na ETE do município.
Mauá - SP	Aterro Sanitário de Mauá	2.000	3 reatores e 2 lagoas com agitador (aerador)
São Paulo-SP	Aterro Sanitário São João		Tratamento na SABESP (esgotos)
Santo André-SP	Aterro Sanitário de Santo André	700 a 750	Uma lagoa anaeróbia e uma facultativa com aerador
Salvador-BA	Aterro Sanitário Metropolitano	2.500	Tratamento no CETREL (resíduos industriais)
Palmas - TO	Aterro Sanitário	120	Sistema de lagoas de estabilização: anaeróbia, facultativa e maturação.
Araguaina - TO	Aterro Sanitário	160	Fossas sépticas e valas de infiltração
Guarai-TO	Aterro Sanitário	40	2 lagoas anaeróbias
João Pessoa - PB	Aterro Controlado do Roger	870	Digestor anaeróbio seguido de fitorremediação.

*Dados fornecidos em março de 2001

** Dados fornecidos em agosto de 2002

Alguns estudos estão sendo desenvolvidos, com objetivo de se definir novas tecnologias para o tratamento eficaz, com eficiência e custos compatíveis para o tratamento de chorume. O Grupo de Resíduos Sólidos da Universidade Federal de Pernambuco vem pesquisando tratamentos secundários ou terciários, de forma a complementar os tratamentos já existentes. Este tratamento está baseado em um sistema bioquímico, que combina os efeitos da fitorremediação (EPA, 1993; BRIX, 1994; GARCIA *et al*, 1997 *in* JUCÁ, 2003) com os das barreiras reativas de solos para contenção de contaminantes.

No Brasil alguns aterros sanitários como o Aterro de Bandeirantes (São Paulo) e o Aterro Metropolitano Centro (Salvador) não fazem o tratamento do chorume *in situ*, e sim, destina-o a estações de tratamento de esgoto ou de resíduos industriais mais próximas. Como consequência, os custos se elevam devido ao transporte destes líquidos, bem como, transferem a responsabilidade para outros, pois, em geral, as estações de tratamento de esgoto (ETE) não estão preparadas para receber um líquido com tal diversidade e com altas concentrações de componentes orgânicos e inorgânicos (inclusive metais pesados).

Com relação ao tratamento do chorume, observa-se que vários aterros sanitários transferem o chorume para estações de tratamento de esgoto, e vale salientar que, as mesmas não foram dimensionadas para tratar as concentrações dos componentes existentes no chorume, ocorrendo assim, apenas transferência do problema com altos custos e risco com o transporte.

As barreiras bioquímicas se configuram como uma contribuição da geotecnia ambiental no tratamento secundário de chorume. Estas combinam os efeitos da fitorremediação com os das barreiras reativas de solo para contenção de contaminantes.

2.3.1.1 Tratamento de Chorume com Barreira Bioquímica

O uso do sistema consorciado de Wetland e barreira reativa de solo, para tratamento secundário ou terciário de chorume, foi proposto recentemente como linha de pesquisa do GRS/UFPE (BELTRÃO, 2001; JUCÁ *et al*, 2002 *in* JUCÁ, 2003).

No entanto, em algumas universidades do Brasil, o uso de barreira reativa e Wetland vêm sendo pesquisados separadamente, como forma de retenção de contaminantes e remediação de áreas contaminadas. Dentre essas pesquisas destacam-se os estudos sobre o desempenho e a influência da composição do material usado na

execução de barreiras reativas, cujos resultados revelam que, quando as características do sítio e dos contaminantes são propícias, o uso de barreira reativa é uma técnica viável de remediação. Porém, deve-se ter em vista a otimização do processo usando materiais previamente identificados como potencialmente eficazes e o uso em conjunto de outras técnicas para complementar a degradação e/ou transformação dos contaminantes e seus subprodutos (GUSMÃO, 1999; GUSMÃO *et al*, 1998; NOBRE & NOBRE, 1997 in JUCÁ, 2003). Os Wetlands vêm sendo estudados, principalmente nas universidades das regiões sul e sudeste, como alternativa de tratamento de efluentes, objetivando a remoção de poluentes como DBO, amônia, nitrato, fósforo e metais pesados.

Observa-se que a maioria dessas pesquisas é voltada para efluentes industriais ou de esgotos domésticos e em poucos casos para tratamento de chorume (JUCÁ, 2003, *apud* SEZERINO *et al*, 2002; ZENETTE, 2001; CAMPOS *et al*, 2002).

Um dos principais objetivos do sistema bioquímico é a remoção de metais pesados, essa remoção é devida à absorção pelas plantas e a sorção de contaminantes do chorume pelo material da barreira. Neste sentido, alguns estudos estão sendo desenvolvidos, com objetivo de definir materiais alternativos para o tratamento eficiente de efluentes a custos reduzidos (LEON *et al*, 2000; FERIS *et al*, 2002; OLIVEIRA *et al*, 2001; LAMIM *et al*, 2000 e 2001; JORDÃO *et al*, 2000 in JUCÁ, 2003).

O sistema de barreira bioquímica compõe um sistema que pode ser muito vantajoso para o tratamento de chorume porque, além do baixo custo de instalação, é resistente às variações de vazão, tem baixa frequência de manutenção, e não requer operador especializado.

A interação de metais com solos é muito complexa, uma vez que a adsorção e a troca iônica de argilo-minerais, as reações com ânions insolubilizados, presentes no solo, e a complexação de substâncias húmicas, de fração orgânica de solo, podem ocorrer simultaneamente (LANGE & SIMÕES, 2002, *in* JUCÁ, 2003).

2.3.2 O Tratamento e o Aproveitamento de Gases em Aterros no Brasil

No Brasil o tratamento de gases em aterros sanitários é praticamente todo feito através da queima do metano (CH₄) e liberação do dióxido de carbono (CO₂). Em geral o sistema de drenagem de gases é individual (tipo aberta), utilizando-se queimadores do tipo flare, havendo algumas exceções em sistemas conjugados de drenagem, com extração forçada de gás. O tratamento de gás com queima do tipo aberta não é o mais

aconselhado uma vez que a queima não é completa, como acontece nos queimadores do tipo enclausurados. Esta combustão incompleta ou a baixas temperaturas, além de não garantir a transformação do metano (CH_4) em dióxido de carbono (CO_2), pode resultar na liberação de compostos tóxicos, que poderiam ser destruídos pela ação de elevadas temperaturas.

O biogás (Figura 2.3) é produzido pela decomposição da matéria orgânica presente no aterro. Ele é composto basicamente de gás metano (CH_4) e dióxido de carbono (CO_2) na proporção de 50% em média de cada um.

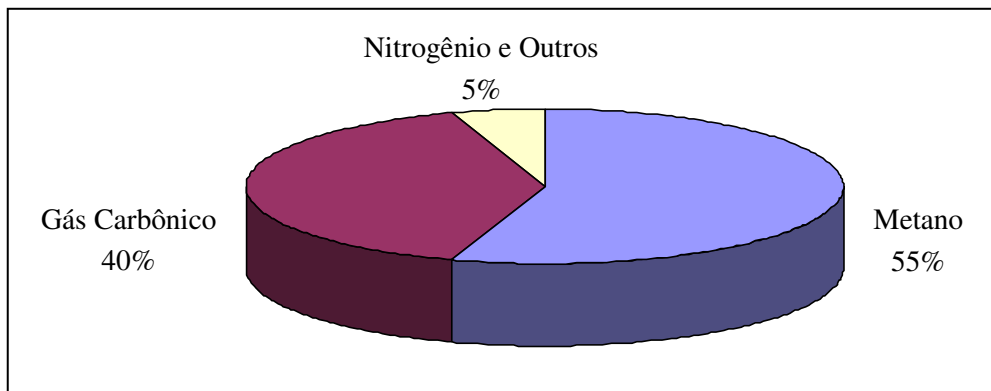


Figura 2.3: Composição do Biogás (LEITE & MAHLER, 2005)

O Brasil gera mais de 800 mil toneladas de gás metano por ano, sendo 85% desse total resultante dos aterros de resíduos sólidos municipais (JUCÁ, 2003). Atualmente, o que se pratica é um sistema de drenagem passiva deste gás, com queima direta nos poços, como demonstrado na Figura 2.4, a seguir.



Figura 2.4: Queima do biogás direto em poço de aterro no Brasil

A seguir, são apresentadas as fases de geração do biogás:

- 2) Fase Acidogênica: esgotamento de O₂, resultando em um ambiente anaeróbio com grandes quantidades de CO₂ e um pouco de hidrogênio (H₂) produzido.

Matéria Orgânica + Bactérias Acidogênicas → CO₂ + H₂ + H₂O + ácidos e açúcares.

- 3) Fase Metanogênica instável: começa a produção de CH₄, com uma redução na quantidade de CO₂ produzido.

Ácidos Orgânicos + CO₂ + H₂ + Bactérias Metanogênicas → CH₄ + H₂O + CO₂.

- 4) Fase Metanogênica estável: é a fase mais longa, estendendo-se por décadas. A produção de CH₄, CO₂ e N₂ torna-se quase estável (55% CH₄; 40% CO₂, 5% N₂).

- 5) Fase Final: após varias décadas - decréscimo do % de metano no biogás.

Com relação ao aproveitamento de gases no País, existem poucas plantas em operação com geração de energia elétrica com o biogás. A primeira unidade implantada foi a do Aterro Sanitário dos Bandeirantes, em São Paulo, que tem capacidade instalada de 20MW e que já foi autorizada para produção de energia elétrica em 2003 pela ANEEL (Agencia Nacional de Energia Elétrica). Podemos também citar outros projetos avaliados pela Agência e concessionados pelas prefeituras, como o Aterro Sanitário de São João/SP e o Aterro Sanitário Metropolitano de Salvador/BA. Em Pernambuco, o uso da biomassa para produção de energia elétrica ainda está restrito ao bagaço da cana. Contudo, o estudo de mercado dos resíduos sólidos pôde constatar a existência de algumas cidades ou aterros com potencial de exploração energético. O desenvolvimento desta tecnologia em outros países e estados e as experiências adquiridas anteriormente terão papel importante para o surgimento crescente de usinas produtoras de energia elétrica no País (JUCÁ, 2003).

Além das perspectivas de maior desenvolvimento desta tecnologia em todo mundo, o setor elétrico brasileiro vem utilizando mecanismos de incentivo ao uso da biomassa (inclusive do Biogás) para geração de energia elétrica. O Programa Nacional de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica - PROINFA, de 2001, determina que 3.300 MW, de potência instalada, sejam adicionados ao sistema elétrico brasileiro a partir de fontes de energia renováveis, onde os produtores desta energia terão a garantia de venda por um prazo de até 15 anos, e o estabelecimento de um valor de referência compatível com as características técnico-econômicas de cada projeto. Além de outros incentivos inclusos no PROINFA, destaca-se também a redução de encargos no uso do sistema de transmissão e distribuição de eletricidade em no mínimo 50%.

2.3.3 Impermeabilização de Aterros no Brasil

2.3.3.1 O Uso dos Geossintéticos em Sistemas de Impermeabilização

Os geossintéticos encontram ampla aplicação nos sistemas de disposição e, de forma geral, em obras de proteção ambiental. Como se sabe, há uma ampla variedade de tipos de geossintéticos, como geotêxteis, georredes, geotubos, geogrelhas, geocélulas, geomembranas (GM), geocompostos bentoníticos (GB) e outros geocompostos. Estes, cuja variedade amplia-se a cada dia que passa, consistem na associação de dois ou mais geossintéticos, de sorte a tirar-se melhor partido da combinação ou a reduzir o trabalho de instalação. Exemplos característicos são: a conjugação de uma geomembrana com um geotêxtil de proteção contra puncionamento ou a associação de uma georrede ou outro elemento drenante com geotêxteis para formar drenos. As geomembranas, utilizadas largamente em aterros sanitários em sistemas de impermeabilização, serão discutidas mais detalhadamente adiante.

Os diferentes geossintéticos podem cumprir uma ou mais funções que incluem filtração, drenagem através de seu próprio plano, separação de materiais diferentes, reforço de solos, proteção mecânica e a já citada impermeabilização.

Praticamente todos os geossintéticos encontram aplicação em obras de proteção ambiental e, seguramente, o exemplo mais completo é o dado por sistemas de impermeabilização de resíduos sólidos, como nos aterros sanitários.

A Figura 2.5 ilustra aspectos gerais de um sistema de contenção com ênfase para as diferentes possibilidades de aplicação dos geossintéticos. Nota-se, na base e nos taludes da cava, a presença de georredes para drenagem dos líquidos percolados através dos resíduos aterrados, geotêxteis cumprindo o papel de elemento de separação e de filtração entre o resíduo e o meio drenante (georrede ou material granular) e geomembranas (primária e secundária). Estas cumprem a função de evitar que os líquidos percolados gerados, por degradação do resíduo ou por infiltração, possam atingir o solo de fundação e os lençóis de água superficial e subterrâneo. Subjacente à geomembrana primária, encontra-se outra camada impermeabilizante, construída com geocomposto bentonítico, seguida por outra camada drenante, destinada a servir de camada de detecção de possíveis vazamentos do corpo do aterro e, finalmente, a geomembrana secundária, assentada sobre o solo de fundação, no caso um solo argiloso compactado.

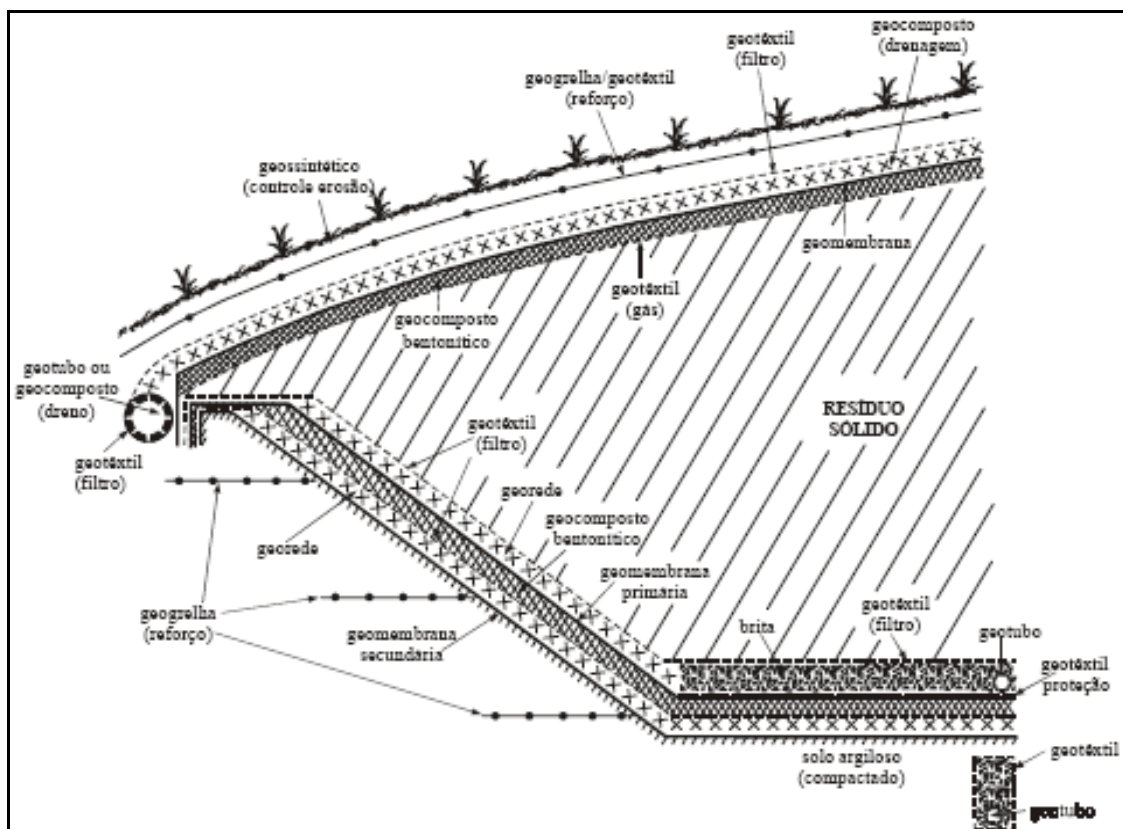


Figura 2.5: Aplicações de geossintéticos em aterros de resíduos (VILAR, 2003 *apud* KOERNER, 1998).

Essa configuração compõe uma barreira impermeabilizante dupla, com sistema de detecção de vazamentos, muito utilizada para a contenção de resíduos perigosos.

Anteriormente à construção dos elementos citados, pode existir a necessidade de se drenar fontes e nascentes, situadas na base do futuro aterro, o que pode se conseguir com a construção de drenos empregando geotêxteis como elemento de filtração.

Tem-se ainda, na Figura 2.5, a presença de geossintéticos compondo a cobertura do sistema e com funções semelhantes à que desempenham na proteção de base. Destacam-se a presença da geomembrana e do geocomposto bentonítico. Estes têm como função impedir a entrada de água de infiltração para o interior do maciço de resíduos e evitar o aumento da geração de líquidos percolados. As geogrelhas podem desempenhar diferentes funções como reforço do solo de cobertura, dependendo de como forem dispostas. Assim, permitem a construção de taludes íngremes ou podem funcionar como reforço de base e minimizar os efeitos de recalques diferenciais do maciço de resíduos sobre o solo de cobertura. Sobre a camada de cobertura podem ser colocados geossintéticos, capazes de resistir à erosão provocada pela água ou vento.

Adicionalmente, a barreira impermeabilizante de cobertura pode conter e disciplinar o movimento de gases eventualmente gerados, impedindo-os de se

propagarem descontroladamente na atmosfera. Para essa função pode ser incorporado um geocomposto drenante, capaz de coletar esses gases e conduzi-los a um sistema de captação e de tratamento, para posterior uso.

Na massa de resíduo, propriamente dito, podem-se ter alternativas de colocação de geossintéticos (não indicadas na figura), como geocompostos drenantes, tanto para líquidos como para gases, e geomembranas de uso temporário, em substituição às camadas de solos de cobertura intermediárias. Estas geomembranas podem ser dispostas ao final de uma etapa de serviço e retiradas na retomada do lançamento, evitando o espalhamento de material pelo vento e a presença de animais, com evidente ganho de espaço no aterro. Geogrelhas podem ser úteis também, durante a operação do aterro, como reforço de subleito ou de base para o tráfego de veículos pelo maciço de resíduo propriamente dito, durante as operações de lançamento, espalhamento e compactação.

As geomembranas de PEAD possuem aproximadamente 97% de polietileno virgem, 2,5% de negro-de-fumo e 0,5% de termoestabilizantes e antioxidantes. O negro-de-fumo é responsável pela resistência aos raios UV e os termoestabilizantes e antioxidantes aumentam a resistência às intempéries, ao calor e à degradação.

A oxidação é o principal mecanismo da reação química do PEAD. Os antioxidantes, que fazem parte da formulação do PEAD, param o processo e impedem a degradação da geomembrana. Uma vez coberta com resíduos ou efluentes, no fundo de aterros sanitários, praticamente inexistente a possibilidade da oxidação.

Outro fator importante que deve ser citado é a ação dos roedores, quase despercebida nos canteiros, que causam furos nas geomembranas quando ainda estocadas, antes da utilização.

Na literatura internacional, há vários relatos de obras sobre geomembranas de PEAD, que se encontram em perfeitas condições após 20 anos ou mais de sua instalação (IVY, 2002, COMER *et al*, 1999, TISINGER & GIROUD, 1993, WALKER & JUZKOW, 1982, *in* VIDAL, 2003).

Com o desenvolvimento tecnológico e o melhoramento das resinas nos últimos 20 anos, a consequência natural é que as geomembranas de PEAD tenham uma vida útil maior. Ensaio aperfeiçoados e atualizados, realizados em geomembranas fabricadas há 20 anos e expostas ao sol durante este período, comprovam seu bom desempenho.

2.3.4 Aspectos Geotécnicos em Aterros no Brasil

No Brasil, o estudo da resistência de resíduos sólidos urbanos ainda é muito recente. Embora sejam usados sistematicamente para disposição de resíduos em aterros sanitários, poucos trabalhos experimentais têm sido desenvolvidos com o intuito de estudar o comportamento frente à resistência e compressibilidade destes materiais. Em geral, devido às dificuldades na sua obtenção, os projetos de novos aterros sanitários, ou mesmo a avaliação da segurança de aterros antigos, utilizam parâmetros de resistência do lixo oriundos da literatura internacional, que na maioria dos casos refere-se a lixo de composição completamente diferente dos nossos, além das condições climáticas bastante adversas. Nesse contexto, torna-se necessário um conhecimento mais apurado do comportamento geotécnico desses maciços, a fim de se caracterizar e se determinar os parâmetros a serem empregados nas análises de estabilidade e modelagens, visando permitir a execução de aterros novos ou ampliações dentro de padrões mais seguros e econômicos (JUCÁ, 2003).

Em São Paulo, no Aterro Sanitário Bandeirantes, a Escola de Engenharia de São Carlos (USP), através de seu Departamento de Geotecnia, vem desenvolvendo um programa de investigações *in situ* (sondagens de simples reconhecimento, ensaios penetrométricos, tipo CPT, ensaios de infiltração em furos de sondagens a trado para coleta de amostras e ensaios *cross-hole*) e em laboratório (ensaios de caracterização, compressão triaxial e compressão confinada, com o uso de células de grandes dimensões), com o intuito de determinar características e propriedades geomecânicas de aterros de resíduos sólidos urbanos (KAIMOTO & CEPOLLINA, 1996; VILAR *et al*, 1996; VILAR *et al*, 1998; CARVALHO, 1999; MARQUES *et al*, 2002 *in* JUCÁ, 2003). Em relação à estabilidade de taludes, existem na literatura algumas referências sobre deslocamentos horizontais nos Aterros Sanitários Bandeirantes e São João, ambos em São Paulo (KAIMOTO *et al*, 1999; MAHLER & OLIVEIRA, 1997, *in* JUCÁ, 2003), além do deslizamento que ocorreu no Aterro Sanitário Bandeirantes (SP), onde foram realizados estudos no local, constituindo-se um marco para a alteração dos parâmetros utilizados nas análises de estabilidade (BENVENUTO & CUNHA, 1991; KAIMOTO & CEPOLLINA, 1996, *in* JUCÁ, 2003).

Até o momento, pela ausência de outros modelos consolidados, o estudo da estabilidade de aterros sanitários vem sendo desenvolvido segundo os métodos clássicos de análise de estabilidade por equilíbrio limite, adotando-se como critério de ruptura

Mohr-Coulomb, utilizando-se parâmetros de resistência c e ϕ , obtidos na literatura ou através de ensaios convencionais de laboratório, tipo triaxial ou cisalhamento direto.

Por outro lado, deverão ser consideradas algumas diferenças básicas, como a heterogeneidade do lixo, a existência de componentes química e biologicamente ativos e uma variabilidade de parâmetros de resistência muito grande, devido principalmente à forma de manejo do resíduo.

No entanto, alguns modelos estruturais e análises de estabilidade, englobando os efeitos das fibras, têm sido propostos (OLIVEIRA, 1995, *in* JUCÁ, 2003). O modelo estrutural é então considerado pelo efeito das fibras dos plásticos e têxteis, presentes no lixo, para as análises de estabilidade de aterros de resíduos sólidos, tendo como um exemplo prático a análise de estabilidade do Vazadouro da Duarte da Silveira em Petrópolis, Rio de Janeiro (MAHLER & LAMARE, 2000, *in* JUCÁ, 2003). A pesquisa desenvolvida por FUCALE (2002) *in* JUCÁ (2003), se baseou no comportamento de solos reforçados, considerando os componentes fibrosos do lixo, tais como plásticos, têxteis, papéis e papelão, sugerindo que para grandes deformações, o maciço de lixo pode ser comparado ao comportamento de solos reforçados. Dessa forma, os resíduos sólidos poderiam ser modelados como um material composto de duas componentes (Figura 2.6): uma matriz básica, compreendida pelas partículas de granulação fina a média, que apresenta comportamento de atrito, e a outra, a matriz de reforço, contendo os componentes fibrosos do lixo (JUCÁ, 2003, *apud* JESSBERGER *et al.*, 1995). Assim, fazendo-se uma comparação com o modelo apresentado por GRISOLIA & NAPOLEONI (1996) *in* JUCÁ (2003), a matriz básica seria constituída por materiais inertes estáveis e pela maioria dos materiais facilmente biodegradáveis, enquanto as fibras seriam constituídas por materiais bastante deformáveis.

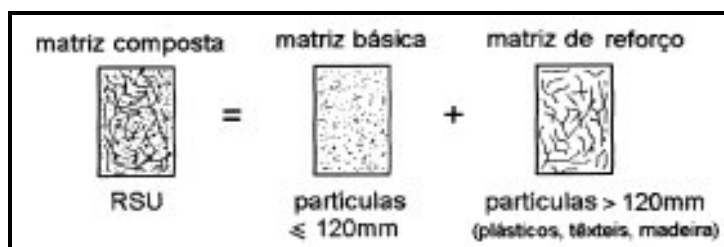


Figura 2.6: Modelo esquemático da composição de RSU semelhante a solos reforçados (JUCÁ, 2003, *apud* JESSBERGER *et al.*, 1995).

Baseado no conhecimento da capacidade de carga de fibras de lixo e outros materiais que contêm fibras, KÖLSCH (1995) *in* JUCÁ (2003), desenvolveu um modelo estrutural que admite que materiais fibrosos sejam capazes de incorporar forças de tração e transmiti-las para fora da zona de deformação. Além disso, ele considera que

o desenvolvimento de forças de tração nas fibras tem o mesmo efeito que um reforço de armadura, dependendo da ligação, que é diretamente dependente da tensão normal. A resistência ao cisalhamento é composta do atrito no plano cisalhante e da força de tração nas fibras.

JUCÁ (2003) *apud* MANASSERO *et al* (1996) apresentam resultados obtidos, exemplificando o comportamento “efeito-fibra”. Os componentes fibrosos do lixo podem agir como “reforço” da massa do lixo e, neste caso, contribuir para um ganho de “coesão” ou resistência, como acontece em solos reforçados (Figura 2.7).

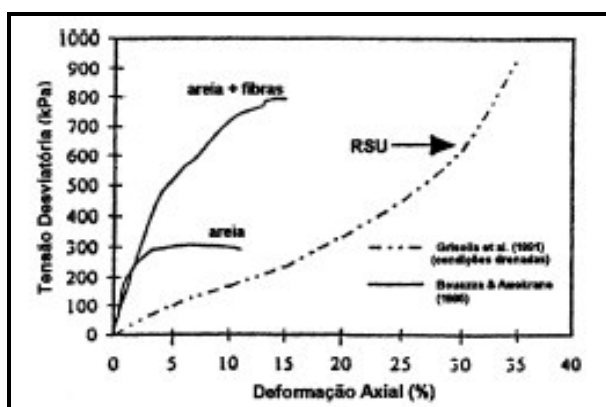


Figura 2.7: Tensão desviatória em função da deformação axial para areias, areias + fibras e RSU (JUCÁ, 2003, *apud* MANASSERO *et al*, 1996).

Considerando o modelo que supõe que os resíduos sólidos consistem em uma matriz básica reforçada à tração por materiais fibrosos, KOCKEL & JESSBERGER (1995) *apud* MANASSERO *et al* (1996) *in* JUCÁ (2003) mostraram que é a matriz básica que comanda a parcela de resistência por atrito interno, com um ângulo de atrito interno máximo que varia de 42° a 45° (Figura 2.8), sendo levemente influenciado pelos materiais de reforço (plásticos). O intercepto coesivo, por sua vez, é essencialmente dependente da matriz reforçada e pode ser definido como uma “coesão devida à resistência à tração” dos componentes fibrosos. A ativação da coesão requer, entretanto, grandes deformações axiais, em torno de 20%, quando a resistência por atrito interno já está totalmente mobilizada. Assim, a matriz fibrosa não tem influência significativa nas propriedades de atrito dos resíduos, mas promove grande aumento de coesão.

JUCÁ (2003) *apud* MANASSERO *et al* (1996) apresentaram alguns resultados obtidos em RSU triturado, matriz básica e mistura de solo-fibra (Figura 2.9). Neste Gráfico, nota-se que os resíduos sólidos não mostram uma envoltória de ruptura significativamente bi-linear, como acontece em solos reforçados.

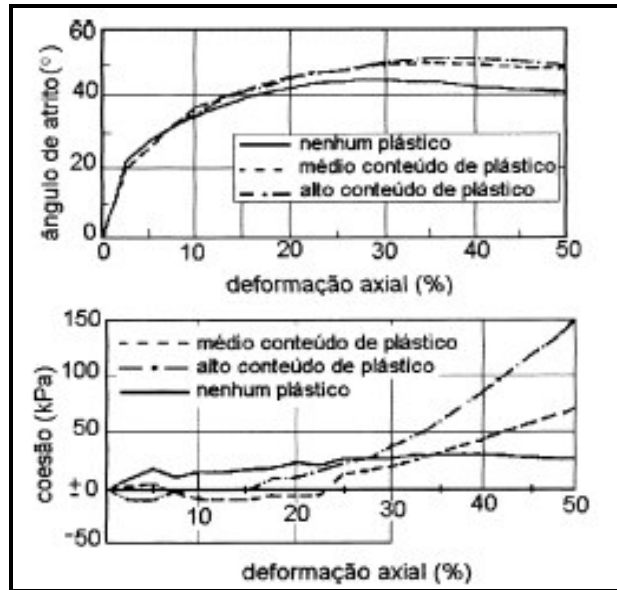


Figura 2.8: Deformação dependente da ativação do ângulo de atrito e do intercepto coesivo (KOCKEL & JESSBERGER, 1995, *apud* MANASSERO *et al*, 1996, *in* JUCÁ, 2003).

Este fato é devido à massa do lixo ser “reforçada” por plásticos de tamanhos e propriedades tensão-deformação diferentes. A envoltória cisalhante, para os resíduos triturados, é paralela à da matriz básica dos resíduos sólidos, o que vem a sugerir que o “reforço” não afeta as propriedades de atrito do lixo triturado, porém aumenta o valor do intercepto de coesão.

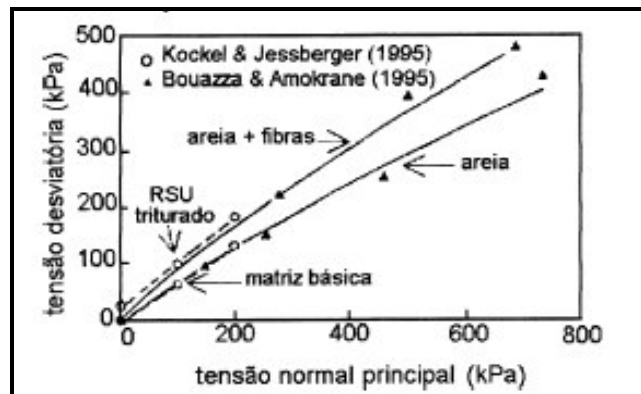


Figura 2.9: Envoltória de ruptura para diferentes materiais (JUCÁ, 2003, *apud* MANASSERO *et al*, 1996).

O modelo de solo reforçado evidencia que a resistência ao cisalhamento dos resíduos sólidos está associada à sua composição inicial e ao tempo de decomposição. À composição inicial, porque esta determina a quantidade de material fibroso, que rege a resistência coesiva; e ao tempo de decomposição, porque este comanda a redução do material biodegradável em meio à matriz básica, gerando significativas mudanças na resistência dos resíduos sólidos em função do tempo (JUCÁ, 2003). Esta abordagem parece ser mais concordante com as observações de campo, onde em muitos casos se verificam taludes verticais de lixo com mais de 15 m de altura.

2.3.5 O Monitoramento de Aterros Sanitários no Brasil

Atualmente, é mínimo o número de aterros sanitários monitorados através de projeto regular de acompanhamento. As exceções estão restritas às regiões metropolitanas, como os aterros de Porto Alegre e de Caxias do Sul, no Rio Grande do Sul, o aterro de Joinville, em Santa Catarina, os aterros sanitários de Bandeirantes e Sítio São João, em São Paulo, Vila Albertina pós-fechamento, em São Paulo, Camaçari, na Bahia, Muribeca, em Recife, Gramacho no Rio de Janeiro, dentre outros. Em alguns dos aterros citados acima, o acompanhamento é irregular, limita-se a indicar o comportamento geomecânico do maciço e às avaliações da qualidade de efluentes (chorume) e de águas superficiais.

MAHLER & OLIVEIRA (1997) relacionam vários motivos para essa situação:

- Não existem regularidade nem padronização nas ações de fiscalização dos órgãos ambientais nos estados, em face da reestruturação pela qual vieram e vêm passando nos últimos anos, além de não exercerem uma fiscalização regular;
- Tais ações se dão em função de denúncias da população afetada ou por solicitações específicas, voltadas à ampliação ou mudança de diretrizes do aterro;
- Inexiste uma Unidade de Gestão Ambiental específica, fazendo com que ocorram situações antagônicas quanto à competência para licenciar ou fiscalizar;
- A pouca relevância dada na avaliação do balanço hídrico regional, que é de suma importância, não somente para compreensão da dinâmica das condições do tempo, envolvendo meteorologia, água, solo e vegetação, como para definição de questões relativas à drenagem e tratamento de efluente (chorume);
- A inexistência de padrões ambientais globais para cada região.

Conclui-se então que é imprescindível que haja uma unidade de gestão, que permita administrar conflitos, caracterizando níveis de competência legal entre os órgãos envolvidos, e resolva as questões de relações institucionais entre as diversas partes. Para isso, deve ser definido um padrão ambiental regional ideal, que estabeleça diretrizes e políticas de gestão, suficientemente flexíveis, norteando restrições, mas ajustadas às exigências ambientais e às condições locais, onde se implantará o aterro.

2.4 Tecnologia e Gestão

O dilema clássico da discussão entre o avanço tecnológico e a quem ele beneficia encontrou uma trincheira na questão ambiental. Nunca o debate sobre o progresso técnico da humanidade foi tão questionado em relação aos seus benefícios como nas questões associadas ao meio ambiente.

A inovação tecnológica como instrumento de dominação e exploração, a adoção dos meios de reprodução econômica estruturada no modelo capitalista aumentou as desigualdades no mundo. A degradação ambiental causada pela exploração irracional dos recursos naturais, a falta de políticas públicas de regulação, controle e planejamento têm contribuído para piorar os indicadores sócio-econômicos das populações fora do eixo do mundo desenvolvido.

Neste contexto, a gestão ambiental tem sido uma tentativa de redirecionar o progresso técnico da humanidade sustentavelmente, nas esferas pública e privada. É uma tentativa de garantir a exploração racional dos recursos e dos meios de reprodução econômica para as gerações futuras.

2.4.1 Tecnologia Empregada no Aterro Bandeirantes

O Aterro Sanitário Municipal Bandeirantes, na cidade de São Paulo, inaugurou em 2004 sua primeira Central Termelétrica, utilizando como combustível o biogás gerado. Com capacidade para gerar 22 MW de energia elétrica, a Central (a maior da América Latina) reaproveita o gás metano gerado pelo lixo acumulado, transformando-o em energia elétrica de alta qualidade. Todo o projeto de construção e instalação, em uma área de 2.000 m², ficou a cargo da Sotreq, que concluiu as obras e instalou 24 grupos geradores Caterpillar, modelo 3516 A, de 925 kW cada, obtendo a aprovação da ANEEL em 2003, data limite para obtenção da isenção da tarifa de transmissão, cobrada pela concessionária, pela utilização de suas linhas de distribuição. Cerca de 150 pessoas foram envolvidas na fase de construção e outras 32 foram contratadas para execução dos serviços de operação e manutenção da Central, de responsabilidade da Sotreq. A exploração do gás do Aterro Bandeirantes demandou investimentos de 15 milhões de dólares, sendo uma iniciativa conjunta da Biogás Energia Ambiental, empresa responsável pelo beneficiamento do biogás, e do Unibanco, proprietário da Central Termelétrica.

2.4.2 A Nova Lei de Saneamento Ambiental

Pela primeira vez, uma proposta de lei para o saneamento considera efetivamente resíduos sólidos urbanos e manejo de águas pluviais urbanas como integrantes do saneamento básico. A proposta incentiva e promove o consumo sustentável, a inserção dos catadores, o apoio à sua organização e prioridade na coleta, processamento e destinação comercial dos materiais recicláveis. Propõe ainda a dispensa de licitação para serviços de manejo de resíduos sólidos efetuados por associações e cooperativas de materiais recicláveis, formadas reconhecidamente por catadores.

O projeto preconiza a sustentabilidade econômica e financeira da prestação dos serviços de saneamento ambiental. O documento estabelece instrumentos para o controle social e para o fortalecimento do planejamento integrado dos diversos aspectos do saneamento básico, como base para a atuação da sociedade e o efetivo controle social em todas as esferas administrativas. Sustenta que a associação dos entes federados para a prestação dos serviços passe a ser regulamentada, permitindo adequar a escala de prestação de serviços de diversos aspectos da gestão, em áreas conturbadas, com a formação de consórcios entre municípios e estado. Essa iniciativa legal contribuiria, assim, para a superação de um longo debate acerca da gestão associada, para serviços de interesse comum.

De fato, o anteprojeto trabalha o conceito de Saneamento Ambiental de forma ampla, integrando o abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos e drenagem pluvial.

2.4.3 Exemplos de Políticas Públicas de Gestão de Resíduos

A filosofia internacional, hoje considerada moderna, busca evitar ao máximo o acúmulo de resíduos nos aterros, no intuito de prolongar a vida útil dos mesmos. Seguindo esse raciocínio, o primeiro objetivo de um modelo gerencial seria captar separadamente e reaproveitar os materiais putrescíveis e recicláveis. Procedimentos adequados de gestão seriam desenvolvidos para organizar a coleta desse material. Tecnologias de aproveitamento por compostagem, ou digestão, e reciclagem estão disponíveis no mercado. O desafio se resume em organizar a parte administrativa do gerenciamento do lixo e em identificar as possíveis soluções.

Parte do lixo pode ser considerada “seca” ou potencialmente reciclável, através de processamento adequado. O termo “seco” implica em separação na fonte. Para estar seca, esta parcela do lixo precisaria ser mantida fora de contato com o material putrescível, desde a geração, evitando a geração de entropia, ou de irreversibilidade, que é efeito da mistura. Ao evitar mistura, ambas as parcelas seriam suficientemente “puras” para possibilitar um alto grau de aproveitamento, não sendo exagerado esperar 90% de reciclagem para a parte molhada e 50% para a parte seca. Este é um resultado que, quando atingido, pode ser considerado excelente em termos internacionais. O desafio administrativo, relativo ao material seco, é o mesmo daquele relativo ao material molhado: identificar o mercado para os itens recicláveis. Existem tecnologias de reciclagem para todos os componentes do lixo seco. Se o município garantir o estado “seco” do lixo, o aproveitamento pode ser deixado à iniciativa das forças do mercado.

2.4.3.1 A Experiência de Seattle

A cidade de Seattle, nos Estados Unidos, é um dos exemplos em nível mundial de que este tipo de Programa de Educação Ambiental trouxe resultados positivos. Estabeleceu-se em 1988 uma meta quanto à reutilização dos resíduos, que foi perseguida e alcançada oito anos depois. Desde então, continua a ser adequadamente monitorada, de forma que os gastos com a coleta e disposição de resíduos têm sido continuamente reduzidos.

Em 1989, com a adoção de seu Programa para os Resíduos Sólidos, “No Caminho da Recuperação”, Seattle decidiu tomar uma nova direção que compreendia:

- Fornecer a operação de reciclagem, ligada à colocação de caixas coletoras de diferentes cores nas calçadas, e coleta do lixo de varrição das áreas livres, pátios, ruas, calçadas para a população;
- Trabalhar com a finalidade de atingir uma meta de aproveitamento de 60% de todos os resíduos coletados ou gerados em 1998, através de operações de redução do potencial de lixo na fonte, reciclagem ou compostagem;
- Aterrar os resíduos remanescentes de alguma operação em aterros áridos ou estéreis;
- Separar, não deixando que se misturem, os lixos de varrição das áreas livres, pátios, ruas e calçadas com o lixo coletado em caixas de coleta para reciclagem;

- Preparar um sistema de classificação para poder criar mecanismos de avaliação, comparação e geração de indicadores, de tal forma que a reciclagem seja incentivada;
- Criar um programa educacional que mostraria aos cidadãos como obter a redução de lixo e alcançar metas de reciclagem, dando a todos ferramentas necessárias para fazê-lo.

Desde 1997, Seattle tem sido líder nos três R's (Redução, Reuso e Reciclagem). O novo programa torna as coisas mais fáceis para as pessoas reciclarem, economiza dinheiro e preserva recursos naturais. Algumas partes do Programa começaram a funcionar rapidamente, enquanto outras ficaram para trás ou simplesmente não aconteceram. Mas como trabalhadores do campo e de escritórios abraçaram a idéia da reciclagem, o Programa de Seattle tornou-se um exemplo, uma estória de sucesso aclamada mundialmente. Sidney e Seul, Nova Iorque e Kyoto, Munique e Milão enviaram representantes para aprender com a experiência de Seattle.

2.4.3.2 O Programa da CETESB no Estado de São Paulo

No Estado de São Paulo, a CETESB, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, desenvolveu um programa de avaliação (Índice de Qualidade em Aterros de Resíduos – IQR) dos locais de disposição dos resíduos, classificando-os como Inadequado, Controlado e Adequado (Sanitário), em função de uma avaliação de diversos parâmetros que compreendem as condições ambientais locais, os procedimentos de disposição e a infra-estrutura existente. Os resultados têm sido extremamente produtivos, uma vez que as administrações locais ficam conscientes dos diferentes aspectos que estão sendo mal gerenciados e passam a atuar de forma a melhorar suas condições de disposição. Com isso, deixam de ser multados pelo órgão de gerenciamento ambiental do Estado, desde que se proponham a participar efetivamente da melhoria das condições de disposição e indiquem os processos de melhoria. Programas semelhantes deverão, certamente, ser adotados em outros estados de forma que as condições de disposição sejam melhoradas. O IQR será apresentado e melhor discutido no Capítulo III (Histórico).

2.4.3.3 O Exemplo de Três Rios, RJ

Três Rios, município do interior do Estado do Rio com 80 mil habitantes, adotou a coleta seletiva, onde mais de 5 toneladas de lixo já são recicladas diariamente, gerando uma receita mensal de mais de R\$ 120 mil. O projeto, que começou com o auxílio da prefeitura, já é auto-sustentável e conta com total apoio da comunidade. Além disso, já reciclou 392 toneladas de papel salvando pelo menos 15.680 árvores, já que para cada tonelada de papel reciclado 40 árvores deixam de ser cortadas.

Quarenta por cento da renda do projeto é revertida para a o hospital do município, fato que acabou servindo como um mobilizador social. Assim, transmitiu-se a idéia da limpeza pública como instrumento de valoração da qualidade de vida, com a maior parte da coleta sendo realizada de porta em porta.

2.4.4 A ISO 14001 no Brasil

Em se tratando de pequenas e médias empresas no Brasil, não houve aumento significativo do número de certificadas em conformidade com a ISO 14001 até 2003. Segundo Ferreira¹, o “efeito cascata” para este segmento está sendo observado mais fortemente de 2004 para 2005.

Em contrapartida, um SGA implantado, implementado e operado de forma adequada, cria condições necessárias para o aumento da eficiência no uso de matérias-primas, recursos naturais e energia, além de proporcionar a redução da geração, a reutilização ou a reciclagem de resíduos. Logo, há uma redução potencial de custos operacionais.

O Brasil chegou ao ano 2000 com 6719 certificações relacionadas às séries ISO 9000, (D’ AVIGNON, 2001), fato que mostrou a consolidação da participação brasileira em relação à normalização e qualidade. Até Agosto de 2005, cerca de 1.700 empresas já foram certificadas com a ISO 14001, com a marca de conformidade do INMETRO.

A Tabela 2.2 mostra o número de empresas certificadas mensalmente ao longo dos anos com a marca do INMETRO.

¹ José Joaquim do Amaral Ferreira – diretor de certificação da FCAV

Tabela 2.2: Certificados emitidos com marca de Acreditação INMETRO (Fonte: Inmetro, 2005)

Ano de Emissão	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total no Ano
Total anterior a 2001													113
2001	6	5	9	6	13	13	8	8	6	11	14	25	124
2002	23	12	16	11	19	19	10	16	20	22	24	30	222
2003	19	15	9	13	13	21	24	17	8	25	24	33	221
2004	35	14	30	32	23	20	9	13	11	21	14	16	238
2005	25	14	19	13	53	17	16	9	0	0	0	0	166
TOTAL													1084
* Dados coletados a partir de 2001. Esta tabela contém certificados emitidos no período, pertencentes ao SBAC.													

Observando a tabela acima, pode-se notar que a partir de 2001 o número de certificações sofre um aumento significativo, pois nele foi atingida a marca que superou o somatório de todas as certificações já concedidas até então. A ISO 14000, como instrumento de competitividade, fez as empresas brasileiras acelerarem o ritmo de certificação. A desvalorização cambial a partir de 1999 tornou os produtos brasileiros mais atraentes em termos de preços, porém muitas empresas eram impedidas de exportar pela ausência de certificação da ISO 14001. Isto as obrigou a entrar em processo de certificação incentivada também por políticas públicas de incentivo as exportações necessárias ao equilíbrio da balança comercial brasileira. O mais importante fator que explica o aumento, a partir de 2001, são as certificações das unidades da PETROBRAS que só em 2001 corresponderam a 28 certificados cerca de 20 % do total segundo informações da própria empresa.

Infelizmente, os órgãos ambientais ainda atuam junto às organizações, em cima do potencial poluidor, histórico, confiabilidade e a relação com a comunidade do entorno, não levando em consideração o fato de a organização ser ou não certificada.

Por outro lado, a melhoria do desempenho ambiental, a manutenção da conformidade legal e a melhoria da relação com a comunidade do entorno podem promover uma mudança na relação com os órgãos de controle. Porém, neste caso, o importante é o gerenciamento ambiental eficaz da organização, seja ele um SGA baseado na ISO 14001, seja ele certificado ou não.

No contexto nacional, alguns setores são mais atingidos do que outros pelos diferentes ramos de atuação. A Tabela 2.3 mostra as certificações por área de atuação.

Tabela 2.3: Certificados ISO 14001 INMETRO por Área de Atuação (Fonte: Inmetro, 2005)

Área de Atuação	Seção do Cód.NACE	ISO 14001:1996
Administração Pública e Defesa; Seguridade Social Oficial	L	2
Agricultura Pecuária , Caça, Silvicultura	A	4
Atividades de Serv.Sociais Comunitários e Serv. Pessoais – Outras	O	17
Atividades Imobiliárias; Locações e Prestação de serviços	K	45
Comércio; Conc. de veículos auto; bens de pessoais e domésticos	G	18
Construção	F	18
Educação	M	4
Hotéis e Restaurantes	H	2
Ind. de Transf. - artigos de borracha e de plást.	DH	25
Ind. de Transf. - Celulose, Papel, Papelão e Prod.; Edição e Impres.	DE	12
Ind. de Transf. - Coque, Refinados de Pet. e combustível nuclear.	DF	16
Ind. de Transf. - Equip. de transporte	DM	37
Ind. de Transf. - Madeira, Cortiça e seus produtos.	DD	2
Ind. de Transf. - Máquinas e Equip. não específicos.	DK	26
Ind. de Transf. - Metais de Base e Prod. Metálicos.	DJ	70
Ind. de Transf. – Outras	DN	6
Ind. de transf. - Prod. minerais não metálicos - Outros.	DI	8
Ind. de transf. – Quím. de Base, Prod. Quím., fibras sintéticas e artific.	DG	72
Ind. de Transf. – Têxteis	DB	15
Ind. de Transf.- Couro e Prod. de Couro (Exceto vestuário)	DC	0
Ind. de Transf.- Eletrônica e Ótica	DL	59
Ind. de Transf.- Prod. Alimentícios, Alimentos, Bebidas e fumo.	DA	38
Ind. Extrat. - (Exceto produtos energéticos)	CB	13
Ind. Extrat.- Extração de Produtos Energéticos.	CA	15
Intermediação Financeira	J	0
Organizações e Entidades Estrangeiras	Q	0
Pesca	B	1
Saúde e Serviço Social	N	7
Serviço Doméstico	P	0
Suprimento de Energia Elétrica, gás e água	E	27
Transp; Armazenagens e Telecom.	I	55

Aproximadamente, 68% das certificações ISO 14001 estão concentradas no ramo industrial. A própria característica da atividade oferece um potencial de risco ambiental consideravelmente maior do que em relação ao ramo financeiro, por exemplo. A Indústria Química corresponde sozinha a aproximadamente 11,7% de todas as certificações, que somada às de transformação, de refino, eletrônica, siderúrgicas, equipamentos de transporte e armazenamento e telecomunicações representam quase 65% das certificações, concentradas em apenas 6 áreas como mostra a Figura 2.10.

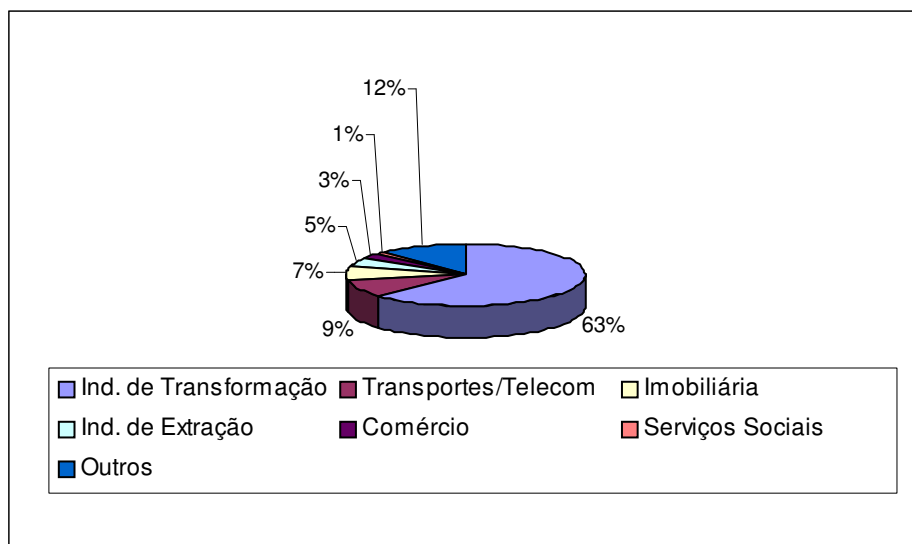


Figura 2.10: Certificados ISO14001 válidos por Área de Atuação NACE (Fonte: Inmetro, 2005)

A distribuição das certificações também varia de acordo com as regiões geográficas onde o sul e sudeste, principalmente São Paulo, tem um papel destacado por ser o maior centro industrial do país, que corresponde à aproximadamente 40% de todos os certificados ISO 14001 emitidos, como mostram a Tabela 2.4 e a Figura 2.11.

Tabela 2.4: Certificados ISO 14001 válidos por Localização Geográfica (Fonte: Inmetro, 2005).

Estados da Federação	2001	2002	2003	2004	2005	TOTAL
Alagoas	0	0	1	0	0	1
Amazonas	0	0	8	2	7	17
Amapá	0	0	0	1	0	1
Bahia	0	5	7	14	10	36
Ceará	0	1	2	1	0	4
Distrito Federal	0	1	0	2	2	5
Espírito Santo	0	2	2	6	2	12
Goiás	0	0	0	1	1	2
Maranhão	0	0	3	0	0	3
Minas Gerais	0	2	11	18	8	39
Pará	0	0	3	4	1	8
Paraíba	0	0	0	0	2	2
Pernambuco	0	1	11	3	3	18
Piauí	0	0	0	1	0	1
Paraná	0	2	14	10	6	32
Rio De Janeiro	0	7	32	25	7	71
Rio Grande do Norte	0	0	0	0	1	1
Rio Grande do Sul	1	6	12	19	5	43
Santa Catarina	0	2	10	16	4	32
Sergipe	0	0	2	0	1	3
São Paulo	0	28	80	90	33	231
Fora do Brasil	0	7	6	1	0	14
Total	1	64	204	214	93	576

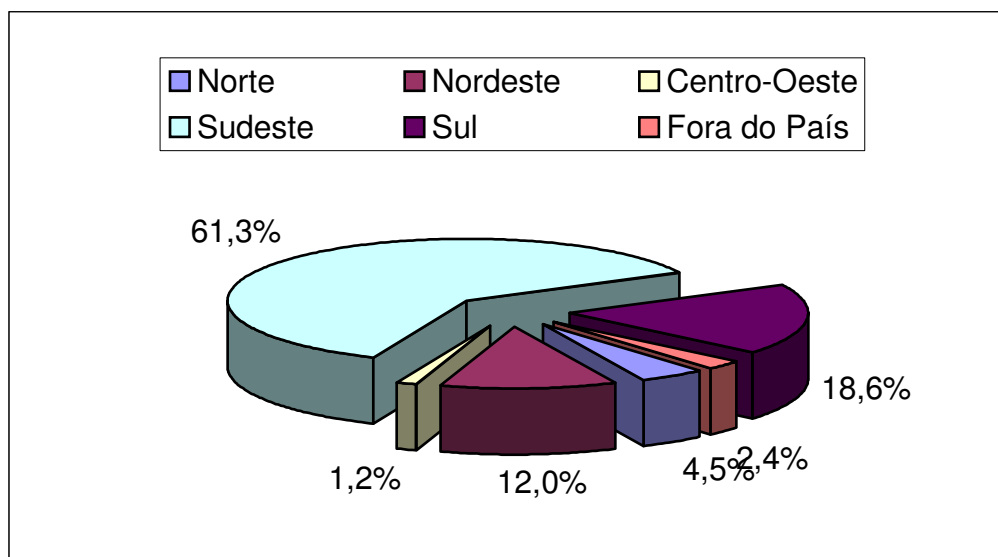


Figura 2.11: Distribuição de certificações ISO14001 por região no Brasil (Fonte: Inmetro, 2005)

O Brasil, em relação ao resto do mundo, se encontra numa posição pequena, em termos absolutos, quando comparado aos números do primeiro mundo, EUA e Europa. Mas, considerando as condições e o tamanho da economia, o número de certificações brasileiras surpreende. Quando consideramos esses números com a América Latina, incluindo o México, verifica-se que mais de 40% das certificações são brasileiras.

Quando comparado a países desenvolvidos há certa distância em relação aos Estados Unidos e Alemanha, porém comparados à Noruega e Finlândia, as certificações se aproximam. E comparado aos países em desenvolvimento, o Brasil assume liderança.

Mais relevante ainda é a tendência de crescimento verificada nos últimos anos e a expectativa de que ela se mantenha ou até se torne mais acentuada. Isto revela o crescimento do número de organizações comprometidas com a melhoria de seu desempenho ambiental. Além disso, cada certificação induz novas implantações e certificações de Sistema de Gestão Ambiental ou, pelo menos, de práticas e procedimentos ambientalmente mais corretos.

Pode-se dizer que o número de certificações no Brasil teve um crescimento exponencial significativo, pois em 1999 foi comemorada a marca de 100 certificações e hoje, seis anos depois, este número foi multiplicado 17 vezes, o que revela a postura pró-ativa das empresas brasileiras e demonstra que a ISO 14001 é uma ferramenta eficiente na implementação de atitudes favoráveis ao meio ambiente, incorporando ações comparadas com paradigmas da prevenção à poluição – a Produção mais Limpa – à medida que ocorre redução de matéria-prima natural, de energia, de água, de efluentes e outros resíduos, sem a redução da qualidade do produto e do processo produtivo.

2.5 Índices de Qualidade Aplicados a Aterros de Lixo

Segundo FARIA (2002), ao longo de várias pesquisas e através de contatos com profissionais, que atuam na área de aterro sanitário, não se encontrou nenhum estudo ou aplicação nos moldes do IQR.

2.5.1 Avaliação Internacional

A Avaliação Internacional da evolução de aterros, apresentada no Apêndice I, é uma coletânea bibliográfica recebida do engenheiro espanhol Antonios Mavropoulos, estudioso sobre o assunto.

A análise classifica os locais de disposição dos resíduos sólidos, conforme o grau de proteção da área; considerando os critérios de boa proteção, os parâmetros são muito rigorosos quando comparados com a nossa normalização.

A ABNT NBR 13896:1997b estabelece que o local, onde será implantado um aterro sanitário, deve apresentar solo homogêneo de 3m de espessura. Esta avaliação determina maior que 5 m.

A mesma Norma determina distância mínima, entre a base do aterro e a cota máxima do aquífero, superior a 3m. A avaliação internacional considera maior que 10m.

Existem requisitos contemplados na avaliação em estudo, que as normas brasileiras sobre aterro sanitário são omissas, como: o uso das águas subterrâneas, a especificação de monitoramento de gases nas áreas vizinhas e a segurança dos trabalhadores.

2.5.2 Avaliação Alemã

A Avaliação alemã estabelece critérios para aterros antigos, que está alicerçada na experiência da Comissão Regional de Avaliação (CRA) em grandes municípios como Harburg, Rotenburg/Wümme e para a cidade de Hannover. A partir de indicadores de análise de risco, são criadas listas de prioridades para solução dos problemas locais.

A avaliação de antigos aterros consiste em duas etapas. A primeira fase refere-se à coleta de dados sobre cada aterro e a segunda fase, de verificação inicial, que se refere ao emprego de matrizes de análise de risco de contaminação do meio ambiente e

segurança da população. O somatório das diversas matrizes permite alcançar uma pontuação de risco, possibilitando concluir que o aterro com maior valor terá uma prioridade de solução. O valor da avaliação de risco de um aterro será a soma de M1, M2, do valor máximo de A mais B, mais valor máximo de C, ou seja:

$$M1 + M2 + \text{Max} (A + B) + \text{Máx} (C)$$

Essa verificação inicial se divide nos cinco passos seguintes:

1. Avaliação diferenciada dos volumes de antigos aterros e da classe do resíduo (M1):

Conforme no Apêndice II, pode-se ver a classificação de diferentes riscos dos antigos aterros, oriundos da formação de gases, em especial em áreas com menos de 30 anos. Através da diferenciação da idade, os aterros mais antigos que 30 anos receberão uma pontuação menor, isto é, apresentam menor risco.

Na matriz de M1 está a lista das diferentes classes de resíduos sólidos. Caso o lixo especial tenha sido colocado junto com outro tipo de resíduo ou apenas existe uma suspeita, todo o volume do lixo será classificado como lixo especial I ou II. Este procedimento serve para uma avaliação comparativa mais segura do potencial de risco do aterro. Em primeiro lugar o tipo de lixo principal será determinado em uma das seis classes de risco, procedimento análogo acontece, também, em relação ao volume de lixo depositado. Tem-se como resultado um valor de risco.

Dependendo de cada localidade e também da composição provável do lixo depositado, pode ocorrer que numa região potencialmente industrializada exista uma área crítica em relação ao tipo de lixo. O conhecimento ou a estimativa do lixo especial pode se fazer pela da aceitação de número entre 5 e 15, conforme a classe.

Existe, para aterros antigos, um risco de perigo maior para a região, quando se presume que uma porcentagem do lixo especial foi depositada junto com outra classe de lixo. Através da estimativa do lixo especial enterrado, pode-se fazer uma diminuição ou um aumento do item M1. Deve-se observar que, através do lixo especial, a diminuição das pontuações não deve ficar abaixo do valor de avaliação.

Exemplo A: cálculo do adicional de um aterro antigo, localizado numa região com grande suspeita de risco. O aterro de lixo urbano é de 30.000 m³, ao lado desse lixo existem 100 barris com ácido cianídrico (lixo especial II), dispostos ilegalmente. O local foi fechado há 22 anos. Baseando-se na classe de risco do lixo orgânico, chega-se a 31 pontos. Considerando um adicional de 15 pontos, o total de risco é 46.

Exemplo B: cálculo dos descontos de um aterro antigo que se localiza numa região com pouco potencial de risco em relação ao tipo de resíduo que foi depositado que é

de 500.000 m³, fechado há 15 anos. Esse aterro apresenta, além de resíduo urbano, 20 barris de óleo (lixo especial I). Como a quantidade de lixo domiciliar em comparação com os barris é muito superior, deve-se fazer um desconto do máximo do valor de 49 para 40. Neste caso se fixará em 45 pontos.

2. Avaliação diferenciada da espessura da camada de base e da permeabilidade (M2):
A avaliação da distância do aterro até o lençol freático e a permeabilidade do subsolo acontece como indica a análise inicial.
3. Avaliação diferenciada do lugar para estação de tratamento de água (ETA) (A 1-4):
Dentro das condições do programa de aterros, está sendo feito juridicamente uma ampliação da utilização do termo local com proteção aos mananciais. Legalmente esse termo local, com manancial de água protegido, não será somente restrito a lugares aonde se faz tomada de água, como também para regiões de bacia.
4. Avaliação diferenciada para a distância de instalações do aterro (B 1-3):
A matriz de avaliação inicial analisa um aterro sobre o qual existe algum tipo de utilização. Caso a localidade tenha algum uso, será considerado um risco máximo de 25 pontos, quanto mais antigo o aterro e o tipo de construção existente, menor será considerado o risco.
5. Avaliação diferenciada do local percolado (C 1-3):
A análise da distância do aterro para áreas inundadas acontece na avaliação inicial.

A base para a formação das prioridades é a análise dos resultados da avaliação inicial pela CRA. Caso não exista nenhum conhecimento sobre as condições do aterro deverá a avaliação inicial basear-se no princípio da avaliação pessimista, para que seja visto o lado mais seguro para a formação de prioridades. Isto significa que quando não existirem informações, ou quando o estado de conhecimento for muito pouco, a situação menos otimista será considerada, dando-lhe assim o máximo de pontuação. Caso sejam possíveis as diferenciações através da CRA, o valor aceito será reduzido. Depois de finalizada a análise, os dados são disponibilizados ao Estado e à população.

2.5.3 Índice de Impacto dos Resíduos na Saúde Pública - IIRSP

A redução do número de enfermidades produzidas, direta ou indiretamente, pelos resíduos sólidos depende de uma coleta eficiente e de uma adequada disposição final. Com as informações obtidas da aplicação de um questionário enviado aos municípios sul riograndenses divididos em sete regiões homogêneas, DEUS, CLARKE & LUCA (2004) desenvolveram indicadores e, por meio de procedimentos estatísticos não paramétricos, estruturaram oito índices específicos que formaram um índice geral de controle de qualidade dos serviços de limpeza urbana, sendo eles:

- Indicador de Déficit de Coleta (IND₁₄);
- Indicador de Déficit de Tratamento/Disposição Final (IND₄₁);
- Indicador de Cisticercose (IND₁);
- Indicador de Leptospirose (IND₂);
- Indicador de Teníase (IND₃);
- Indicador de Toxoplasmose (IND₄);
- Indicador de Triquinose (IND₅); e
- Indicador do Orçamento Destinado à Limpeza Urbana (IND₇).

Segundo DEUS *et al* (2004), diversos autores relacionam casos de doenças aos resíduos sólidos. Entretanto, a influência dos resíduos urbanos se faz sentir, principalmente, por vias indiretas, ou seja, a conexão “Resíduos Sólidos-Vetor-Homem” explica as trajetórias pelas quais pode ocorrer a transmissão de doenças oriundas da coleta e/ou disposição inadequada daqueles. Em sua metodologia de pesquisa (a amostra foi o Estado do Rio Grande do Sul) empregaram critérios de Urbanização (com a finalidade de agrupar os municípios visitados em função da população urbana) e de Regionalização (atividade econômica predominante).

Para o desenvolvimento do índice específico foi utilizada a técnica desenvolvida por KENDALL (DEUS *et al*, 2004, *apud* SIEGEL, 1981), um procedimento de classificação não paramétrica, o qual consiste do cálculo de distâncias padronizadas de cada dado referente a um valor de controle. A metodologia utilizada na determinação do Índice relacionado à Saúde Pública foi baseada no método da normalização (DEUS *et al*, 2004, *apud* OTT, 1978).

DEUS *et al* (2004) abordaram a formulação das equações que formaram o Índice de Impacto dos Resíduos Sólidos Urbanos na Saúde Pública (IIRSP) e, posteriormente, analisaram os resultados de seu emprego com dados reais.

Capítulo III

HISTÓRICO

Um estudo sucinto sobre a evolução histórica do lixo no mundo demonstra a transformação da matéria e a produção de resíduos integrando a vida no planeta. Inicialmente, o homem foi submetido às leis da natureza, posteriormente, tentou entendê-las e modificá-las (FARIA, 2002).

No final do século XX, a humanidade contava com imensas forças produtivas. As revoluções tecnológicas em curso alteraram substancialmente suas capacidades potenciais de gerar bens e serviços. Os avanços simultâneos em campos como a informática, a biotecnologia, a robótica, a microeletrônica, as telecomunicações, a ciência dos materiais; e outras áreas, determinaram rupturas qualitativas nas possibilidades usuais de produção, ampliando-as extensamente e com um horizonte de contínuo crescimento (KLIKSBERG, 2003).

A história em curso está marcada por severas contradições. Assim, ao mesmo tempo por exemplo, em que o conhecimento tecnológico disponível multiplicou as capacidades de dominar a natureza, o ser humano vem criando desequilíbrios ecológicos de grandes magnitudes, colocando em perigo aspectos básicos do ecossistema e sua própria sobrevivência.

O ecossistema apresenta um equilíbrio biológico, no entanto toda a alteração introduzida neste sistema resulta em deslocamento do ponto de equilíbrio (KLIKSBERG, 2003, *apud* GOLLEY, 1999). A própria natureza tem condições de suplantar esses efeitos, mas, no decorrer da história, restabelecer o equilíbrio torna-se uma tarefa muito complexa, demorada e, em alguns casos, impossível.

Outro aspecto que se destaca na nova discussão sobre o desenvolvimento é o apelo cada vez mais generalizado a superar os enfoques reducionistas e buscar, para captar a complexidade, perspectivas integradoras de variáveis múltiplas. IGLESIAS (1997) *in* KLIKSBERG (2003) adverte: “O desenvolvimento apenas pode ser encarado de forma integral; os enfoques simploriamente monistas não funcionam”. STIGLITZ (1998) *in* KLIKSBERG (2003) destaca que o desenvolvimento tem sido visto como um “problema técnico que requer soluções técnicas” e essa visão choca-se com a realidade, que vai muito mais além dela. Ele afirma que “um evento definidor foi o de que muitos países seguiram os ditames de liberalização, estabilização e privatização, as premissas

centrais do chamado Consenso de Washington, e, no entanto, não têm crescido. As soluções técnicas não são evidentemente suficientes”.

Os objetivos finais do desenvolvimento têm a ver com a ampliação das oportunidades reais dos seres humanos de desenvolver suas potencialidades. Uma sociedade progride efetivamente quando os indicadores-chaves, como anos de vida das pessoas, qualidade de vida e desenvolvimento de seu potencial, avançam. As metas técnicas são absolutamente respeitáveis e relevantes, porém são meios a serviço desses objetivos finais (KLIKSBERG, 2003).

3.1 O Lixo na Sociedade

O homem primitivo apresentou uma relação simbiótica com o meio ambiente, retirando da natureza o necessário para as suas funções vitais e devolvendo os resíduos de seu metabolismo interno. Com o tempo, o desenvolvimento da capacidade humana de exercer domínio sobre a natureza permitiu alterar o meio ambiente natural indefinidamente (FARIA, 2002).

As populações nômades da Antigüidade evitaram o confronto com os danos ecológicos de sua própria lavra, abandonando a terra esgotada em busca de regiões não habitadas, que mantinham ainda a exuberância da fauna, da flora e do solo original. É provável que o principal motivo das migrações tenha sido a destruição causada pelo próprio homem na luta pela sobrevivência. Da época pré-cristã até o fim da Idade Média, o número de habitantes do mundo era pequeno e o espaço para migrar suficiente.

Porém, em vários momentos da história antiga, foi possível observar cuidados ecológicos e sanitários. Em Jerusalém, os esgotos urbanos eram conduzidos por uma canalização para dentro de um açude. A matéria, que se depositava no fundo do açude, era utilizada como fertilizante e a água sobrenadante, servia para a irrigação dos jardins.

A cidade de Roma, fundada em 753AC, era dotada de uma série de exigências, como, por exemplo, evitar formação de poças d'água, eliminar as ervas daninhas, manter limpas as ruas e sarjetas. Pelo código municipal de Cezar, todo o proprietário de casa estaria obrigado a manter o trecho de rua em frente à residência, em ordem e limpo.

Com a decadência do Império Romano, surgiram as epidemias provocadas pela falta de higiene. Com a proliferação dos ratos criaram-se as condições básicas para o alastramento da peste bubônica. A varíola e a cólera abalaram a Idade Média numa amplidão desconhecida na Antigüidade. Entre as epidemias em que a humanidade se

tornou vítima, a peste foi a mais freqüente, a de mais longa duração e a mais difícil de ser erradicada, causando 43 milhões de vítimas (LAUBISCH, 1990, *in* FARIA, 2002).

Algumas obras refletem a luta dos homens contra a violação das condições de higiene ambiental. Johann Struppius (1530 – 1606), médico municipal da cidade alemã de Frankfurt, escreveu em sua obra “A útil reforma para a saúde e a ordem cristã”, sobre a necessidade de limpeza urbana duas a três vezes por semana de todas as praças e ruas, assim como de regulamentar a remoção do lixo em horas noturnas e a limpeza dos estabelecimentos de venda de gêneros alimentícios, oficinas de curtidores, peleteiros, entre outros, para evitar o acúmulo de imundície putrefata (FARIA, 2002).

O médico tirolês Hyppolyt Guarinonius (1571 – 1674) defendeu, com respeito à higiene doméstica, muitos pontos de vista que já haviam sido abordados por Hipócrates na Grécia Antiga (LAUBISCH, 1990, *in* FARIA, 2002).

De 1798 a 1998, a produção de lixo aumentou significativamente. Este incremento se tornou inevitável diante da velocidade da evolução da ciência e da tecnologia dos novos tempos, o aumento do consumo, dos novos modos de produção, do mimetismo, da moderna sociedade consumista.

Com o avanço do processo de industrialização e extensão da vida média dos seres humanos, houve um crescimento demográfico, um aumento significativo da produção de resíduos, além da modificação das características dos mesmos, surgindo, na década de 60, os plásticos, diminuindo gradativamente nas sociedades desenvolvidas a participação da matéria orgânica, embora quanto mais desenvolvida a sociedade, mais resíduos sólidos por habitante são por ela produzidos (MAHLER, 2001).

Embalagens Tetra Prax, fraldas descartáveis, latinhas de cervejas, PET, equipamentos de som, discos de vinil, televisores, jornais e revistas de grande circulação, pneus, baterias e pilhas, são alguns dos componentes que fazem do nosso lixo “moderno” bem mais perigoso que do que o lixo gerado por nossos antepassados.

Devido ao volume crescente de geração de lixo, torna-se importante interromper o ciclo do processo unicamente acumulativo do lixo, criando um estilo de desenvolvimento que respeite os limites da capacidade de suporte do planeta, sem confrontar as gerações futuras com situações irreversíveis, como a destruição da biodiversidade ou o esgotamento de matérias-primas.

O lançamento de lixo em valas, terrenos baldios, cursos d’água, ruas e terrenos distantes dos centros populacionais era a maneira inicialmente utilizada pelas comunidades para resolver o problema da destinação final dos resíduos. Estes locais se

transformavam em criadouros de ratos, baratas, moscas e outros vetores, além de servir de alimento a suínos e outros animais domésticos.

Com o desenvolvimento das ciências sanitárias foi possível relacionar a incidência de doenças com seus transmissores e, com a evolução da medicina, foi sendo construída uma ideologia de higiene pessoal, doméstica e municipal e de cuidados na erradicação de epidemias. Iniciaram-se então os serviços de coleta de lixo domiciliar.

Com a expansão demográfica e o adensamento dos centros urbanos, começaram a surgir os primeiros sintomas do hiato existente entre a atividade humana e o ecossistema, manifestado através da exploração intensiva dos recursos naturais, inclusive do solo para plantio e da quantidade excessiva de resíduos gerados. A questão relacionada com a disposição destes resíduos tornou-se evidente, uma vez que as áreas disponíveis, localizadas perto dos centros de geração do lixo, vinham se tornando cada vez mais raras. Os terrenos mais adequados para a disposição do lixo geralmente apresentam um custo financeiro elevado, muitas vezes não se encontram disponíveis ou com capacidade de recebimento de resíduos limitada a certo volume e vida útil.

Assim, à medida que a população cresce, se reorganiza e desorganiza, aumentam consideravelmente os problemas ocasionados pela produção e disposição final do lixo.

3.2 Os Primeiros Aterros de Lixo

Na Antigüidade, as cidades eram cercadas por muralhas, as quais serviam de proteção contra o inimigo imprevisível e separavam a população dos resíduos gerados. Apenas, dentro dos muros da cidade existia lugar para a regulamentação higiênica. Os detritos eram lançados fora dos muros da cidade, acumulando-se nas redondezas. O lodo putrefato dos esgotos era jogado nos rios e conduzido a estuários e baías, criando ali condições favoráveis à proliferação do mosquito da malária e de outros vetores de epidemias. Naquela época, os povos desconheciam a ameaça latente do lodo putrefato acumulado nos arredores (FARIA, 2002).

No entanto, a prática de aterrar lixo como forma de destino final não é privilégio da civilização moderna. Em 2.500AC, os Nababeus, na Mesopotâmia, enterravam seus resíduos domésticos e agrícolas em trincheiras escavadas no solo. Passado algum tempo, as trincheiras eram abertas e a matéria orgânica, já decomposta, era removida e utilizada como fertilizante orgânico na produção de cereais (BIDONE & POVINELLI, 1999).

Em Roma, no ano de 150, o povo que morava na zona urbana, assustado com a grande quantidade de roedores e insetos que apareciam em torno dos locais onde o lixo era deixado, resolveu abrir valas e aterrar todos os resíduos, eliminando os inconvenientes causados pelos vetores. Registros históricos mostram que durante este período a peste bubônica fez 43 milhões de vítimas na Europa. Desde então os administradores públicos e os interessados em saúde pública passaram a defender a necessidade de se desenvolver técnicas mais confiáveis no manejo dos resíduos.

Na verdade, desde que os seres humanos começaram a se agrupar e viver em cidades, sempre existiu a produção de resíduos os quais eram essencialmente compostos por matéria orgânica. Essa disposição desordenada e sem controle contribuiu de forma marcante para o desenvolvimento das grandes epidemias européias da Idade Média. Para debelá-las desenvolveram-se nesta época os primeiros projetos de saneamento básico em grandes cidades como Paris e Bruxelas, bem como o hábito de dispor os resíduos sólidos fora das chamadas áreas urbanas.

Na Ásia, o método “night-soil” (FARIA, 2002, *apud* LAUBISCH, 1990), muito antigo, mas ainda usual na periferia de muitas cidades do leste asiático, consiste em dispor o material proveniente das fossas secas, em montes de composto semelhante às “leiras” e a seguir o resíduo é espalhado em camadas finas, intensivamente, sob o sol.

Ainda hoje, Século XXI, existem cidades na África onde os habitantes dispõem seu lixo de forma desordenada, em frente a suas casas, no meio da rua e catadores públicos, com carroças de burro, fazendo a coleta precária destes resíduos.

Desse modo e com o aprimoramento contínuo da prática de enterrar lixo, surgiu o que hoje conhecemos como aterros para disposição de lixo.

3.3 A Evolução da Política e da Gestão Ambiental no Mundo

Historicamente, o crescimento das atividades econômicas esteve sempre associado a um aumento no uso de recursos materiais, em particular energéticos. Este processo foi acelerado pela Revolução Industrial (1770 a 1780).

A partir dos anos 70 podem se constatar mudanças tecnológicas e organizacionais de uma sociedade pós-industrial. Passa-se do modo industrial (taylorístico) de produção para o modo científico, onde domina o conhecimento e a automação. O objetivo principal é de se utilizar menor conteúdo de recursos materiais e maior conteúdo de informação e conhecimento. Diversos autores e estudos vêm

apontando a entrada da sociedade nessa era pós-industrial, ancorada numa economia cada vez mais globalizada, e em transformações tecnológicas profundas.

O “meio ambiente” adquire, nesse contexto, nova dimensão: passa de uma conotação essencialmente local para uma concepção global, é reconhecido como bem econômico, sujeito a mecanismos de mercado e incorporado nas estratégias individuais e coletivas dos diferentes agentes sociais (MAGRINI, 2001).

Nesse cenário de intensa mudança, de concepções e estratégias de políticas ambientais, vários foram os eventos que marcaram a evolução da conscientização da sociedade global, dentre os quais:

- O primeiro Parque Nacional no mundo (Yosemite), nos EUA, em 1861;
- A Conferência de Fontainebleau, entre a UNESCO e o governo francês, que criou a União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos (UICN), em 1949;
- O Colóquio Internacional do Centro Nacional de Pesquisa Científica (CNRS), em Paris, sobre Ecologia, em 1950;
- O Clube de Roma, com a proposta de reduzir a taxa de crescimento industrial, agrícola e de natalidade ou suportar os efeitos de uma eco-catástrofe, em 1968;
- O Tratado de Poluição dos Oceanos e de Proteção das Espécies Ameaçadas de Extinção, em 1982;
- O Tratado de Exportação de Lixo Tóxico, 1993;
- O Tratado de Proteção da Camada de Ozônio, em Viena, em 1985; e
- O Protocolo de Montreal, em 1990.

Contudo, é possível identificar quatro eventos principais que marcaram de forma direta a trajetória da Política Ambiental no mundo: a promulgação da Política Ambiental Americana, em 1969 (NEPA), a realização da Conferência das Nações Unidas em Estocolmo (que criou bases técnicas para avaliação dos problemas ambientais), em 1972, o trabalho realizado pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento que resultou na publicação do relatório “Nosso Futuro Comum” em 1987 e, finalmente, a realização da Conferência das Nações Unidas no Rio de Janeiro, em 1992.

Outros eventos também marcaram de forma indireta os rumos desta política: a publicação do relatório do MIT “Os Limites do Crescimento”, em 1972 e os dois choques do petróleo, ocorridos respectivamente em 1973 e 1979. Cabe também

mencionar a importância da crescente mobilização da sociedade civil em torno da problemática ambiental que, com a intensa produção intelectual, voltada para o questionamento do modelo de desenvolvimento, perseguido pelas nações, moldaram a conformação da política ambiental nos últimos trinta anos.

A partir destes eventos configuraram-se concepções, modalidades e instrumentos de política ambiental diferenciados no tempo. Evidentemente esta evolução não se revelou de forma homogênea e contemporânea em todos os países. No entanto, é possível identificar um fio indutor que veio moldando estas políticas de forma semelhante. Assim, com os eventos do final da década de 60 e início da década de 70 desencadeou-se um processo de estruturação institucional e de formulação de políticas ambientais nos diferentes países. Estas políticas caracterizaram-se durante toda a década de 70, por uma ótica essencialmente corretiva, centrada de forma predominante na introdução de mecanismos de controle da poluição (MAGRINI, 2001).

A década seguinte foi marcada fundamentalmente pelos dois choques do petróleo que evidenciaram de forma flagrante a vulnerabilidade das nações frente à escassez de recursos naturais. Nos anos 80, as políticas ambientais dos países direcionaram-se para um enfoque do tipo preventivo. Data nesse período, em todos os países do mundo ocidental, a introdução da Avaliação de Impacto Ambiental como instrumento de prevenção e auxílio à decisão.

A Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) teve origem, como atividade sistematizada e institucionalizada, com o National Environmental Policy Act, NEPA, promulgado em 1969, nos Estados Unidos. Foi a partir da Conferência de Estocolmo, em 1972, entretanto, que ela passou a ser gradativamente incorporada em processos decisórios em outros países.

Embora a análise de impactos ambientais, provocados por determinadas ações humanas, já existisse, com graus diferenciados de exigência e abrangência, em alguns países, estes dois marcos introduziram uma nova dimensão no tratamento da questão. Se, por um lado, tornava-se parte integrante e efetiva das políticas ambientais das diferentes nações, por outro, adquiria nova concepção, incorporando não só a análise dos aspectos físicos e biológicos, mas também dos impactos sociais (MAGRINI, 2001).

De uma primeira análise da evolução desta atividade nestes 30 anos, observam-se algumas mudanças, seja do ponto de vista do seu encaminhamento e de sua inserção no processo de tomada de decisões, seja no que tange à discussão em torno dos métodos utilizados para a mensuração e a avaliação dos impactos ambientais.

Nas décadas de 70 e 80, a gestão ambiental foi essencialmente praticada pelos Estados através da aplicação dos chamados “instrumentos de comando e controle”, dentro de um encaminhamento de política ambiental essencialmente centralizada. Durante estas décadas, a política e a gestão ambiental foram marcadas por fortes conflitos, conflitos entre interesses públicos e privados, conflitos de competências entre empresas, governos e sociedade civil (MAGRINI, 2001).

O conceito de desenvolvimento sustentável introduzido em 1987 pelo Relatório das Nações Unidas, denominado muito apropriadamente “Nosso Futuro Comum”, veio com o intuito de promover uma espécie de “conciliação” entre as partes em conflito. Apesar do muito desgaste que este termo já sofreu, é indiscutível que ele esteve na base das transformações observadas na década de 90 e que até hoje vem moldando a orientação buscada pelas Políticas Ambientais dos diferentes países. A Conferência das Nações Unidas, ocorrida em 1992 no Rio de Janeiro (ECO 92), teve um papel catalizador na disseminação desse conceito. Neste contexto, os anos 90 viram o surgimento progressivo de novos atores no campo ambiental:

- O avanço de atitudes pró-ativas das empresas que começaram a vislumbrar através da introdução de mecanismos de gestão ambiental, oportunidades de mercado, num primeiro momento, e barreiras à entrada, num segundo;
- O avanço da chamada eco-diplomacia e da realização de convenções internacionais sobre problemas ambientais globais, com fortes repercussões diplomáticas, políticas e econômicas sobre os diferentes países;
- O avanço da atuação de administrações locais, movido pelo resgate da dimensão local em resposta ao processo de globalização em curso;
- O avanço de uma sensibilização ambiental difusa por toda a sociedade com o conseqüente crescimento de suas demandas e mobilizações.

Este período caracterizou-se pelo desenvolvimento de instrumentos da chamada Gestão Ambiental Privada, ou das empresas, dentre as quais se destacaram os desenvolvidos no âmbito da série de normas ISO 14000 (Sistema da Gestão Ambiental e Avaliação de Desempenho Ambiental – relacionadas à gestão ambiental em sites e organizações – e Ciclo de Vida, Rotulagem e Aspectos Ambientais em Padrões – relacionados à gestão ambiental de produtos) e Auditoria Ambiental.

O TC 207, comitê da ISO encarregado da elaboração destas normas, foi criado em 1993 e inspirou-se na norma inglesa BS 7750 e na ISO 9000 para conduzir a

discussão sobre as normas de Sistema da Gestão Ambiental e de Auditoria Ambiental. A confecção das normas incorporou também as experiências pré-existentes sobre normativas relacionadas a selos verdes e aos princípios do Programa de Atuação Responsável, instituído pelas indústrias químicas canadenses e americanas, na década de 80 e implementado pelas associações da indústria química dos diferentes países.

O surgimento desta série de normas representava um marco importante, pois era a primeira iniciativa de gestão ambiental voluntária por parte das empresas, de caráter efetivamente mundial. Além disso, influenciou os rumos da política ambiental para a construção do conceito de gestão ambiental dentro do setor público.

Principalmente nos países europeus, observa-se, no período, a busca de novos instrumentos de gestão, sejam através da introdução de instrumentos econômicos ou da implementação de instrumentos de comando e controle menos punitivo. Houve a promulgação, na Europa, de dois regulamentos da Comunidade Européia: o Selo Ambiental (CEE 880/92) e Sistema de Gestão Ambiental e Auditoria Ambiental (CEE 1836/93), antes mesmo das normas ISO, que estabeleceram sistemas voluntários de adesão a instrumentos de gestão ambiental. Estes regulamentos introduziram uma forma do legislar em campo ambiental e espelharam as diretrizes dos Quarto e Quinto Programas de Ação da CEE, endereçadas para o maior uso de instrumentos de mercado na preservação do meio ambiente.

Segundo MAGRINI (2001), na década de 90 é que as políticas públicas de meio ambiente passaram a incorporar este conceito em sua acepção mais gerencial, em detrimento de uma visão mais restrita, anterior, que enfocava a gestão como um simples “manejo ambiental”.

Na década atual, com o surgimento desses novos atores e instrumentos, as políticas ambientais de quase todos os países, sempre ancoradas no conceito de “desenvolvimento sustentável”, parecem endereçar-se para a busca de um enfoque no sentido de integrar o desenvolvimento com o uso sustentável dos recursos, os instrumentos de comando e controle com os instrumentos econômicos, os agentes públicos e privados na gestão do meio ambiente e a dinâmica da problemática ambiental local com a global. Tal enfoque só pode ser perseguido se forem incorporados ao planejamento e à gestão ambiental os conceitos de Planejamento e Gestão Cooperativos (MAGRINI, 2001, *apud* HEALEY, 1997, FORESTER, 1999, DE JONGH, 1999, MEPPEM, 2000).

A título de ilustração, a Figura 3.1 apresenta de forma esquemática a evolução da dinâmica da Gestão Ambiental nos últimos trinta anos. Do lado esquerdo são reportados os tradicionais instrumentos empregados pela Gestão Ambiental Pública e, mais recentemente, aqueles implementados pela Gestão Ambiental Privada. Do lado direito, apresenta as tendências prospectadas de evolução da gestão ambiental para uma ótica de reconhecimentos do conflito e de negociação, através do emprego de técnicas estruturadas, e para a conformação de parcerias entre os diferentes agentes, através da introdução de práticas e instrumentos de gestão cooperativa.

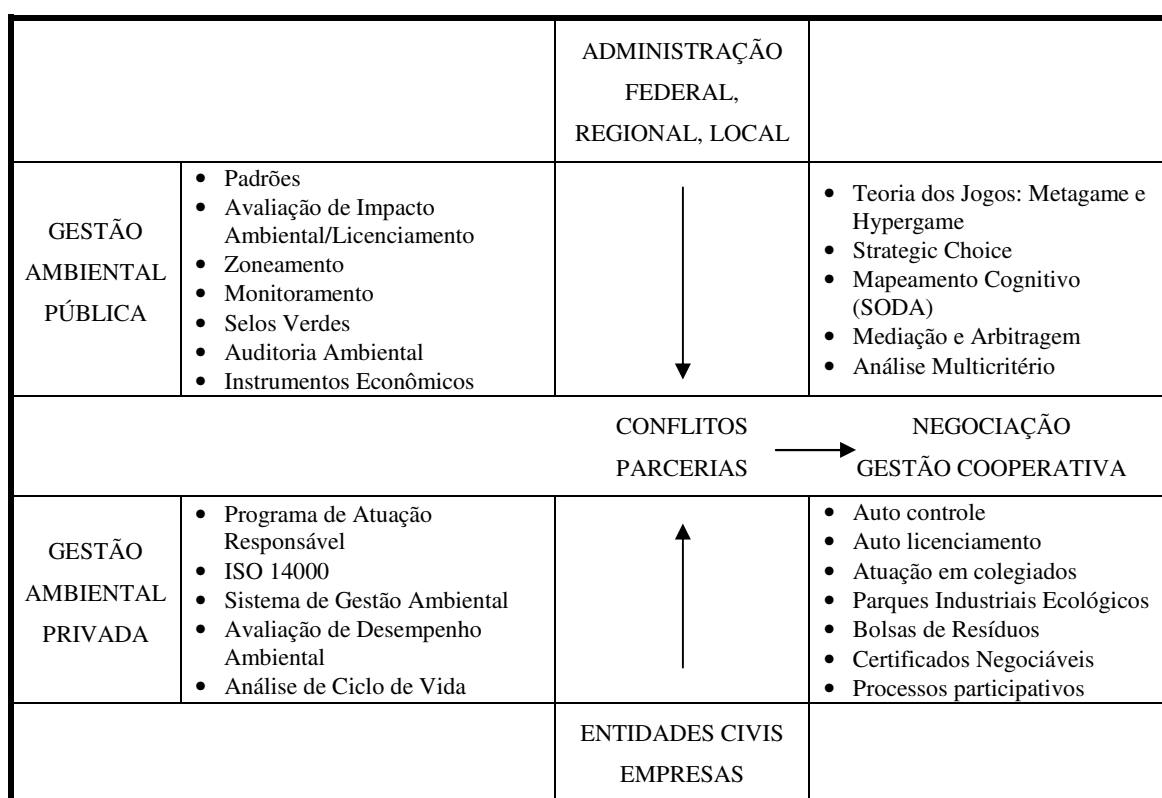


Figura 3.1: Dinâmica da Gestão Ambiental (MAGRINI, 2001).

3.3.1 O Desenvolvimento Sustentável

A partir da década de 70, informações sobre recursos naturais, considerando-se que muitos deles não são renováveis, passam a ser mais divulgadas e tornam-se mais evidentes. Na Conferência de Estocolmo, em 1972, a visão dos problemas era nitidamente uma visão “primeiromundista”. Nesta Conferência, as discussões centraram-se nos aspectos técnicos da contaminação provocada pela industrialização, no crescimento populacional e na urbanização. Esta visão é alterada, quando na

Conferência de 1992 (Rio-92) a percepção dominante passa a ser a de que os problemas de meio ambiente não podem se dissociar dos problemas de desenvolvimento.

Segundo AMADOR (1997) *in* MAGRINI (2001), “a partir do Relatório Brundtland da ONU, apresentado em 1987, com o título *Nosso Futuro Comum*, que foi resultado de pesquisas realizadas de 1983 a 1987, sobre o estado ecológico da Terra, introduziu-se um novo paradigma para orientação da economia mundial, já globalizada, que seria denominado *Desenvolvimento Sustentado*”.

O “*Desenvolvimento Sustentado*” seria definido como aquele que “atende às necessidades do presente, sem comprometer a capacidade de as gerações futuras também atenderem as suas; é um processo de mudança no qual a exploração dos recursos, a orientação dos investimentos, os rumos do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional estão de acordo com as necessidades atuais e futuras; é uma correção, uma retomada do crescimento, alterando a qualidade do desenvolvimento, a fim de torná-lo menos intensivo de matéria-prima e mais equitativo em seu impacto” (BRUNDTLAND, 1987, *in* MAGRINI, 2001).

As propostas desse relatório partem do pressuposto de que é possível e desejável conciliar desenvolvimento econômico e conservação ambiental, através do “*Desenvolvimento Sustentável*”. Antes mesmo da RIO-92, este documento sublinhava que as possibilidades de materialização de um estilo de desenvolvimento sustentável estariam diretamente relacionadas com a superação da pobreza, com a satisfação das necessidades básicas de alimentação, saúde, habitação e saneamento, com a necessidade de uma nova matriz energética, que privilegie fontes renováveis de energia, e com o processo de inovação tecnológica, cujos benefícios sejam compartilhados por países ricos e pobres.

Este novo conceito de desenvolvimento foi amplamente aceito pelas sociedades industriais do Primeiro e Terceiro Mundo, além de orientar na RIO-92. Os três principais documentos que resultaram desta conferência – a Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, os Quinze Princípios para o Gerenciamento Sustentável das Florestas e o Plano Abrangente para Guiar a Ação Nacional e Internacional em Direção ao Desenvolvimento Sustentável (Agenda 21) – estão todos baseados na premissa da inseparabilidade do meio ambiente e do desenvolvimento.

A Agenda 21 foi um dos principais responsáveis pela consolidação da idéia de que o desenvolvimento e a conservação do meio ambiente devem estar sempre unidos

em prol da compatibilidade entre crescimento econômico e o direito ao usufruto da vida em ambiente saudável pelas futuras gerações.

AMADOR (1997) *in* MAGRINI (2001) cita ainda que, este conceito “permeia, pelo menos teoricamente, as políticas públicas de países industrializados ou em processo de industrialização, entre os quais o Brasil. [...] Embora incorpore a dimensão ecológica, permanece prisioneiro do paradigma desenvolvimento/crescimento [...], não abandona sua matriz econômica de aumento da produtividade, acumulação e inovação tecnológica”.

Afinal, como determina a Carta de Petrópolis², documento aprovado pelo conjunto de participantes do 4º Encontro Nacional do Movimento de Cidadania pelas Águas, “o futuro do planeta e a sobrevivência da sociedade dependem do que fazemos no presente”. A Carta de Petrópolis afirma ainda que, “o consumo exacerbado de poucos degrada muito e prejudica a todos, sendo portanto a fonte da insustentabilidade da nossa civilização atual, do ponto de vista ecológico, social e econômico”.

3.4 A Evolução da Política e da Gestão Ambiental no Brasil

Embora estas tendências sejam mais evidentes e marcantes nos países desenvolvidos, entende-se que, no caso do Brasil, é exatamente neste momento de mutação, quando ainda não se consolidaram as transformações em curso, que se torna fundamental rever o percurso da política e da gestão ambiental.

A evolução da política e da gestão ambiental no Brasil se deu de forma relativamente consoante com o quadro internacional. Evidentemente que este processo foi marcado por especificidades econômicas, políticas e culturais, além de fatores de pressão externos, que fizeram com que as diferentes fases observadas, em nível internacional, se apresentassem por vezes ora defasadas ora sobrepostas. A própria configuração desigual do desenvolvimento brasileiro faz com que convivam, no interior do país, estruturas tipicamente industriais ao lado de industriais e de pós-industriais, e imprimem a esta evolução uma configuração diferenciada.

Assim, a década de 70 também representou para o Brasil uma fase de estruturação no campo ambiental, principalmente do ponto de vista institucional. Data deste período a criação, em nível federal, da SEMA (Secretaria de Meio Ambiente), e de alguns órgãos estaduais, como a FEEMA (Fundação Estadual de Engenharia do

² *Carta de Petrópolis*, Petrópolis – RJ, 16 de março de 2002.

Meio Ambiente). Embora alguns estados tenham implementado, neste período, instrumentos de gestão ambiental e embora a própria federação já possuísse algumas normativas anteriores, como o Código de Águas, de 1934, a Lei de Proteção de Florestas de 1965, a Lei de Proteção da Fauna, de 1967, dentre outras, uma política ambiental efetiva e orgânica só foi implantada no Brasil em 1981, com a Lei n° 6.938, que instituiu a Política e o Sistema Nacional do Meio Ambiente. Os principais instrumentos que constam desta lei, até hoje aplicados no Brasil são:

- Padrões de Qualidade Ambiental;
- Zoneamento Ambiental (posteriormente chamado Zoneamento Ecológico-econômico);
- Avaliação de Impactos Ambientais;
- Licenciamento e revisão de atividades efetivas ou potencialmente poluidoras;
- Sistema Nacional de Informações Ambientais; e
- Sistema de Unidades de Conservação.

Desde sua promulgação, a política ambiental brasileira vem atuando tanto no plano corretivo como no preventivo. Datam igualmente da década de 80 as regulamentações relativas ao estabelecimento de padrões de qualidade da água e de efluentes e sobre o Programa de Poluição do Ar por Veículos Automotores, PROCONVE, (Resoluções CONAMA n° 020/86 e 018/86, respectivamente) e a relativa à Avaliação de Impacto Ambiental (Resolução CONAMA n° 001/86).

Outro mecanismo, ainda na década de 80, que introduziu a negociação entre empresas e o setor público e vem sendo praticado tanto em nível federal como estadual, trata-se da Avaliação de Impacto Ambiental e sua correlata, a Audiência Pública.

Por outro lado, somente em 1997 foi promulgada a regulamentação federal sobre Licenciamento Ambiental (Resolução CONAMA n° 237/97), enquanto continuaram sendo elaboradas no período normas para controle de emissões gasosas e ruído, dentro de uma ótica de política claramente corretiva.

Adicionalmente, o Brasil incorporou, no início da década de 90, um novo instrumento que vinha sendo discutido na Europa, a Auditoria Ambiental. Quase que contemporaneamente, diversos Estados, Municípios e também a União discutiram projetos de lei sobre a introdução deste novo instrumento. A concepção brasileira do mesmo, no entanto, seguia o modelo inicial do Regulamento da CEE que consistia num

tradicional instrumento de comando e controle, ou seja, tinha um caráter essencialmente compulsório e não incorporava a adoção conjunta de um Sistema de Gestão Ambiental. Este processo acabou não progredindo, resultando no arquivamento do projeto de lei federal e na suspensão de alguns projetos estaduais e municipais. O Rio de Janeiro, no entanto, foi um dos Estados que regulamentaram este novo instrumento (Lei nº 1.898/91 e Decreto nº 2.147A/95).

Do ponto de vista institucional, desde a promulgação da Lei 6.938/81, foram essencialmente mantidas as atribuições em nível federal, estadual e municipal, tendo sido modificadas, através de leis e decretos, algumas figuras da estrutura original, dentre as quais se destacam:

- a SEMA foi absorvida em 1989, juntamente com SUDEPE, IBDF e SUDHEVEA formando o IBAMA, autarquia federal de regime especial;
- em 1989 foi criado o Comitê do Fundo Nacional do Meio Ambiente; e
- o Ministério do Meio Ambiente foi criado em 1992 e sua denominação e composição foram modificadas diversas vezes nestes anos.

O Ministério do Meio Ambiente assume então a competência de planejar, coordenar, supervisionar e controlar, formular e executar a Política Nacional de Meio Ambiente e de preservar, conservar e utilizar racionalmente os recursos naturais e implementar acordos internacionais de políticas ambientais globais. Sua composição é formada pelos seguintes órgãos:

- Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA;
- Conselho Nacional da Amazônia Legal;
- Conselho Nacional dos Recursos Hídricos;
- Conselho Deliberativo do Fundo Nacional do Meio Ambiente;
- Conselho de Gestão do Patrimônio Genético;
- Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentos Humanos;
- Secretaria de Biodiversidade e Florestas;
- Secretaria de Coordenação da Amazônia;
- Secretaria de Políticas para o Desenvolvimento Sustentável;
- Secretaria de Recursos Hídricos;
- Instituto de Pesquisas do Jardim Botânico do Rio de Janeiro; e
- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – IBAMA – que formula, coordena e executa as políticas ambientais.

O CONAMA é o órgão consultivo e deliberativo que, por sua vez, tem como competência assessorar o Conselho de Governo e estabelecer normas e critérios para o licenciamento e padrões de controle ambiental. Dentre os 54 membros, destacam-se:

- Representantes dos Governos dos Estados;
- Representantes dos Ministérios;
- Representantes das Confederações Nacionais da Indústria, Agricultura, Comércio e dos trabalhadores destes três setores;
- Presidentes da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária – ABES – e da Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza – FBCN; e
- Representantes de Associações Ambientalistas.

A Constituição de 1988 veio a reforçar então a política ambiental brasileira, além de atribuir aos municípios maior autonomia no campo ambiental. Nota-se desde então, um crescimento do envolvimento municipal em questões ambientais sem que, no entanto, a lei federal tenha sido modificada no sentido de redefinir competências. A gravidade desta situação ficou latente quando em 1997 foi promulgada a Resolução nº 237, dando atribuições específicas aos municípios para o licenciamento de projetos com implicações ambientais locais. Como resultado, a Resolução foi taxada como inconstitucional e, ao mesmo, desencadeou-se um processo de elaboração de projetos de lei sobre licenciamento por parte de muitos municípios. Se por um lado é incontestável a pertinência da atuação municipal, por outro, se não for feita uma revisão imediata do Sistema Nacional de Meio Ambiente, poderá se agravar a sobreposição de competências entre as diferentes figuras institucionais (MAGRINI, 2001).

Não só para modificar as atribuições dos municípios torna-se necessária a revisão da lei ambiental brasileira, mas principalmente para incorporar os novos conceitos e instrumentos que têm permeado hoje a evolução da gestão ambiental em nível internacional. Neste sentido, o Brasil ainda encontra-se bastante distanciado de uma visão efetivamente integradora da gestão ambiental. Isto não significa que estas novas tendências não tenham sido absolutamente implementadas no caso brasileiro. Recentemente é possível identificar, tanto na esfera federal como estadual, a adoção de alguns novos mecanismos legais e institucionais que se direcionam, mesmo que de forma ainda incipiente, para a negociação e formação de parcerias. Dentro da lógica que tem regido a política ambiental brasileira, no entanto, estes convivem igualmente com novos mecanismos que se inserem nas modalidades mais tradicionais da gestão

ambiental, do tipo comando e controle. É o caso, por exemplo, da Lei n° 9.605, conhecida como Lei de Crimes Ambientais, promulgada em 1998, com um profundo caráter punitivo, que veio evidenciar claramente a responsabilidade sobre a poluição industrial, uma vez que define a responsabilidade, inclusive penal, da pessoa jurídica.

Não cabe aqui discutir a eficácia destes mecanismos, mas é importante assinalar que, apesar destas iniciativas já estarem em curso, não existe ainda na prática da gestão ambiental no Brasil uma efetiva “cultura” que reconheça explicitamente o conflito e implemente a negociação de forma mais estruturada. O emprego de técnicas e/ou procedimentos para o tratamento destas questões precisa ser fomentado e alargado (MAGRINI, 2001).

3.4.1 A Avaliação de Impactos Ambientais no Brasil

Apesar de a avaliação de impactos ambientais já estar prevista como instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente (Art. 9° da Lei Federal 6938, de 31 de agosto de 1981), o grande marco de referência que estabeleceu no Brasil definições, responsabilidades e diretrizes gerais para seu uso é a Resolução CONAMA n° 001, de 23 de janeiro de 1986. Esta Resolução definiu como documentos resultantes de tais avaliações o Estudo de Impactos Ambientais (EIA) e o respectivo Relatório de Impactos Ambientais (RIMA), de cuja elaboração depende o Licenciamento de uma série de atividades “modificadoras do meio ambiente”.

Embora a Resolução CONAMA n° 001/86 seja bastante ampla, observamos que algumas de suas diretrizes dão margem a interpretações divergentes.

Listam-se no Art. 2° da Resolução atividades que estão sujeitas à elaboração de EIA e RIMA sem que haja clareza quanto aos critérios adotados para seu enquadramento como tais. Estas atividades têm sido interpretadas por alguns órgãos como as únicas sujeitas à avaliação e, por outros, como uma mera exemplificação, fazendo isso com que, em muitos casos, seja solicitada avaliação de impactos ambientais para empreendimentos de pequeno porte e de reduzidos impactos.

A Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) é formada por um conjunto de procedimentos capazes de assegurar que se faça um exame sistemático dos potenciais impactos ambientais de uma atividade proposta e de suas alternativas, bem como assegurar que seus resultados sejam apresentados de forma adequada para a consideração do público em geral e dos responsáveis pela tomada de decisão. Além

disso, tais procedimentos devem garantir que, no caso de decisão favorável à implantação do projeto, as medidas determinadas para a proteção ao meio ambiente sejam efetivamente adotadas (IPT, 2000).

Igualmente polêmico tem se mostrado o Parágrafo 1 do Art. 5º, que estabelece a necessidade de se contemplarem alternativas tecnológicas e locacionais, a serem confrontadas com a hipótese de não execução do projeto. O que observamos na prática é que, normalmente, os EIA e RIMA são elaborados para projetos já definidos em termos locacionais e tecnológicos e, portanto, as alternativas não são contempladas. Em certos casos, encontramos apenas algumas referências sucintas a alternativas descartadas do ponto de vista econômico.

Ainda no Art. 5º aparece outra questão polêmica, que diz respeito à definição da área de influência do projeto. As interpretações têm sido, na prática, bastante diferentes e, em muitos casos, não têm sido claramente explicitados os limites considerados. Como vimos, a Resolução condiciona o licenciamento de certas atividades à elaboração de EIA e RIMA. Neste sentido, têm sido aplicadas mais especificamente a projetos do que a programas e planos. Embora o Art. 5º em seu Parágrafo 4º estabeleça a necessidade de se considerarem planos e programas governamentais propostos e em implantação na área de influência, pouco vemos a este respeito nos EIA e RIMA até agora produzidos.

Outro aspecto polêmico refere-se à independência da equipe multidisciplinar que realiza o estudo de impactos ambientais (Art. 7º). Sendo na prática indicada e contratada pelo proponente do empreendimento sem que haja interferência dos órgãos ambientais, esta equipe goza, na realidade, de independência bastante relativa.

Quanto à participação do público, a Resolução estabelece o livre acesso ao RIMA e a possibilidade de realização de audiências públicas. Apesar de definir que cópias dos RIMA devem permanecer à disposição do público, inclusive no período de análise, o acesso a estes documentos tem-se dado somente após sua aprovação.

Mesmo o Art. 9º da Resolução, que estabelece claramente o conteúdo dos RIMA, não tem sido atendido de forma efetiva, principalmente no que tange às alternativas e aos métodos e critérios adotados para identificação, quantificação e interpretação dos impactos ambientais.

A Tabela 3.1 apresenta uma síntese crítica, segundo MAGRINI (2003), desta Resolução, destacando os pontos fortes e as possíveis falhas.

Tabela 3.1: Pontos positivos e críticos da Resolução CONAMA n° 01/1986 (MAGRINI, 2003)

Aspectos Positivos	Aspectos Críticos
Relativa descentralização do processo	Caráter da AIA mais preventivo que de auxílio à decisão
Existência de requisitos de análise de alternativas e de verificação de interferência com planos e programas locais	Requisitos de análise de alternativas e de interferência com planos e programas locais não são atendidos na prática
	Pouca clareza quanto aos critérios para enquadramento das ações como sujeitas a AIA
Preocupação com a independência da equipe realizadora do EIA	Independência relativa da equipe realizadora do EIA na prática
Audiência pública	Participação do público no final do processo
	Processo de audiência pública inicialmente muito controlado pelos órgãos ambientais

3.4.2 O Licenciamento Ambiental no Brasil

Embora já previsto em quase todas as leis estaduais, o sistema de licenciamento foi disciplinado, em nível federal, pela Lei n° 6.938/81, alterada pela Lei n° 7.804/89 (Art. 10°) e seu Regulamento, aprovado pelo Decreto n° 99.274/90, que estabeleceram o sistema de licenciamento de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras.

Dependerão de licenciamento ambiental, sem prejuízo de outras licenças exigíveis, a localização, a construção, a instalação, a ampliação, a modificação e a operação dos empreendimentos ou atividades que utilizarem recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidores, ou capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental.

A Lei n° 6.938/81 estabeleceu que as licenças ambientais deveriam ser expedidas pelos órgãos de controle ambiental dos Estados. Através do IBAMA, coube ao Governo Federal o licenciamento de atividades ou obras com significativo impacto ambiental, de âmbito nacional ou regional. Neste caso, tal licenciamento deveria considerar o exame técnico procedido pelos órgãos estaduais e municipais de controle da poluição.

A Resolução CONAMA n° 237/1997 estabelece, no seu Artigo 10, as etapas do licenciamento ambiental, que são as seguintes:

- a) Definição pelo órgão ambiental competente, com a participação do empreendedor, dos documentos, projetos e estudos ambientais necessários ao início do processo de licenciamento, correspondente à licença a ser requerida;

- b) Requerimento da licença ambiental pelo empreendedor, acompanhado dos documentos, projetos e estudos ambientais pertinentes, com a devida publicidade;
- c) Análise pelo órgão ambiental competente dos documentos, projetos e estudos ambientais apresentados e a realização de vistorias técnicas, quando necessárias;
- d) Solicitação de esclarecimentos e complementações pelo órgão ambiental competente, uma única vez, em decorrência da análise dos documentos, reiteração da mesma solicitação caso os esclarecimentos e complementações não tenham sido satisfatórios;
- e) Audiência pública, quando couber, de acordo com a regulamentação pertinente;
- f) Solicitação de esclarecimentos e complementações pelo órgão ambiental competente, decorrentes de audiências públicas, quando couber, podendo haver reiteração da solicitação quando os esclarecimentos e complementações não tenham sido satisfatórios;
- g) Emissão de parecer técnico conclusivo e, quando couber, parecer jurídico; e
- h) Deferimento ou indeferimento do pedido de licença, dando-se a devida publicidade.

Como a Constituição, promulgada em 1988, atribuiu aos municípios competência para proteger o meio ambiente, algumas municipalidades, escudadas no entendimento de juristas, passaram a legislar sobre o sistema de licenciamento ambiental e implantaram estruturas administrativas competentes para proceder a esse licenciamento. Em decorrência dessa atitude, estão ocorrendo conflitos de competência, pois algumas municipalidades entendem que seu licenciamento é suficiente, afastando o licenciamento estadual, sem sequer abrirem margem às negociações. Há algumas ações em juízo discutindo essa questão, porém não contam ainda com decisões definitivas.

A necessidade do atendimento aos requisitos legais será tratada no tópico 7.6.3.2, quando da apreciação da Norma ISO 14001. As licenças ambientais, previstas na legislação brasileira são: a Licença Prévia, a Licença de Instalação e a Licença de Operação, ou de Funcionamento, que serão apresentadas e discutidas a seguir.

3.4.2.1 Licença Prévia (LP)

Concedida na fase preliminar do planejamento da atividade, contendo requisitos básicos a serem atendidos nas fases de localização, instalação e operação, observados os planos municipais, estaduais ou federais de uso do solo. É nesta fase que poderá ser solicitado, quando for o caso, o Estudo de Impacto Ambiental - EIA.

A Licença Prévia é a primeira licença a ser solicitada ao órgão ambiental, para viabilizar a implantação de um empreendimento com atividades potencialmente poluidoras, isto é, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implementação.

Nos diversos estados da União, para a obtenção da LP são exigidos diferentes procedimentos e a elaboração de diferentes documentos. No Estado de São Paulo, por exemplo, é exigida a apresentação, junto à Secretária de Meio Ambiente, do Relatório Ambiental Preliminar (RAP), devendo ser solicitado, quando for o caso, o Estudo de Impacto Ambiental (EIA/RIMA). Em Minas Gerais, do Relatório de Controle Ambiental (RCA) e, em Goiás, do Pedido de Requerimento para Licença Prévia, através da Agência Goiânia de Meio Ambiente, da Secretaria Estadual de Meio Ambiente, Recursos Hídricos e da Habitação.

3.4.2.2 Licença de Instalação (LI)

Autoriza o início da implantação do empreendimento ou atividade, de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental, e demais condicionantes, da qual constituem motivo determinante.

No Estado de São Paulo, o licenciamento ambiental (LP e EIA/RIMA) é atribuição da SMA e o licenciamento de atividades poluidoras a cargo da CETESB, isto é, a análise e aprovação ou não das Licenças de Instalação e de Operação.

3.4.2.3 Licença de Operação ou de Funcionamento (LO)

Autoriza, após as verificações necessárias, o início da operação da atividade licenciada e o funcionamento de seus equipamentos, de acordo com o estabelecido nas licenças prévia e de instalação.

3.4.3 A Política Ambiental e o Lixo no Estado do Rio de Janeiro

Com relação à negociação, uma iniciativa recente que tem dado bons resultados no Estado do Rio de Janeiro é a realização de Termos de Compromisso Ambiental (TCA) entre o órgão ambiental e as empresas. Este instrumento surgiu com a Medida Provisória 1949-24/00, relacionada à Lei Federal 9.605/98, anteriormente mencionada, e teve como intuito permitir a adequação das empresas às exigências legais. Embora tenha sido originado por um instrumento clássico de comando e controle, o TCA tem fomentado a negociação entre as partes.

Em termos de formação de parcerias, existem no Estado do Rio de Janeiro os mecanismos denominados PROCON-ar e PROCON-água que consistem em programas de autocontrole implementados pelas empresas e acompanhados pelo órgão ambiental. Outro instrumento, o Sistema de Manifesto de Resíduos Industriais e a Bolsa de Resíduos, também constituem uma forma de “compartilhamento” com a iniciativa privada de atividades que estariam normalmente apenas a cargo do órgão ambiental. Mesmo que estes mecanismos tenham sido implementados em sua maioria no final da década de 80 com o claro intuito de minimizar custos e “aliviar” a carga de controle da FEEMA, hoje, num novo contexto, precisam ser potencializados e dinamizados vindo a constituir-se em parcerias efetivas.

Em contrapartida, o Estado do Rio jogou no lixo, ao longo de duas décadas, US\$50 milhões. O poder público investiu a volumosa quantia na construção de usinas de reciclagem e compostagem de lixo que, hoje, desativadas e abandonadas, se transformaram em um amontoado de carcaças de metal e cimento.

De quinze usinas construídas ou em construção, onze foram desativadas ou tiveram as obras definitivamente paralisadas. Duas estão em atividade, e outras duas produzem abaixo da capacidade. O dinheiro jogado no lixo saiu dos bolsos de prefeituras, governo estadual e órgãos internacionais. O quadro de desperdício foi o resultado de uma falta de planejamento.

Estas usinas foram feitas com a lógica do interesse privado e não do governo. Os municípios aceitaram a obra sem a noção do custo. Pelo menos metade das obras começou a ser tocadas ou inauguradas às vésperas de eleições. As usinas de Nova Iguaçu, Caju e Jacarepaguá são alguns destes exemplos.

As obras de Nova Iguaçu, onde o Estado investiu cerca de US\$2,5 milhões, começaram em setembro de 1998, dois meses antes da disputa ao governo do Estado. Com 50% construído, a usina foi paralisada e a prefeitura não levou as obras adiante.

A construção de outras três usinas foi motivada pela Eco 92. Foram destinados US\$8 milhões para a construção das usinas de Queimados, Belford Roxo e Nova Iguaçu. Em Belford Roxo, a obra foi concluída e a usina nunca funcionou porque, segundo a prefeitura, o Estado não repassou a responsabilidade da operação ao município. O resultado disso é o quadro de abandono e depreciação em que se encontra hoje.

Para a construção das usinas de São Gonçalo, Niterói e Magé foram destinados US\$4,3 milhões do Programa de Despoluição da Baía de Guanabara (PDBG), proveniente de empréstimo do BID. As obras começaram em 1998 e, com exceção de São Gonçalo, cujas obras reiniciaram em novembro de 1999, não foram concluídas. A prefeitura de Niterói não definiu o destino de sua usina, que já nasceu obsoleta porque foi planejada em 1994, quando o volume de lixo era inferior ao de hoje, segundo dados da Companhia de Limpeza de Niterói (CLIN). Segundo a Secretaria Estadual de Saneamento, as obras recomençariam em 2000, pois foram paralisadas por conta de uma auditoria no Programa PDBG.

O primeiro entrave para a criação de uma usina está na própria prefeitura local. “A pressão é para a coleta e limpeza da rua e não para o destino do lixo”. Grande parte das usinas é construída sem uma verificação prévia do projeto. “Muitas prefeituras compram o projeto pronto” (MAHLER & LEITE, 1998).

3.4.3.1 O Lixo na Cidade do Rio de Janeiro

Nos primeiros anos de colonização da cidade, grande parte dos resíduos urbanos era locado próximo aos locais de pastagem dos animais, dando origem mais tarde às praças públicas (FARIA, 2002). No final do século XIX, o lixo era entulhado em mangues e alagadiços, em terrenos de marinha ao longo da Baía de Guanabara.

Em 1931, originou-se o aterro do Caju, junto às águas da Baía de Guanabara, o lixo recolhido era espalhado pelo terreno pantanoso e coberto por uma camada de barro e areia extraídos do cemitério de São Francisco Xavier. O local foi utilizado durante 40 anos e chegou a cobrir 800.000 m² (FARIA, 2002). Houve necessidade de abandoná-lo em virtude do assoreamento da foz de rios que ali desembocavam.

Um convênio com o Ministério da Marinha foi formalizado em 1971, originando a execução de um aterro em terreno do Quartel dos Marinheiros (FARIA, 2002). Na mesma ocasião, outro aterro foi constituído na área do Ministério do Exército com 40.000 m², que posteriormente, deu origem a uma praça de esportes.

Em 1975, o Estado da Guanabara uniu-se ao antigo Estado do Rio de Janeiro. Esta fusão transformou a cidade do Rio de Janeiro em Município, capital do novo Estado. O antigo DLU (Departamento de Limpeza Urbana) vinculada à SURSAN (Secretaria de Saneamento do antigo estado da Guanabara), tinha como atribuições quase exclusivamente a coleta e limpeza, não havendo preocupação maior com o destino final do lixo. Após a fusão o DLU passou pelo nome de CELURB até chamar-se COMLURB (Companhia Municipal de Limpeza Urbana), agora uma empresa da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro.

A COMLURB foi criada em 1975 com a pretensão de planejar a médio e longo prazo a disposição final do lixo urbano, integrado ao sistema de coleta e limpeza.

Em 1976, foi criado o aterro Metropolitano de Gramacho, em uma área de 1.300.000 m². Para lá eram levadas em média 7.500 toneladas de lixo por dia, hoje já chega a 9.000 t/dia (COMLURB, 2005). A recuperação e operação do aterro estiveram a cargo da empresa Queiroz Galvão que assumiu a execução das obras em dezembro de 1995, através de concorrência pública. Atualmente, o aterro metropolitano é administrado por um consórcio com a empresa SA Paulista e recebe resíduos das prefeituras do Rio de Janeiro, Nilópolis, Duque de Caxias e São João de Meriti.

Na Cidade do Rio, também foram desperdiçados recursos destinados ao setor de tratamento de lixo urbano, podendo-se citar as Usinas de Reciclagem de Irajá, de Jacarepaguá e do Caju.

Usina de Reciclagem de Irajá, construída em 1977, com sistema prévio de trituração e posterior compostagem natural em leiras, com uma capacidade de processamento de 350 toneladas/dia, atualmente, encontra-se em funcionamento apenas o setor de separação. O custo empregado foi de US\$ 1,5 milhões (LUA, 1999).

A Usina de Jacarepaguá funcionou de 1992 a 1997, com uma capacidade de 560 toneladas/dia, porém está desde 1997 desativada por exalar forte odor. O custo empregado foi de US\$ 13 milhões (LUA, 1999).

A usina do Caju, inaugurada em 1992, com capacidade de projeto de 70 t/h, só funcionou por dois anos. Um dos motivos para sua desativação foi o forte odor

produzido no processo. Hoje, as instalações viraram uma estação de transferência. O custo empregado foi de US\$ 23 milhões (LUA, 1999).

Os altos custos operacionais e a baixa qualidade do material produzido são os fatores apontados por especialistas para o fracasso das usinas de reciclagem. Segundo a COMLURB (2005), a coleta de lixo custa, em média, R\$30/t. Já a coleta seletiva, ideal para a reciclagem, chega a R\$300/t. De cada 100kg de lixo que entram em uma usina, só de 3 a 6 kg saem reciclados.

3.4.4 A Política Ambiental e o Lixo no Estado de São Paulo

O Estado de São Paulo aprovou, em 1977, a Lei n° 977, que ditava as regras para Controle de Poluição, e em 1989, com a elaboração de sua Constituição Estadual, pouco voltada ao meio ambiente, mas somente iniciou efetivamente o estabelecimento de sua política ambiental, através do estabelecimento de uma legislação específica, a partir da década de 90, quando foram tomadas as seguintes medidas:

- A elaboração da Política Estadual de Meio Ambiente, em 1997; e
- O estabelecimento de Valores Orientadores para Uso do Solo, em 2001.

A partir de então, a CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental), do Estado de São Paulo, promoveu ao longo de sua história diversos levantamentos da situação estadual dos serviços de limpeza urbana e destinação final de resíduos, estabelecendo anualmente um Inventário de Resíduos Sólidos Urbanos. Este, com abrangência estadual, com o objetivo de planejar o controle da poluição ambiental, foi criado a partir da Resolução SMA n° 13 (Secretaria do Meio Ambiente), de 27 de fevereiro de 1998, que resolveu:

- Artigo 1°: Publicar, nos termos da Resolução SMA n° 66, de 17 de dezembro de 1996, o Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos;
- Artigo 2°: A CETESB, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, através de sua diretoria de Controle de Poluição Ambiental, deverá publicar anualmente a atualização do Inventário referido no artigo anterior;
- Artigo 3°: O Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos deverá considerar o Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos (IQR), para efeito de classificação da destinação final e das usinas de compostagem.

- Artigo 4º: As condições da destinação final serão consideradas inadequadas, controladas ou adequadas, em conformidade com o IQR, de acordo com a pontuação e o enquadramento previstos abaixo (Tabela 3.2):

Tabela 3.2: Enquadramento das instalações de tratamento e/ou destinação final de resíduos sólidos domiciliares em função dos índices de IQR e IQC (CETESB, 2005).

IQR/IQC	Enquadramento
Igual ou menor que 6,0 pontos	Condições Inadequadas
Maior que 6,0 pontos e inferior a 8,0 pontos	Condições Controladas
Igual ou superior a 8,0 pontos	Condições Adequadas

A Resolução SMA n° 13/98, em apreço, se baseou nas seguintes considerações:

- As diretrizes da Agenda 21 sobre o tratamento sustentável dos resíduos, sugerindo inicialmente mudanças nos padrões de consumo, com vista à proteção e promoção da melhoria das condições da saúde humana;
- O Programa Estadual de Resíduos Sólidos, implementado através da Resolução SMA n°28/95, que objetivava equacionar os problemas relativos aos resíduos sólidos no Estado, através de propostas de solução integrada;
- A falta de políticas públicas integradas e de critérios no gerenciamento dos resíduos, o que vinha causando impactos ambientais negativos de grande proporção, especialmente o assoreamento dos corpos d'água, devido ao lançamento de detritos, a contaminação do solo e de lençóis subterrâneos, a poluição atmosférica, pelo desprendimento dos gases, e a disseminação de doenças, pela proliferação de transmissores, como insetos e roedores, entre outros;
- Os resultados da pesquisa, realizada em janeiro de 1997 pela SMA, junto a 450 prefeituras municipais do Estado de São Paulo, que demonstrou que a disposição final e o tratamento dos resíduos sólidos era um dos principais problemas ambientais urbanos para 74% dos municípios entrevistados;
- A urgência em prover a integração, articulação e cooperação entre Estados, municípios, setores produtivos, empresariais e demais segmentos da sociedade civil, com vistas a soluções conjuntas, mediante planos de ação integradas;
- A necessidade de direcionar a gestão dos resíduos para a prevenção e a minimização da geração dos resíduos na fonte, através de novas tecnologias que utilizem uma quantidade cada vez menor de matéria-prima, energia e recursos naturais;
- A grande quantidade de resíduos domiciliares produzidos no Estado de São Paulo, superando 20 mil t/dia, sendo que, entre os seus 645 municípios, 494 faziam

destinação final de seu lixo a céu aberto, 143 possuíam aterros sanitários e apenas 23 possuíam usinas de compostagem;

- A fundamentabilidade da reutilização, da reparação e do redesenho de produtos, bem como da redução e da reciclagem de resíduos, para uma Política de Resíduos Sustentável, que envolva também práticas industriais voltadas à prevenção e à minimização da geração de resíduos;
- A essencialidade da seletividade, regularidade, continuidade, permanência e integração dos sistemas de coleta e transporte de resíduos para a saúde da população e para a qualidade ambiental;
- A necessidade de tratamento adequado dos resíduos, sendo a compostagem e a incineração soluções possíveis de adoção, consideradas as garantias necessárias à sua implantação;
- A exigência da disposição final ambientalmente segura dos resíduos remanescentes das demais fases do processo produtivo e do consumo;
- O dever do Estado em difundir as informações e orientações técnicas, como instrumento para defesa e preservação do meio ambiente para as presentes e futuras gerações, como determina o artigo 225, caput e inciso VI da Constituição da República Federativa do Brasil e o Artigo 193, inciso VI da Constituição do Estado de São Paulo;

O Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos, conseguido como parte integrante do Plano Estadual de Resíduos Sólidos, se tornou um instrumento fundamental para o enfrentamento do problema no Estado, que visava constituir o amplo diagnóstico da situação da disposição final e do tratamento do lixo domiciliar, permitir o planejamento, a implementação e a avaliação das políticas públicas correlatas e colaborar com o importante papel de vetor de informação e conscientização da sociedade sobre o assunto.

O lixo foi definido no Inventário como: “todo o material sólido proveniente das atividades diárias do homem em sociedade que, por ser considerado sem utilidade ou valor, é descartado”, podendo provocar a contaminação do solo e da água, gerar odores, ou ainda, atrair e propiciar a proliferação de patógenos e vetores caso não seja coletado, tratado e disposto de maneira adequada.

Os dados contidos no Inventário, pertinentes às quantidades de lixo gerado e aos dados demográficos, tiveram por base os valores publicados pela Fundação IBGE, no Censo Demográfico de 1996. As quantidades de resíduos geradas nos municípios foram

calculadas considerando-se índices de produção per capita, obtidos pela CETESB em pesagens realizadas em inúmeros municípios do Estado, aplicados à população urbana de cada cidade, conforme a Tabela 3.3.

Tabela 3.3: Valores da produção de resíduos em função da população (CETESB, 1999).

População (mil hab.)	Produção de lixo (kg/hab.dia)
Até 100	0,4
100 a 200	0,5
200 a 500	0,6
Maior que 500	0,7

Além das informações tradicionalmente contidas em levantamentos dessa natureza, o Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos inovou ao introduzir uma metodologia de classificação de áreas de disposição final. Tal classificação baseou-se no Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos – IQR (Apêndice III), que permite o enquadramento do sistema analisado em três condições: inadequadas, controladas e adequadas, conforme a pontuação alcançada de um limite de 0 a 10 pontos (Tabela 3.2).

Na definição dessa pontuação foram consideradas 41 variáveis que abarcam três aspectos básicos: localização, infra-estrutura e condições operacionais. Tais informações eram obtidas em vistorias, utilizando-se de planilhas específicas para avaliação do IQR, a partir das quais se puderam identificar quais são os principais problemas existentes em cada caso.

Mediante os resultados obtidos com este Inventário, foi possível então desenvolver um trabalho de indicação das medidas corretivas para solução dos problemas existentes em cada localidade.

Conforme previsto no Programa Estadual de Resíduos Sólidos, em 1997, para todos os municípios que apresentavam irregularidades na destinação final de seus resíduos sólidos, foi proposta a assinatura de um Termo de Compromisso de Ajustamento de Conduta (TAC), ou seja, títulos executivos extrajudiciais que estabelecidos em comum acordo com as administrações municipais, definindo prazos e atividades a serem realizadas por cada município, para a regularização ambiental das instalações de destinação de lixo em operação.

De forma resumida, os TACs propunham, às administrações municipais, procedimentos para os aterros e lixões, visando sua regularização ou encerramento, com a implantação de uma nova solução de caráter definitivo. Em todos os casos, as ações propostas deveriam possibilitar a adequação técnica e ambiental das instalações, seguidas do seu conseqüente licenciamento ambiental.

Desde o início do Programa Estadual de Resíduos Sólidos, até 31/12/2004, em todo o Estado de São Paulo, foram assinados TACs com 432 dos 645 municípios, conforme detalhamento na Tabela 3.4.

Tabela 3.4: Número de municípios do Estado de São Paulo com TAC em vigência e o respectivo percentual, em relação ao total de municípios do Estado (CETESB, 2005).

TAC	Situação/1998		Situação/1999		Situação/2000		Situação/2001		Situação/2002		Situação/2003		Situação/2004	
	Nº Munic	%	Nº Munic	%	Nº Munic	%	Nº Munic	%	Nº Munic	%	Nº Munic	%	Nº Munic	%
Sim	348	54,0	422	65,4	436	67,6	433	67,1	444	68,8	431	66,8	432	67,0
Não	297	46,0	223	34,6	209	32,4	212	32,9	201	31,2	214	33,2	213	33,0
Total	645	100,0	645	100,0	645	100,0	645	100,0	645	100,0	645	100,0	645	100,0

Os Termos de Ajustamento de Conduta foram propostos como uma alternativa inovadora, objetivando conscientizar, comprometer e estabelecer parcerias entre Estado e administrações municipais, na busca de soluções para a destinação final de resíduos.

A imposição de penalidades aos municípios, embora utilizadas como recurso último, isoladamente não obtinham resultado em significativas melhorias ambientais no Estado. Assim, o estabelecimento de um termo que tem força de contrato extrajudicial, além do benéfico comprometimento dos prefeitos, ainda firma as responsabilidades das partes envolvidas, em cumprimento à Lei de Crimes Ambientais.

3.4.4.1 A Evolução da Qualidade nos Aterros de São Paulo

O primeiro Inventário de Resíduos Sólidos Urbanos do Estado de São Paulo foi realizado em 1997, considerado o primeiro instrumento de avaliação desta finalidade. E dando continuidade às metas estabelecidas pela Diretoria de Controle de Poluição Ambiental, conforme Resolução SMA nº 13, de 27/02/1998, em todos os demais anos foram realizados Inventários, baseados nas avaliações e classificações do IQR. As tabelas e figuras a seguir apresentam a evolução das condições avaliadas por esses Inventários dos anos de 1997 a 2004.

Tabela 3.5: Situação geral do Estado de São Paulo, quanto às quantidades de resíduos sólidos domiciliares gerados e a faixa de enquadramento do IQR (CETESB, 2005).

NOTA	1997		1998		1999		2000		2001		2002		2003		2004	
	Lixo (t/dia)	%	Lixo (t/dia)	%	Lixo (t/dia)	%	Lixo (t/dia)	%	Lixo (t/dia)	%	Lixo (t/dia)	%	Lixo (t/dia)	%	Lixo (t/dia)	%
0,0 ≤ IQR ≤ 6,0	5598	30,7	4262	23,4	4144	22,7	4485	22,6	3722	18,4	3409	16,7	2545	9,8	2270	8,3
6,1 < IQR ≤ 8,0	10647	58,4	4818	26,4	3267	17,9	4376	22,0	5737	28,3	2581	12,6	3409	13,2	3428	12,5
8,1 < IQR ≤ 10,0	1987	10,9	9144	50,2	10813	59,3	10992	55,4	10794	53,3	14474	70,7	19902	77,0	21765	79,3
TOTAL	18232	100,0	18224	100,0	18224	100,0	19853	100,0	20253	100,0	20464	100,0	25856	100,0	27463	100,0

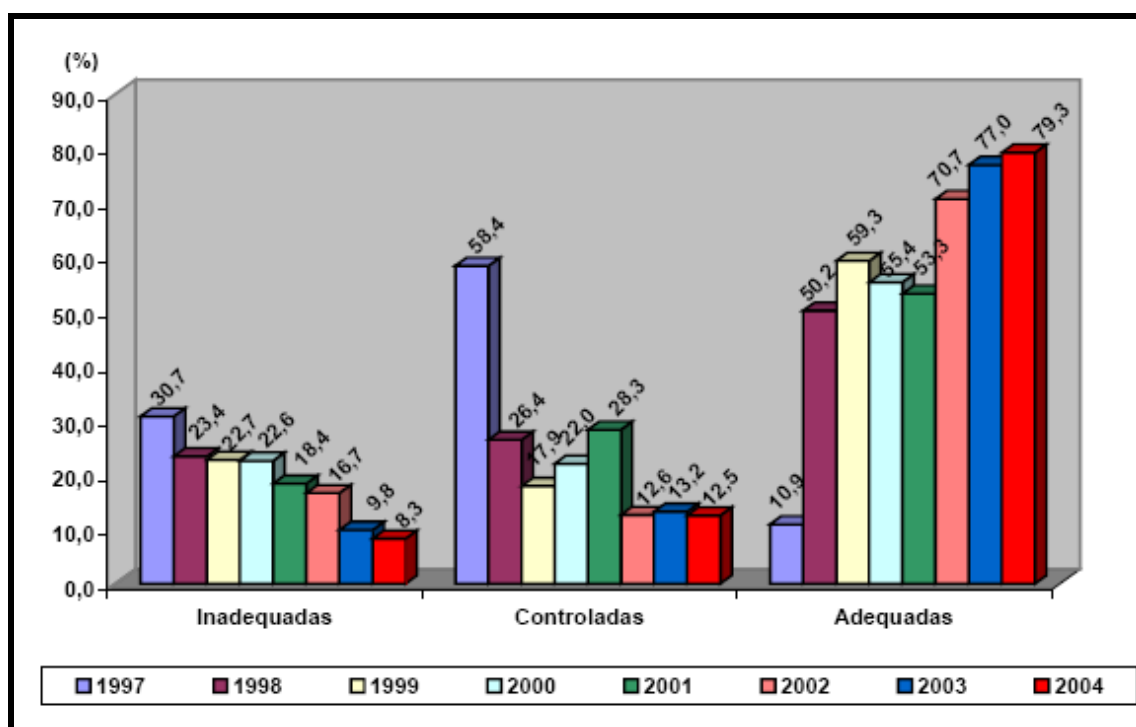


Figura 3.2: Situação da distribuição da quantidade de resíduos domiciliares quanto aos índices de qualidade dos aterros, no período de 1997 a 2004 (CETESB, 2005)

No que se refere à quantidade de resíduos domiciliares gerados no período de 1997 a 2004, observa-se, uma melhora nos índices que reproduzem as condições de disposição dos resíduos, conforme demonstram a Tabela 3.5 e a Figura 3.2. No período em referência, a situação dos resíduos dispostos de forma inadequada, passou de 30,7% para 8,3%.

Tabela 3.6: Situação geral do Estado de São Paulo, quanto ao número de municípios e o seu enquadramento no IQR (CETESB, 2005)

NOTA	1997		1998		1999		2000		2001		2002		2003		2004	
	Nº de Munic.	%	Nº de Munic.	%	Nº de Munic.	%	Nº de Munic.	%	Nº de Munic.	%	Nº de Munic.	%	Nº de Munic.	%	Nº de Munic.	%
0 ≤ IQR/IQC ≤ 6	502	77,8	363	56,5	324	50,4	301	46,7	234	36,4	191	29,6	179	27,8	192	29,7
6 < IQR/IQC ≤ 8	116	18,0	163	25,3	136	21,2	146	22,7	156	24,3	157	24,3	196	30,3	202	31,3
8 < IQR/IQC ≤ 10	27	4,2	117	18,2	183	28,4	197	30,6	253	39,3	297	46,1	270	41,9	251	39,0
TOTAL	645	100,0	643	100,0	643	100,0	644	100,0	643	100,0	645	100,0	645	100,0	645	100,0

Obs.: As diferenças nos números totais de municípios em 1998, 1999, 2000 e 2001, deve-se ao fato de que alguns municípios dispunham seus resíduos domiciliares fora do Estado, nesta ocasião.

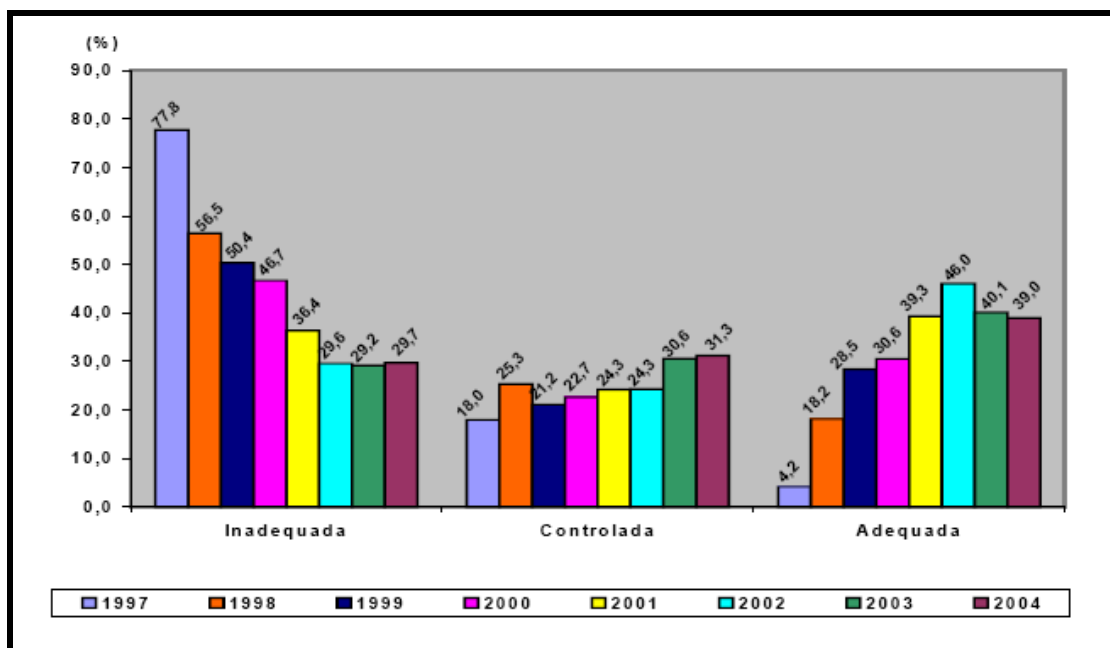


Figura 3.3: Distribuição dos municípios do Estado de São Paulo quanto aos índices de qualidade dos locais de disposição dos resíduos sólidos domiciliares, no período de 1997 a 2004 (CETESB, 2005)

A Tabela 3.6 e a Figura 3.3, que apresentam a distribuição dos municípios em termos dos índices de enquadramento das instalações de destinação final de resíduos, também apontam na direção de uma evolução. O número de municípios que dispõem os resíduos domiciliares de forma adequada passou de 27, em 1997, para 251 em 2004. Em termos percentuais, verifica-se que em 1997, 77,8% dos municípios do Estado encontravam-se em situação inadequada e que, em 2004, 70,3% dos municípios apresentam condição controlada e adequada.

A maioria dos municípios em condições inadequadas (192 municípios) é constituída pelos de pequeno porte, isto é, geram menos que 10 toneladas de lixo por dia. É importante frisar que a pontuação obtida pelos aterros da cidade de São Paulo, classificados em condições adequadas, por operarem grandes quantidades de lixo, desloca a média do Estado mascarando os resultados para uma condição melhor. Enquanto 29,7% dos municípios encontra-se em situação inadequada, pode-se dizer que 91,8% em peso dos resíduos são destinados de forma controlada ou adequada.

O IQR vem analisando a gestão atual do lixo nos municípios e se tornou um instrumento de decisão quanto à continuidade de operação ou a necessidade de fechamento dos locais de disposição. É uma ferramenta de auxílio para o estabelecimento de medidas corretivas, direcionando a evolução dos locais para a condição adequada e a obtenção das licenças de operação. Por isso, é hoje um instrumento bem sucedido no Estado de São Paulo, pois contou com o apoio jurídico do Termo de Ajuste de Conduta (TAC), que firmava o comprometimento das prefeituras.

3.5 A Alteração do Índice da Qualidade de Aterros de Resíduos - IQR

A Tese de Mestrado de FARIA (2002) teve como um de seus objetivos abordar o Índice da Qualidade de Aterros de Resíduos (IQR), propondo modificações mediante uma análise crítica de seu cenário. O Manual de Gerenciamento Integrado (IPT/CEMPRE, 2000), cita o formulário do IQR como um instrumento exemplificativo. Esse formulário foi criado para ser utilizado nas avaliações de locais de disposição de resíduos sólidos urbanos de qualquer porte, permitindo estabelecer um critério nivelado.

Desse modo, o IQR, alicerçado no conhecimento técnico dos funcionários da CETESB, afastou parcialmente o empirismo da avaliação, pois os requisitos enumerados ao longo do formulário são representativos. Outro ponto relevante era a correlação de cada avaliação com um peso, isto é, com uma nota específica, que não aceitava valores intermediários (FARIA, 2002).

A incerteza no resultado do IQR estava no seu preenchimento. A quantidade exacerbada de municípios a serem inspecionados num estado e as distâncias consideráveis entre eles demandava a participação de inúmeros técnicos do Órgão Estadual do Controle da Poluição Ambiental. E, tendo em vista o critério de avaliação pouco preciso, poderiam ocorrer avaliações distintas de um operador para outro, dando origem a pequenas distorções nos resultados. Uma questão que não pode ser desprezada é que o IQR foi baseado numa inspeção expedita, a qual não requer ensaios, o que poderia também contribuir para o desvio da situação real (FARIA, 2002).

A avaliação do IQR propiciava correlacionar as classificações das condições inadequadas, controladas e adequadas como lixão, aterro controlado e aterro sanitário, respectivamente. Segundo FARIA (2002), a idéia de mudança partiu do princípio de acrescentar alguns itens não contemplados, suprimir outros e organizá-los. Essa nova tabela foi batizada com a abreviação de IQA (Apêndice IV).

Desse modo, o primeiro conjunto, contendo dez parâmetros, agrupados no item Características do Local, não foi modificado, todavia sofreu alteração de sua disposição. Os primeiros subitens consideravam as características geotécnicas do solo, que são: a “capacidade de suporte” e a “permeabilidade”. A seguir era analisada a “proximidade de núcleos habitacionais”. Os próximos requisitos abordavam a “presença de água” no entorno e, depois, a quantidade e a “qualidade do material para recobrimento”. Por último, as “condições de trânsito”, “isolamento visual” e a “legalidade do local”.

O segundo conjunto, inicialmente de quinze parâmetros, passou a dezesseis, dentro do item Infra-estrutura Implantada. O subitem “vigilantes” foi suprimido, já que a existência de outras características, como o “cercamento da área” e “presença de guarita”, abordava satisfatoriamente essa questão. Os “monitoramentos dos efluentes do aterro” e da “estabilidade do maciço de solo e lixo” foram incluídos na análise. Esse conjunto sofreu uma organização, seguindo a lógica do procedimento de ingresso e disposição de resíduos sólidos urbanos no aterro. Assim, iniciou-se com a análise do “cercamento e portaria”, passando ao “controle de recebimento de carga” e “acesso à frente de trabalho”, “equipamentos” para manejo dos resíduos e das diversas “drenagens dos efluentes”. A seguir, o “sistema de tratamento do chorume” e, por fim, as estruturas de “monitoramento” e o “atendimento a estipulações de projeto”.

O terceiro conjunto, inicialmente com dezesseis parâmetros passou a vinte e dois, dentro do item Condições Operacionais. O subitem “aspecto geral”, por guardar um peso de subjetividade, foi subtraído. Os subitens “ocorrência de lixo descoberto” e “recobrimento do lixo” sofreram uma substituição por “presença de elementos dispersos pelo vento”, “recobrimento diário” e “compactação do lixo”. Os novos requisitos incluídos foram: “presença de queimadas”, “funcionamento do sistema de monitoramento dos efluentes do aterro e da estabilidade dos maciços”, “medidas corretivas”, “dados gerais do aterro” e “plano de fechamento do aterro”. A organização desse conjunto manteve a disposição original, de forma coerente com o item anterior de infra-estrutura implantada.

Outra modificação ocorreu nos intervalos da avaliação. As condições controladas sofreram alteração de 6,0 a 8,0 para 6,01 a 8,0 e as condições adequadas passaram de 8,0 a 10 para 8,01 a 10, evitando, assim, que uma nota apresentasse dupla classificação. Esta última condição diverge da hipótese deste trabalho, sendo discutida mais profundamente no Capítulo VIII.

3.6 Índice da Qualidade de Aterros de Resíduos – IQA (FARIA, 2002)

A seguir são apresentados os parâmetros técnicos e a determinação dos critérios de avaliação relacionados com a planilha do IQA. A Figura 3.4 apresenta todos os aspectos contemplados num aterro sanitário, que são abordados neste tópico.

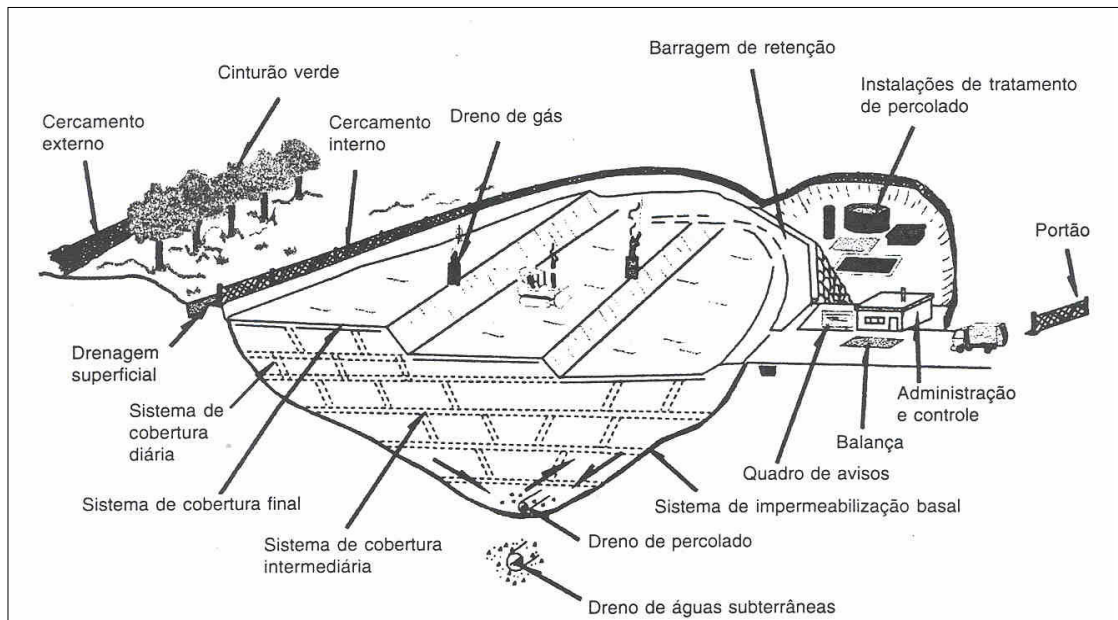


Figura 3.4: Perfil esquemático de aterro sanitário em operação (IPT/CEMPRE, 2000).

3.6.1 Características do Local

Um aterro sanitário deve localizar-se numa área conveniente, isto é, onde os riscos à saúde humana e ao meio ambiente sejam minimizados. Assim, os estudos de algumas características locais, tornam-se fundamentais para garantir, também, a redução dos custos com preparo, operação e encerramento do aterro.

Na dificuldade de execução de ensaios de campo para melhor conhecimento da área, recomenda-se além da inspeção visual, da observação de obras, do tráfego e de construções no entorno, o levantamento de mapas pedológicos e geológicos da região.

- **Capacidade de Suporte do Solo**

A disposição dos resíduos no aterro deve realizar-se de modo que a estabilidade do substrato geológico esteja assegurada, juntamente com a da própria massa de resíduos e das estruturas associadas, para evitar desabamentos. Para isso, é importante saber as características do substrato e a capacidade de carga do solo de fundação.

A capacidade de carga de um solo é a pressão que, aplicada ao mesmo, causa o colapso ou o seu escorregamento (FARIA, 2002). Se a esta pressão for acrescentado um coeficiente de segurança, da ordem de 2 a 3, obtém-se a pressão admissível, a qual deverá ser admissível não só à ruptura como às deformações excessivas do solo.

Para a estimativa da capacidade de carga usam-se os perfis geotécnicos, geralmente fornecidos pelas sondagens à percussão, eventualmente complementados por outros ensaios geotécnicos. Nesses perfis são indicados os horizontes dos diversos tipos de solo que compõem o terreno, suas resistências e a posição do nível d'água. Como o perfil geotécnico é obtido através de sondagens realizadas em alguns pontos do terreno, torna-se necessário aferir, durante a execução, se as profundidades e a capacidade de carga estão satisfazendo aquelas adotadas no projeto.

Esse parâmetro em questão, apresenta nota cinco (Tabela 3.7) para uma avaliação considerada adequada. Nesta dissertação se aceita como adequado o solo que apresentar capacidade de solo compatível com o peso da massa de lixo depositada, com a velocidade de disposição dos resíduos e com o tráfego de máquinas pesadas.

Tabela 3.7: Indicadores da capacidade de suporte do solo (FARIA, 2002).

Subitem	Avaliação	Peso
Capacidade de suporte do solo	Adequada	5
	Inadequada	0

• Permeabilidade do Solo

Os coeficientes de permeabilidade são tanto menores quanto menores os vazios nos solos, dependendo do tipo e estado do solo, do grau de saturação, da estrutura e anisotropia e da temperatura. CASAGRANDE & FADUM (1944), *in* FARIA (2002), propuseram a Tabela 3.8, associando os diferentes tipos de solos com a permeabilidade (k). LAMBE & WHITMAN (1969) classificam o solo de acordo com seu coeficiente de permeabilidade (Tabela 3.9).

Tabela 3.8: Intervalo de variação de k para os diferentes tipos de solos (CASAGRANDE & FADUM, 1944, *in* FARIA, 2002)

Tipo de solo	k (cm/s)
Pedregulho	$k > 1$
Areia	$10^{-3} < k < 1$
Silte argiloso	$10^{-7} < k < 10^{-3}$
Argila	$k < 10^{-7}$
Impermeável para fins de engenharia	$k < 10^{-8}$

Tabela 3.9: Classificação dos solos de acordo com o coeficiente de permeabilidade (LAMBE & WHITMAN, 1970)

Grau de permeabilidade	k (cm/s)
Alta	$k > 10^{-1}$
Média	$10^{-1} < k < 10^{-3}$
Baixa	$10^{-3} < k < 10^{-5}$
Muito baixa	$10^{-5} < k < 10^{-7}$
Praticamente impermeável para fins de engenharia	$k < 10^{-7}$

É importante notar que os solos residuais e os evoluídos pedologicamente, típicos de clima tropical, apresentam estrutura com macroporos, pelos quais a água percola com maior facilidade. Nestes solos, ainda que as partículas sejam pequenas, os vazios entre as aglomerações das partículas são grandes e é por eles que a água flui. Assim, sua permeabilidade natural pode ser superior aos valores da Tabela 3.8.

O coeficiente de permeabilidade depende do tipo de solo, de sua estrutura e da compactação ou consistência. A influência da estrutura é notada nos solos compactados; geralmente, quando compactado mais seco, a disposição das partículas (estrutura floculada) permite maior passagem de água do que quando compactado mais úmido (estrutura dispersa), ainda que com o mesmo índice de vazios.

A norma ABNT NBR 13896:1997 estabelece como condição ideal para a instalação de um aterro, o local que possui camada de solo homogêneo de 3,0 m de espessura com coeficiente de permeabilidade k da ordem de 10^{-6} cm/s.

É considerado aceitável por esta Norma, uma distância mínima, entre a base do aterro e a cota máxima do aquífero freático, igual a 1,5 m, para um coeficiente de permeabilidade k igual a $5 \cdot 10^{-5}$ cm/s. Nesse caso, a critério do Órgão Estadual de Controle da Poluição Ambiental, poderá ser exigida uma impermeabilização suplementar, visando maior proteção ao aquífero freático.

Esta Norma ainda não recomenda a construção de aterros em áreas com predominância de solos com coeficiente de permeabilidade maiores ou iguais $5 \cdot 10^{-4}$ cm/s, mesmo utilizando-se impermeabilizações complementares.

A Diretriz 1999/31/CE do Conselho da União Européia, de 26/04/1999, relativa à deposição de resíduos em aterros, determina que a base e os taludes do aterro devem consistir numa camada mineral que satisfaça as condições de permeabilidade e espessura de efeito combinado em termos de proteção do solo e das águas subterrâneas e de superfície, pelo menos equivalente à que resulta das seguintes condições:

- Aterros para resíduos perigosos: $k \leq 1 \cdot 10^{-7}$ cm/s – espessura ≥ 5 m;
- Aterros para resíduos não perigosos: $k \leq 1 \cdot 10^{-7}$ cm/s – espessura ≥ 1 m;

- Aterros para resíduos inertes: $K \leq 1.10^{-5}$ cm/s – espessura ≥ 1 m.

Sempre que a barreira geológica não ofereça de modo natural as condições acima descritas, poderá ser complementada e reforçada artificialmente por outros meios dos quais resulte uma proteção equivalente. As barreiras geológicas artificialmente criadas não poderão ser de espessura inferior a 0,5 m.

Para a baixa permeabilidade do solo, que apresenta peso cinco na Tabela 3.10, consideraram-se as normas brasileiras, pela imposição de limites técnicos em território nacional. Para baixa permeabilidade adotou-se um $K \leq 10^{-6}$ cm/s, já a média permeabilidade de um solo estará compreendida no intervalo de 10^{-6} cm/s a 5.10^{-4} cm/s, para uma espessura de 1,5 m, e a alta permeabilidade para $K \geq 5.10^{-4}$ cm/s.

Tabela 3.10: Indicadores da permeabilidade do solo (FARIA, 2002).

Subitem	Avaliação	Peso
Permeabilidade Do solo	Baixa - $K \leq 10^{-6}$	5
	Média - $10^{-6} < K < 5 \times 10^{-4}$	2
	Alta - $K \geq 5 \times 10^{-4}$	0

- **Proximidade de Núcleos Habitacionais**

Um aterro sanitário deve estar afastado de núcleos habitacionais por uma distância mínima de 500 m, para reduzir incômodos provocados aos moradores, tais como, odores, fumaça, poeira, barulho de manobra de caminhões e presença de vetores, conforme indicado na Tabela 3.11.

Tabela 3.11: Indicadores da proximidade de núcleos habitacionais (FARIA, 2002).

Subitem	Avaliação	Peso
Proximidade de núcleos habitacionais	Longe > 500m	5
	Próximo	0

- **Proximidade de corpos de água**

Um aterro sanitário deve estar afastado de corpos de água a uma distância mínima de 200 m (Tabela 3.12), para impedir a contaminação pelo chorume; logo, uma distância menor pode comprometer o uso público do recurso natural.

Tabela 3.12: Indicadores da proximidade de corpos d'água (FARIA, 2002).

Subitem	Avaliação	Peso
Proximidade de corpos de água	Longe > 200m	3
	Próximo	0

- **Profundidade do Lençol Freático**

Como já visto no item “Permeabilidade do Solo”, a ABNT NBR 13896:1997 determina que a área onde seja implantado o aterro sanitário deve apresentar solo homogêneo de 3,0 m de espessura, entre a base do aterro e o nível do lençol freático mais alto, com coeficiente de permeabilidade k igual a 10^{-6} cm/s. Porém, é aceitável uma distância mínima, entre a base do aterro e a cota máxima do aquífero freático igual a 1,5 m, para um coeficiente de permeabilidade igual a 5.10^{-5} cm/s.

A profundidade do lençol freático terá um peso máximo de quatro pontos (Tabela 3.13) quando a distância mínima entre a base do aterro e a cota máxima do aquífero for superior a 3 m. No entanto, seguindo as especificações técnicas da ABNT NBR 13896:1997, se aceita a distância de 1,5 m para k igual a 5.10^{-5} cm/s. O intervalo a ser julgado com avaliação média é de 1 a 3 m, com peso dois, afastamento mínimo recomendado para proteger o lençol freático e evitar danos ambientais e riscos à saúde e à segurança humana.

Tabela 3.13: Indicadores da profundidade do lençol freático (FARIA, 2002).

Subitem	Avaliação	Peso
Profundidade do lençol freático	Maior que 3m	4
	De 1 a 3m	2
	De 0 a 1m	0

- **Disponibilidade de Material para Recobrimento**

A disponibilidade de material para recobrimento diário é de suma importância, visto que o empréstimo de solo, para o fim citado, encarece o custo de operação de um aterro sanitário.

A avaliação adotada para esse subitem, com peso de quatro (Tabela 3.14), significa que no próprio local do aterro sanitário existe material, em quantidade satisfatória, para atender à demanda diária. É considerado insuficiente, com peso de dois pontos, quando existir empréstimo parcial de material.

Tabela 3.14: Indicadores da disponibilidade de material para recobrimento (FARIA, 2002).

Subitem	Avaliação	Peso
Disponibilidade de material para para recobrimento	Suficiente – sem empréstimo	4
	Insuficiente – empréstimo parcial	2
	Nenhum – empréstimo total	0

- **Qualidade do Material para Recobrimento**

O material para recobrimento mais adequado deve apresentar fácil escavabilidade e textura argilo-arenosa, de composição variando de 50% a 60% de areia e o restante uma mistura equilibrada entre silte e argila.

O subitem em estudo, com avaliação boa, correspondendo a dois (Tabela 3.15), é o material com aproximadamente 50% de areia, 25% de silte e 25% de argila. Os solos que não se encontrarem dentro dessa especificação são avaliados como ruins para a utilização como recobrimento.

Tabela 3.15: Indicadores da qualidade do material para recobrimento (FARIA, 2002).

Subitem	Avaliação	Peso
Qualidade do mat. para recobrimento	Boa – 50% areia; 25% silte; 25% argila	2
	Ruim	0

- **Condições de Sistema Viário, de Trânsito e Acesso**

Um aterro sanitário deve localizar-se o mais próximo possível do centro de geração e apresentar um acesso livre de trânsito intenso, por conseguinte as despesas com transporte são reduzidas e a produtividade com a coleta é maximizada. A malha viária deve sofrer, constantemente, conservação pelo desgaste proveniente do tráfego ininterrupto de veículos pesados.

A avaliação boa, de peso três (Tabela 3.16), é para os casos em que a área reúna as três condições favoráveis, isto é, sistema viário-trânsito-acesso. Se uma, e apenas uma, das condições supracitadas não atenderem as recomendações descritas a pontuação cairá para dois pontos.

Tabela 3.16: Indicadores das condições de sistema viário-trânsito-acesso (FARIA, 2002).

Subitem	Avaliação	Peso
Condições de Sistema viário-trânsito-acesso	Boas	3
	Regulares	2
	Ruins	0

- **Isolamento Visual da Vizinhança**

É aconselhável o isolamento do local escolhido, para implantação de um aterro sanitário, da vizinhança, evitando assim a poluição visual e a depreciação patrimonial excessiva da redondeza (Tabela 3.17).

Tabela 3.17: Indicadores do isolamento visual da vizinhança (FARIA, 2002).

Subitem	Avaliação	Peso
Isolamento visual da vizinhança	Bom	4
	Ruim	0

- **Legalidade de localização**

A legislação vigente impõe restrições de âmbito federal, estadual e municipal à implantação de um aterro sanitário. Caso a área de disposição de resíduos sólidos não seja vedada por lei, a localidade é permitida. A Tabela 3.18 correlaciona a localidade da área de um aterro com a devida pontuação.

Tabela 3.18: Indicadores da legalidade de localização (FARIA, 2002).

Subitem	Avaliação	Peso
Legalidade de localização	Localidade permitida	5
	Localidade proibida	0

3.6.2 Infra-estrutura Implantada

Depois de vencida a etapa de análise da localidade de um aterro, o próximo passo é o de verificação das obras de engenharia, ali instaladas, que visam à plena operação da área, com o devido manejo dos resíduos sólidos.

- **Cercamento da Área**

Um cercamento adequado deve impedir o livre acesso de catadores e animais de grande porte ao local de disposição de resíduos sólidos, como servir, também, para reter material disperso pelo vento. Os portões devem permanecer fechados fora das horas de funcionamento. Conforme a Tabela 3.19, a existência de cercamento da área garante uma pontuação de dois pontos.

Tabela 3.19: Indicadores do cercamento da área (FARIA, 2002).

Subitem	Avaliação	Peso
Cercamento da área	Sim	2
	Não	0

- **Portaria/guarita**

A portaria ou guarita é o único acesso à instalação e tem como função o controle de entrada e saída de veículos do aterro (Tabela 3.20). É neste ponto onde ocorre a inspeção do tipo de resíduo a ser aterrado.

Na portaria, deve ocorrer a identificação e anotação dos funcionários, visitantes e veículos que ingressem no aterro, com o preenchimento do formulário padrão de controle de caminhões com as seguintes informações: placa do veículo, hora de entrada e origem da rota de coleta, peso carregado e peso descarregado.

Tabela 3.20: Indicadores da portaria/guarita (FARIA, 2002).

Subitem	Avaliação	Peso
Portaria / guarita	Sim	1
	Não	0

- **Controle de Recebimento de Cargas**

A disposição em aterro deve ser controlada e gerida de forma adequada, a fim de evitar ou reduzir os potenciais efeitos negativos sobre o ambiente e os riscos para a saúde humana, sendo assim, tanto a quantidade como a periculosidade dos resíduos deverão ser reduzidos. Para garantir essas condições o Conselho da União Européia estabeleceu, na Diretriz 1999/31/CE, que até 2001 os Estados-membros apresentariam uma estratégia nacional para a redução dos resíduos biodegradáveis destinados aos aterros. A estratégia deveria assegurar o seguinte:

- Até abril de 2004, os resíduos urbanos biodegradáveis, destinados a aterros deveriam ser reduzidos para 75% da quantidade total (por peso) de resíduos urbanos biodegradáveis, produzidos em 1995 ou ano anterior, para o qual existam dados normalizados do Eurostat;
- Até abril de 2007, os resíduos urbanos biodegradáveis, destinados a aterros deverão ser reduzidos para 50% da quantidade total (por peso) de resíduos urbanos biodegradáveis, produzidos em 1995 ou ano anterior, para o qual existam dados normalizados do Eurostat;
- Até abril de 2014, os resíduos urbanos biodegradáveis, destinados a aterros deverão ser reduzidos para 35% da quantidade total (por peso) de resíduos urbanos biodegradáveis, produzidos em 1995 ou ano anterior, para o qual existam dados normalizados do Eurostat;

Os Estados-membros que, em 1995 ou ano anterior, para o qual existam dados normalizados do Eurostat, depositem em aterros mais de 80% dos resíduos municipais recolhidos, poderiam adiar por um período inferior a quatro anos a realização da estratégia acima.

Os Estados-membros deveriam tomar medidas para que não fossem aceitas em aterros os seguintes resíduos:

- 1) Resíduos líquidos;
- 2) Resíduos que, nas condições de aterro, sejam explosivos, corrosivos, oxidantes ou inflamáveis;

- 3) Resíduos provenientes de estabelecimentos hospitalares, médicos ou veterinários, que sejam infecciosos; e
- 4) Pneus usados inteiros (a partir de abril de 2001) e pneus usados fragmentados (a partir de abril de 2004).

Ficou proibida a diluição ou mistura de resíduos que tivessem por único objetivo torná-los conformes com os critérios de admissão.

É importante ressaltar que os únicos resíduos a ingressarem num aterro municipal são de origem, predominantemente, domiciliar e/ou rejeitos oriundos de tratamento de usina de triagem/compostagem.

A verificação e admissão de resíduos consistem numa simples inspeção visual de um carregamento de resíduos antes e depois da descarga no local do aterro. Com vista a confirmar que os resíduos foram admitidos para depósito em conformidade com os critérios estabelecidos para a categoria do aterro em questão.

A fiscalização das características dos resíduos sólidos tem por objetivo indireto controlar a eficiência do sistema de coleta por roteiro, tipo de equipamento e por equipe, não esquecendo, contudo, do controle da composição predominante de cada fonte/região geradora de resíduos sólidos.

Outra verificação e admissão, ocorrida no ingresso do caminhão, é a análise do transporte dos resíduos, isto é, caminhões abertos ou carros com caçamba devem estar protegidos com uma lona, impedindo a dispersão de resíduos ao longo da via de acesso ao local destinado.

As pesagens periódicas compõem a melhor forma de se conhecer as quantidades de lixo gerado, bem como as suas flutuações decorrentes das características específicas de cada comunidade. A utilização de balanças, com capacidade mínima de 30 t, é de suma importância também para o controle da prefeitura sobre firmas terceirizadas que realizam os serviços de coleta e operação dos resíduos no município. Neste caso, recomenda-se, até, uma balança automatizada para evitar erros e fraudes.

Para o controle de recebimento de cargas, através de balança, atribui-se um peso dois (Tabela 3.21), no controle sem balança o peso é um e a inexistência de controle requer avaliação nula.

Tabela 3.21: Indicadores do controle de recebimento de cargas (FARIA, 2002).

Subitem	Avaliação	Peso
Controle de recebimento de cargas	Sim, com balança	2
	Sim, sem balança	1
	Não	0

- **Acesso à Frente de Trabalho**

É recomendado o acesso livre à frente de trabalho, isto é, sem nenhum tipo de obstrução durante todas as estações do ano (Tabela 3.22). Em épocas de chuvas torrenciais, a conservação do acesso, deve ser uma preocupação constante.

O comprimento da superfície de trabalho vai variar com as condições locais. A superfície de trabalho é o local do aterro onde os resíduos estão sendo descarregados, depositados e compactados durante um determinado período. A menor frente de trabalho possível evita a proliferação de vetores e a dispersão de material pelo vento.

Tabela 3.22: Indicadores do acesso à frente de trabalho (FARIA, 2002).

Subitem	Avaliação	Peso
Acesso à frente de trabalho	Bom	2
	Ruim	0

- **Trator de Esteira ou Compatível**

O rendimento operacional ou produção de máquinas e equipamentos de terraplenagem como tratores de esteira, pás-mecânica, rolos compactadores e outros, pode ser calculado facilmente com a ajuda de manuais de produção, sempre que o trabalho é feito em solos conhecidos, como saibro, argila, areia, etc. O equipamento recomendado para compactação do lixo e da camada de cobertura é o trator de esteira, o qual alcança maior eficiência.

A experiência de alguns profissionais no ramo de disposição de resíduos sólidos comprova que o trator de esteira tipo D4, apesar de mais usual, não é adequado; o seu peso não permite boa compactação à massa de resíduo. Já o trator de esteira tipo D8 é um veículo muito pesado, que expulsa, quase totalmente, o oxigênio contido nos vazios do lixo, então o processo de decomposição da matéria orgânica não se inicia pela fase aeróbia e sim na fase anaeróbia, mais lenta e menos eficiente.

O trator de esteira mais aconselhável é o tipo D6, de modo que apresenta melhor compactação, num menor número de passadas.

LEITE *et al*, (1979) determinaram o rendimento operacional dos tratores de esteira em um dos aterros sanitários da COMLURB, que somente empregava tratores Caterpillar tipo D6. O trabalho consistiu no preenchimento diário de fichas de operação onde eram registradas diariamente as horas produtivas, as improdutivas e as paradas de cada máquina. Estas fichas diárias eram posteriormente resumidas em outras semanais, que eram por sua vez resumidas em um relatório mensal. Relacionando-se as horas

produtivas mensais de todas as máquinas pela quantidade em volume de lixo recebido, foram obtidos os índices de produção mensais, que podem ser vistos na Tabela 3.23.

Observando essa tabela, nota-se uma grande variação desses índices. Esta variação foi creditada a mudança de operadores, das máquinas e das condições climáticas. As máquinas, apesar de serem todos do tipo D6, tinham idades e estados de conservação diferentes.

Tabela 3.23: Resumo das médias mensais de desempenho dos tratores D6 (LEITE *et al*, 1979).

Mês	Produção (m ³ /h produtiva)
Fevereiro	198,90
Março	126,73
Abril	149,31
Maio	146,69
Junho	235,00
Julho	349,32
Agosto	320,97
Setembro	221,27
Média	218,61

A média obtida, de 218,61 m³/h ou aproximadamente 50 t/h, indicou uma produção bem acima dos índices calculados teoricamente, a partir das informações constantes dos manuais de produção, em torno de 110 m³/h.

A permanência constante e a eficiência satisfatória de um trator de esteira no aterro requerem a avaliação máxima de cinco (Tabela 3.24). A permanência periódica ou a ineficiência solicita peso dois, pois não fica garantido o cobrimento diário nem a compactação.

Tabela 3.24: Indicadores de trator de esteira ou compatível (adaptado de FARIA, 2002).

Subitem	Avaliação	Peso
Trator de esteira ou compatível	Permanente/Eficiente	5
	Periodicamente/Ineficiente	2
	Inexistente	0

• Outros Equipamentos

Outros equipamentos auxiliares na escavação e transporte do material para recobrimento e no espalhamento dos resíduos sólidos são: pá-mecânica, retro-escavadeira e caminhão basculante (Tabela 3.25).

Tabela 3.25: Indicadores de outros equipamentos (FARIA, 2002).

Subitem	Avaliação	Peso
Outros equipamentos	Sim	1
	Não	0

- **Impermeabilização da Base do Aterro**

O sistema de tratamento da base tem a função de proteger a fundação do aterro, evitando-se a contaminação do subsolo e aquíferos subjacentes, pela migração de percolados e/ou do biogás.

Um sistema de tratamento de base deve apresentar as seguintes características: estanqueidade, durabilidade, resistência mecânica, resistência às intempéries, compatibilidade físico-químico-biológica com os resíduos a serem aterrados e seus percolados.

Dentre os materiais comumente empregados em tratamento de base de aterros, destacam-se os solos argilosos, as argilas compactadas e as geomembranas sintéticas. As camadas impermeabilizantes devem ser executadas com controle tecnológico e atender aos requisitos geotécnicos de permeabilidade e espessura mínima, especificadas em normas, de modo a representar barreiras à migração de poluentes contidos no percolado. A Figura 3.5 apresenta alguns esquemas de impermeabilização em aterros.

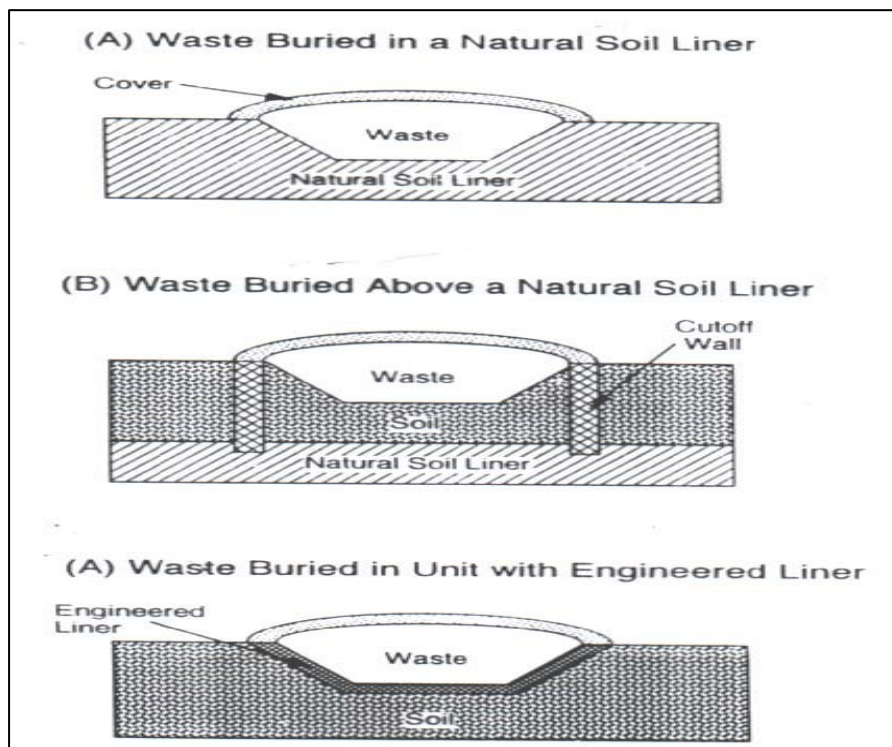


Figura 3.5: Barreiras em Aterros de Disposição (ALMEIDA, 2002)

Pela experiência obtida em países como Estados Unidos e Alemanha, e também no Brasil, o tipo de geomembrana que tem se mostrado mais adequado para a impermeabilização de base de aterros sanitários é a de polietileno de alta densidade (PEAD) de 2 mm, devido às suas características de resistência mecânica, durabilidade e compatibilidade com uma grande variedade de resíduos.

É importante enfatizar que, nos sistemas de impermeabilização, a garantia de qualidade não fica atestada apenas pela definição de materiais, mas sim com o adequado projeto de aplicação e controle tecnológico de execução.

A pontuação máxima dispensada a esse subitem considera, para o presente trabalho, a norma ABNT NBR 13896:1997, que estabelece um manto de solo homogêneo de 3,0 m de espessura, com coeficiente de permeabilidade k igual a 1.10^{-6} cm/s. Quando a barreira geológica não oferece de modo natural as condições supracitadas ou a critério do Órgão Estadual de Controle da Poluição Ambiental, a mesma pode ser complementada com geomembranas sintéticas, resultando proteção equivalente, o que garante uma pontuação igual a cinco, conforme Tabela 3.26.

Tabela 3.26: Indicadores da impermeabilização da base do aterro (FARIA, 2002).

Subitem	Avaliação	Peso
Impermeabilização da base do aterro	Sim/desnecessária	5
	Não	0

- **Drenagem de Chorume**

A Diretriz 1999/31/CE do Conselho da União Européia, de 26/04/1999, relativa à deposição de resíduos em aterros, determina que o aterro deva ser provido de um sistema de impermeabilização e de recolha de lixiviados, o qual obedeça aos seguintes princípios, de modo a garantir que a acumulação de lixiviados no fundo do aterro se mantenha a um nível mínimo (Tabela 3.27). Estes critérios podem ser alterados quando se tratar de um aterro destinado a resíduos inertes.

Tabela 3.27: Recolhimento de lixiviados e impermeabilização do fundo (Diretriz 1999/31/CE, *in* FARIA, 2002).

Categoria de aterro	Não perigoso	Perigoso
Forro de impermeabilização artificial	necessário	necessário
Camada de drenagem $\geq 0,5$ m	necessário	necessário

Se, com base numa avaliação dos riscos para o ambiente, as autoridades competentes não considerarem necessária a captação dos lixiviados, ou o aterro tiver sido classificado como não oferecendo potenciais riscos para o solo e águas subterrâneas, os requisitos supra podem ser reduzidos em conformidade.

A Diretriz 1999/31/CE orienta que um aterro para resíduos não perigosos, com recolhimento de lixiviado, apesar da permeabilidade de fundo menor ou igual a 10^{-7} cm/s e espessura maior ou igual a 1m, faz-se necessária impermeabilização artificial, conforme a Tabela 3.27.

No Brasil, os sistemas de coleta de chorume mais utilizados são de planos inclinados e de tubos de coleta. Estes métodos serão descritos no tópico 6.6.2.3 (Controle e Coleta do Percolado). A Figura 3.6 a seguir, apresenta alguns esquemas de drenagem e remoção de chorume, geralmente utilizados em aterros sanitários.

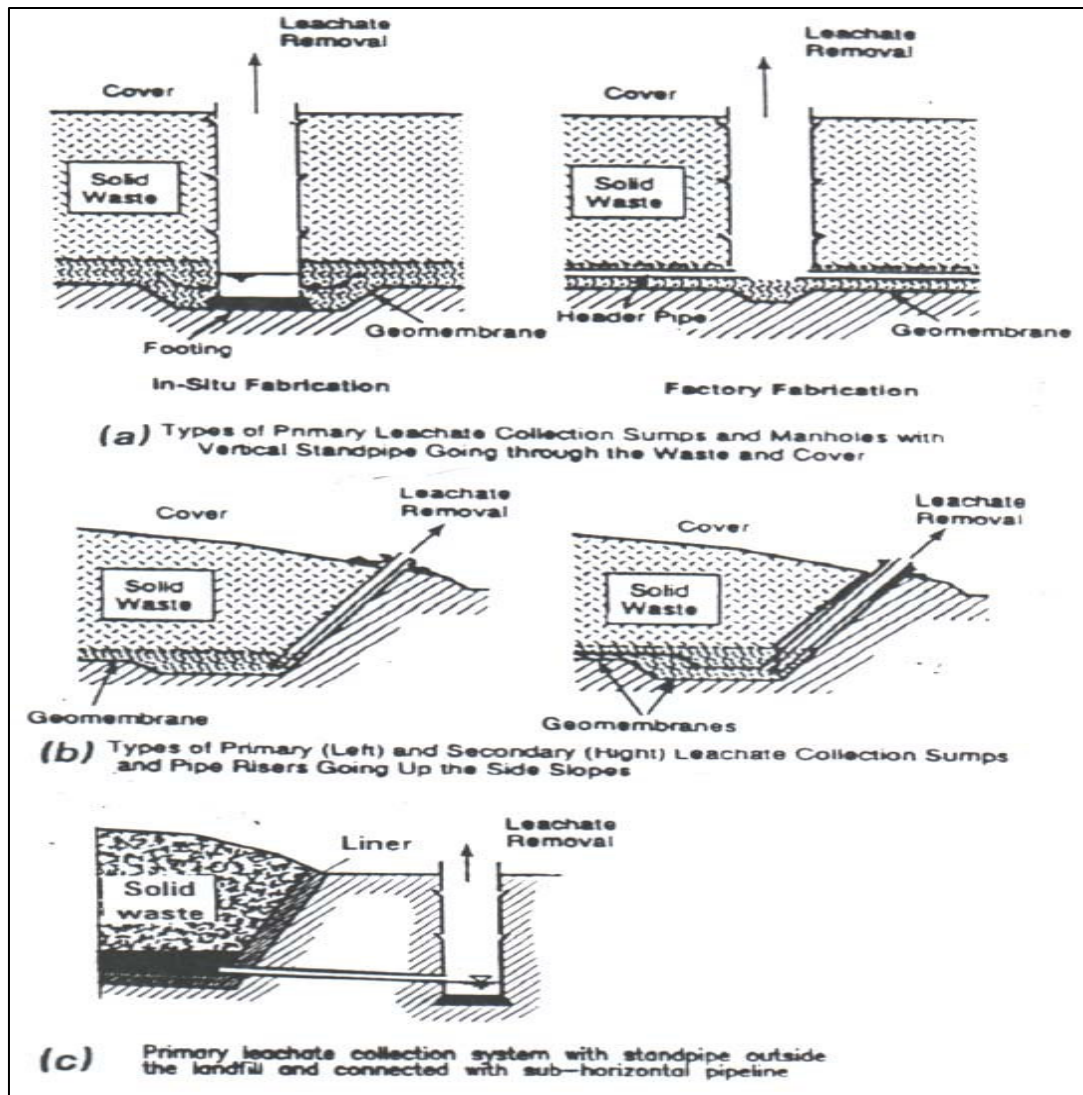


Figura 3.6: Sistema de remoção de efluentes (ALMEIDA, 2002)

Os drenos do sistema, com diâmetro em torno de 0,5 m, também poderão ser preenchidos com brita nº 3 e pedra-de-mão. Para evitar a colmatagem do dreno, recomenda-se colocar material sintético sobre as britas ou simplesmente capim seco.

O sistema de drenagem horizontal, dividido em faixas retangulares na base do aterro, é chamado de espinha de peixe, composto de “espinhas dorsais” ou drenos primários para onde convergirão os drenos secundários. Os espaçamentos dos ramos secundários são de 30m, que devem formar um ângulo interno de 45° a 60° com o dreno principal. Os drenos principais convergirão para um único ponto, de onde será dirigido

ao sistema de tratamento. É aconselhável inclinação de mais ou menos 2% da tubulação transversal, já a inclinação longitudinal mais adequada é de 1,5%.

Uma drenagem de chorume para ser contemplada com o peso cinco (Tabela 3.28) deve estar em conformidade com as especificações acima. Caso esse subitem seja mal projetado ou executado, aumentando o risco de contaminação do lençol freático, esse modo um sistema de drenagem insuficiente irá requerer nota um.

Tabela 3.28: Indicadores da drenagem de chorume (FARIA, 2002).

Subitem	Avaliação	Peso
Drenagem de chorume	Suficiente	5
	Insuficiente	1
	Inexistente	0

- **Drenagem de Águas Pluviais Definitiva**

A precipitação é a parcela mais importante no balanço hídrico, no que se refere à produção de chorume. O desvio das águas antes da entrada no corpo do aterro diminui consideravelmente a produção de chorume.

A drenagem de águas pluviais definitiva permanecerá ativa após o fechamento do aterro. As águas precipitadas, provenientes da micro-bacia, nas adjacências da área de disposição dos resíduos sólidos devem ser captadas por canaletas, escavadas no próprio terreno, e acompanhar as curvas de nível, porém garantindo a declividade do dreno. A pontuação deste parâmetro está na Tabela 3.29 abaixo.

Tabela 3.29: Indicadores da drenagem de águas pluviais definitiva (FARIA, 2002).

Subitem	Avaliação	Peso
Drenagem de águas pluviais definitivas	Suficiente	4
	Insuficiente	2
	Inexistente	0

- **Drenagem de Águas Pluviais Provisória**

O sistema de drenagem superficial provisório, ou temporário, visa drenar o escoamento superficial, proveniente de precipitação direta sobre a área prevista para o aterro, mas que ainda não foi aterrada. À medida que o aterro avançar o deslocamento da drenagem, esta deve correr para uma posição mais a montante da bacia. Essa drenagem temporária deve ser interligada ao sistema permanente de drenagem.

A drenagem provisória, ou dinâmica, é composta de canaletas sem revestimento especial, as quais avançam junto com a evolução do aterro. Ao longo do tempo de operação da área, canaletas são destruídas e outras são construídas (Tabela 3.30).

Tabela 3.30: Indicadores da drenagem de águas pluviais provisória (FARIA, 2002).

Subitem	Avaliação	Peso
Drenagem	Suficiente	2
águas pluviais	Insuficiente	1
provisória	Inexistente	0

- **Drenagem de Gases**

Esses drenos são construídos com a superposição de tubos perfurados, revestidos de brita nº 4, perfazendo ao todo um diâmetro de 1,0 m. O dimensionamento desses drenos depende da vazão de gás a ser drenada; porém, como não existem modelos de geração comprovados, normalmente, esses drenos são construídos de forma intuitiva, prevalecendo o bom senso do projetista. Na prática, os diâmetros dos tubos variam de 0,2 m a 1,0 m, em função da altura do aterro. Assim, nos aterros de pequena altura, até 15 m, e grande área superficial, são utilizados tubos de até 0,4 m; nos aterros de alturas maiores, são utilizados tubos armados de até 1,0 m de diâmetro, para dar vazão aos gases gerados e suportar os recalques diferenciais e a movimentação sofrida pelos resíduos aterrados. Esses drenos podem ser interligados ao sistema de drenagem de percolados.

Quando são utilizados tubos de até 0,4 m de diâmetro, costuma-se também preenchê-los com pedras britadas, de forma a conferir maior resistência à estrutura.

A tubulação de drenagem de gases pode ser substituída por uma outra estrutura que tenha idênticas funções. Por exemplo, podem ser utilizados fardos de tela metálica de formato cilíndrico, preenchidos com pedra, sem tubo condutor.

Nesse, caso, mesmo que ocorra oxidação e conseqüente rompimento da tela, devido à ação corrosiva dos líquidos percolados, as pedras continuarão formando um canal drenante eficiente. Pode-se também utilizar uma camisa metálica, constituída por um segmento de tudo metálico com alças em uma das extremidades. Essa camisa é preenchida com pedras e, à medida que as camadas de resíduos se sobrepõem, é puxada pelas alças e novamente preenchida com pedras, repetindo-se a operação até a superfície final do aterro, formando um cilindro de pedras com funções idênticas aos drenos convencionais.

No caso do uso de fardos de tela ou de camisas deslizantes, recomenda-se que nos últimos metros de dreno seja colocado um tubo condutor, permitindo assim que os gases saiam de forma controlada rente ao solo, e não de forma dispersa.

Uma boa alternativa é a utilização de queimadores especiais na terminação dos drenos de gases. Além de mais baratos, são mais resistentes, possibilitam a queima dos gases a uma altura segura, facilitam a tomada de amostras para análises e impedem a formação de escavações profundas caso seja destruído, porque, sob a superfície, os drenos foram construídos sem a utilização do tubo condutor. Para o espaçamento entre os drenos, também não há um critério definido. Baseando-se em observações de campo, recomenda-se que, entre um dreno e outro, sejam deixadas distâncias que variem entre 30 e 50 m.

De qualquer forma, é comum observar a saída de gases pela superfície final dos aterros, mesmo no caso daqueles bem drenados. Essa observação é muito importante, principalmente quando se estuda uma utilização futura para o aterro encerrado.

Conhecendo-se esse problema, recomenda-se que seja preparada, sob a cobertura final do aterro, uma malha de drenos horizontais, convergentes para os verticais, sempre que se pretenda um uso futuro de maior responsabilidade ao aterro, como estacionamento para veículos ou instalações que utilizem equipamentos elétricos.

Os sistemas de drenagem de gases (verticais) e líquidos (horizontais) devem estar interligados, garantindo assim maior eficiência da drenagem do biogás.

A drenagem de gases é considerada suficiente (Tabela 3.31) quando os drenos estiverem construídos dentro das recomendações técnicas acima e espaçados de 30 a 50 m. Se o espaçamento for inferior a 50 m e a construção fora das especificações, a drenagem será qualificada como insuficiente.

Tabela 3.31: Indicadores da drenagem de gases (FARIA, 2002).

Subitem	Avaliação	Peso
Drenagem de gases	Suficiente	3
	Insuficiente	1
	Inexistente	0

- **Sistema de Tratamento de Chorume**

O correto tratamento do chorume permite reduzir consideravelmente o potencial poluente de um aterro sanitário sobre as águas subterrâneas. Sendo assim, neste subitem deve-se analisar a conveniência do método escolhido, mediante o volume e a carga poluidora a ser tratada (Tabela 3.32).

Tabela 3.32: Indicadores do sistema de tratamento de chorume (FARIA, 2002).

Subitem	Avaliação	Peso
Sistema de tratamento de chorume	Suficiente	5
	Insuficiente / inexistente	0

- **Monitoramento de Águas Subterrâneas**

O objetivo do monitoramento de águas subterrâneas, nas imediações do aterro, é controlar e manter a qualidade destas, pelo menos nos mesmos patamares em que se encontravam antes da implantação do aterro.

As medições devem fornecer informações sobre as águas subterrâneas susceptíveis de serem afetadas por descargas do aterro. A Diretriz 1999/31/CE determina que devam existir no mínimo três pontos de monitoramento, sendo pelo menos um ponto de medição, localizado na região de infiltração, e dois na região de escoamento. Este número pode ser aumentado com base em controles hidrogeológicos específicos e em caso de necessidade de uma identificação o mais rápida possível de uma descarga accidental de lixiviado nas águas subterrâneas.

A Diretriz 1999/31/CE recomenda que a amostragem deva ser realizada, no mínimo em três locais distintos, antes das operações do aterro, de forma a estabelecer valores de referência para futuras amostragens.

O monitoramento deve ser realizado por meio de métodos diretos e/ou indiretos.

O método direto constitui-se basicamente na perfuração de poços em pontos estratégicos do terreno, permitindo a coleta de amostras para a realização de análises em laboratório ou leitura direta contínua do nível do lençol e características de possível contaminação. A norma ABNT NBR 13895:1997 recomenda o número mínimo de quatro poços a serem instalados, sendo um a montante e três a jusante do aterro, em relação ao fluxo subterrâneo. O poço de montante tem a função de verificar a qualidade do aquífero, antes de sua passagem sob o aterro, e os de jusante de avaliar a ocorrência de alterações das características iniciais e em que grau ocorreram.

O controle qualitativo é realizado por meio da execução de poços piezométricos, que permitem a tomada de água em várias profundidades e possibilitam a materialização das plumas de poluição.

Como método indireto é possível citar o método elétrico que visa identificar a resistência do subsolo em diferentes profundidades. O conhecimento do subsolo da região permite identificar alterações causadas por elementos estranhos como poluentes.

O monitoramento de águas subterrâneas requer peso três (Tabela 3.33), quando atender a norma ABNT NBR 13895:1997. O peso um, caracteriza o monitoramento fora das especificações acima descritas.

Tabela 3.33: Indicadores do monitoramento de águas subterrâneas (FARIA, 2002).

Subitem	Avaliação	Peso
Monitoramento de águas subterrâneas	Suficiente	3
	Insuficiente	1
	Inexistente	0

- **Monitoramento das Águas Superficiais, Lixiviados e Gases**

No caso de águas superficiais, vizinhas aos aterros, amostragens sistemáticas permitem a perfeita avaliação ambiental das alterações nos cursos d'água da região, por migração lateral de chorume ou pela contaminação das águas pluviais, drenadas da superfície.

O controle das águas de superfície deverá ser efetuado em, pelo menos, dois pontos, um a montante e outro a jusante do curso d'água, ou através da acumulação de água drenada em tanques ou lagoas. Com base nas características da instalação do aterro, os órgãos competentes podem determinar a não obrigatoriedade destas medições.

A Diretriz 1999/31/CE recomenda que a amostragem, a medição de volume e a composição dos lixiviados devem ser efetuadas separadamente em cada ponto em que surjam. Os parâmetros a medir e as substâncias a analisar variam de acordo com a composição dos resíduos depositados.

Alguns gases como metano, gás carbônico e oxigênio devem ter monitoramento constante. Os demais, segundo as necessidades, de acordo com a composição dos resíduos depositados, com vista a refletir as suas propriedades lixiviantes. O monitoramento da qualidade do ar envolve, também, a análise do ar no local do aterro e nas proximidades.

Devem ser tomadas medidas adequadas para controlar a acumulação e dispersão dos gases de aterro. Os gases de aterro, produzidos por todos os aterros que recebem resíduos biodegradáveis, devem ser captados, tratados e utilizados. Caso os gases captados não possam ser utilizados para a produção de energia, deverão ser queimados. A captação, tratamento e utilização dos gases de aterro devem reduzir ao mínimo os efeitos negativos ou a deterioração do ambiente e os perigos para a saúde humana.

Caso o monitoramento atenda às recomendações acima a pontuação é máxima (Tabela 3.34). Se apenas uma das condições analisadas não se encontrar em conformidade, a avaliação cai para um.

Tabela 3.34: Indicadores do monitoramento das águas superficiais, lixiviados e gases (FARIA, 2002).

Subitem	Avaliação	Peso
Monitoramento das águas superficiais, lixiviados e gases	Suficiente	3
	Insuficiente	1
	Inexistente	0

• Monitoramento da Estabilidade dos Maciços de Solo e de Lixo

A análise de estabilidade dos maciços de solo e da massa de lixo, disposta no aterro, deve ser efetuada a partir de parâmetros específicos, utilizando-se métodos de análise adequados ao tipo e às condições do local em consideração.

A finalidade dessa análise é a obtenção do modelo de ruptura desses maciços, para se definir a geometria estável do aterro e de seus entornos, adotando-se critérios de segurança adequados para obras civis. São considerados os seguintes aspectos:

- Resistência ao cisalhamento;
- Compressibilidade do solo de fundação local;
- Comportamento geomecânico do maciço de lixo (coesão, ângulo de atrito interno e peso específico, determinando sua resistência e compressibilidade);
- Altura de lixo e inclinação dos taludes;
- Estado de saturação, nível de percolado; e
- Flutuação do percolado dentro da massa de lixo (pressão neutra e condições de drenagem de biogás e percolado).

As análises de estabilidade podem ser efetuadas utilizando-se métodos convencionais. Entretanto, é necessário conceber um projeto conservador, tendo em vista o intervalo de variação das propriedades do lixo municipal.

Os riscos diretos de ruptura dos taludes de lixo do aterro sanitário podem vitimar operários e afetar máquinas e equipamentos. Os riscos ambientais associados referem-se à exposição dos resíduos, com conseqüências sanitárias e de poluição localizada.

O monitoramento da estabilidade dos aterros sanitários envolve o controle de deformações verticais e horizontais do maciço, através de marcos superficiais, com os objetivos de avaliar a estabilidade dos taludes, prever recalques futuros, bem como rever a potencialidade de aumento de vida útil do aterro (Tabela 3.35).

Tabela 3.35: Indicadores monitoramento da estabilidade de maciços solo e lixo (FARIA, 2002).

Subitem	Avaliação	Peso
Monitoramento da estabilidade dos maciços de solo e de lixo	Suficiente	3
	Insuficiente	1
	Inexistente	0

- **Atendimento às Estipulações de Projeto**

Às vezes, o aterro não está atendendo as condições estabelecidas, mas está em conformidade com o projeto, que atende uma condição especial da área, ao caso concreto (Tabela 3.36).

Tabela 3.36: Indicadores do atendimento às estipulações de projeto (FARIA, 2002).

Subitem	Avaliação	Peso
Atendimento a estipulações de projeto	Sim	2
	Parcialmente	1
	Não	0

3.6.3 Condições Operacionais

Alguns indicadores permitem caracterizar as condições de operação de um aterro, a seguir encontram-se listados os principais.

- **Presença de Elementos Dispersos pelo Vento**

Em locais desfavorecidos, com a presença de vento intenso, a presença de elementos dispersos é evitada com a colocação de uma tela móvel, posicionada na frente de trabalho e por uma eficiente operação de cobrimento (Tabela 3.37).

Tabela 3.37: Indicadores da presença de elementos dispersos pelo vento (FARIA, 2002).

Subitem	Avaliação	Peso
Presença de elementos dispersos pelo vento	Não	1
	Sim	0

- **Recobrimento Diário do Lixo**

O lixo deve ser disposto no solo previamente preparado e, em média, a cada três viagens de descarregamento, de acordo com a capacidade do veículo coletor. Um trator de esteira deve empurrar o lixo em camadas de 30 a 60 cm, para a compactação de uma rampa, de aproximadamente 1:2 ou 1:3, e a altura da célula deve variar de 2 a 4 m.

No final do dia, ou quando a coleta estiver terminada, esse monte de lixo deverá receber uma cobertura de terra, de 15 a 30 cm, com a finalidade de evitar a propagação de moscas, baratas, ratos urubus, etc., constituindo assim a célula sanitária ou individual. A largura da célula vai depender das condições de operação e da capacidade do aterro e geralmente variam entre 3 e 9 m.

O empoçamento de água sobre o aterro também deve ser evitado. Para tanto, recomenda-se assegurar um bom caimento à cobertura diária. Atingida a altura máxima das células, inclusive com a sobreposição de camadas, essas são “seladas” com uma cobertura de 0,6 a 1,0 m de espessura.

Atendidas estas recomendações, o recobrimento diário é julgado com peso 4, conforme a Tabela 3.38.

Tabela 3.38: Indicadores do recobrimento diário do lixo (FARIA, 2002).

Subitem	Avaliação	Peso
Recobrimento diário do lixo	Sim	4
	Não	0

- **Compactação do Lixo**

O lixo espalhado pelo talude deverá ser compactado pelo trator de baixo para cima, proporcionando assim maior uniformidade e eficiência de compactação. O trator deverá subir e descer a rampa de 3 a 5 vezes, a fim de que o lixo seja reduzido a seu volume mínimo, geralmente um terço do volume inicial (Tabela 3.39).

Em trincheiras de grande porte, os resíduos são descarregados no interior da mesma e um trator de esteira empurra o lixo de baixo para cima, passando de três a cinco vezes sobre o mesmo para a compactação de uma rampa de aproximadamente 1:3.

Tabela 3.39: Indicadores da compactação do lixo (FARIA, 2002).

Subitem	Avaliação	Peso
Compactação do lixo	Adequada	4
	Inadequada	2
	Inexistente	0

- **Presença de Urubus e Gaivotas**

A presença de urubus e gaivotas é um indicador da permanência de lixo exposto ao tempo, propiciando a proliferação de vetores, maus odores, mistura do chorume com a água de chuva e, conseqüentemente, riscos à saúde humana e ao meio ambiente. A avaliação será conforme a Tabela 3.40.

Tabela 3.40: Indicadores da presença de urubus e gaivotas (FARIA, 2002).

Subitem	Avaliação	Peso
Presença de urubus-gaivotas	Não	1
	Sim	0

- **Presença de Moscas em Grande Quantidade**

Durante todas as estações de climas quentes, o aparecimento de moscas é um fato preponderante no manejo dos resíduos (Tabela 3.41). As moscas podem desenvolver-se em menos de duas semanas após a colocação dos ovos. Por isso, é importante o correto recobrimento diário de um aterro, a fim de evitar a procriação destes animais, que são uma ameaça à manutenção da saúde humana.

Tabela 3.41: Indicadores da presença de moscas em grande quantidade (FARIA, 2002).

Subitem	Avaliação	Peso
Presença de moscas em grande quantidade	Não	2
	Sim	0

- **Presença de queimadas**

A decomposição da matéria orgânica gera o biogás, que pode infiltrar-se no subsolo, na falta de um sistema de drenagem apropriado. O metano, presente em maior concentração no biogás, é inflamável e passível de combustão espontânea, assim o controle da geração e migração desse gás é muito relevante, a fim de se evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, minimizando os ambientais, como o efeito estufa.

A existência de queimadas, dispersas pela massa de lixo de forma desgovernada, é mensurada conforme a Tabela 3.42.

Tabela 3.42: Indicadores da presença de queimadas (FARIA, 2002).

Subitem	Avaliação	Peso
Presença de queimadas	Não	1
	Sim	0

- **Presença de Catadores**

Os catadores não são mendigos, e sim, vitimados por uma crise econômica. Todavia, mesmo marginalizados pela sociedade, encontram na catação informal, dentro dos vazadouros, uma fonte de renda acima da média brasileira e uma flexibilidade de horário de trabalho e comportamento.

A catação, nos locais de lançamento de resíduos sólidos a céu aberto, implica em vantagens significativas ao reduzir o volume aterrado e os custos com operação do aterro. Os materiais recicláveis são encaminhados à indústria, gerando empregos e poupando recursos naturais.

Em contrapartida, as condições de trabalho dos catadores são desordenadas e insalubres, onerando o sistema de saúde do município. E como a vida e a saúde humana

são bens juridicamente tutelados, o Estado tem o dever de protegê-las, coibindo essa prática desordenada e alterando a forma de trabalho (Tabela 3.43).

O serviço da separação pode ocorrer em galpões próximos ao aterro, onde os catadores, munidos de equipamento de proteção individual (EPI), retirariam do lixo o material reciclável.

Tabela 3.43: Indicadores da presença de catadores (FARIA, 2002).

Subitem	Avaliação	Peso
Presença de catadores	Não	3
	Sim	0

- **Criação de Animais, Bois, etc.**

É comum encontrar animais de grande porte que são abatidos na própria lixeira e sua carne vendida para o comércio local. Essa prática representa um grave risco à saúde pública, pela ingestão de alimentos contaminados.

O juízo de valor acerca desse subitem é de três pontos (Tabela 3.44) pela inexistência de criação de animais num aterro.

Tabela 3.44: Indicadores da criação de animais, bois, etc. (FARIA, 2002).

Subitem	Avaliação	Peso
Criação de animais (bois etc.)	Não	3
	Sim/proximidade	0

- **Descarga de Resíduos de Serviços de Saúde**

Os resíduos dos serviços de saúde devem ser incinerados ou tratados por outro processo tecnológico aprovado pelo Órgão Estadual de Controle da Poluição Ambiental. MOROSINO (1999), *in* FARIA (2002), indicou que apenas 5% em peso referem-se a resíduos infectados, que realmente demandam tratamento especial. O restante, 95% em peso, corresponde a resíduos semelhantes aos gerados em ambientes domésticos. As normas ABNT NBR 12807:1993, 12808:1993 e 12809:1993 apresentam toda a descrição detalhada sobre a gestão dos resíduos dos serviços de saúde.

A coleta desses resíduos deve ser separada dos demais e em veículo com carroceria metálica fechada, de fácil operação de carga e descarga e com mínima compactação para evitar que os sacos se rompam.

No acondicionamento dos resíduos infectados, devem-se utilizar sacos plásticos brancos e identificados com a simbologia de material infectado. Para o material perfuro-cortante, a embalagem adequada é a rígida, de plástico, papelão ou metal, e no caso do

resíduo especial, a embalagem depende das suas características físico-químicas e perigosas. Já o resíduo comum não-contaminado deve ser embalado em sacos pretos.

Neste trabalho é adotado o peso máximo (Tabela 3.45) para o aterro que não recebe descarga de resíduo de serviço de saúde contaminado biologicamente, isto é, o descarte de material que entrou em contato com o paciente (5% em peso). O material sem contato com o paciente pode ser disposto com o lixo domiciliar.

É aceitável, mediante prévia avaliação do Órgão Estadual de Controle da Poluição Ambiental, alternativa de disposição em valas especialmente projetadas para acondicionar essa classe de resíduos. Caso as condições supramencionadas de tratamento especial não sejam alcançadas, as valas devem estar instaladas em porção restrita da área de domínio do aterro sanitário, com sua base compactada e impermeabilizada artificialmente com polietileno de alta densidade (PEAD) de 2 mm.

Tabela 3.45: Indicadores da descarga de resíduos de serviços de saúde (FARIA, 2002)

Subitem	Avaliação	Peso
Descarga de resíduo de serviço de saúde	Não	3
	Sim	0

- **Descarga de Resíduos Industriais**

Uma área de disposição de resíduos sólidos urbanos é projetada para receber material dessa natureza, tanto que a camada impermeabilizante é compatível com a classe do aterro, como já foi visto nos tópicos anteriores.

Aterros urbanos não devem receber resíduos industriais, a não ser que o acondicionamento seja adequado, não oferecendo maiores riscos à saúde e segurança humana e ao meio ambiente (Tabela 3.46).

Tabela 3.46: Indicadores da descarga de resíduos industriais (FARIA, 2002).

Subitem	Avaliação	Peso
Descarga de resíduos industriais	Não/adequada	4
	Sim/inadequada	0

- **Funcionamento da Drenagem de Chorume**

As condições de drenagem do chorume podem ser avaliadas pelo monitoramento dos níveis piezométricos no interior do maciço, permitindo assim identificar a colmatagem dos drenos e a eficiência do sistema de drenagem.

Ao analisar o funcionamento da drenagem de chorume, foi atribuído peso três (Tabela 3.47) para o bom funcionamento e peso dois para o funcionamento regular.

Tabela 3.47: Indicadores do funcionamento da drenagem de chorume (FARIA, 2002).

Subitem	Avaliação	Peso
Funcionamento da drenagem de chorume	Bom	3
	Regular	2
	Inexistente	0

- **Funcionamento da Drenagem Pluvial Definitiva**

As condições de funcionamento da drenagem pluvial definitiva podem ser avaliadas pelo monitoramento mensal dos níveis piezométricos no interior do maciço e pelo volume de chorume gerado.

Acerca desta análise, o aterro identificado como de bom funcionamento recebe peso dois (Tabela 3.48).

Tabela 3.48: Indicadores do funcionamento da drenagem pluvial definitiva (FARIA, 2002).

Subitem	Avaliação	Peso
Funcionamento da drenagem pluvial definitiva	Bom	2
	Regular	1
	Inexistente	0

- **Funcionamento da Drenagem Pluvial Provisória**

As condições de funcionamento da drenagem pluvial provisória podem ser avaliadas pelo monitoramento mensal dos níveis piezométricos no interior do maciço e pelo volume de chorume gerado (Tabela 3.49).

Tabela 3.49: Indicadores do funcionamento da drenagem pluvial provisória (FARIA, 2002).

Subitem	Avaliação	Peso
Funcionamento da drenagem pluvial provisória	Bom	2
	Regular	1
	Inexistente	0

- **Funcionamento da Drenagem de Gases**

As condições de drenagem dos gases podem ser avaliadas pelo monitoramento dos níveis piezométricos no interior do maciço (Tabela 3.50).

Tabela 3.50: Indicadores do funcionamento da drenagem de gases (FARIA, 2002).

Subitem	Avaliação	Peso
Funcionamento da drenagem de gases	Bom	2
	Regular	1
	Inexistente	0

- **Funcionamento do Sistema de Tratamento de Chorume**

O funcionamento do sistema de tratamento de chorume tem a sua eficiência estudada a partir da análise da sua composição, que deve ser realizada trimestralmente (Tabela 3.51).

Tabela 3.51: Indicadores funcionamento do sistema de tratamento de chorume (FARIA, 2002).

Subitem	Avaliação	Peso
Funcionamento do sistema de tratamento de chorume	Bom	5
	Regular	2
	Inexistente	0

- **Funcionamento do Sistema de Monitoramento das Águas Subterrâneas**

A Diretriz 1999/31/CE do Conselho da União Européia, de 26/04/1999, relativa à deposição de resíduos em aterros, recomenda que os parâmetros a analisar nas amostras colhidas devam ser determinados a partir da composição prevista do lixiviado e da qualidade das águas subterrâneas da zona. A Tabela 3.52 abaixo estabelece a frequência dessa amostragem.

Tabela 3.52: Frequência de amostragem de águas subterrâneas (Diretiva 1999/31/CE)

Amostragem	Frequência
Níveis das águas subterrâneas	de 6 em 6 meses
Composição das águas subterrâneas	Específica do local

É notório na Diretriz 1999/31/CE que, dentro da Comunidade Européia, não há parâmetros rígidos de composição das águas subterrâneas e sim de cada localidade, dependendo das características específicas.

A pontuação do funcionamento do sistema de monitoramento das águas subterrâneas, seguindo as recomendações acima, está na Tabela 3.53.

Tabela 3.53: Indicadores do funcionamento do sistema de monitoramento de águas subterrâneas (FARIA, 2002).

Subitem	Avaliação	Peso
Funcionamento do sistema de monit. das águas subt.	Bom	2
	Regular	1
	Inexistente	0

- **Funcionamento do Sistema Monitoramento das Águas Superficiais, Lixiviados e Gases**

As amostras das águas superficiais, lixiviados e gases devem ser coletadas em pontos representativos, devendo ser representativa da composição média, conforme a Diretriz 1999/31/CE estabelece, na Tabela 3.54 abaixo:

Tabela 3.54: Frequência da amostragem de águas superficiais, lixiviados e gases (Diretriz 1999/31/CE).

Amostragem	Frequência
Volume dos lixiviados	Mensalmente
Composição dos lixiviados	Trimestralmente
Volume e composição das águas de superfície	Trimestralmente
Emissões potenciais de gases e pressão atmosférica	Mensalmente

Se a avaliação dos dados indicar que intervalos mais longos são igualmente eficazes, poderá proceder-se a uma adaptação das medições e análises.

Se a regularidade dos monitoramentos forem cumpridas, conforme indicação da Diretiva, a nota dispensada será de dois (Tabela 3.55), entretanto se um, e apenas um, dos monitoramentos estiverem fora das especificações técnicas, sem justificativa plausível, a pontuação decairá para um.

Tabela 3.55: Indicadores do funcionamento do sistema de monitoramento de águas superficiais, lixiviados e gases (FARIA, 2002).

Subitem	Avaliação	Peso
Funcionamento do sist. de monitor. das águas sup., lix. e gas.	Bom	2
	Regular	1
	Inexistente	0

• **Funcionamento do Monitoramento da Estabilidade dos Maciços de Terra e Lixo**

A regularidade de monitoramento mensal dos marcos superficiais é suficiente, porém a frequência pode ser modificada em casos de perigo iminente de deslizamento (Tabela 3.56).

Tabela 3.56: Indicadores do funcionamento do monitoramento da estabilidade dos maciços de terra e lixo (FARIA, 2002).

Subitem	Avaliação	Peso
Funcionamento do monitor. da estab. dos maciços de terra e lixo	Bom	2
	Regular	1
	Inexistente	0

• **Medidas Corretivas**

Com base nos resultados verificados dos monitoramentos ambientais é aconselhável a elaboração de análises conclusivas e recomendações quanto aos desvios detectados. Para tanto são realizados os seguintes procedimentos:

- Análises e posteriores recomendações quanto à operação;
- Sugestão de futuras investigações em pontos específicos; e
- Elaboração de relatórios analíticos, interpretativos e conclusivos, destinados aos órgãos competentes, quanto à superposição e ao controle ambiental.

Todo monitoramento deve acompanhar uma análise dos resultados e sua medida corretiva ou de implementação (Tabela 3.57).

Tabela 3.57: Indicadores de medidas corretivas (FARIA, 2002).

Subitem	Avaliação	Peso
Medidas corretivas	Sim/desnecessária	2
	Não	0

- **Dados Gerais Sobre o Aterro**

Dados importantes (Tabela 3.58) devem ser levantados anualmente para avaliar:

- Superfície ocupada pelos resíduos;
- Volume e composição dos resíduos;
- Métodos de deposição;
- Início e duração da disposição;
- Cálculo da capacidade de disposição ainda disponível no aterro.

Tabela 3.58: Indicadores de dados gerais sobre o aterro (FARIA, 2002).

Subitem	Avaliação	Peso
Dados gerais sobre o aterro	Sim	1
	Não/incompleto	0

- **Manutenção dos Acessos Internos**

As vias internas são aquelas para circulação de caminhões de lixo, carros de passeio e máquinas no interior do aterro (Tabela 3.59).

Os acessos internos são, propriamente, os trechos no entorno do aterro e que servem como via para os caminhões descarregarem o lixo, devem ser construídos mecanicamente durante o período de implantação de cada etapa. A rampa máxima deve ter inclinação em torno de 8%, permitindo o tráfego dos caminhões por todo o aterro.

Como os acessos são implantados sobre o aterro, sofrem forte influência das chuvas internas, que se dão durante a estação do verão nos países tropicais, como o Brasil. Então, nessas épocas, a preocupação com a manutenção deve ser aumentada, possibilitando a continuidade de disposição dos resíduos ao longo de todo o ano.

Tabela 3.59: Indicadores de manutenção dos acessos internos (FARIA, 2002).

Subitem	Avaliação	Peso
Manutenção dos acessos internos	Boas	2
	Regulares	1
	Péssimas	0

- **Plano de Fechamento do Aterro**

O plano de fechamento e encerramento do aterro visa à minimização de manutenção futura e evita a liberação de eventuais poluentes para o ambiente. A existência de um plano favorece a soma de um ponto na avaliação (Tabela 3.60).

Tabela 3.60: Indicadores do plano de fechamento do aterro (FARIA, 2002).

Subitem	Avaliação	Peso
Plano de fechamento do aterro	Sim	1
	Não	0

Capítulo IV

RESÍDUOS SÓLIDOS

As atividades humanas geram produtos e resíduos dos mais variados tipos, estes últimos, materiais diversos chamados no nosso cotidiano de lixo. Este capítulo se propõe a apresentar a conceituação técnica, a classificação e a caracterização dos resíduos sólidos.

Os resíduos sólidos, antigamente designados apenas como lixo, vêm assumindo uma outra conotação, principalmente devido à consciência da sociedade em relação ao problema. O lixo reproduz os valores de um grupamento social e, sendo o reflexo de suas atividades quotidianas, sua composição demonstra o seu grau de desenvolvimento.

Alguns destes estão presentes no cotidiano de todas as pessoas, como o lixo doméstico, os esgotos e as emissões de gases e vapores, geradas pelos veículos e pela indústria. Outros são menos visíveis ou menos perceptíveis, como os resíduos e efluentes industriais, de mineração e o hospitalar³. Estes exemplos não abrangem todas as possibilidades de resíduos, porém pode-se notar que as distintas classes de resíduos envolvem diferentes níveis de periculosidade, considerando-se as pessoas e o meio físico, e, nesse sentido, eles são classificados como perigosos, não-inertes e inertes. Esta classificação será discutida mais detalhadamente no tópico 4.2 adiante.

4.1 Definição e Conceito de Resíduo

Pode-se definir resíduo como o conjunto dos produtos não aproveitados das atividades humanas (doméstica, comercial, industrial, de serviços, de saúde, etc.) ou gerados pela natureza, como galhos, folhas, terra, areia de dragagem, etc. Assim, o lixo é basicamente todo e qualquer resíduo sólido, proveniente de atividades humanas ou geradas pela natureza em aglomerações urbanas.

No Brasil o lixo é denominado de resíduos sólidos segundo a ABNT NBR 10004:1987 (Resíduos Sólidos – Classificação). A definição oficial de resíduos sólidos, de acordo com esta Norma, são aqueles “resíduos nos estados sólidos e semi-sólidos que resultam da atividade da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar,

³ Os resíduos nucleares poderiam ser incluídos nesta categoria. Contudo, são tratados de forma separada, já que estão sob a responsabilidade da CNEN – Comissão Nacional de Energia Nuclear.

comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nessa definição os lodos provenientes de sistemas tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviáveis seu lançamento na rede pública de esgoto ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face de melhor tecnologia disponível”.

Alguns autores definem o lixo como “todo e qualquer resíduo resultante das atividades diárias do homem na sociedade. Estes resíduos são, basicamente, sobras de alimentos, papéis, papelões, plásticos, trapos, couros, madeiras, latas, vidros, lamas, gases, vapores, poeiras, sabões, detergentes e outras substâncias descartáveis de forma consciente”.

Os resíduos sólidos são, ainda, definidos como os “restos das atividades humanas, consideradas pelos geradores como inúteis, indesejáveis ou descartáveis” (IPT/CEMPRE, 2000).

4.2 A Classificação dos Resíduos

A classificação dos resíduos sólidos é um importante instrumento para o posterior gerenciamento dos mesmos. A vasta gama de classificações decorre, basicamente, da variedade de constituintes que fazem parte da composição física do lixo. O ideal seria que houvesse um único sistema de classificação de resíduos, objetivo e não redundante. A seguir serão expostas classificações que abordam uma ou mais características dos resíduos.

4.2.1 Classificação Quanto à Origem

A origem é o principal elemento para a caracterização dos resíduos sólidos. Os diferentes tipos de lixo podem ser, então, agrupados em dois grupos, a saber:

- 1) Urbano: Segundo REMEDIO *et al* (2002), a composição dos RSU pode ser dividida principalmente em: matéria orgânica, que possui restos de alimentos, plantas e materiais em decomposição, metais, papéis, papelões, vidros e plásticos. Estes últimos são normalmente subdivididos em filmes (películas com espessura geralmente menor do que 200 µm, o que abrange uma ampla variedade de sacos e sacolas) e plásticos rígidos. A maioria dos materiais plásticos pode ser

reaproveitada, tanto para a reciclagem como para a reutilização. Mesmo a parte orgânica pode ser tratada e utilizada como composto orgânico.

Os principais plásticos presentes nos RSU são o poli-tereftalato de etileno (PET), das garrafas de refrigerante; o polietileno de alta densidade (PEAD), geralmente opaco ou translúcido, aplicado em embalagens em geral, sacos e sacolas; o policloreto de vinila (PVC), dos tubos e conexões, sendo também aplicado em embalagens; o polietileno de baixa densidade (PEBD), que pode ser transparente e é normalmente aplicado no segmento de filmes; o polipropileno (PP), de filmes e embalagens; e o poliestireno (PS), dos copos descartáveis e carcaças de produtos eletroeletrônicos. Dado o fato que mais de um tipo de plástico pode ter a mesma finalidade e que são normalmente incompatíveis entre si, é imperativo uma separação criteriosa, baseada não somente nas inscrições, que não atingem todos os produtos descartados e podem mesmo estar incorretas, mas também em suas características intrínsecas (REMEDIO *et al*, 2002, *apud* MANRICH *et al*, 1997).

A definição de resíduo urbano depende de cada município, pois é função do serviço de coleta de cada região. Nas atividades de limpeza urbana, os tipos residencial e comercial constituem o chamado lixo domiciliar, que junto com o lixo público, representa a maior parcela dos resíduos sólidos produzidos nas cidades:

- a) Residencial: gerados nas atividades diárias domicílios residenciais. É composto por material orgânico, material reciclável e itens diversos. Até bem poucos anos, os resíduos residenciais eram considerados como de pequeno risco para o meio ambiente. Hoje em dia, seja pela introdução de novos produtos na vida moderna seja pelo maior conhecimento dos impactos de determinados materiais no ambiente, considera-se que estes resíduos são uma ameaça à integridade do meio ambiente e do homem, pois contêm itens que podem ser considerados perigosos.

Embora em pequena quantidade, são encontradas no lixo doméstico pilhas e baterias, óleos de motor, tintas, pesticidas, embalagens de inseticidas, solventes e produtos de limpeza, termômetros, lâmpadas. Tais resíduos têm efeitos potencialmente nocivos à saúde e ao meio ambiente, já que provêm deles metais pesados e substâncias químicas, que se incorporam à cadeia biológica e, em alguns casos, como mercúrio, chumbo, cádmio e cloro, têm efeito de bioacumulação (acumulam no organismo) e de biomagnificação (transferência do composto através de vários elos da cadeia alimentar).

Segundo estimativas da COMLURB (2005), por ano, cerca de 15 milhões de pilhas e baterias comuns, além de 700 mil de celulares são descartadas no Estado do Rio de Janeiro, em números crescentes.

As pilhas e baterias são utilizadas em diversos aparelhos eletroeletrônicos, contendo em suas composições metais pesados, como mercúrio, chumbo, cádmio e níquel. Quando expostas ao calor e à umidade, estes metais, liberados na natureza através do vazamento das embalagens, contaminam o solo, os recursos hídricos subterrâneos e superficiais e a atmosfera (em forma de gases). Quando atingem a cadeia alimentar, contaminam os seres humanos, causando danos ao organismo, tais como distúrbios renais, neurológicos (atacando o sistema nervoso), hormonais, gástricos, dentre outras complicações.

A disposição final de pilhas e baterias é regulamentada por leis específicas, como a Resolução CONAMA nº 257/1999, que dispõe sobre a reciclagem e a reutilização e disposição final de pilhas e baterias. Porém, o tratamento dado à pilha descartada hoje no Brasil é inadequado e, muitas vezes, provoca a contaminação do ambiente.

Nos países desenvolvidos, as pilhas e baterias descartadas são recolhidas e recicladas, cabendo ao consumidor a devolução da pilha usada quando na compra de outra nova, pela qual recebe um desconto no preço. Em outros países, a fabricação de pilhas e baterias com metais mais nocivos foi proibida.

Os óleos lubrificantes são, geralmente, trocados em garagens e postos de gasolina e depois coletados por re-refinadoras, cadastradas no Departamento Nacional de Combustíveis (DNC), segundo exige a Portaria CONAMA nº 727/1990. A compra de óleo pelas empresas que fazem o re-refinamento é uma forma de garantir a reciclabilidade e desestimular seu descarte inadequado.

O consumo anual de óleos lubrificantes no Brasil é de cerca de 900.000 m³, que gera 380.000 m³ de óleo usado, dos quais são re-refinados cerca de 160.000 m³, ou seja, 18% de todo básico consumido. O restante é geralmente queimado ou jogado na natureza ou redes de esgoto.

Já as lâmpadas fluorescentes possuem em sua constituição substâncias químicas nocivas ao meio ambiente, como metais pesados, entre os quais se sobressai o mercúrio metálico. Quando descartadas em grandes quantidades, o mercúrio liberado passa a evaporar e, em épocas chuvosas, pode contaminar o

solo e corpos d'água. Se ingerido pelo ser humano, o mercúrio atinge o sistema nervoso, podendo causar desde lesões leves até a morte.

No Brasil, o consumo de lâmpadas fluorescentes aumentou consideravelmente, tanto em estabelecimentos industriais, comerciais, como nas residências. O consumo desenfreado foi desencadeado pelo racionamento de energia elétrica, ocorrido ao longo do ano de 2001. O poder público, visando poupar energia e, novamente, tentando resolver o problema de imediato, sem prever as conseqüências futuras, incentivou a substituição das lâmpadas incandescentes pelas fluorescentes, através de propaganda maciça. Agora, há uma incerteza da disposição final desse resíduo, devido à falta de legislação que regule e estabeleça critérios para seu descarte.

Outro aspecto da caracterização dos resíduos residenciais refere-se à presença de microrganismos, que favorece a transmissão de doenças infecto-contagiosas, estabelecidas pela presença de seringas e fraldas descartáveis, lenços de papel, papel higiênico, curativos, preservativos etc.

- b) Comercial: é aquele produzido em estabelecimentos comerciais e de prestação de serviços, cujas características dependem da atividade ali desenvolvida. Possuem composição variável de acordo com o tipo de atividade desenvolvida pela unidade geradora.

Um resíduo bastante problemático e de difícil decomposição, que se encontra muito no descarte comercial é o pneu, um problema para a sociedade e para o meio ambiente que se tornou uma preocupação mundial por ser praticamente indestrutível e por tratar-se de um produto projetado para operar por um longo período de tempo e absorver impactos.

O Brasil produz e descarta cerca de 300 t/ano de pneus, que vão para o lixo e de onde se aproveitam apenas o arame, o cordonel (nylon da carcaça) e alguma parte da borracha, sendo reutilizados em aplicações de baixa tecnologia, tais como controle de erosão, protetor de árvores, recifes artificiais, etc.

O pneu possui, em sua estrutura, materiais como borracha, aço e tecido de nylon ou poliéster, de difícil separação. Após o uso, ele pode ser descartado, ser destinado ao reuso ou à reciclagem. Porém, causa o assoreamento de rios e lagoas, ocupando grandes espaços nos aterros sanitários ou, quando amontoados em terrenos baldios, favorecem a proliferação de insetos, além de incêndios.

A reciclagem de pneus de borracha em matéria bruta secundária, ou a reciclagem para recauchutar, é a forma mais promissora de eliminação de restos de pneus do fluxo de dejetos. O método atual de reaproveitamento de borracha é caro e, utilizado em apenas cerca de vinte empresas no país, consiste na queima do pneu para a separação do arame e a borracha, causando forte poluição de gases derivados do enxofre.

Quando queimado, produz uma fumaça preta e, como subproduto, um material oleoso, que contamina as águas subterrâneas. Quando reutilizado, é recauchutado ou remoldado, sua carcaça pode ser reaproveitada até duas vezes.

O processo inventado pelo professor da COPPE/UFRJ, Luis Carlos Lima, propicia a regeneração da borracha vulcanizada a frio. Corta-se o pneu em pedaços de 10 cm, incha-se com solvente e a borracha se torna mais plástica. Em seguida, coloca-se no quebrador e separa-se o arame do cordonel e da borracha. Esta é moída e transformada em uma pasta onde se aplica o catalisador a frio. Depois, leva-se ao secador, onde o solvente é separado, podendo ser reaplicado, e a borracha vira pó onde então é misturada com borracha nova ou laminada para confecção de pneus novos, tapetes, colas adesivas, etc.

Em Toronto, no Canadá, se utiliza microondas para a quebra de moléculas dos componentes e depois se separa uns dos outros por meio de separadores. O equipamento permite a decomposição de cerca de 3.000 pneus/dia, o equivalente a 27 toneladas de resíduos, sendo 7,5 toneladas de óleo combustível, para emprego em motores estacionários a diesel, três toneladas de aço e 11,5 toneladas de negros de fumo, para uso na indústria de beneficiamento da borracha. Os gases gerados no processo são coletados e geram energia para a própria unidade de separação.

Atualmente, no Brasil, tem sido bastante incentivada a reciclagem de pneus, através da redução de impostos nas indústrias de reciclagem de pneumáticos, bem como por concessão de descontos em pneus remoldados ou nas trocas de usados por novos.

- c) Público: são os resíduos compostos por sobras ou descarte de atividades, desenvolvidas pela administração pública municipal, estadual e federal, como varrição, capina, raspagem, etc., provenientes dos logradouros públicos (ruas e praças, por exemplo), bem como móveis velhos, galhos grandes, aparelhos de

cerâmica, entulhos de obras e outros materiais inservíveis deixados pela população, indevidamente, nas ruas (transeuntes, quando se deslocam em vias públicas, durante o exercício de trabalho, esporte, lazer, etc.) ou retirados das residências através de serviço de remoção especial.

Englobam-se ainda os resíduos gerados por terminais de passageiros e cargas (Portos, Aeroportos, Rodoviárias e Estações Ferroviárias), que contêm ou potencialmente podem conter germes patogênicos. Basicamente, o lixo gerado nestes estabelecimentos assemelha-se ao resíduo domiciliar, contudo podem veicular doenças provenientes de outras cidades, estados e países.

- 2) **Especiais**: aqueles que, em função de determinadas características peculiares que apresentam, passam a merecer cuidados especiais em seu acondicionamento, manipulação e disposição final, como por exemplo, o lixo industrial, os de serviços de saúde, o radioativo e os agrícolas.
- a) **Industriais**: são os resíduos cuja composição depende da atividade desenvolvida pela indústria e podem ser representados por cinzas, lodos, óleos, resíduos ácidos e alcalinos, metais ferrosos e não ferrosos, vidro, plástico, resíduos orgânicos, etc. Porém, dentro de uma indústria, existem resíduos sólidos tipicamente urbanos, que devem ser separados dos resíduos industriais e dispostos à coleta regular. A Tabela 4.1 apresenta algumas dessas substâncias.

Tabela 4.1: Substâncias perigosas geradas pela indústria (ALMEIDA, 2002)

Indústria	As	Cd	Cr	Cu	Pb	Hg	Se	Zn	Org	PCB
Baterias		X	X	X				X		
Química			X	X		X			X	X
Eletrônica				X	X	X	X			X
Mineração, Metalúrgica	X	X	X	X	X	X	X	X		
Pesticidas	X				X	X		X	X	X
Petróleo, carvão	X				X					X
Impressão, Cópias	X		X	X	X		X		X	
Papel						X			X	
Têxtil			X	X					X	

Segundo o Manifesto de Resíduo, “qualquer indústria deve classificar seus resíduos gerados, de acordo com a sua origem, em: quantidades geradas; composição aproximada; poluentes potenciais (conforme ABNT NBR 10004); local de estocagem; transporte; método de tratamento; e destino final”. A classificação, segundo esta Norma será discutida no tópico 4.2.4, a seguir.

Os principais sistemas de tratamento dos resíduos industriais que vêm sendo adotados atualmente são:

- i. Reciclagem/Reutilização/Recuperação: o recolhimento e a valorização de materiais já utilizados como matéria prima nos processos industriais vêm sendo incentivados através de vários programas de minimização dos resíduos, e pode significar grande economia de insumos e preservação ambiental;
- ii. Processo de Secagem e Desidratação do Lodo: reduzindo o volume e a umidade dos resíduos, traz a possibilidade de sua disposição em aterros de resíduos industriais ou sanitários e a diminuição dos custos de transporte. Os métodos de secagem e desidratação mais utilizados são, dentre outros, centrifugação, filtração em prensa de placas ou filtros, filtração a vácuo e leitos de filtração;
- iii. Landfarming: é um sistema biológico de resíduos orgânicos no solo, através de suas propriedades físicas, químicas e de sua intensa atividade microbiana. O processo vem sendo utilizado especialmente pelas indústrias alimentícias, têxteis, papel e papelão, sabões e detergentes, entre outras (biorremediação em lagoas de acumulação);
- iv. Incineração: é o processo de combustão controlada que visa à redução do material. É a forma mais comum de destinação para resíduos com elevado poder calorífico;
- v. Co-processamento em Fornos de Cimento: tratamento utilizado de forma incipiente, que utiliza os resíduos como substitutos parciais de matéria prima ou combustível no sistema de forno para produção de clínquer, na fabricação do cimento, que apresenta como vantagem o fato de ser significativamente mais econômico que a queima em fornos específicos (até dez vezes mais barato), além de dispensar a disposição das cinzas ou escórias, geradas no processo de incineração. Além disso, também tem sido utilizado para imobilização de metais pesados por incorporação em produtos cerâmicos ou tijolos (resíduos em 5 a 10% da massa).

A FEEMA (Fundação Estadual do Meio Ambiente do Estado do Rio de Janeiro), indiretamente, recomenda esta prática na DZ-1311. Porém este processo requer licença ambiental (conforme estabelecido no Art. 6º da

Resolução CONAMA 01/1999), além de cuidados com transporte e com a saúde da população local e dos trabalhadores envolvidos.

- vi. Armazenamento temporário de resíduos perigosos: feito em tambores de PEAD cintados, enquanto aguardam o envio para a incineração ou co-processamento. Devem ser estocados em área coberta, bem ventilada e monitorada. Os tambores devem ser depositados sobre uma laje de concreto, com canaletas drenantes para um tanque de acumulação.

A Figura 4.1 apresenta um esquema de armazenamento de resíduos industriais perigosos em um sistema de aterro apropriado.

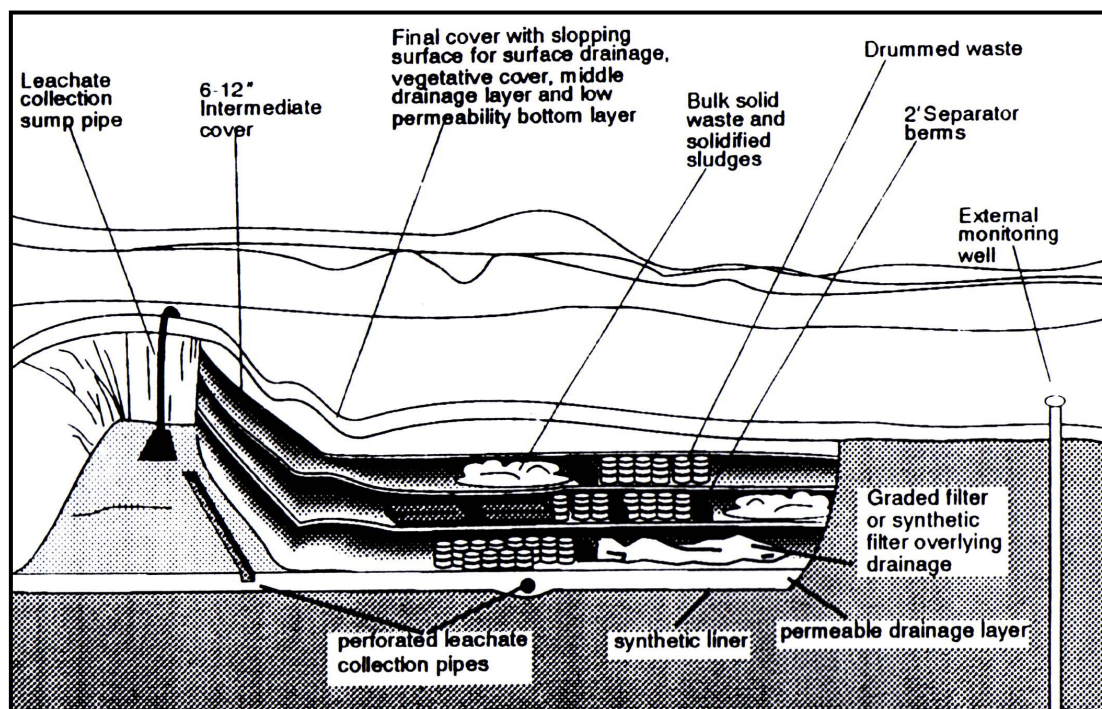


Figura 4.1: Disposição de resíduos perigosos em aterros (ALMEIDA, 2002).

Estima-se que, na região metropolitana de São Paulo, 75% das indústrias geram cerca de 3,25 milhões de toneladas de resíduos industriais por ano, sendo 376.000 toneladas consideradas tóxicas. Destes resíduos tóxicos, 20% são tratados (normalmente por incineração), 21% armazenados em diversas formas e 31% são aterrados. Espera-se que, estes números, de resíduos industriais tóxicos tratados ou armazenados de alguma forma, estejam alcançando patamares mais elevados, visto o desenvolvimento de tecnologias específicas e apropriadas a esta finalidade, nos últimos anos.

- b) Serviços de Saúde: abrangem os resíduos sólidos de hospitais, de clínicas médicas e veterinárias, de centros de saúde, laboratórios médicos, de consultórios odontológicos e de farmácia. Nesses locais existe uma forma diferenciada de separação e coleta dos materiais.

A Resolução CONAMA nº 005/93 determina a classificação destes resíduos de acordo com seu estado físico e a separação dos materiais que entraram em contato ou não com o paciente. Os resíduos que não tiveram contato com o paciente, da ordem de 70% (IPT/CEMPRE, 2000) em peso dos resíduos gerados num estabelecimento de saúde, serão tratados como resíduos comuns e poderão inclusive ser encaminhados à reciclagem.

A Norma ABNT NBR 12808 (Resíduos de Serviços de Saúde) os divide nas seguintes classes:

- Classe A: resíduos infectados, tais como culturas, vacinas vencidas, sangue e hemoderivados, tecidos, órgãos, materiais perfuro-cortantes, fluidos orgânicos (sépticos);
- Classe B: resíduos especiais, que incluem rejeitos radioativos, resíduos farmacêuticos e resíduos químicos (sépticos); e
- Classe C: resíduos comuns, oriundos das áreas administrativas, das limpezas de jardins, etc. (assépticos).

Esse tipo de lixo não pode ser depositado em aterros sem prévio tratamento, seja por microondas (sistema que consegue eliminar os microrganismos, tornando o material não contaminado) ou por incineração. Segundo as normas da CETESB, os resíduos hospitalares devem ser depositados sobre mantas de polietileno de alta densidade e uma camada de 50 cm de argila para evitar o risco existente no caso de haver rompimento da manta plástica isolante, causado por objetos cortantes, e deve ser lançada uma camada de cal hidratada sobre o mesmo. A área receptora dos resíduos deve ser cercada e identificada com placas alertando para os riscos de contaminação.

As principais tecnologias disponíveis para tratamento dos resíduos de serviços de saúde são:

- Autoclave/Esterilização: são processos em que há total eliminação de todas as formas de vida microbiana;

- Desinfecção Química e Microondas: destinam-se a resíduos infectantes (Grupo A), não podendo receber resíduos químicos ou radioativos. Em Microondas há restrições quanto à quantidade de materiais. Em geral, estas técnicas reduzem basicamente volume e não massa;
- Desinfecção: é o processo de eliminação dos microrganismos patogênicos; e
- Incineração: é um processo de oxidação a alta temperatura, que transforma materiais, reduz volumes e destrói microrganismos (850 a 1200 °C);

A maioria dos hospitais brasileiros gera cerca de 2 kg/leito/dia, que exige tratamento e disposição final especiais. Este lixo não pode ser depositado em aterros sem ter passado por tratamento, seja por microondas ou incineração. O gerador é o responsável por todas as etapas do gerenciamento do resíduo hospitalar e, mesmo quando terceiriza seus serviços, ainda permanece a sua corresponsabilidade.

Nesse sentido, o Hospital Universitário da Universidade de São Paulo (USP) construiu a primeira usina do país para tratamento do lixo hospitalar por meio de um gás com átomos, moléculas, elétrons e íons positivos, mas que globalmente são neutros e não requerem mais de 30 m² para processar uma tonelada diária. Os resíduos são colocados numa esteira e levados até o reator, onde recebem jatos de plasmas que chegam à temperatura aproximada de 15.000 °C, transformando o lixo em material vitrificado. Este produto pode ainda ser utilizado como alternativo para pavimentação e fabricação de telhas.

- c) Radioativos: são os resíduos de origem atômica, cujo controle e gerenciamento estão, de acordo com a legislação brasileira, sob a tutela do Conselho Nacional de Energia Nuclear (CNEN). Os resíduos radioativos são gerados no ciclo dos combustíveis nucleares e em suas aplicações na medicina, pesquisa e indústria e exigem a necessidade de um manejo seguro e ambientalmente correto, principalmente em relação ao transporte e ao depósito.

As substâncias radioativas podem ser consideradas de elevada toxicidade (Classe I), de média toxicidade (Classes II e III) e de baixa toxicidade (Classe IV), em função da radiação emitida. Isto significa que uma substância da Classe I pode ser um milhão de vezes mais tóxica do que uma da classe IV, para uma mesma taxa de emissão de radiação.

Os estados físico, químico e biológico do material são fundamentais para a determinação de procedimentos seguros de disposição destes resíduos. A meia-vida da substância, que determina quanto tempo o material permanecerá ativo, também é um parâmetro fundamental.

- d) Agrícolas: Aqueles resultantes dos processos de produção de defensivos agrícolas, e suas embalagens, como os agrotóxicos – produtos químicos destinados aos setores de produção, armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, às pastagens, florestas e outros ecossistemas. A finalidade de aplicação desses produtos é o controle fito-sanitário.

A utilização de agrotóxicos, atualmente, é uma das maiores preocupações do setor ambiental no contexto mundial. O Brasil é o quinto consumidor mundial de agrotóxicos, por ser um país eminentemente agrícola, e seu descarte é inadequado, pois é feito por enterro em locais impróprios, seja pela sua proximidade com habitações, seja pelas características do solo, que muitas vezes é permeável e com lençol freático superficial, ou pela sua declividade.

O Decreto nº 98.816, que regulamenta a Lei nº 7.802/89, explicita que o fabricante deve indicar, no rótulo, as informações sobre o destino final das embalagens e das sobras de agrotóxicos e afins. Dessa forma, atribui sua responsabilidade em estabelecer a forma mais conveniente de descarte das embalagens, levando-se em conta as características de cada produto e de cada tipo de embalagem. A reciclagem e o reuso de embalagens de agrotóxicos estão vetados expressamente pela lei. A legislação brasileira estabelece ainda que os rótulos das formulações mostrem cores indicativas de acordo com a classe toxicológica, na qual os produtos são incluídos:

- Classe I – altamente tóxico → rótulo vermelho;
- Classe II – medianamente tóxico → rótulo amarelo;
- Classe III – pouco tóxico → rótulo azul; e
- Classe IV – praticamente não tóxico → rótulo verde

4.2.2 Classificação Quanto à Degradabilidade

Segundo PESSIN (1998) *in* FARIA (2002), de acordo com o grau de degradabilidade, os resíduos sólidos podem ser classificados em:

- Facilmente degradáveis: é o caso da matéria orgânica presente nos resíduos sólidos de origem urbana, que apresentam degradação biológica através de bactérias e fungos;
- Moderadamente degradáveis: são os papéis, papelão e material celulósico, cuja decomposição por via biológica ocorre em um período de duas a quatro semanas;
- Difícilmente degradáveis: são os pedaços de pano, retalhos, aparas e serragens de couro, borracha e madeira, os quais possuem degradação biológica desprezível;
- Não-degradáveis: resíduos resistentes à biodegradação, incluem-se aqui os vidros, metais, plásticos, pedras, terra, entre outros.

4.2.3 Classificação Segundo o CONAMA

O Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), através da Resolução nº 005/93, estabelece a seguinte classificação em grupos para os resíduos sólidos:

- Grupo A: resíduos que apresentam risco potencial à saúde pública e ao meio ambiente, devido à presença de agentes biológicos. Esse grupo é composto, principalmente, pelos resíduos de serviços de saúde;
- Grupo B: resíduos que apresentam risco potencial à saúde pública e ao meio ambiente proveniente das características químicas. Como exemplos desse grupo, são encontrados os resíduos farmacêuticos, as drogas quimioterápicas e os demais produtos perigosos, classificados pela ABNT NBR 10004;
- Grupo C: resíduos radiativos; e
- Grupo D: resíduos comuns, que não se enquadram nos grupos supracitados.

4.2.4 Classificação Segundo a ABNT

A Associação Brasileira de Normas Técnicas, estabeleceu a Norma ABNT NBR 10004:1987 (Resíduos Sólidos), substituída em 29/11/2004 pela NBR 10004:CB-155, que “classifica os resíduos quanto aos riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, a fim de garantir a segurança no manuseio e uma destinação adequada”.

Segundo esta Norma, a periculosidade de um resíduo é definida como a “característica apresentada por um resíduo que, em função de suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas, pode representar:

- a) risco à saúde pública, provocando ou acentuando, de forma significativa, um aumento de mortalidade ou incidência de doenças;
- b) riscos ao meio ambiente, quando o resíduo é manuseado ou destinado de forma inadequada;
- c) Dose Letal₅₀ (oral, ratos), que representa a dose letal para 50% de uma população de ratos, quando administrada por via oral;
- d) Concentração Letal₅₀ (concentração letal 50), que representa a concentração de uma substância que, quando administrada por via respiratória, acarreta a morte de 50% da população exposta;
- e) Dose Letal₅₀ (dérmica, coelhos), que representa a dose letal para 50% da população de coelhos testados, quando administrada em contato com a pele”.

Os resíduos perigosos são aqueles que podem causar, ou contribuir de forma significativa, para a mortalidade ou incidência de doenças irreversíveis ou impedir a reversibilidade das demais, ou apresentar perigo imediato ou potencial à saúde pública ou ao ambiente quando transportados, armazenados, tratados ou dispostos de forma inadequada. Deverão, por isso, sofrer tratamento ou acondicionamento adequado, no próprio local de produção, e nas condições estabelecidas pelo órgão estadual de controle da poluição e de preservação ambiental. Estima-se (EUA) que 10 a 15% de todos os resíduos gerados no mundo são perigosos

A NBR 10004 estabelece que a classificação destes resíduos deva se desenvolver com base em cinco critérios de periculosidade: Inflamabilidade (ponto de fulgor inferior a 60 °C, produz fogo por fricção), Corrosividade (ser aquosa e apresentar $\text{pH} \leq 2$ ou $\geq 12,5$), Reatividade (reagir de forma violenta e imediata, gerando gases e vapores; concentrações-limite máximas no extrato do teste de lixiviação), Toxicidade e Patogenicidade (excluídos os resíduos sólidos domiciliares e aqueles gerados em estações de tratamento de esgotos sanitários).

Não sendo possível o enquadramento em pelo menos um dos critérios supracitados, a Norma estabelece a necessidade de que amostras dos mesmos sejam submetidas a ensaios tecnológicos, para avaliar as concentrações de elementos que conferem periculosidade, a partir de listas organizadas em seus anexos. Outras Normas foram criadas para serem consultadas quando da aplicação desta, dentre as quais:

– ABNT NBR 10005: Lixiviação de resíduos – Procedimento. Estabelece os critérios para a realização do Ensaio de Lixiviação, que consiste na separação de certas substâncias contidas nos resíduos industriais por meio de lavagem ou percolação;

– ABNT NBR 10006: Solubilização de resíduos – Procedimento. Estabelece os critérios para a realização do Ensaio de Solubilização, visando tornar uma amostra de um resíduo solúvel em água e avaliar a concentração dos elementos ou materiais contidos no extrato;

– ABNT NBR 10007: Amostragem de resíduos – Procedimento. Estabelece os critérios de coleta e seleção de uma amostra representativa, que será analisada no todo;

A partir desses critérios e ensaios, os resíduos sólidos são classificados e podem ser enquadrados dentro das classes a seguir:

- Resíduos Classe I – perigosos. Quando a amostra do resíduo se enquadra em pelo menos um dos critérios de periculosidade supracitados. Excluída a periculosidade, será realizado o ensaio de lixiviação. São considerados Classe I os resíduos, submetidos a este ensaio, que apresentarem concentrações superiores às previstas no Anexo G da ABNT NBR 10004. Se as concentrações forem inferiores às deste anexo, será realizado o ensaio de solubilização, para avaliar se o resíduo é Classe II-b;
- Resíduos Classe II-a – não-inertes. São os resíduos que não se enquadram como Classe I ou II-b, podendo apresentar propriedades como combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água. Nesta classe estão incluídos os papéis, papelão e matéria vegetal;
- Resíduos Classe II-b – inertes. São aqueles que, submetidos ao teste de solubilização, não tiveram nenhum dos seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, Anexo H da ABNT NBR 10004. Sua definição baseia-se nos resultados dos procedimentos estabelecidos pelas Normas ABNT NBR 10006 e ABNT NBR 10007. Exemplos dessa categoria são rochas, tijolos, vidros e certos plásticos e borrachas que não se decompõem facilmente. Se as concentrações forem superiores às deste anexo, os resíduos serão considerados classe II-a.

A Tabela 4.2, a seguir apresenta uma estimativa de geração de resíduos Classes II-a e II-b por ano, bem como suas principais formas de destinação, respectivamente.

Tabela 4.2: Quantidade anual de resíduos não-perigosos⁴ (ALMEIDA, 2002)

Tipo de resíduo	Peso (x 10 ⁶ ton.)	Método de disposição ²				
		1	2	3	4	5
Municipal	133	X		X	X	
Lodo de ETE (esgoto)	8,4	X	X	X		X
Lodo de ETA (água)	0,5	X				
Cinzas - combustão de aterro sanitário	2,3	X				X
Industriais	430	X				X
Construções/demolições	31,5	X				
Mineração (excluindo carvão)	1400					X
Agricultura	1000					X
Óleo/gás (galões/dia)	6250					X

4.3 Aspectos Relacionados à Geração dos Resíduos

A geração de resíduos depende de aspectos culturais, hábitos de consumo, poder aquisitivo, clima, nível educacional (FARIA, 2002, *apud* LIMA, 1995) e das características de sexo e idade dos grupos populacionais, listados a seguir:

- 1) Poder aquisitivo: a quantidade *per capita* de lixo produzido por determinada família é diretamente proporcional à sua renda. As classes sociais mais altas possuem um maior poder de compra, acarretando mais desperdícios e maior geração de plásticos, papéis e vidros.

Segundo ACURRIO *et al* (1998), existe uma correlação entre a produção de resíduos sólidos e a renda per capita, que pode ser determinada pelo poder aquisitivo de cada consumidor. Conforme o autor, em Buenos Aires a quantidade de resíduos coletados em 1989, que foi um ano de recessão econômica, sofreu redução se comparado com o período de 1980 a 1985. A recessão venezuelana, que ocorreu entre 1987 e 1989, reduziu em 14% a quantidade de lixo coletado em Caracas. Em Lima, houve uma diminuição na geração de resíduo no período de 1987 a 1991, em função da forte recessão.

- 2) Industrialização de alimentos: o aumento da industrialização dos alimentos implica em produtos prontos para o consumo, que aumentam a quantidade de embalagens no lixo e reduz os restos de alimentos.
- 3) Evolução das embalagens: os processos tecnológicos contribuíram de forma decisiva para a redução do peso específico do lixo urbano. A utilização praticamente

⁴ Métodos de disposição: 1 - Disposição em terra; 2 - Disposição em oceano; 3 - Incineração; 4 - Reciclagem; 5 - Tanque/lagoa de acumulação.

irrestrita de embalagens plásticas em substituição às embalagens de vidro e metal, contribuiu para tornar o lixo mais leve, requerendo, portanto, maiores volumes para seu manuseio e destinação final.

Um exemplo da substituição das embalagens é apreciado na Figura 4.2, onde o descarte de plástico foi crescente durante os anos de 1995 até 2003. O inverso ocorreu com o papel, o vidro e o metal no mesmo período.

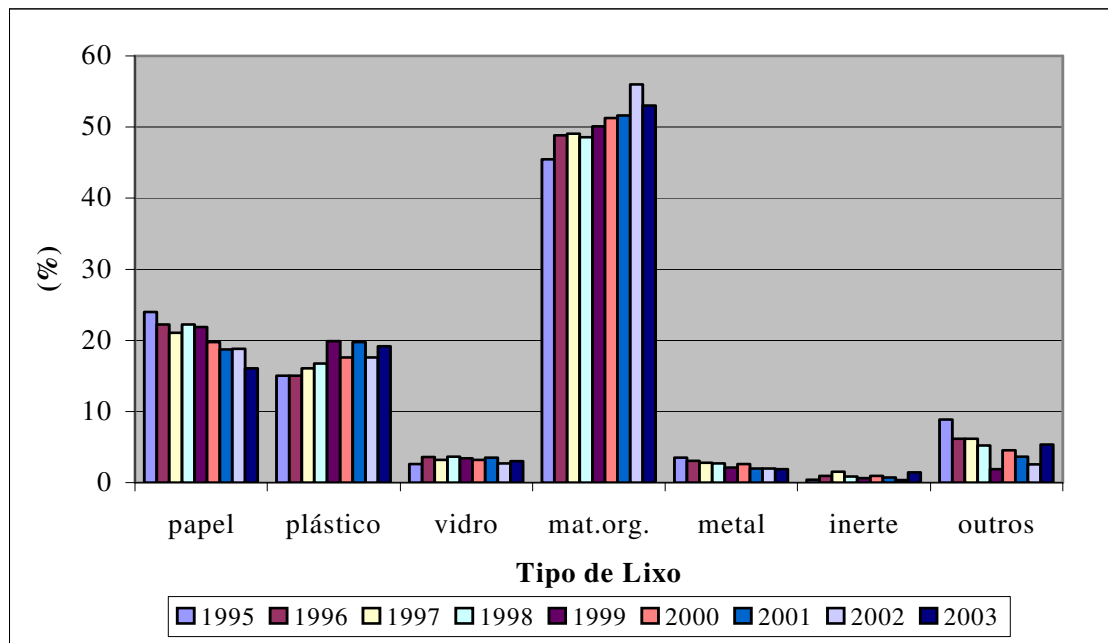


Figura 4.2: Média diária de lixo por tipo na cidade do Rio de Janeiro (COMLURB, 2005)

Podem-se observar as tendências de aumento no descarte de plásticos, em contrapartida à redução no de papéis e metais, e certa constância de vidros. Esse resultado, além de demonstrar o desenvolvimento das embalagens transparece a ação dos catadores, que encaminham para reciclagem, quase 90% das latas de alumínio, mais de 30% do vidro descartado e mais de 20% de plástico.

- 4) Hábitos da população: o hábito de aquisição de alimentos em feiras livres aumenta a quantidade de matéria orgânica no lixo, quando comparado com o hábito de aquisição de produtos embalados, que tende a aumentar a quantidade de plástico, latas e papelões descartados.

Nos estados do sul do Brasil a quantidade de cinzas no lixo é maior que em outros estados, isto ocorre devido a maior utilização delareiras nos meses de inverno. Também na região Sul, a quantidade de garrafas de vinho é maior, se comparada à região Sudeste, que tem a cerveja como bebida preferencial.

- 5) Fatores econômicos: a economia de um país interfere diretamente na geração de seus resíduos. Em períodos de recessão econômica, a quantidade de resíduos coletados diminui, devido ao aumento da reutilização e da reciclagem, em paralelo à diminuição do consumo. A retrospectiva econômica do Brasil pode exemplificar a evolução do resíduo domiciliar (Figura 4.3: dados de 2001 não disponíveis).

Em 1994, com o Plano Real, a inflação controlada, houve um aumento no poder de compra da população, que permaneceu atuante e crescente até o ano de 1998. Durante o ano de 1999, mesmo com a inflação sob controle, a estagnação no desenvolvimento econômico provocou redução da geração de resíduos domésticos. Em seguida, o ano de 2000 foi marcado por uma leve recuperação. Em 2002, com o acuo dos mercados, pela expectativa das eleições presidenciais, a economia voltou a recuar, sendo retomado o desenvolvimento econômico do país logo em seguida e, conseqüentemente, da geração destes resíduos.

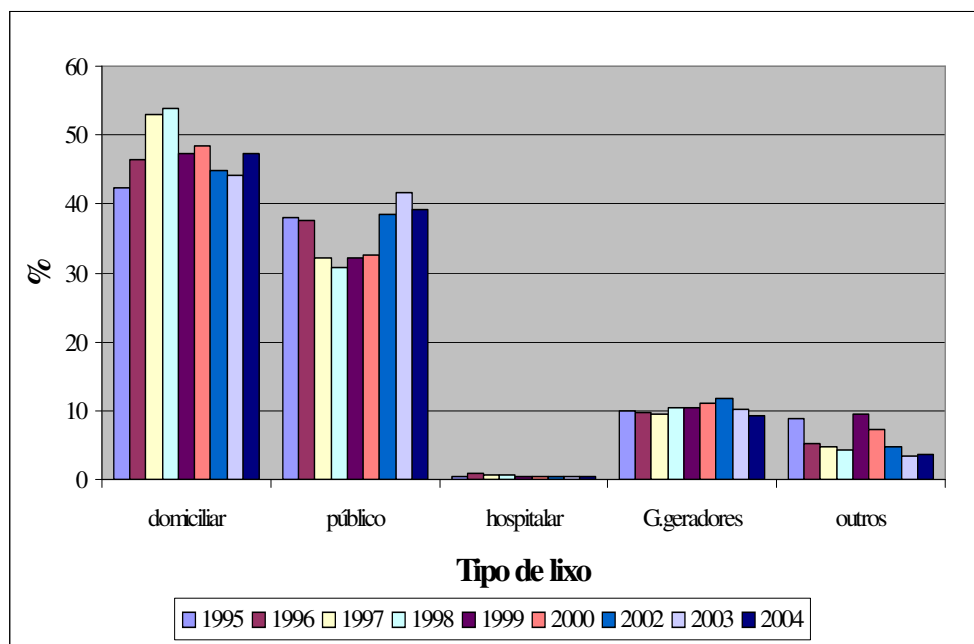


Figura 4.3: Média de lixo coletado/dia na cidade do Rio de Janeiro (Fonte: COMLURB, 2005)

- 6) Fatores sazonais: épocas do ano de grandes festividades alteram o consumo e, conseqüentemente, o lixo gerado, tanto na qualidade como na quantidade. Na cidade do Rio de Janeiro, por exemplo, é visível o aumento na quantidade de resíduos coletados durante os meses de veraneio, visto o potencial turístico da cidade e, conseqüentemente, o aumento no nº de pessoas em circulação.

Como ilustração da influência dos fatores citados acima na composição dos resíduos sólidos, a Tabela 4.3 compara os resíduos produzidos por países de diferentes

graus de industrialização e renda per capita. É interessante salientar que, nos países do Primeiro Mundo, com maior nível de industrialização dos alimentos, a geração de resíduos passíveis de reciclagem é maior que nos países mais pobres e o desperdício é o menor possível. Isso se evidencia, também, na Figura 4.4, que apresenta 53% de matéria orgânica, encontrada nos resíduos sólidos urbanos da cidade do Rio de Janeiro, no ano de 2003, ao passo que no Japão o valor é aproximadamente de 20 % (FARIA, 2002).

Tabela 4.3: Distribuição típica dos componentes dos RSU em países de baixa, média e alta industrialização (TCHOBANOGLIOUS, 1993, *in* FARIA, 2002).

Componentes	Faixas de % em peso		
	Baixa	Média	Alta
	industrialização	industrialização	industrialização
Orgânico			
Restos de alimentos	40 – 85	20 - 65	6 – 30
Papéis e papelão	1 – 10	8 – 30	20 – 45
Plástico	1 – 5	2 – 6	2 – 6
Tecidos	1 – 5	2 – 10	0 – 2
Couro e borracha	1 – 5	1 – 4	10 – 20
Madeira	1 – 5	1 – 10	1 – 4
Inorgânico			
Vidros	1 - 10	1 – 10	4 – 12
Latas	1 – 5	1 – 5	0 – 1
Alumínio	1 – 5	1 – 5	1 – 4
Outros metais	1 – 40	1 – 30	0 - 10

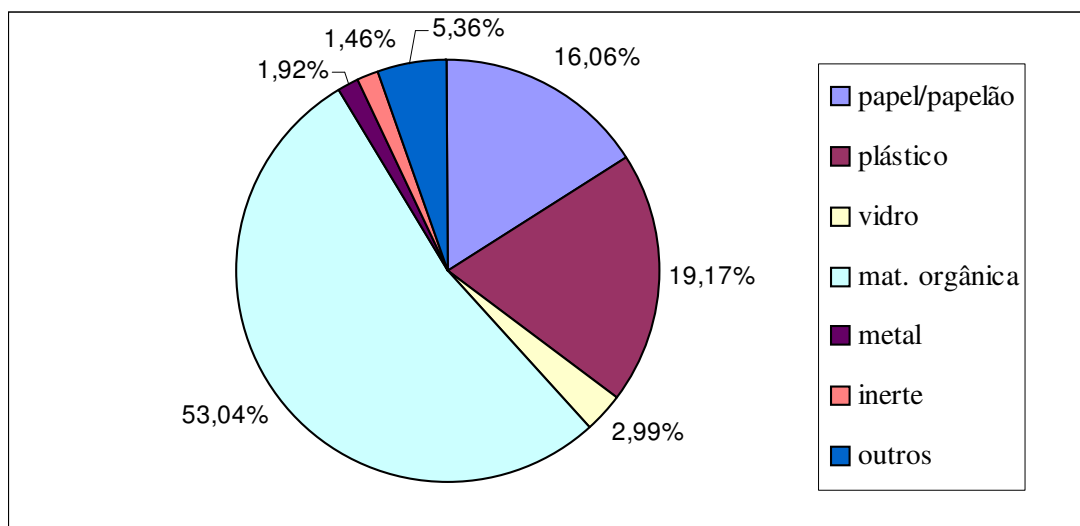


Figura 4.4: Composição do lixo 2003 na cidade do Rio de Janeiro (COMLURB, 2005).

A complexidade dos resíduos e a evolução constante dos hábitos de vida sugerem que as propostas de solução para o problema devem ser maleáveis, sempre respaldadas em princípios de educação ambiental da população, o que a integrará responsabilmente à construção de medidas técnicas e ambientalmente corretas.

4.4 Caracterização do Lixo

A caracterização do lixo é de fundamental importância para auxiliar no gerenciamento dos resíduos sólidos de um município. A partir dela é possível identificar sua potencialidade econômica, isto é, a viabilidade da reciclagem e o reaproveitamento do material orgânico bruto após seu processamento (FARIA, 2002).

As propriedades físicas e químicas do lixo possibilitam avaliar sua potencialidade econômica, obter informações para a escolha do melhor e mais adequado sistema de tratamento e disposição final, bem como compatibilizar os equipamentos com o tipo de resíduo analisado. Por exemplo, na incineração e na compostagem, o teor de determinadas substâncias (carbono, nitrogênio e oxigênio) influi diretamente no rendimento da usina.

O estudo do lixo contém necessariamente sua classificação através de análise física e química para a determinação de suas propriedades e características. Entretanto, esta análise, isoladamente, não é suficiente para se definir o destino final dos resíduos urbanos. Faz-se então necessária à análise da composição gravimétrica do lixo, que indicará o percentual de matérias orgânicas e inorgânicas, tais como: papel, papelão, vidro, plástico e outros já citados anteriormente.

No entanto, a maioria das cidades brasileiras não tem condições de montar laboratórios onde sejam feitas todas as análises necessárias. Assim, alguns procedimentos práticos, descritos a seguir, são utilizados nas determinações do peso específico, composição gravimétrica e teor de umidade:

- 1) São selecionadas algumas amostras de lixo "solto", provenientes de diferentes áreas de coleta, para achar resultados que se aproximem o máximo possível da realidade;
- 2) As amostras são misturadas, com auxílio de pás e enxadas, num mesmo "lote", rasgando-se os sacos plásticos, caixas de papelão, caixotes, etc.;
- 3) A massa de resíduos é dividida em quatro partes. Um dos quartos resultantes é escolhido para nova divisão em mais quatro e assim por diante, ou quarteamento;
- 4) Os quarteamentos devem cessar quando o volume de cada uma das partes for de aproximadamente 1 m³;
- 5) Qualquer uma das quatro partes do material deve ser separada para análise;
- 6) Em seguida são escolhidos cinco recipientes de capacidade e pesos próprios conhecidos (tambores vazios de 200 litros, usados para armazenar óleo, são ideais);
- 7) Os recipientes são preenchidos até a borda com o lixo do "quarto" selecionado.

Com isso, o recipiente cheio de lixo passa a ser o elemento básico de estudo. Através dele é possível obter o Peso Líquido de Lixo (peso total dos latões cheios menos o peso próprio dos latões vazios) e o Peso Específico (peso líquido de lixo, em kg, dividido pelo volume total dos latões, em m³).

A Tabela 4.4 abaixo, uma amostragem feita pela COMLURB no município do Rio de Janeiro, apresenta os elevados índices de matéria orgânica, o que favorece o alto teor de umidade.

Tabela 4.4: Análises Gravimétricas 2003 – Série Histórica (COMLURB, 2005)

COMPONENTES/ANOS	81	86	89	91	93	95	96	97	98	99	00	01	02	03
PAPEL - PAPELÃO (%)	41,72	38,54	31,54	27,11	23,95	24,05	22,26	21,08	22,22	21,85	19,77	18,71	18,78	16,06
PLÁSTICO (%)	6,56	9,63	12,55	12,71	15,27	15,07	15,09	16,11	16,78	19,90	17,61	19,77	17,61	19,17
VIDRO (%)	3,70	2,84	2,83	2,19	3,03	2,62	3,63	3,22	3,68	3,48	3,22	3,52	2,74	2,99
MAT.ORGÂNICA PUTRESCÍVEL (%)	34,96	32,79	40,98	48,56	40,60	45,43	48,80	49,09	48,51	50,05	51,27	51,65	55,96	53,05
METAL TOTAL (%)	3,88	3,63	3,50	3,24	3,52	3,49	3,09	2,82	2,75	2,16	2,66	1,96	1,97	1,92
INERTE TOTAL (%)	0,90	1,08	1,26	0,61	1,07	0,44	0,97	1,53	0,89	0,63	0,94	0,72	0,35	1,46
FOLHA (%)	3,64	5,82	2,51	1,54	5,49	4,81	2,46	3,04	1,97	0,72	1,91	1,50	0,60	2,34
MADEIRA (%)	1,09	1,33	0,91	0,41	1,17	0,96	0,53	0,76	0,68	0,18	0,44	0,44	0,38	0,66
BORRACHA (%)	0,06	0,25	0,66	0,23	0,37	0,17	0,18	0,24	0,33	0,11	0,30	0,29	0,18	0,25
PANO - TRAPO (%)	3,05	3,63	2,40	2,66	4,53	2,43	2,50	1,71	1,92	0,79	1,61	1,28	1,21	1,83
COURO (%)	0,30	0,46	0,26	0,47	0,58	0,26	0,16	0,27	0,21	0,10	0,18	0,10	0,15	0,27
OSSO (%)	0,14	0,00	0,60	0,27	0,42	0,27	0,33	0,13	0,08	0,03	0,09	0,06	0,07	0,01
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
PESO ESPECIFICO (Kg/m ³)	176,05	253,18	208,92	209,16	251,65	203,58	194,79	163,98	168,15	186,10	198,47	169,02	150,81	154,44
TEOR DE UMIDADE (%)	53,22	45,36	54,48	63,61	57,20	64,54	70,20	67,02	63,67	63,10	62,91	60,89	63,74	72,49

4.4.1 Características Físicas e Geotécnicas

- a) Composição Gravimétrica: distribuição, em peso seco relativo (%), das diversas categorias de materiais sólidos presentes na massa de resíduos, traduz o percentual de cada componente em relação ao peso total do lixo. Para se chegar a este percentual, é preciso escolher dois tambores de lixo e separar manualmente os componentes: papel e papelão; plástico; madeira; couro e borracha; pano e estopa; folha, mato e galhada; matéria orgânica (restos de comida); metal ferroso; metal não-ferroso (alumínio, cobre, etc.); vidro; louça, cerâmica e pedra; e agregado fino, isto é, todo material peneirado em malha de uma polegada (1") e de difícil catação, composto de pó, terra, grãos de arroz, etc.

Em seguida, deve ser determinado o peso de cada um dos materiais separados. Finalmente, através de regra de três simples, é obtido o percentual em peso de cada componente, ou seja, a composição gravimétrica do lixo;

- b) Peso Específico (γ): é o peso dos resíduos em função do volume por eles ocupados, expresso em kg/m³. Sua determinação é fundamental para o

dimensionamento da capacidade volumétrica e de carga dos equipamentos de coleta e tratamento, assim como do volume do resíduo final. É um dado muito importante para o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos, pois sua determinação implica na correta estimativa do seu volume e peso. A Figura 4.5 apresenta a evolução do peso específico médio antes da compactação do lixo da cidade do Rio de Janeiro, de 1981 a 2003.

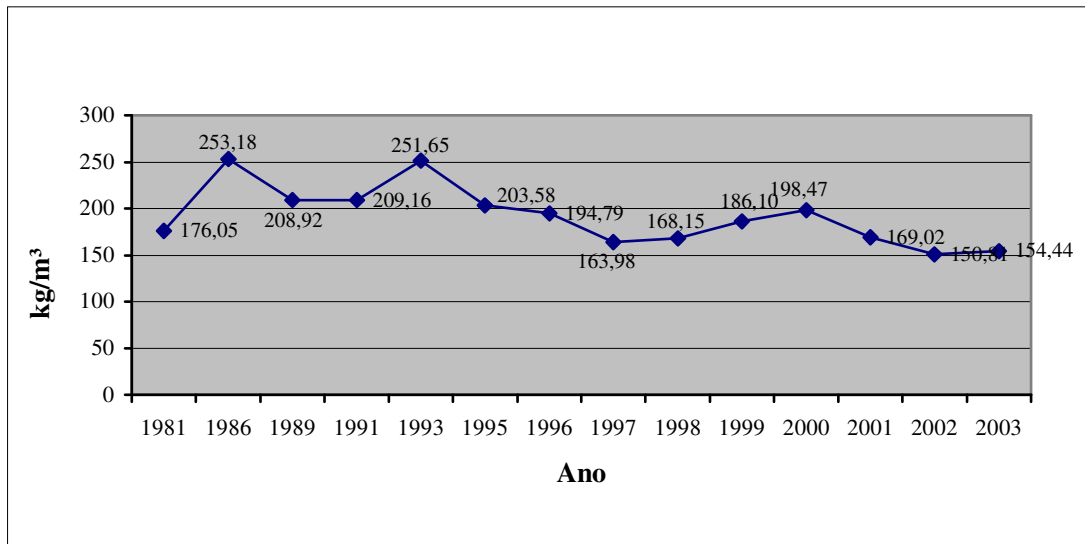


Figura 4.5: peso específico médio do lixo da cidade do Rio de Janeiro (COMLURB, 2005)

Vários valores de peso específico de resíduos sólidos urbanos são apontados por diversos autores que estudaram essa grandeza. Algumas das razões para esta variação são: a heterogeneidade, a variabilidade da composição dos maciços sanitários e o teor de umidade, além da metodologia utilizada para sua determinação (FARIA, 2002, *apud* ABREU, 2000).

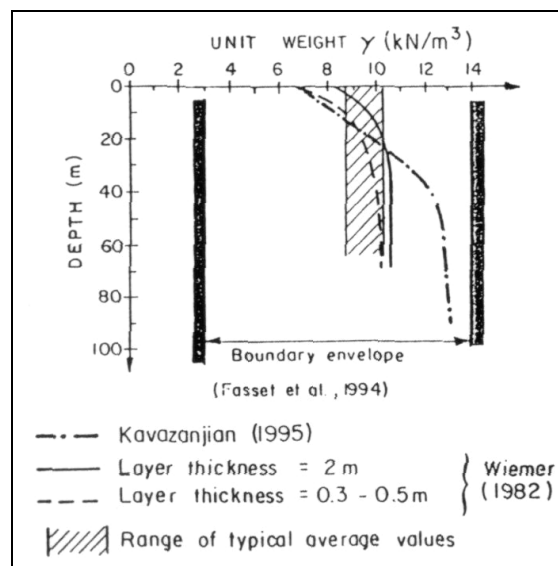


Figura 4.6: Peso Específico de RSU (KAVAZANJIAN *et al.*, 1995, *in* BARBOSA, 2002).

O peso específico aumenta com a profundidade em consequência da compressão e consolidação da massa de lixo, devido à sobrecarga das camadas superpostas (Figura 4.6).

Quanto ao método executivo do aterro, a variação do peso específico é fortemente influenciada pela espessura da camada do lixo e pelo equipamento utilizado na sua compactação. O grau de compactação igualmente é fator preponderante no valor do peso específico, podendo-se afirmar que, de uma maneira geral, os valores encontrados podem variar de 3 a 7 kN/m³ para aterros com o material simplesmente espalhado, até valores de 9 a 13 kN/m³ quando aplicado uma compactação controlada, utilizando-se tratores de esteira ou rolos compactadores apropriados (LAMARE NETO, 1999, *in* FARIA, 2002).

Para os aterros sanitários brasileiros, com elevada taxa de matéria orgânica, pode-se estimar valores entre 5 e 7 kN/m³ para resíduos novos não decompostos e pouco compactados, e entre 9 e 13 kN/m³ após compactação com tratores e após a ocorrência de recalques no maciço (KAIMOTO & CEPOLLINA, 1996).

Valores típicos dentro dessa faixa de variação são apontados por SANTOS & PRESA (1995) *in* FARIA (2002), admitindo-se 7 kN/m³, para resíduos recém lançados, e 10 kN/m³, após a ocorrência de recalques. MAHLER & ITURRI (1998) utilizaram um valor de peso específico médio igual a 10,5 kN/m³ na análise de uma seção do aterro sanitário São João, em São Paulo, enquanto BENVENUTO & CUNHA (1991) *in* FARIA (2002) consideram um valor igual a 10 kN/m³, em condição drenada, e de 13 kN/m³, em condição saturada;

- c) Teor de Umidade (ω): representa a quantidade de água contida no lixo, por unidade de volume. Sua determinação influencia no planejamento dos sistemas que visam gerar energia, assim como processos biológicos. Um exemplo, do teor médio de umidade do lixo da cidade do Rio de Janeiro encontra-se na Figura 4.7.

Para defini-lo, é preciso separar uma amostra de até 2 kg de lixo. Esta amostra será levada a uma estufa, onde deverá permanecer até alcançar peso constante (24 horas a 105°C ou 48 horas a 75°C). O material resultante é então pesado. Com uma regra de três simples podemos determinar o teor de umidade.

O teor de umidade de um maciço sanitário é uma das grandezas mais difíceis de serem obtidas, uma vez que varia conforme a pluviometria (FARIA, 2002, *apud* BLIGHT *et al*, 1992), condições de drenagem interna e superficial do maciço, composição dos resíduos e profundidade. LANDVA & CLARK (1990) in FARIA (2002) observaram que percentuais elevados de material orgânico no lixo correspondem a teores de umidade mais elevados.

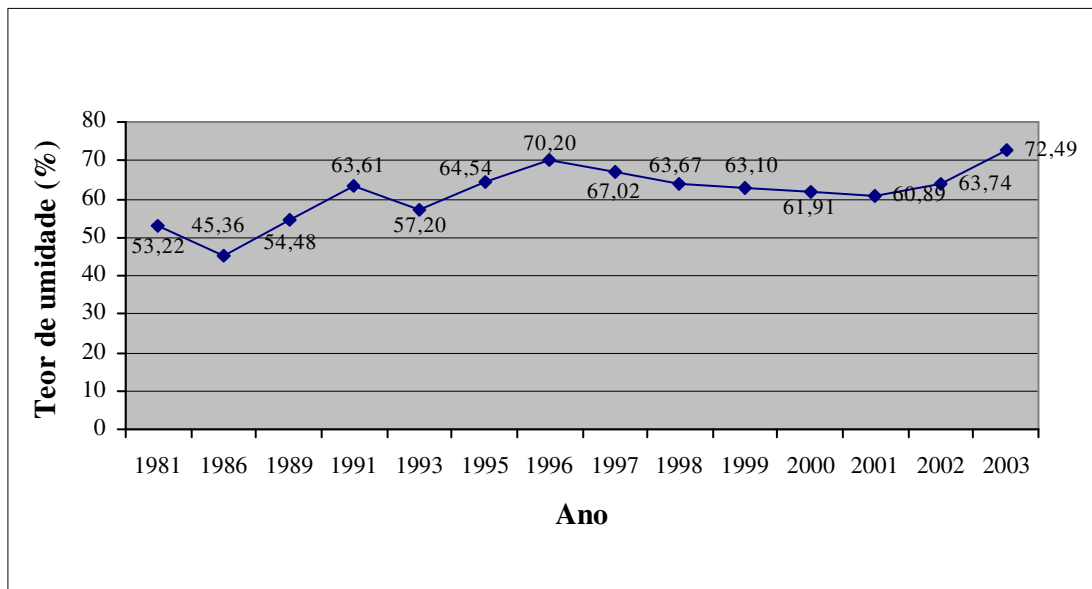


Figura 4.7: Teor de umidade do lixo da cidade do Rio de Janeiro (COMLURB, 2005)

Não existe um consenso quanto à variação da umidade com a profundidade dos maciços. Alguns autores apresentam valores de teor de umidade crescente com a profundidade, enquanto outros apresentam o inverso (MANASSERO *et al*, 1996). Pode-se comprovar esta afirmação através das Figuras 4.8 e 4.9, a seguir, que mostram os teores de umidade em distintos aterros de resíduos, de Limbro, em Johannesburg, África do Sul, e de Liossia, em Atenas, Grécia.

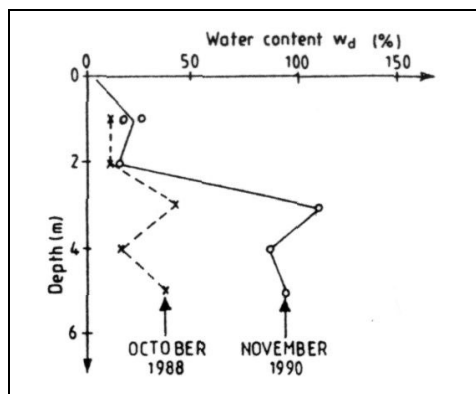


Figura 4.8: Comparação dos perfis finais dos teores de umidade na estação seca do Aterro Sanitário de Limbro, Johannesburg, África do Sul (BLIGHT *et al*, 1992, *in* BARBOSA, 2002).

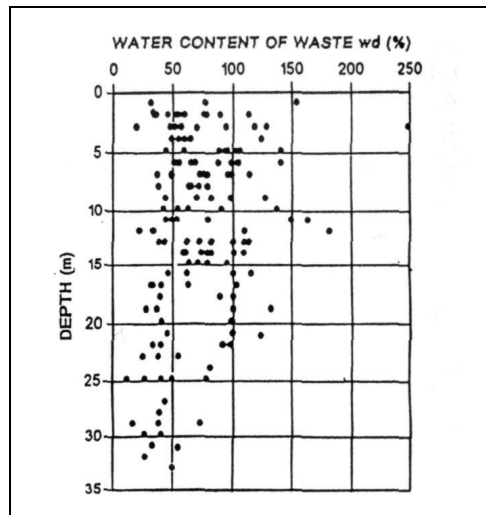


Figura 4.9: Teor de umidade do Aterro de Lioussia, Atenas, Grécia (COUMOULOS *et al*, 1995, *in* BARBOSA, 2002).

É possível notar que o teor de umidade influencia a velocidade de degradação dos materiais putrescíveis e, conseqüentemente, nos recalques dos maciços de resíduos sólidos urbanos, e varia muito em função das estações do ano e da incidência de chuvas;

- d) Compressividade: também conhecida como Grau de Compactação, indica a redução de volume que uma massa de lixo pode sofrer, quando submetida a uma pressão determinada (Figura 4.10 e Tabela 4.5). A compressividade do lixo situa-se entre 1:3 e 1:4 para uma pressão equivalente a 4 kg/cm². Tais valores são utilizados para dimensionamento de equipamentos compactadores e ajudam na definição da capacidade volumétrica dos aterros. O Grau de Compactação (γ) pode dividir-se em três categorias: mal compactados (3 a 9 kN/m³), medianamente compactados (5 a 8 kN/m³) e bem compactados (9 a 10,5 kN/m³). Esta propriedade será discutida com mais profundidade no tópico 4.5;

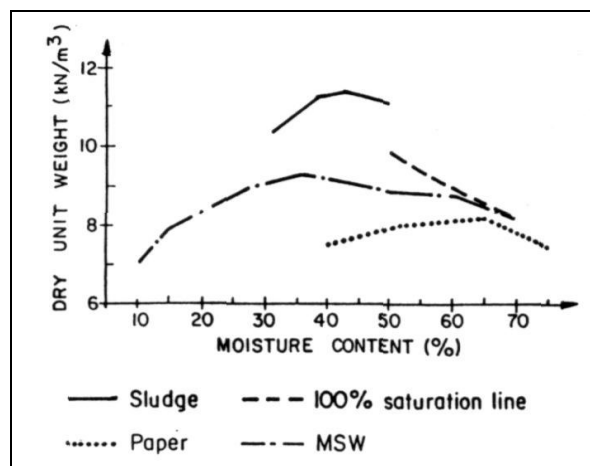
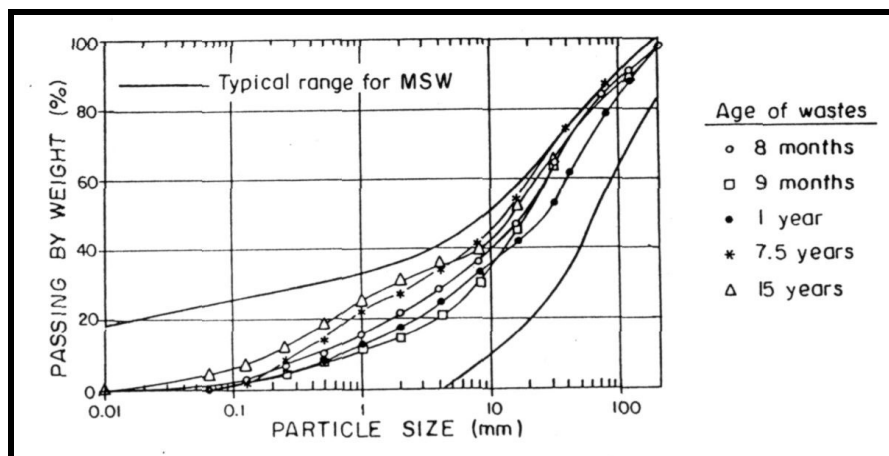


Figura 4.10: Propriedades de compactação do lixo (ISSMFE-TC5, 1997, *in* BARBOSA, 2002).

Tabela 4.5: Peso específico e teor de umidade dos componentes de RSU pré e pós compactação (TCHOBANOGLOUS, 1977, *apud* OWEISS & KHERA, 1990, *in* BARBOSA, 2002)

Componente do RSU	Peso Específico não-compactado (kN/m^3)	Teor de Umidade (% peso seco)	Razão entre os pesos compactado e não-compactado	
			Compactação normal	Bem compactado
Restos de Comida	1,26 – 4,71	50 – 80	2,9	3,0
Papel e papelão	0,31 – 1,26	4 – 10	4,5	6,2
Plásticos	0,31 – 1,26	1 – 4	6,7	10,0
Têxteis	0,31 – 0,94	6 – 15	5,6	6,7
Borracha e couro	0,94 – 2,51	1 – 12	3,3	3,3
Resíduos de varredura	0,63 – 2,20	30 – 80	4,0	5,0
Madeira	1,26 – 3,14	15 – 40	3,3	3,3
Vidro	1,57 – 4,71	1 – 4	1,7	2,5
Metais	0,47 – 10,99	2 – 6	4,3	5,3
Cinzas, entulhos, poeira	3,14 – 9,42	6 – 12	1,2	1,3

- e) Geração *per Capita*: relaciona a quantidade do lixo gerado diariamente e o número de habitantes de determinada região. A quantificação da geração de resíduos sólidos urbanos é baseada em índices relacionados ao número de habitantes atendidos pelo sistema de coleta e ao volume de resíduos gerados, materializando a denominada produção per capita de lixo. Pode ser expressa em kg/hab.dia, g/hab.dia ou l/hab.dia. Muitos técnicos consideram de 0,5 a 0,8 kg/hab.dia como a faixa de variação média para o Brasil;
- f) Distribuição “granulométrica”: a importância deste parâmetro está na forma com que o resíduo será manejado, coletado, separado e tratado, definindo assim o tamanho e as características dos equipamentos utilizados para estes fins. As Figuras 4.11 e 4.12 apresentam exemplos de distribuição das partículas de lixo;

Figura 4.11: Distribuição do tamanho de partículas de RSU (modificado JESSBERGER, 1994, *in* BARBOSA, 2002).

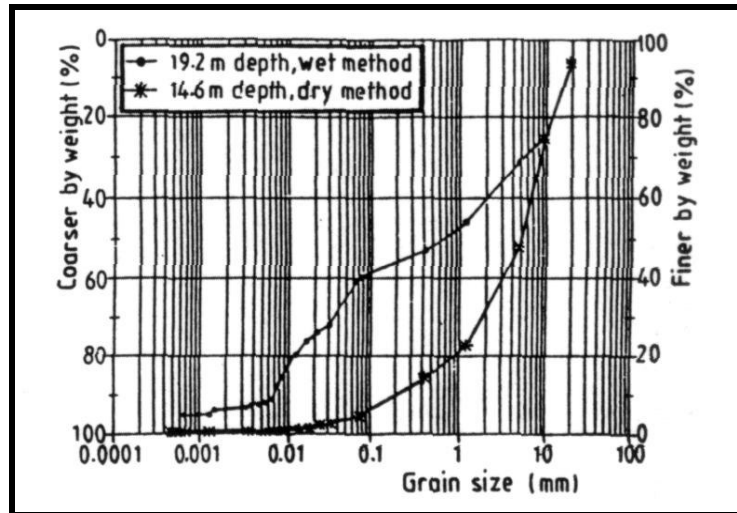


Figura 4.12: Distribuição dos grãos usando ensaio seco e úmido (GABR & VALERO, 1995, in BARBOSA, 2002).

- g) Permeabilidade (m/s): a condutibilidade hidráulica (k) dos resíduos compactados é uma propriedade física de grande relevância, pois é esta que governa o movimento dos líquidos e gases dentro de um aterro sanitário.

Os valores de referência nacionais (FARIA, 2002, *apud* CEPOLLINA *et al*, 1994; MARIANO & JUCÁ, 1998; CARVALHO, 1999; AGUIAR, 2001) para o coeficiente de permeabilidade dos resíduos sólidos urbanos situam-se entre 10^{-8} e 10^{-6} m/s. Essa faixa é inferior aos valores verificados na bibliografia internacional, que varia na grande maioria de 10^{-6} a 10^{-4} m/s (CARVALHO, 1999, *in* FARIA, 2002). Contudo, medições realizadas no aterro de Gramacho determinaram um coeficiente de permeabilidade de 10^{-5} m/s (EHRlich *et al*, 1994), valor compreendido dentro do intervalo de referência internacional. Porém, esse coeficiente foi extraído de uma seção do aterro com doze anos de utilização, o qual apresentava entulho como material de recobrimento, onde a análise do chorume identificou características de um aterro com mais de trinta anos, sendo assim justificada esta alta permeabilidade.

Alguns autores brasileiros, levando em consideração os dados da bibliografia internacional, configuram os resíduos sólidos como livre drenantes, que não desenvolveriam excessos de pressão neutra (SANTOS & PRESA, 1995, *in* FARIA, 2002). Isto pode ser questionado considerando-se os dados de permeabilidade desses autores e os dados de pressão neutra em maciços sanitários brasileiros, que acusam valores de pressão de gás de até 170 kPa (KAIMOTO & CEPOLLINA, 1996). Estes valores de pressão neutra e permeabilidade, distintos da bibliografia internacional, podem ser explicados

pela composição dos resíduos nacionais, que possuem alto valor de material orgânico.

É importante salientar que o coeficiente de permeabilidade dos resíduos sólidos deve estar relacionado ao fluido, isto é, ao chorume ou à água, o que nem sempre é claro na bibliografia. Contudo, AGUIAR (2001) *in* FARIA (2002) analisou a permeabilidade da massa de lixo, utilizando como fluidos a água, a água destilada e o sulfato de cálcio. Os resultados alcançados para os três líquidos estavam compreendidos no intervalo de valores de referência nacional.

4.4.2 Características Químicas

- a) Poder Calorífico: indica a capacidade potencial de um material desprender determinada quantidade de calor quando submetido à queima, demonstrando sua maior ou menor capacidade de gerar energia. Essa informação é essencial na implantação de usinas de incineração;
- b) Combustibilidade: é a qualidade ou caráter combustível, e demonstra a maior ou menor capacidade de uma matéria pegar fogo;
- c) Potencial Hidrogeniônico (pH): é a concentração dos íons hidrogênio em solução caracterizando acidez ou alcalinidade;
- d) Teor de Carbono: representa a quantidade em peso de carbono na massa de resíduos;
- e) Teor de Hidrogênio: é a quantidade em peso de hidrogênio presente na massa de resíduos;
- f) Teor de Nitrogênio: é a quantidade em peso de nitrogênio presente na massa de resíduos;
- g) Teores de Cinzas, Potássio, Cálcio, Fósforo, Resíduo Mineral Total, Resíduo Mineral Solúvel e Gorduras: é a quantidade de cada um desses elementos na massa de resíduos. É importante se conhecer, principalmente, quando se estudam processos de tratamento aplicáveis ao lixo;
- h) Teor de Matéria Orgânica: representa a quantidade em peso seco de matéria orgânica contida na massa de lixo; indica a velocidade de decomposição. O teor

de matéria orgânica define a demanda bioquímica de oxigênio (DBO), requerida durante a estabilização da matéria orgânica oxidável pela ação biológica, e sua relação carbono/nitrogênio.

Esta é uma das características que mais influem nas propriedades geotécnicas. Uma vez que varia de região para região, em função dos hábitos alimentares, culturais e econômicos, como já discutido no tópico 4.3. Dados de uma região não devem ser simplesmente extrapolados para uma outra, sem uma análise prévia.

O teor de material orgânico influencia principalmente nas taxas de geração de chorume e gás, no desenvolvimento das pressões neutras no interior do maciço sanitário, no teor de umidade, na resistência ao cisalhamento e na compressibilidade dos resíduos (MONTEIRO *et al*, 2003, *apud*, ABREU, 2000).

- i) Relação Carbono/Nitrogênio (C/N): indica o grau de decomposição da matéria orgânica do lixo nos processos de tratamento e disposição final. É a capacidade dos resíduos em decomposição se constituírem em compostos bioestabilizados, mais resistentes às espécies consumidoras, pois os microorganismos, responsáveis pela decomposição da matéria orgânica, necessitam de carbono para seu desenvolvimento e de nitrogênio para síntese de proteínas.

4.4.3 Características Biológicas e Epidemiológicas

O estudo da população microbiana e dos agentes patogênicos, presentes no lixo urbano, ao lado das suas características químicas, permite que sejam discriminados os métodos de tratamento e disposição mais adequados.

Segundo FARIA (2002), os problemas de saúde pública, decorrentes do contato das populações com os resíduos sólidos urbanos, são pouco comuns, ocorrendo em sua maioria em comunidades que residem próximas a vazadouros e aterros descobertos.

Na atualidade, são incorporados aos resíduos encaminhados aos aterros e às usinas de triagem, reciclagem e compostagem, matéria fecal humana, absorventes higiênicos, fraldas descartáveis e lodos frescos, provenientes de processos anaeróbios e aeróbios de tratamento de esgotos. Os resíduos enumerados são dotados de grandes concentrações de organismos patogênicos (de animais de sangue quente).

No entanto, os processos de estabilização da matéria orgânica, co-dispostos com esses materiais supracitados, atenuam e diminuem os aspectos nocivos, que em se

tratando de matéria fecal de origem humana, podem ser provenientes de algum organismo doente. O processo aeróbio propicia a elevação da temperatura, já o anaeróbio implica na variação significativa do pH.

A existência, nas massas de resíduos, de organismos saprófitos, que se alimentam de animais ou vegetais em decomposição, praticamente elimina a possibilidade da existência de organismos patogênicos no lixo. Com isso, fica improvável a ocorrência de problemas de saúde pública (FARIA, 2002).

É importante salientar que resíduos sólidos, de origem industrial, potencialmente tóxicos, são dispostos com resíduos urbanos. É o caso de lodos de estações de tratamento de esgotos industriais, com grandes concentrações de metais pesados, de efeito cumulativo e irreversível na biota de fundos de rios e lagoas. Durante a degradação anaeróbia, que ocorre nos aterros, o baixo pH favorece a solubilização desses metais, que podem chegar ao ambiente em grandes concentrações. Um gerenciamento efetivo, com controle rigoroso do material que chega às usinas e aos aterros, poderia superar problemas dessa natureza.

Os efeitos indesejáveis, que decorrem do contato do homem com os resíduos sólidos urbanos, são muito mais indiretos do que diretos. É primordial o controle adequado da disposição final dos resíduos e dos vetores que venham a proliferar nas usinas e aterros, que são os efetivos veiculadores de moléstias (FARIA, 2002).

Nessa área são necessários procedimentos de pesquisa. O PGAGEM (Programa Nacional de Pesquisa em Geoquímica Ambiental e Geologia Médica), sob a coordenação do Serviço Geológico do Brasil – CPRM, de cunho multi-institucional e interdisciplinar, vem desenvolvendo estudos entre distintas áreas, como a Geologia, a Geoquímica, a Ecologia, a Química, a Biologia, a Medicina, a Toxicologia, a Epidemiologia, a Patologia, dentre outras. De seus objetivos, ressalta a execução de projetos de levantamentos de geoquímica ambiental com a finalidade de fornecer subsídios à saúde pública em todo Brasil, através da amostragem de corpos receptores de contaminantes, para a identificação de elementos prejudiciais à ingestão humana e animal, bem como seus efeitos na população, mediante avaliação clínica e laboratorial.

4.4.4 Interações Físicas, Químicas e Biológicas

Segundo JUCÁ (2003), o estudo do comportamento de resíduos sólidos urbanos depositados em aterros através da análise das propriedades físicas, químicas e biológicas e suas correlações abrangem inter-relações entre a geotecnia ambiental, química, microbiologia e biotecnologia. Os estudos destas interações são ferramentas para a análise do comportamento de aterros e seus fatores intervenientes.

Os resultados desses estudos permitem a escolha de melhores alternativas tecnológicas de tratamento de resíduos e operacionais em aterros de resíduos sólidos urbanos, considerando-o como um biorreator, trabalhando em condições ótimas, sob a influência de condições climáticas específicas.

Um biorreator em condições ótimas provê uma quebra completa da fração biodegradável do lixo. Do ponto de vista da engenharia, a quebra acelerada dos compostos, através do controle das condições ambientais, conduz a uma estabilização mais rápida, maiores recalques e eventual reuso da área (JUCÁ, 2003, *apud* MCDOUGALL *et al*, 2001).

4.5 Geotecnia Ambiental Aplicada a Resíduos Sólidos Urbanos

Segundo JUCÁ (2003), a geotecnia ambiental aplicada a aterros de resíduos sólidos urbanos (ou municipais) pode estar enfocada sob os seguintes aspectos:

- i. O comportamento mecânico do aterro, que está associado às propriedades do lixo, ao projeto e a influência das condições ambientais. A diversidade dos materiais envolvidos, sua composição e alteração de propriedades com o tempo, justificam o crescimento de pesquisas associando problemas geotécnicos aos ambientais. Neste contexto se inserem os problemas de estabilidade dos taludes, de capacidade de carga e os recalques nos aterros, que são controlados pelas propriedades de resistência e compressibilidade do lixo;
- ii. A biodegradação da matéria orgânica influencia nas propriedades de resistência e compressibilidade do lixo. Este aspecto amplia a complexidade do assunto, bem como a necessidade de estudos multidisciplinares, envolvendo não só as interações físico-químicas, mas também às biológicas no processo;
- iii. O fluxo de líquidos e gases através das camadas de cobertura e de base dos aterros, além dos avanços da contaminação no subsolo, em condições saturadas

e não saturadas. Estes aspectos são avaliados através de estudos de condutividade hidráulica do chorume e da permeabilidade ao gás de solos compactados não saturados;

- iv. A contribuição aos estudos de geração de percolado envolve capacidade de campo, sucção, permeabilidade em condições saturadas e não saturadas. Por outro lado, a geotecnia tem contribuído com o tratamento do percolado, através de soluções integradas de barreiras passivas ou reativas de solos, associadas à fitorremediação em leito granular.

Os aspectos da resistência dos resíduos sólidos são válidos também para os estudos de capacidade de carga de aterros, embora sua determinação seja realizada através de provas de carga convencional ou de forma indireta, através de ensaios de campo, tais como SPT, CPT e Vane Test, por diversos pesquisadores (SIEGEL *et al*, 1990; SÁNCHEZ-ALCITURRI *et al*, 1993; COUMOULOS *et al*, 1995; JUCÁ *et al*, 1997, *in* JUCÁ, 2003). A determinação destas propriedades *in situ* é uma tarefa difícil em função dos seguintes aspectos:

- i) O lixo é heterogêneo e variável, para diferentes locais;
- ii) A dificuldade de obtenção de amostras de tamanho relevante, representativas das condições de campo;
- iii) Não existem, geralmente, procedimentos de amostragem e ensaios padrões para os materiais do lixo;
- iv) As propriedades dos materiais do lixo variam com o tempo. Estes ensaios, na maioria das vezes, são difíceis de serem realizados devido à presença de materiais resistentes como madeira, metal, pedra, dentre outros, que provocam grandes picos na resistência, desvio das hastes dos equipamentos e avarias nos amostradores, paletas e ponteiras.

Os ensaios de penetração são normalmente utilizados para obtenção de informações sobre as características e parâmetros de resistência dos solos. Sua interpretação quantitativa requer um conhecimento das relações empíricas e semi-empíricas entre a resistência à penetração *in situ* e o comportamento de resistência e compressibilidade do material. A utilização deste ensaio em aterros de resíduos sólidos exige um cuidado adicional no uso dos resultados. No presente momento, no caso dos resíduos sólidos, tais correlações ainda não estão disponíveis (JUCÁ, 2003).

De uma forma geral se tem conhecimento da não adequação de ensaios SPT a materiais orgânicos (solos e resíduos), principalmente em condições saturadas. No

entanto, no caso de aterros de lixo, apesar de não se obter uma relação direta com os parâmetros de resistência, os ensaios SPT tem sido um indicador das condições de densidade, umidade e sólidos voláteis a partir de amostras amolgadas obtidas.

Este tipo de investigação auxilia na instalação de instrumentos no aterro, além de possuir baixo custo de execução, comparado a outros ensaios (JUCÁ, 2003). Outra característica do ensaio é que, repetindo-se sua realização periodicamente, se podem contrastar ensaios realizados em diferentes ocasiões, o que permite avaliar a variação das características resistentes de um terreno no tempo ou por um tratamento adotado.

Segundo BARBOSA (2002), embora o lixo seja um material extremamente complexo, em cada estágio de transformação do resíduo é possível considerá-lo similar a um solo, do ponto de vista do comportamento mecânico, pela distribuição das tensões atuantes nas três fases (estrutura sólida, líquido e gases), pela transferência de tensões, através dos componentes sólidos, com distribuição interna de acordo com a rigidez de cada componente, e pelo comportamento da massa na ruptura, considerando que:

- i) O RSU depositado em aterro sanitário é um material heterogêneo, constituído de materiais sólidos, fase líquida (chorume) e gases, e estratificado (pelo processo de deposição em camadas e compactação);
- ii) Os materiais sólidos que compõem o resíduo dividem-se em componentes inertes estáveis (como pedras, plásticos, solos), componentes muito deformáveis (como papel, folhas, matéria orgânica, latas) e componentes degradáveis (a mesma matéria orgânica, metais);
- iii) Cada camada de resíduos se encontra em um estágio diferente de degradação, e quanto maior a profundidade, maior a idade do resíduo e, conseqüentemente, mais avançado o processo de transformação;
- iv) A composição e as características físicas (distribuição de tamanho de partículas, índice de vazios, teor de umidade, densidade dos sólidos, peso específico) dos componentes sólidos variam com o tempo de deposição (idade) e, em conseqüência, com a profundidade no interior da pilha, em função do grau de degradação;
- v) A composição e o volume das fases líquida (chorume) e gasosa variam com o tempo de deposição (idade) e com a operação do aterro (colocação de novas camadas, drenagem e coleta de percolados e gases, tipo de cobertura);

- vi) Trata-se de um material altamente compressível (grandes deformações) e sujeito a baixos níveis de tensão, em relação a alturas similares de aterro em solo (devido à sua baixa densidade, mesmo após a compactação e a densificação, pela deposição de novas camadas de resíduos);
- vii) Quanto à forma de ocorrência, o RSU pode ser considerado como uma mistura de materiais fibrosos, em forma de folhas, como panos, papel, sacos plásticos, em uma matriz granular heterogênea. Pelo efeito da compactação, os materiais de forma laminar tendem a se orientar horizontalmente no interior da massa de resíduos, dando o aspecto estratificado característico dos aterros;
- viii) No estágio final de mineralização a massa de resíduos se assemelha a um material tipo solo, mas o tempo para que isso ocorra é muito longo, em geral mais de vinte anos; e
- ix) Apesar da sua elevada permeabilidade, em torno de 10^{-3} cm/s, há evidências práticas de que não é um material perfeitamente drenante, sendo capaz de gerar pressões internas de líquido e gases no corpo do aterro sob carregamento.

Com base em todas essas considerações, pode-se afirmar que a investigação geotécnica dos resíduos sólidos é um verdadeiro desafio aos engenheiros, proveniente da heterogeneidade desses resíduos, da influência do meio social que o produziu e da crescente escassez de áreas para disposição final nas grandes cidades, obrigando à busca de novas técnicas e procedimentos e até a verticalização dos aterros sanitários.

Desse modo, os resíduos sólidos urbanos podem ser encarados como uma nova unidade geotécnica, à qual se aplicam os conceitos existentes, incorporando-se as peculiaridades deste novo material. Entretanto, na aplicação desses conceitos deve-se considerar que os resíduos possuem características distintas dos solos e que influem diretamente na quantificação de suas propriedades geomecânicas.

4.5.1 Resistência ao Cisalhamento dos RSU

Da mesma forma que na clássica mecânica dos solos, a resistência ao cisalhamento de maciços de resíduos sólidos urbanos é normalmente associada a: um ângulo de atrito interno e uma “coesão”, definidos a partir da envoltória de resistência de Mohr-Coulomb.

Apesar dos resíduos sólidos urbanos não apresentarem “coesão” intrínseca, por serem granulares e soltos, pelo menos em sua fase inicial, vários autores os assemelham aos solos coesivos, no sentido de apresentarem uma coesão aparente além do atrito, o que para MANASSERO *et al* (1996) pode ser considerado como solo granular, reforçado por fibras orientadas aleatoriamente.

Assim, considerando os trabalhos de LANDVA & CLARK (1990), SINGH & MURPHY (1990), RICHARDSON & REYNOLDS (1991), WITHIAM *et al* (1994), GABR & VALCRO (1995) e KOCKEL (1995) *in* FARIA (2002), verificam-se valores para o ângulo de atrito entre 10° e 53° e coesão entre 0 e 67 kPa. Em função desta dispersão de valores, uma estimativa confiável da resistência ao cisalhamento do lixo é difícil e, muitas vezes, conduz a resultados contraditórios em relação às reais condições de estabilidade de taludes, observada no campo.

O comportamento dos resíduos quanto à resistência ao cisalhamento ainda apresenta outras diferenças para os solos. Os resíduos sólidos podem alcançar elevadas deformações sem atingir um estado de ruptura. Também é conhecido que os parâmetros de resistência se alteram com o tempo, embora não exista uma lei válida para todos os tipos de resíduos. Sabe-se que, para aterros com elevado percentual de matéria orgânica e deficiência ou mesmo inexistência de sistemas de drenagem interna para os efluentes líquidos (chorume) e gasosos, o que é o caso típico do Brasil, existe uma tendência de redução desses valores (FARIA, 2002, *apud* KOCKEL, 1995).

No Brasil, estudos desenvolvidos por KAIMOTO & CEPOLLINA (1996), considerando retro-análises, efetuadas em deslizamento ocorrido no sub-aterro AS-1 do Aterro Sanitário Bandeirantes em 1991, mediante condições de elevadas pressões neutras nas células superficiais, resultaram na obtenção dos seguintes parâmetros de resistência: coesão de 13,5 kPa e ângulo de atrito interno de 22°.

4.5.2 Compressibilidade e Recalques em Aterros de RSU

O termo adensamento, utilizado para solos, está ligado ao fenômeno de diminuição do índice de vazios, devido à dissipação das poro-pressões, como consequência do aumento da tensão efetiva, segundo TERZAGHI. No entanto, existem diferenças entre os mecanismos que governam os recalques nos maciços sanitários e os mecanismos observados em solos (FARIA, 2002, *apud* ABREU, 2000).

O recalque é a deformação vertical positiva de uma superfície qualquer delimitada no terreno (VARGAS, 1981). Já a compressibilidade é a propriedade que têm os corpos de se reduzirem à menor volume por efeito da ação exercida por uma força (FARIA, 2002, *apud* FERREIRA, 1986). Então, é possível concluir que a compressibilidade é a propriedade que o material possui e o recalque é o efeito medido unidimensionalmente (FARIA, 2002, *apud* ABREU, 2000).

A compressão de maciços sanitários é o resultado dos processos de carregamento e alterações das características e propriedades dos materiais componentes do maciço de resíduos sólidos urbanos, correspondentes à solicitação mecânica imposta por camadas superiores, ravinamento interno, alterações físico-químicas, biodegradação e atividade microbiológica (FARIA, 2002, *apud* VAN MEERTEN *et al*, 1995). Além desses componentes, pode-se citar ainda a dissipação da pressão de líquidos e gases, que, apesar de ignorada por diversos autores de outros países (FARIA, 2002).

A determinação e o acompanhamento dos recalques nos aterros sanitários são importantes para estimar a vida útil do aterro (FARIA, 2002, *apud* EDIL *et al*, 1990), o reaproveitamento das áreas após encerramento da disposição, o projeto e implantação dos sistemas de drenagem superficial e de drenagem de efluentes, o desempenho do sistema de cobertura final e monitoramento geotécnico.

O acompanhamento dos recalques e das velocidades de recalque fornece subsídios para monitoramento da estabilidade geotécnica dos taludes. Abaixo, é descrito cada um dos mecanismos de recalques em aterros (SOWERS, 1973, *in* FARIA, 2002):

- 1) Solicitação Mecânica: distorção, dobramento, esmagamento, quebra e rearranjo dos materiais, similar ao adensamento dos solos orgânicos;
- 2) Ravinamento Interno: erosão e migração dos materiais finos para os vazios entre as partículas maiores;
- 3) Alterações Físico-químicas: corrosão, oxidação e combustão dos materiais;
- 4) Biodegradação: degradação biológica, correspondente à fermentação e degradação dos materiais, causando transferência de massa da fase sólida para as fases líquida e gasosa;
- 5) Interação: entre os diversos mecanismos. Por exemplo: a combustão espontânea do metano gerado, a partir das reações de biodegradação, devido ao calor liberado nessas ou em outras reações; ácidos orgânicos gerados a partir da biodegradação que podem corroer outros materiais; alteração do volume, devido ao mecanismo de solicitação mecânica, que pode desencadear o mecanismo de ravinamento interno; e

- 6) Dissipação das Pressões Neutras de Líquidos e Gases: representa a deformação obtida com a expulsão de líquidos e gases do interior do maciço devido a um carregamento e que demanda certo tempo, semelhante ao que ocorre no adensamento de solos.

Desses mecanismos, somente o primeiro e o último (solicitação mecânica e dissipação das pressões neutras) estão relacionados ao carregamento imposto. Os demais se relacionam com o ambiente em que se encontram os resíduos no interior do aterro e estão ligados às transformações bioquímicas.

Com relação à dissipação das pressões neutras, pode-se especular que, apesar deste mecanismo não ser o que mais influencia os recalques dos resíduos sólidos urbanos, ele deve ser mais prolongado para os resíduos no Brasil, cuja composição apresenta mais material degradável, cuja permeabilidade é ligeiramente menor, quando comparadas às dos países mais desenvolvidos.

De acordo com a maioria dos autores, o recalque de maciços sanitários independente de seus mecanismos e pode ser dividido em três fases ao longo do tempo, à semelhança de solos: compressão inicial, compressão primária e compressão secundária (WALL & ZEISS, 1995, *in* FARIA, 2002):

- i. Compressão Inicial: corresponde ao recalque que ocorre quando uma carga externa é aplicada ao aterro sanitário, geralmente associado à redução dos vazios entre partículas e dos tamanhos das partículas, devido a uma carga imposta. Este tipo de recalque é análogo à compressão elástica, que ocorre em solos, e é instantâneo, geralmente se completando logo após a disposição;

Compressão Primária: corresponde ao recalque devido à dissipação de poropressões e gases dos vazios, ocorrendo rapidamente, com finalização geralmente dentro de 30 dias após a aplicação de carga (SOWERS, 1973, *in* FARIA, 2002). TERZAGHI definiu como compressão primária (ou adensamento primário) o recalque ocorrido pela dissipação da água entre partículas de um material saturado sobre a aplicação de uma carga externa. Entretanto, este fenômeno não se aplica totalmente para os maciços de resíduos sólidos urbanos, devido aos mesmos estarem totalmente saturados; e

- ii. Compressão Secundária: deformação lenta dos componentes dos resíduos sólidos urbanos e degradação biológica. A compressão secundária é a responsável pela maior parcela dos recalques dos aterros sanitários.

MANASSERO *et al* (1996) observaram que o comportamento dos recalques de maciços sanitários é bastante semelhante ao dos solos turfosos, para os quais ocorrem recalques imediatos, acompanhados por recalques adicionais elevados com pouca ou nenhuma dissipação de pressões neutras. Entretanto, a compressão secundária dos resíduos sólidos apresenta um componente significativo, devido à decomposição biológica.

CODUTO & HUITRIC (1990), *in* FARIA (2002), apresentam uma divisão dos mecanismos de recalque, que na verdade se confundem com as fases de desenvolvimento dos recalques:

- i. Adensamento: corresponde ao mecanismo de dissipação das pressões neutras;
- ii. Compactação: corresponde ao mecanismo de sollicitação mecânica; e
- iii. Contração: corresponde aos mecanismos de “perda de sólidos”, biodegradação e alterações físico-químicas.

De forma geral, os recalques atingem 30% da espessura total inicial dos aterros sanitários (SOWERS, 1973). Entretanto, valores entre 25% e 50% são citados por WALL & ZEISS (1995), entre 10% e 25% por VAN MEERTEN *et al* (1995) e entre 20% e 25% por COUMOULOS & KORYALOS (1998).

4.5.3 Recalques Associados à Biodegradação dos Resíduos Sólidos

Um aterro de resíduos sólidos urbanos é basicamente uma obra de engenharia onde os resíduos depositados sofrem perdas em sua massa devido à decomposição e a esforços mecânicos, dando lugar a recalques, que representa uma redução na altura do lixo. Esta redução na altura é função de processos físicos, químicos e biológicos, que podem se prolongar por muitos anos. HIRATA *et al*, (1995) e MONTEIRO *et al*, (2002) *in* JUCÁ (2003) sugerem que em aterros com elevado conteúdo de resíduos orgânicos, os recalques têm uma importância relevante no estudo do comportamento e reaproveitamento de áreas.

A engenharia geotécnica convencional define recalque como a deformação vertical positiva do terreno proveniente da aplicação de cargas externas ou do seu peso próprio. No caso de aterros de resíduos sólidos urbanos estes recalques podem ser definidos como deslocamentos verticais descendentes da superfície do aterro, provocados por cargas externas, peso próprio dos resíduos ou camada de cobertura e principalmente devido aos complexos processos de degradação biológica dos resíduos

depositados, podendo ser de três tipos: imediatos ou iniciais, primários e secundários, devido a processos físicos, químicos e biológicos (JUCÁ, 2003).

Segundo WALL & ZEISS (1995), os recalques em aterros ocorrem devido à compressão inicial, a compressão primária e a secundária. A compressão imediata ou inicial é o resultado de pressões externas impostas por máquinas compactadoras no instante inicial da disposição. Conforme MOREDA (2000) *in* JUCÁ (2003), os recalques imediatos não apresentam relação alguma com a biodegradação, pois eles são instantâneos. Os recalques primários ocorrem nos primeiros trinta dias (WALL & ZEISS, 1995).

Este tipo de recalque é resultado da expulsão de líquidos e gases do interior da massa de lixo. Contudo, recalques secundários ocorrem exclusivamente devido a biodegradação. Este tipo de recalque se prolonga com o tempo e está relacionado com o decaimento biológico e a progressiva acomodação do esqueleto (JUCÁ, 2003, *apud* MOREDA, 2000; ESPINACE *et al*, 1999). Fatores tais como o conteúdo e o fluxo de umidade e a própria composição dos resíduos devem ser considerados nos recalques secundários, bem como, a compactação inicial que a massa de lixo sofreu. Esta compactação inicial permitirá um maior ou menor fluxo de umidade no interior da célula, influenciando a degradação biológica e, conseqüentemente, os recalques.

As análises dos recalques com o tempo permitiram verificar três etapas de comportamentos distintos dos recalques secundários, tanto nos recalques superficiais (placas) e mais visivelmente nos medidos em profundidades (aranhas).

A degradação da matéria orgânica é acompanhada do aumento dos vazios. Estes vazios aumentam até um determinado limite, até suportarem a carga imposta pelo próprio lixo. Com a degradação da matéria orgânica os espaços ocupados pelas partículas sólidas são convertidos em líquidos e gases, portanto os espaços ocupados pela fase sólida agora são ocupados pela fase líquida e gasosa, devido a mudanças de fase. No primeiro período ocorrem aumentos dos vazios sucessivos, devido à degradação, seguida de colapsos. Após o período de recalques intensos, tem-se um período de recalques muito pequenos ou nulos.

Outro fator que pode contribuir para este período de recalques zero é a presença de líquidos na massa de resíduos. Estes líquidos podem acumular-se nas profundidades maiores devido à precipitação. Este acúmulo de líquidos distribui as tensões de modo uniforme em todas as direções impedindo o adensamento. Nas camadas mais profundas, não há recalques por um período maior de tempo.

Os microrganismos diminuem a velocidade de degradação microbiana (cinética) pelo fato das águas que infiltram, pela camada de cobertura, permitir que o oxigênio também infiltre. Este oxigênio “extra” desestabiliza o meio anaeróbico de degradação microbiana, reduzindo assim a cinética de degradação.

Após o período de recalques nulo, novamente ocorre aceleração dos recalques, entretanto estes recalques são menores que no primeiro período. Nesta etapa, os vazios formados no período anterior, já não suportam a carga imposta, dando origem ao fenômeno de colapso, com recalques acelerados novamente.

Como pode ser observado nas análises realizadas, em um Aterro de Resíduos Sólidos, quando se querem aperfeiçoar recalques, para aumentar a capacidade de armazenamento e até mesmo para avaliar a evolução do processo de degradação dos resíduos, tem-se que interagir a engenharia moderna com os aspectos mais avançados da microbiologia e ambos com parâmetros físico-químicos, condições climáticas entre outros.

Para JUCÁ (2003) *apud* MELO *et al* (2002), a microbiologia em aterros sanitários é, sem dúvida, um tema bastante atraente, uma vez que a utilização de microrganismos, nos processos de degradação de lixo, constitui um instrumento da biotecnologia de inestimável valor.

É evidente que a capacidade microbiana de metabolizar diferentes compostos orgânicos, naturais ou sintéticos, e inorgânicos, extraindo desses compostos fontes nutricionais e energéticas, é o que possibilita o emprego desses agentes biológicos, pela engenharia, como solução aos problemas gerados pelos rejeitos lançados no meio ambiente, inclusive os recalques.

Para melhor análise dos parâmetros de compressibilidade, faz-se necessário a verificação de algumas propriedades físicas dos resíduos sólidos, obtidas através de ensaios de campo e laboratório tais como: ensaio de composição gravimétrica e volumétrica, peso específico úmido, seco e das partículas sólidas e umidade.

Capítulo V

GESTÃO MUNICIPAL DO LIXO

A má distribuição do parcelamento e da ocupação do solo urbano constitui-se em fator de depreciação da qualidade de vida, que, apesar de ser bem mais acentuada nos países de Terceiro Mundo, não constituem um privilégio destes (FARIA, 2002).

A degradação do meio ambiente urbano acarreta implicações na saúde da população, na deterioração dos serviços de transportes, educação, segurança, saneamento básico, habitação e no gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos.

Segundo ALLEN (2001), uma filosofia de gerenciamento sustentável de resíduos deve abranger os seguintes princípios básicos:

- Redução na geração dos resíduos;
- Fluxo dos resíduos na sua origem;
- Reciclagem e reuso;
- Pré-tratamento dos resíduos, a fim de minimizar a quantidade e o volume;
- Aterramento dos resíduos;
- Monitoramento e recuperação de aterros desativados;
- Cada geração tratar todo seu lixo gerado.

Segundo o Manual de Gerenciamento Integrado do IPT, o gerenciamento do lixo municipal de forma integrada “compreende um conjunto de ações normativas, operacionais, financeiras e de planejamento, que uma administração municipal desenvolve, baseado em critérios sanitários, ambientais e econômicos para coletar, tratar e dispor o lixo da sua cidade”.

O gerenciamento de resíduos sólidos domiciliares constitui-se de quatro fases, desde a geração até seu destino final: o acondicionamento, a coleta, o transporte e sua disposição final ou tratamento.

A definição do sistema de coleta deve ser feita de acordo com o lixo que será coletado, a região que será percorrida e a quantidade do lixo, de forma que o transporte desde a coleta até seu destino final considere todos os fatores e vise à racionalização e economia do sistema, bem como o melhor serviço.

No caso de cidades muito grandes pode ser necessária a instalação de Estações de Transferências, cuja função é acumular o lixo para transportá-lo, em caminhões de

maior capacidade até seu destino final, o que representa economia de combustível, manutenção e tempo de equipe de guarnição dos caminhões coletores, além da diminuição dos riscos de vazamento do lixo e do desgaste das vias de acesso.

No Brasil, o gerenciamento dos resíduos sólidos e públicos, geralmente conhecido como serviço de limpeza urbana, é de responsabilidade dos municípios, podendo ser terceirizado, conforme previsto na Constituição da República.

É importante que a gestão dos resíduos seja adequada à realidade local e que seja procurado, dentro dos critérios técnicos, econômicos e sociais, potencializarem a capacidade dos recursos públicos disponíveis.

O conjunto de ações para o gerenciamento do lixo não se resume em definir se a recuperação de recicláveis, compostagem, incineração ou aterro sanitário é a melhor técnica. Ao contrário, é necessário determinar em que proporção é mais apropriado conjugar estas técnicas e como é melhor articulá-las.

Uma provável solução para as dificuldades encontradas seria a administração plurimunicipal de centros integrados, cujo modelo operacional permitiria que dois ou mais municípios administrassem de forma compartilhada a destinação final de resíduos, mas nem sempre as municipalidades envolvidas são filiadas ao mesmo partido.

Porém a preservação ambiental e a melhoria da qualidade de vida são metas de fundamental importância e prioritárias a serem alcançadas. Com isso, tecnicamente diminui-se o número de depósitos de lixo, fonte potencial de degradação ambiental e se conduz a uma solução sócio-econômica mais viável para os municípios integrantes.

Este modelo administrativo-operacional já foi implantado com bons resultados em países como os EUA, Inglaterra e Alemanha desde os anos sessenta. No Brasil, o primeiro consórcio de municípios foi formado na região de Jundiaí. No Estado do Rio de Janeiro, os municípios de Cabo Frio, Búzios, Arraial do Cabo e São Pedro da Aldeia também optaram pela disposição integrada de resíduos. Ocorre também que um aterro situado em um município, por ter capacidade além da demanda deste, recebe resíduos dos municípios vizinhos, por intermédio de acordos entre as prefeituras.

As ações compartilhadas ou de administração comum incluem muito mais que uma simples elaboração de projetos técnicos, mas a consciência do problema e a predisposição das autoridades locais, sendo este o ponto de partida para o equacionamento da questão dos resíduos sólidos urbanos.

5.1 Aspectos Legais no Manejo dos RSU

A legislação brasileira sofreu considerável avanço nos últimos anos. Hoje existe, no cenário nacional, um amplo aparato normativo que demonstra a tutela jurídica do meio ambiente em nosso País. A limpeza urbana, o tratamento e a disposição final do lixo estão inscritos num conjunto de ações do poder local que visam o bem-estar da população e a proteção do meio ambiente.

O município, embora tenha autonomia político-administrativa, necessita, antes de tudo, observar os princípios e normas constitucionais e a legislação federal, estadual e municipal. Desse modo, os projetos e programas que envolvam o gerenciamento dos resíduos devem estar adequados às normas e às leis pertinentes. Por outro lado, será muito difícil encontrar leis que sejam abrangentes o suficiente e contemplem todos os aspectos que a questão merece, pois quando se fala hoje em resíduos sólidos devem ser ressaltados os seguintes pontos:

- Aspectos econômicos, financeiros e administrativos;
- Questões sociais, culturais e participativas da comunidade;
- Educação, saúde e saneamento;
- Poluição e contaminação do ar, água e solo; e
- Fiscalização e controle sobre produtos produzidos e comercializados.

Nesse contexto devem ser considerados alguns princípios, dentre os quais os de:

- Legalidade (art. 5-II da Constituição Federal);
- Supremacia do Interesse Público (art. 225 da Constituição Federal);
- Obrigatoriedade da Proteção Ambiental (art. 225 da Constituição Federal);
- Precaução (Princípio 15 da ECO-92);
- Reparabilidade do Dano Ambiental (art. 225 § 3º da Constituição Federal);
- Poluidor-Pagador. Segundo a Lei nº 6.938/1981, art. 14, § 1º, “o poluidor é obrigado, independentemente da existência de culpa, a indenizar ou reparar os danos causados ao meio ambiente e a terceiros afetados por sua atividade” e “quem polui, ou lucra com a atividade da qual resultou o dano, paga”; e
- Responsabilidade. A responsabilidade, nestas condições, é objetiva, i.e., independe da verificação da culpa, onde todos os envolvidos na atividade econômica são responsáveis, independentemente de culpa, proporcionalmente à sua capacidade, definido como ‘Responsabilidade Objetiva’.

A Declaração do Rio, ECO-92, em seu Princípio 16, dispôs que “as autoridades nacionais deveriam procurar fomentar a internalização dos custos ambientais e o uso de instrumentos econômicos, considerando o critério de que o contaminador deveria, em princípio, arcar com os custos da contaminação, tendo devidamente em conta o interesse público e sem distorcer o comércio nem as inversões internacionais”.

A Constituição Federal, promulgada em 1988, aborda a questão de meio ambiente, o controle da poluição e a disposição final de resíduos sólidos, de maneira abrangente, ao definir em seu artigo 225 que:

“Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para a presente e futuras gerações.

§ 1º - Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público:

V – controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente”.

A legislação federal aborda de forma genérica a questão dos resíduos, ao contrário do tratamento dado aos assuntos ligados à poluição das águas e do ar. Ela carece de complementações normativas, de forma a contemplar todos os aspectos do problema, considerados importantes. A seguir estão listados exemplos de Leis, Resoluções, Portarias, aplicáveis ao gerenciamento de resíduos sólidos urbanos:

- Portaria do Ministério do Interior n° 53, de 01/03/1979, que dispõe sobre o tratamento e disposição final de resíduos sólidos de qualquer natureza;
- Resolução CONAMA n° 1, de 23/01/1986, que dispõe sobre a elaboração do Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto Ambiental, para o licenciamento de atividades com significativo impacto ambiental;
- Resolução CONAMA n° 4, de 09/10/1995, que proíbe a instalação de atividades que se constituam “foco de atração de pássaros” em Área de Segurança Aeroportuária;
- Resolução CONAMA n° 237, de 19/12/1997, que dispõe sobre o processo de Licenciamento Ambiental, e estabelece a relação mínima das atividades ou empreendimentos sujeitos a este Licenciamento, constando o tratamento e/ou a disposição de resíduos sólidos urbanos, inclusive aqueles provenientes de fossas;
- Lei n° 9.605, de 28/01/1998, que dispõe sobre as sanções penais e administrativas, derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente e dá outras providências (conhecida como a Lei de Crimes Ambientais);

- Resolução CONAMA n° 257, de 30/06/1999, que dispõe sobre o descarte e o gerenciamento adequado de pilhas e baterias usadas, no que tange à coleta, reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final;
- Resolução CONAMA n° 258, de 26/08/1999, que obriga empresas fabricantes e importadoras de pneus a coletar e dar destinação final ambientalmente adequada, aos pneus inservíveis, existentes no território nacional, relativamente às quantidades fabricadas e/ou importadas, quando a partir de 2002, os fabricantes e importadores foram obrigados a recolher e a destruir os pneus usados que colocaram no mercado. Assim, a partir de 01/01/2002, para cada quatro pneus fabricados no Brasil ou importados, o empresário deveria reciclar um. A partir de 01/01/2003, para cada dois pneus fabricados no Brasil ou importados, o empresário deveria reciclar um. A partir 01/01/2004, para cada pneu fabricado, um deveria ser reciclado e, de 01/01/2005 em diante para quatro pneus fabricados, cinco devem ser reciclados. Além disso, ficou proibido descartar pneus em aterros sanitários, mar, rios, lagos, terrenos baldios ou alagadiços, sendo vedada também sua queima a céu aberto;
- Resolução CONAMA n° 283, de 12/07/2001, que dispõe sobre o tratamento e a destinação final dos resíduos de serviços de saúde;
- Resolução CONAMA n° 308 de 21/03/2002, que estabelece as regras para o Licenciamento Ambiental de sistemas de disposição final dos resíduos sólidos urbanos gerados em municípios de pequeno porte;
- Resolução CONAMA n° 397, de 05/07/2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil;
- Resolução CONAMA n° 316, de 29/10/2002, que dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos;
- Resolução CONAMA n° 313, de 29/10/2002, que dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais;

O grande número de diplomas legais incidentes, de diferentes épocas e instituições governamentais setoriais, sugerem uma revisão, condensação e compilação, de forma permitir, não só uma rápida e consistente identificação das diretrizes e restrições legais, como também uma maior eficácia em sua aplicação para controle e fiscalização das diversas ações inerentes à limpeza e ao saneamento básico urbano. Quanto aos instrumentos normativos e legais, observam-se sobreposições e vazios institucionais, na questão dos resíduos sólidos e no controle do uso do solo.

5.2 Visão da Gestão do Lixo no Brasil

No último levantamento realizado pelo IBGE (2000), a situação dos municípios brasileiros referentes à disposição final dos RSU, era a seguinte: 76% na forma de lixão (dispostos a céu aberto), 13% em lixão controlado (aterrado) e 10% em aterro sanitário, 0,9% tratados em usinas de compostagem e 0,1% em usinas de incineração.

Como quase 80% do lixo brasileiro era jogado a céu aberto, há no país uma dificuldade para o controle de endemias, pois os lixões fornecem condições para proliferação de vetores de doenças endêmicas, como moscas, baratas e ratos.

Além disso, o dano ambiental é grande, já que a decomposição do lixo produz o chorume, que contamina o solo, rios e lençóis freáticos, favorecendo condições de instabilidade, com escorregamentos violentos de massas de lixo em épocas de chuva.

Atualmente, a média brasileira de geração de resíduos em cidades de pequeno e médio porte está em torno de 0,5 kg/hab.dia, porém existe uma variação deste valor considerando o nível de renda da população. O consumo de material orgânico em comunidades de poder aquisitivo médio a baixo é maior, pois os costumes e hábitos da mesma são mais rústicos que os demais.

A Tabela 5.1 apresenta a população brasileira e sua distribuição regional, a quantidade de resíduos sólidos gerados diariamente e a geração por pessoa e por região. Com relação à geração por pessoa, observa-se uma grande discrepância de resultados por região, devido aos resíduos não domiciliares, sem relação direta com a população.

Tabela 5.1: Geração de Resíduos Sólidos no Brasil (JUCÁ, 2003).

	População Total		Geração de Resíduos		Geração percapita (kg/hab/dia)
	Valor	Percentual (%)	Valor	Percentual (%)	
Brasil	169.799.170		228.413	100	1,35
Norte	12.900.704	7,6	11.087	4,8	0,86
Nordeste	47.741.711	28,1	41.668	18,2	0,87
Sudeste	72.412.411	42,6	141.817	62	1,96
Sul	25.107.616	14,8	19.875	8,7	0,79
Ceste	11.636.728	6,9	14.297	6,3	1,23

Fonte: PNSB (IBGE, 2000)

A Figura 5.1 apresenta os percentuais de resíduos gerados por região, população e o PIB. Os valores do PIB e da geração de resíduos apresentam uma boa concordância, e destaca-se a Região Sudeste, que é responsável pela geração de 62% dos resíduos sólidos no País.

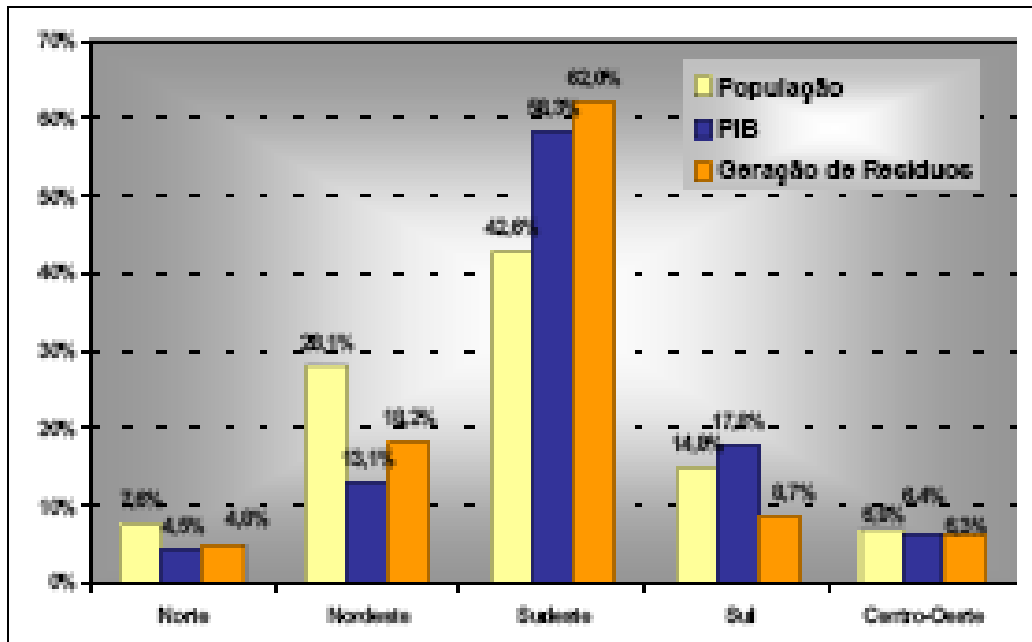


Figura 5.1: Percentual da população, PIB e lixo por região (PNSB, 2000, *in* JUCÁ, 2003).

5.2.1 Destinação Final dos Resíduos no Brasil

As Figuras 5.2(a) e 5.2(b), abaixo, apresentam a destinação final dos resíduos sólidos no Brasil, considerando o percentual por quantidade (em peso) dos resíduos e o percentual pelo número de municípios, respectivamente, de acordo com a PNSB (2000).

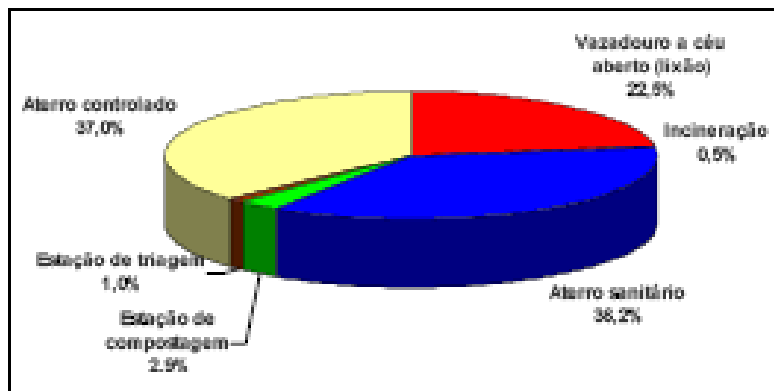


Figura 5.2(a): Destinação final dos resíduos em peso (PNSB, 2000, *in* JUCÁ, 2003).

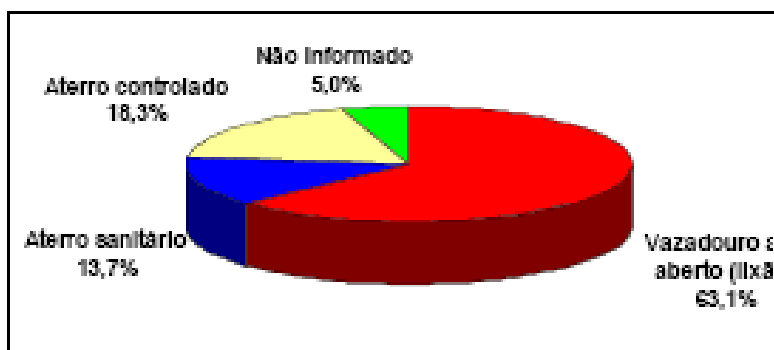


Figura 5.2(b): Destinação final dos resíduos por municípios (PNSB, 2000, *in* JUCÁ, 2003).

Estas figuras mostram uma situação exageradamente favorável no que se refere à quantidade de lixo vazado nas unidades de destinação final, pois aproximadamente 73,2% de todo o lixo coletado no Brasil estaria tendo um destino final adequado, em aterros sanitários ou controlados. Porém quando se analisam as informações tomando-se por base, o número de municípios, o resultado já não é tão favorável, pois 63,1% deles informam que depositam seus resíduos em lixões e apenas 13,7% declaram que possuem aterros sanitários. Por outro lado, dos 5.561 municípios brasileiros, 73,1% têm população inferior 20.000 habitantes. Nestes municípios, 68,5% dos resíduos gerados são vazados em locais inadequados.

A Tabela 5.2 apresenta os tipos de tratamento e destinação final dos resíduos sólidos por região brasileira, de acordo com a PNSB (2000).

Tabela 5.2: Tipo da destinação final em percentual (PNSB, 2000, *in* JUCÁ, 2003).

	Brasil	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste
Vazadouro a céu aberto	21,3	57,2	48,3	9,8	25,9	22
Aterro controlado	37	28,3	14,6	46,5	24,3	32,8
Aterro sanitário	36,2	13,3	36,2	37,1	40,5	38,8
Estação de compostagem	2,9	0	0,2	3,8	1,7	4,8
Estação de triagem	1	0	0,2	0,9	4,2	0,5
Incineração	0,5	0,1	0,1	0,7	0,2	0,2
Locais não-fixos	0,5	0,9	0,3	0,6	0,6	0,7
Outra	0,7	0,2	0,1	0,7	2,6	0,2

5.2.2 Aterros Sanitários no Brasil

No Brasil, como foi visto nos tópicos anteriores, já existe um número significativo de aterros sanitários, principalmente nas Regiões Sudeste e Sul. Por outro lado, nas demais regiões, este tipo de destinação final é praticamente inexistente. A grande dificuldade reside nos custos de operação de um aterro sanitário, que pressupõem tratamento adequado de líquidos e gases efluentes, além de todos os demais cuidados previstos nas normas técnicas pertinentes.

Vale ressaltar que as normas brasileiras de aterros de resíduos foram elaboradas, em sua maioria, há duas décadas e praticamente não incorporaram os conceitos mais recentes de geotecnia ambiental ou mesmo de biotecnologia (JUCÁ, 2003).

Os aterros sanitários existentes no país são operados pela iniciativa privada, contratada pelas prefeituras ou empresas municipais, sob a forma de terceirização. Neste sentido, as prefeituras pagam pela quantidade, em peso, de lixo depositado no aterro (R\$/tonelada). A Tabela 5.3 apresenta tipos de aterros, formas de gestão e os custos de operação de alguns aterros brasileiros.

Tabela 5.3: Tipo e Custos da Destinação final no Brasil (JUCÁ, 2003)

CIDADE	TIPO DISPOSIÇÃO FINAL	GESTÃO	RS/Ton
Recife-PE	Aterro Controlado da Muribeca	Municipal	6,04 ¹
Biguaçu - SC	Aterro Sanitário da Formaco	Terceirizada	Não informado
Rio de Janeiro-RJ	Aterro Controlado de Gramacho	Terceirizada	5,06 ¹
Rio de Janeiro-RJ	Aterro Controlado Zona Oeste	Municipal	6,78 ¹
Fortaleza-CE	Aterro Sanitário de Caucaia	Terceirizada	5,80 ¹
Fortaleza-CE	Aterro Sanitário de Aquiraz	Terceirizada	7,20 ¹
Goiania-GO	Aterro Controlado de Goiania	Terceirizada	10,00 ¹
Belo Horizonte-MG	Aterro Remediado de BH	Municipal	10,82 ¹
Porto Alegre-RS	Aterro Sanitário da Extrema	Municipal	18,00 ²
Porto Alegre - RS	Aterro Sanitário Metropolitano Santa Tecla	Municipal	18,00 ²
Itaquaquecetuba - SP	Aterro Sanitário de Itaquaquecetuba	Terceirizada	Não informado
Mauá- SP	Aterro Sanitário de Mauá	Terceirizada	Não informado
São Paulo-SP	Aterro Sanitário São João	Terceirizada	18,00 ¹
Santo André-SP	Aterro Sanitário	Municipal	13,00 ¹
União da Vitória-PR	Aterro Sanitário	Municipal	17,46 ¹
Salvador-BA	Aterro Sanitário Metropolitano	Municipal	15,00 ¹
Palmas - TO	Aterro Sanitário	Municipal	7,89 ²
Araguaína - TO	Aterro Sanitário	Municipal	41,67 ²
Guarai-TO	Aterro Sanitário	Municipal	33,33 ²
João Pessoa-PB	Aterro Controlado	Municipal	4,00 ²

¹ Dados fornecidos em março de 2001

² Dados fornecidos em agosto de 2002

Mais recentemente tem-se observado, em alguns municípios brasileiros, uma tendência a um regime de concessão dos serviços por um período mais longo, superior a 15 anos, onde as empresas concessionárias fazem o investimento com o projeto, licenciamento e infra-estrutura necessária à operação do aterro sanitário, podendo cobrar seus serviços à prefeitura ou diretamente aos usuários.

5.3 O Modelo de Gestão do Lixo Municipal

Existem inúmeros modelos para uma gestão integrada do lixo. Nesta infinidade de opções, nenhuma sugestão ou consultoria substitui o conhecimento que está nos cidadãos e em sua administração municipal.

Desse modo, o diagnóstico da situação é essencial para a definição de um modelo de gestão. O diagnóstico de qualquer situação só pode ocorrer após o levantamento de vários dados, de modo a se conhecer a dimensão atual do problema, os prognósticos para o futuro e os recursos humanos, materiais e financeiros, que se dispõem ou poderão se obter.

Algumas ações, não rigorosamente nessa ordem, são consideradas prioritárias para o estabelecimento de um modelo de Gestão Integrada do Lixo, tais como:

- Coletar todo lixo gerado de responsabilidade da Prefeitura;
- Dar um destino final adequado para todo o lixo coletado;
- Buscar formas de segregação e tratamento para o lixo do município. Considerar que essas formas só darão resultados positivos e duradouros se responderem a claros requisitos ambientais e econômicos;
- Fazer campanhas e implantar programas voltados à sensibilização e conscientização da população no sentido de manter a limpeza da cidade; e
- Incentivar medidas que visem diminuir a geração de lixo.

5.3.1 Plano Diretor de Gerenciamento Integrado do Lixo Municipal

O Plano de Gerenciamento Integrado do Lixo Municipal, também denominado Plano Diretor do Lixo Municipal e Plano de Gestão do Lixo Municipal, é um documento que aponta e estabelece ações (com metas a serem alcançadas) relativas ao seu manejo, contemplando os aspectos referentes à geração, segregação, acondicionamento, coleta, (convencional ou seletiva), armazenamento, transporte, tratamento e disposição final, bem como proteção à saúde pública (IPT, 2000).

Para cada ação a ser realizada, existe uma gama variada de alternativas possíveis, tanto com relação aos locais (de aterro, estações de transbordo, usinas de tratamento, unidades de educação ambiental), como às técnico-operacionais (rotas de coleta, sistema de coleta, sistema de triagem).

É bom lembrar que as ações regionalizadas ampliam os benefícios e reduzem os custos. Assim, parcerias, consórcios ou qualquer outra forma de solução conjunta é sempre viável. A seleção das melhores alternativas é feita utilizando-se quatro critérios:

- a) Econômico-financeiro – para definir razoavelmente, custos mínimos, taxa de retorno, custo/benefício e viabilidade financeira e tarifária do negócio;
- b) Ambiental – para assegurar que em todas as soluções adotadas, os recursos naturais (água, ar, solo, flora e fauna) do município e da região estejam sendo preservados e protegidos;
- c) Social – para estabelecer índices sobre efeitos positivos da saúde, segurança, educação, e de manutenção de geração de emprego, renda, lazer, ascensão social e outros benefícios, expressos de modo equitativo, notadamente na população afetada, pela inserção regional da alternativa;
- d) Político-gerencial – para aperfeiçoar modelos alternativos de cooperação, parcerias e acordos compensatórios, necessários à inserção regional da alternativa proposta, assegurando a receptividade, apoio e boa convivência com entidades e comunidades presentes na área geográfica influenciada.

A Figura 5.3 a seguir apresenta um esquema que pode ser seguido na definição do Plano de Gestão do Lixo Municipal:

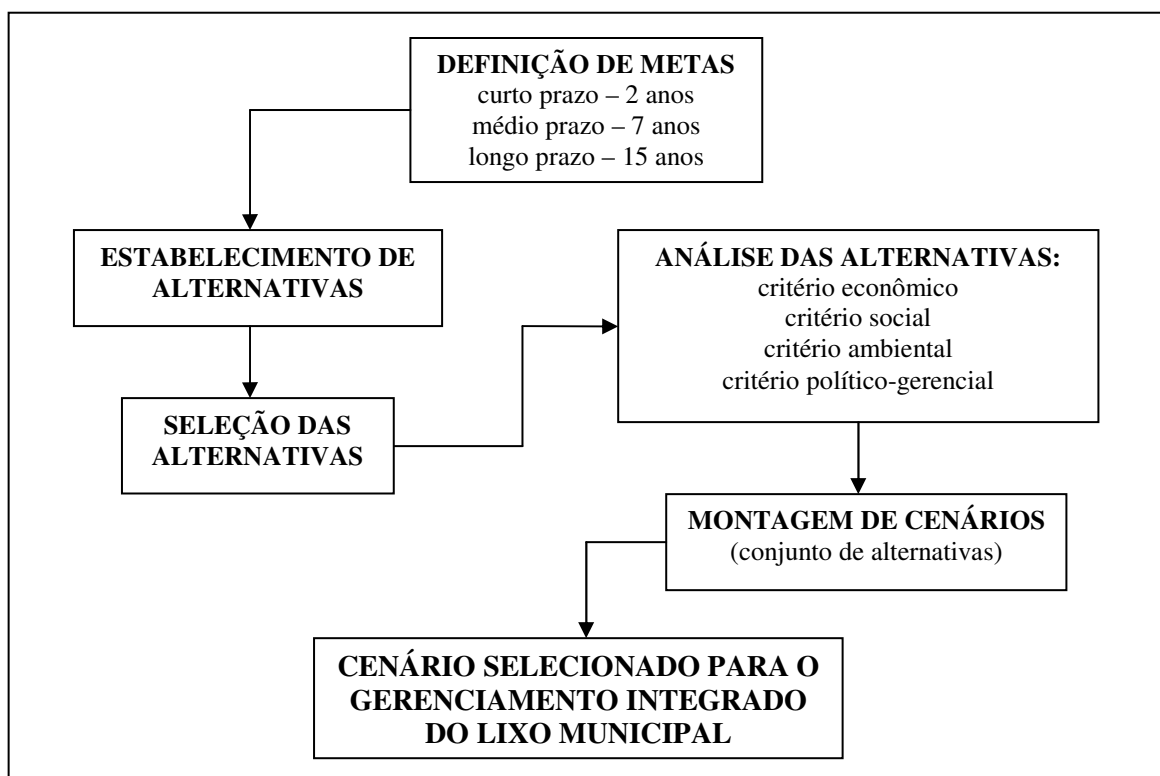


Figura 5.3: Roteiro para estabelecimento do Plano Diretor de Gerenciamento Integrado do Lixo Municipal (CUNHA *et al*, 1999, *in* IPT, 2000).

5.3.1.1 O Estudo do Ciclo de Vida do Lixo

O Estudo do Ciclo de Vida (Life Cycle Assessment – LCA) se apresenta como uma técnica de grande importância. Nela implica o levantamento de informações relativas a produtos ou serviços e seus respectivos impactos, com base nas variáveis de entrada e saída, considerando o consumo de matérias-primas, energia e seus efeitos associados, que provocam emissões para o ar, água e solo.

É um processo que consiste de várias etapas, que podem ser assim descritas:

- Definição dos objetivos e metas, que consiste no estabelecimento de uma linha mestra para o estudo, definindo os pontos que serão considerados, as unidades funcionais para comparação e as fronteiras do sistema, i.e., o que será incluído ou omitido na avaliação. Nesta etapa, é definida a profundidade e a extensão do estudo;
- Inventário, que considera todo o material e energia que entra e sai durante as várias fases do ciclo de vida do produto ou serviço; a soma do inventário destas fases é o inventário do ciclo de vida completo. Nesta etapa, a coleta de dados confiáveis, ou seja, procedentes de fontes idôneas, é imprescindível;
- Avaliação e interpretação dos impactos, que consiste em converter os dados do inventário em impactos global, continental, regional ou local, e na interpretação destes, a qual é de certo modo subjetiva embora apoiada em bases técnicas.

A Figura 5.4 a seguir ilustra o conjunto de possibilidades que a administração municipal pode considerar na composição das ações para a montagem do seu Plano Diretor do Lixo Municipal. É importante destacar que as ações para a coleta de lixo e para a disposição final devem ocorrer na seqüência mostrada.

Cabe enfatizar que o Plano Diretor deve estipular também os procedimentos de melhoria contínua dos serviços prestados, para cada uma das ações definidas, e que sua implementação deve ser compatível com as necessidades e as possibilidades de cada município, devendo ser periodicamente reavaliado, redefinido e implementado em níveis sucessivamente mais evoluídos de compromisso e adequação ambiental.

A execução das ações planejada, de forma racional e integrada, propiciará o gerenciamento adequado do lixo, um dos serviços de maior visibilidade por seus efeitos imediatos, a limpeza da cidade e a proteção do meio ambiente traduzindo-se em boa aceitação da administração municipal por parte da população, assegurando saúde, bem-estar e economia de recursos públicos, além de vir ao encontro de um desejo maior que é a melhoria da qualidade de vida da geração atual e das futuras.

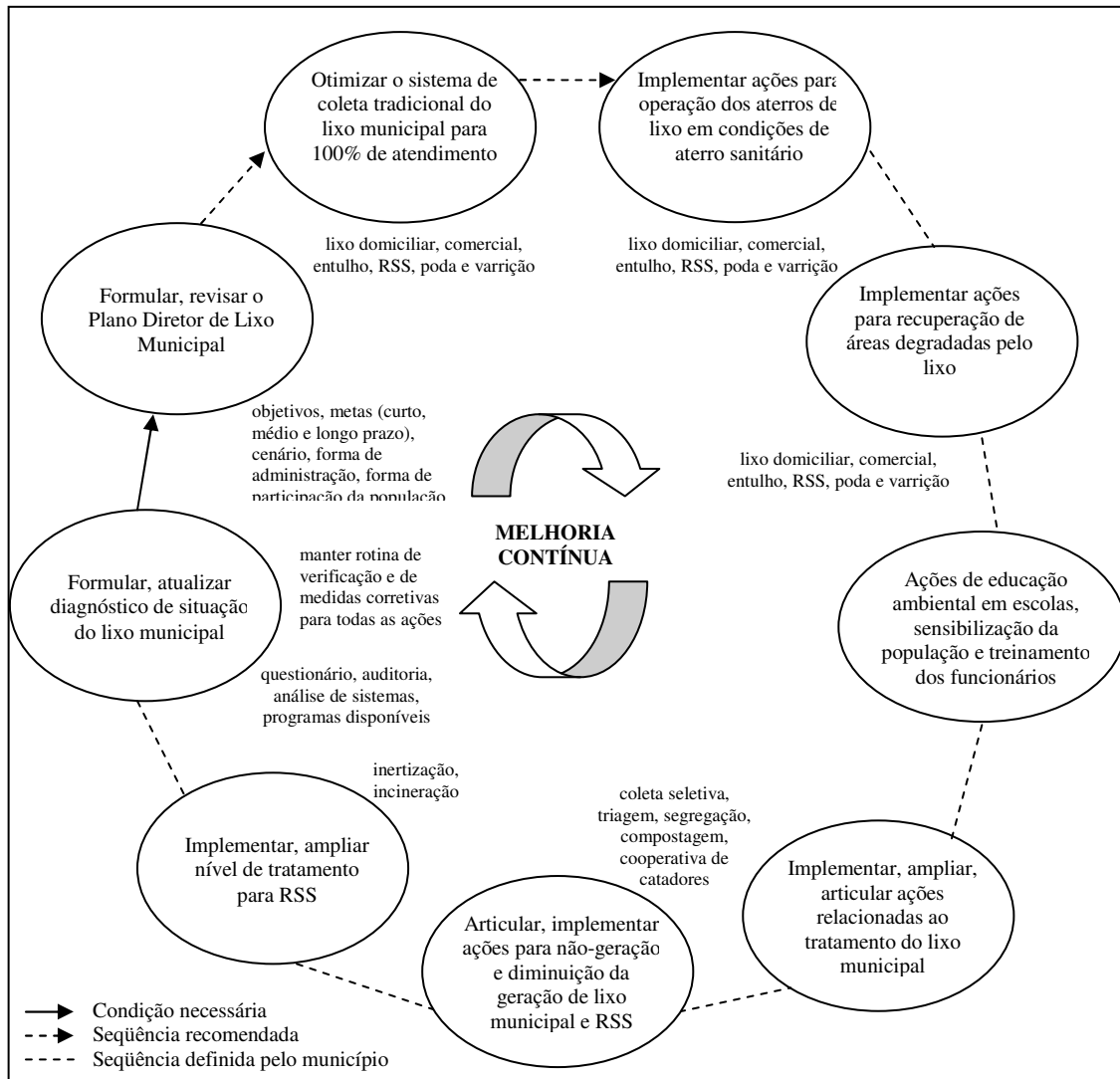


Figura 5.4: Ciclo do Plano Diretor de Gerenciamento Integrado do Lixo Municipal (IPT, 2000)

5.3.2 Avaliação da Situação Atual do Lixo no Município

Para a definição do procedimento mais adequado para a disposição do lixo, deve-se partir de um diagnóstico da situação atual do município, considerando-se aspectos como tipo, origem e quantidade de lixo produzido, tratamentos existentes e características dos locais onde esse lixo é disposto.

A avaliação do local de disposição de lixo do município visa conhecer as condições favoráveis e desfavoráveis existentes e priorizar as medidas eventualmente necessárias. Essas deficiências na adequação dos aterros de resíduos podem ser de origem sanitária, ambiental e operacional, devendo esta ordem ser priorizada para intervenção e soluções, respectivamente.

5.3.2.1 Problemas Sanitários

As deficiências de ordem sanitária, freqüentemente encontradas, são: fogo, fumaça, odor, vetores de doença, tanto os macrovetores (cachorros, gatos, ratos, urubus, pombos, etc.) como microvetores (moscas, mosquitos, bactérias, fungos, etc.).

É importante que esse fator seja o primeiro a ser considerado, evitando-se, principalmente, problemas diretamente ligados à saúde pública. As ações necessárias podem ser assim definidas:

- Movimentação e Conformação da Massa de Lixo: visa à regularização do material disposto, de acordo com a especificação do projeto;
- Eliminação de Fogo e Fumaça: obtida mediante cobertura do lixo (diária, intermediária e final), podendo-se utilizar o solo local, ou importado de outras áreas, e mesmo em nível emergencial, o lixo já estabilizado como material de cobertura;
- Delimitação da Área de Operação: como se sabe, a geração de percolado é o principal impacto ambiental negativo de um local de disposição de resíduos. Da mesma forma, sabe-se que a pluviometria é sua principal causadora (pois, ao migrar pelo aterro, incorpora o chorume da decomposição e dissolve elementos do próprio lixo). Assim, fica evidente que quanto menor for o espalhamento superficial do lixo, menor será a área de lixo exposta à ação das chuvas e menor será a quantidade de percolado gerado. Ainda, próximas às áreas de operação, deverão ser instaladas defensas para impedir o arraste do lixo pelo evento. É fundamental que se defina uma frente de trabalho pequena e que se adotem medidas para que ela seja obedecida, evitando-se o espalhamento lateral do lixo. Outro aspecto essencial é a delimitação da área do aterro sanitário, que poderá ser executada com itens de isolamento e proteção (valas, diques de terra, cercas, etc.), impedindo a entrada de pessoas e de animais;
- Limpeza da Área de Domínio: em decorrência do exposto no item anterior, a área que não está sendo utilizada deverá ser limpa, sendo removido o lixo ali eventualmente existente, agrupando-o na área principal de operação, permitindo menor espalhamento e condições mais adequadas de aproveitamento do local.

5.3.2.2 Problemas Ambientais

Quanto às de ordem ambiental, os aspectos geralmente presentes são: poluição do ar, poluição das águas superficiais e subterrâneas, poluição do solo e prejuízo à estética e paisagem local. Os problemas ambientais são aqueles que afetam indiretamente a saúde pública. O aspecto ambiental exige:

- Drenagem de Águas Pluviais: a área de contribuição de águas superficiais do aterro deve ser isolada (diques, canaletas, tubulações, etc.), de modo a evitar a entrada de água nas áreas já aterradas com o lixo. Locais com nível d'água raso poderão, ainda, exigir drenagem subterrânea para impedir que água do freático venha a entrar em contato com o lixo. Outra tarefa importante é a separação das águas superficiais (não-contaminadas) das águas que percolam pelo aterro (contaminadas);
- Drenagem de Biogás e Percolado da Massa de Lixo: com a utilização de equipamento adequado (retro-escavadeira), deverão ser abertas valas na massa de lixo para a instalação de drenos de percolado e biogás. Todas as drenagens de líquidos percolados devem ser direcionadas para um tanque de acumulação, para o início das operações de tratamento. O volume e as características do tanque deverão ser definidos em projeto, bem como o tipo de tratamento do percolado. No caso do biogás, recomenda-se sua recuperação energética, uma vez que o biogás apresenta concentrações iniciais de metano em torno de 40% (alguns meses após o aterramento), estabilizando-se em valores em torno de 60 a 65% (em um a dois anos após aterramento). O poder calorífico do metano é de 5.800 kcal/Nm³;
- Arborização em torno da Área (Cinturão Verde): a finalidade é evitar impactos visuais negativos ao público externo e também otimizar a dispersão de odores. É necessário o plantio de árvores e arbustos de pequeno e médio porte, preferencialmente nativas, para se conseguir uma barreira de isolamento compacta, desde a base até o topo, evitando-se o chamado efeito paliteiro, típico de barreiras vegetais constituídas por eucaliptos adultos;
- Cuidados para Evitar a Contaminação de Águas Subterrâneas: as novas fases do aterro, ou seja, as novas frentes de operação deverão, na medida da necessidade local, receber camada de impermeabilização basal. Na concepção da camada impermeabilizante, em nível de projeto, são especificadas as espessuras e as condições de compactação que fornecerão a permeabilidade e a proteção requeridas. Os locais onde os materiais de empréstimo serão obtidos devem ser apontados.

5.3.2.3 Problemas Operacionais

Quanto às deficiências operacionais, podem ocorrer: vias de acessos intransitáveis durante as épocas de chuvas, falta de controle da área (ausência de cercas e de vigilância, presença de catadores), descontrole dos resíduos recebidos (não adoção de procedimentos para inspeção, pesagem, etc.), ausência de critérios para disposição do lixo no solo (frente de trabalho maior que o recomendável, manejo impróprio do lixo). Estes aspectos estão diretamente relacionados ao manejo do lixo, ou seja, às formas e condições da operação cotidiana na disposição dos resíduos sólidos do aterro.

Após a preparação da nova fase, sob condições de aterro sanitário, as áreas que já haviam recebido lixo deverão ser tratadas. Concomitantemente, deve-se planejar a melhoria das vias internas de acesso, considerando-se aspectos como geometria do traçado e material adequado para o pavimento, de modo a possibilitar o trânsito de veículos sob quaisquer condições de tempo.

O controle da área exige medidas como a presença de vigilância contínua e a implantação de cercas para evitar a entrada de animais e de pessoas estranhas ao empreendimento (catadores, por exemplo).

A recuperação de materiais recicláveis não deve ocorrer na área do aterro, muito menos em sua frente de operação. Devem ser projetados locais ou programas minimamente estruturados, caso haja alguma intenção mais conseqüente a esse respeito.

A frente de trabalho, na área de descarga, deve ser a mínima necessária, devendo receber cobertura diária de fina camada de solo (não superior a 20 cm), de modo a não prejudicar a vida útil do aterro.

Para o controle da disposição, o projeto deve prever a instalação de balança rodoviária na entrada do aterro. Onde não for viável esta possibilidade, os resíduos deverão ser pesados, utilizando-se outra balança rodoviária disponível no município.

É também conveniente que o resíduo seja inspecionado na entrada, com o objetivo de se evitar a entrada de materiais incompatíveis, tais como resíduos perigosos, que devem ser dispostos em aterros industriais (mais complexos), ou resíduos inertes, que podem ser dispostos em aterros de inertes (mais simplificados). Outro objetivo dessa operação é a determinação da composição física do lixo recebido.

5.3.3 Decisão do Futuro da Disposição do Lixo no Município

A continuidade de operação (com sua adequação) ou a necessidade de fechamento de um local de disposição de lixo municipal (com viabilização de nova área) deve ser avaliada com base em um conjunto de critérios, dentre os quais:

- adequação ambiental, considerando-se a legislação ambiental vigente (ver item 5.2);
- aptidão natural do terreno, avaliada em função de características como geologia, geotecnia, hidrogeologia, biota, tendências de uso e ocupação do solo nos entornos da área, conflitos de uso do solo existentes;
- vida útil remanescente, determinada com base no volume de lixo a ser disposto, área efetiva disponível (considerando-se restrições de uso e as áreas já utilizadas) e projeto geométrico mais adequado à utilização do local;
- histórico de operação, incluindo-se aspectos como volume e, principalmente, tipos de lixo recebidos, infra-estrutura existente (impermeabilização de base, drenagens, sistemas de tratamento de percolado e biogás, isolamento, etc.), condições de operação praticadas no passado (compactação, cobertura, etc.);
- distância aos centros produtores de lixo e estado de conservação das vias de acesso;
- infra-estrutura, mão-de-obra e equipamentos necessários à sua adequada operação;
- possibilidade de expansão em área contígua ao atual local de disposição;
- existência de áreas alternativas e tempo necessário para viabilizar o novo aterro;
- disponibilidade de recursos financeiros.

A partir do diagnóstico da atual área de disposição de lixo do município, a tomada de decisão pode ser ilustrada conforme a Figura 5.5. Dessas alternativas de saída apresentadas, as três básicas são:

- Encerramento e Remediação: compreende o processo que objetiva reduzir, ao máximo possível, os impactos ambientais negativos causados pela deposição (ou pelo término da vida útil do local) do lixo, considerando-se a decisão de encerrar a operação, estabilizar e destinar a área a uma utilização adequada no futuro;
- Adequação de Aterro Existente: Trata-se de processo que visa o aperfeiçoamento progressivo de área de disposição de lixo, habilitando-a a condição a mais próxima possível das de um aterro sanitário, ao longo de toda sua vida útil (vide item 5.4.2);
- Viabilização de Novo Aterro Sanitário: compreende tanto as atividades para a viabilização de um novo local para o aterro sanitário como a concepção e elaboração de projeto para sua instalação, operação e encerramento.

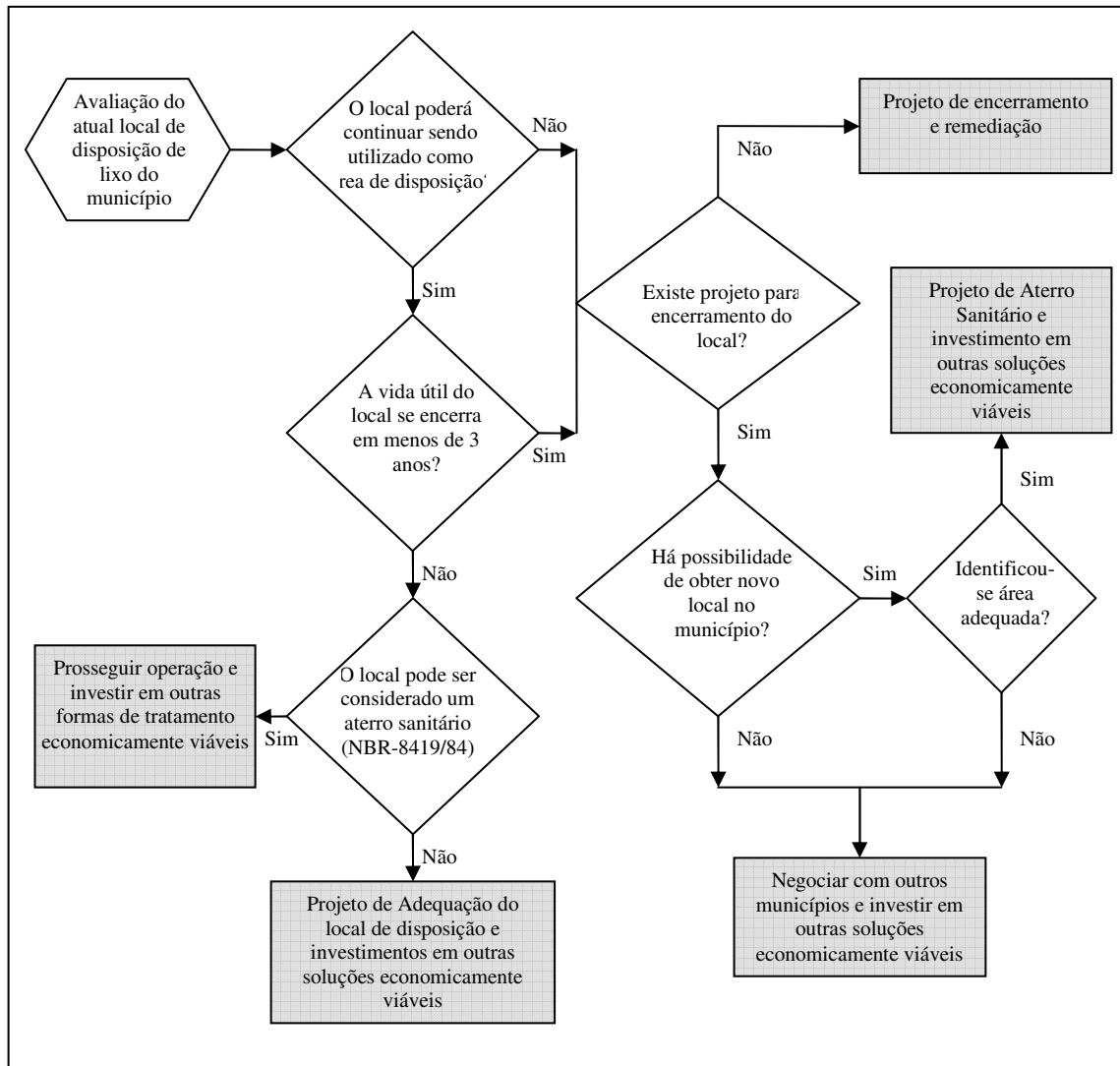


Figura 5.5: Fluxograma de decisões sobre a disposição de resíduos do município (IPT, 2000)

5.3.3.1 Remediação e Fechamento de Lixões

Os locais de disposição que tenham que ser encerrados, por motivos ambientais ou de vida útil, deverão ser tratados de maneira a minimizar eventuais impactos sanitários e ambientais instalados ou potenciais.

Para tanto, deverão ser definidas as ações para o término da operação e, caso necessário, para a remediação do local, estabelecendo-se prioridade para as ações que demandem menores investimentos e prazos e que atuem sobre os impactos mais significativos. As ações devem ser realizadas de modo que o fechamento e remediação não inviabilizem a disposição do lixo, no curto prazo, enquanto se viabiliza um novo aterro para o município.

Em um lixão ou em um aterro sanitário que deva ser desativado, a meta é estabilizá-lo física, química e biologicamente e, após esta estabilização (período geralmente não inferior a 10 ou 15 anos após encerramento da disposição final do lixo), destiná-lo a um uso compatível. Algumas ações são necessárias como atividades intermediárias para o fechamento de um lixão, dentre as quais:

- eliminação de fogo e fumaça;
- delimitação da área;
- limpeza da área de domínio;
- movimentação e conformação da massa de lixo;
- cobertura final;
- drenagem das águas superficiais;
- drenagem de biogás e percolado da massa de lixo;
- coleta e tratamento de biogás e percolado;
- monitoramento geotécnico e ambiental
- manutenção das estruturas do aterro de resíduos;
- projeto paisagístico e de uso futuro da área.

Quanto à cobertura definitiva, deve ser destacada ainda, a necessidade de adequação ao uso futuro da área, além de ser projetada e executada de maneira a atender aos requisitos de isolar o lixo do meio ambiente, impedir a infiltração de chuvas (o que aumentaria o volume de percolado) e impedir a saída não-controlada do biogás.

Na definição e projeto da remediação, as diversas concepções devem ser escolhidas, levando-se em conta aspectos como a expectativa de tempo necessário para o término da movimentação da massa de resíduos (deslocamentos horizontais e verticais) e o início da utilização pós-estabilização projetada para o local.

A alternativa de remoção do material deve ser avaliada com cuidado, pois poderá gerar a migração de contaminantes diversos, devido às alterações nas condições vigentes no interior do aterro.

Dependendo das condições hidrogeológicas locais, poderão ser necessárias obras para rebaixamento do lençol freático, mantendo-se o lixo fora de sua área de influência.

5.4 Tratamento e Disposição Final do Lixo

Neste tópico, serão apresentadas definições básicas, discutidas formas de avaliação, dos locais de disposição, de projeto e fornecidas orientações para as decisões técnicas e administrativas necessárias a um adequado gerenciamento dos resíduos sólidos municipais. Em verdade, várias são as formas de processamento e disposição final aplicáveis ao lixo urbano. Na maioria das vezes, ocorrem associadas. As mais conhecidas serão apresentadas nos tópicos a seguir.

A destinação ou disposição final, como o próprio nome sugere, é a última fase de um sistema de limpeza urbana. Geralmente esta operação é efetuada imediatamente após a coleta. Em alguns casos, entretanto, antes de ser disposto, o lixo é processado, isto é, sofre algum tipo de beneficiamento, visando melhores resultados econômicos, sanitários e ambientais.

Quando o processamento tem por objetivo fundamental a diminuição dos inconvenientes sanitários ao homem e ao meio ambiente, diz-se então que o lixo foi submetido a um tratamento.

5.4.1 Compactação

É um processamento que reduz o volume inicial de lixo de 1/3 a 1/5, favorecendo o seu posterior transporte e disposição final. Isto pode se dar nas estações de transferência.

5.4.2 Trituração

Consiste na redução da granulometria dos resíduos, através de emprego de moinhos trituradores, objetivando diminuir o seu volume e favorecer o seu tratamento e disposição final. Também pode ocorrer em estações de transferência.

5.4.3 Incineração

Este processo visa à queima controlada do lixo em fornos projetados para transformar totalmente os resíduos em material inerte, propiciando também uma redução de volume e de peso.

O material remanescente da incineração dos resíduos é em geral composto por gases como dióxido de carbono (CO_2), dióxido de enxofre (SO_2), nitrogênio (N_2), gás inerte proveniente do ar, utilizado como fonte de oxigênio e do próprio lixo, oxigênio (O_2), proveniente do ar em excesso, que não consegue ser completamente queimado, água (H_2O), cinza e escórias, constituídas de metais ferrosos e inertes (LIMA, 1995).

Quando a combustão é incompleta, pode aparecer monóxido de carbono (CO) e particulados – carbono finamente dividido, lançado na atmosfera como fuligem.

De uma maneira geral, são adotados dois tipos básicos de incineração: convencional e com recuperação de energia. Neste último caso, utiliza-se um gerador de vapor, colocado no caminho dos gases da combustão, com objetivo de aproveitar considerável parcela de energia térmica neles contida, através do esfriamento dos gases.

Do ponto de vista sanitário é excelente. As desvantagens são os altos custos de instalação e operação, além dos riscos de poluição atmosférica, quando o equipamento não for adequadamente projetado e operado. Devido a este último fato, este processo que vem caindo gradativamente em desuso, devido às conseqüências ambientais do lançamento de gases e partículas, necessitando-se de filtros especiais para o tratamento desses efluentes da combustão, que encarecem o processo.

5.4.4 Compostagem

Trata-se de um método para decomposição do material orgânico existente no lixo, sob condições adequadas, através de processos físicos, químicos e biológicos, em uma matéria orgânica mais estável e resistente à ação das espécies consumidoras. Este processo ocorre pela ação de microorganismos, existentes no próprio lixo, que vão decompondo a matéria orgânica mais complexa em produtos finais mais simples (LIMA, 1991). A matéria orgânica presente no lixo sofre decomposição aeróbia e anaeróbia. O produto composto pode ainda ser utilizado como adubo na agricultura.

Apesar de ser considerado um método de tratamento, a compostagem também pode ser entendida como um processo de destinação final do material orgânico presente no lixo e, seu composto, seu produto de reciclagem (FARIA, 2002, *apud* PEREIRA & LELIS, 1999). Isto porque possibilita enorme redução da quantidade de material a ser disposto no aterro sanitário, ou seja, somente o que for rejeitado no processamento.

Existem vários sistemas de compostagem, que se utilizam dos princípios físicos e biológicos, diferenciando-se quanto aos equipamentos, forma de disposição, entre

outras características. Mesmo havendo vários sistemas, todos eles apresentam duas fases distintas: o tratamento físico e o tratamento biológico.

O tratamento físico destina-se ao preparo dos resíduos, favorecendo a ação biológica. Nesta etapa, os resíduos sofrem processo de separação manual e/ou mecânica, onde a fração inorgânica é retirada da massa. A seguir, os resíduos restantes são gradualmente triturados, homogeneizados e enviados para leiras que permanecem de 90 a 120 dias. Pode-se adicionar lodo de estações de tratamento de esgotos a fim de acelerar o processo.

No Brasil, um país de origem agrícola, há pouca tradição na produção de compostos orgânicos, existindo um número reduzido destes sistemas em operação. Na verdade, o sistema de tratamento através da compostagem é carente de estudos precisos para sua implantação e otimização e, quando feita em casa, pode gerar vetores como insetos, ratos e até urubus. O processo de compostagem deve estar, sempre que possível, associado a um sistema de recuperação dos subprodutos recicláveis presentes no lixo.

5.4.5 Reciclagem

É o processo pelo qual um material é separado do lixo e reintroduzido no ciclo produtivo como matéria-prima e transformado em novo produto, seja igual ou semelhante ao anterior e podendo assumir características distintas das iniciais.

A reciclagem dos materiais recuperáveis no lixo urbano tem cada vez maior aceitação no mundo. As vantagens econômicas, sociais, sanitárias e ambientais sobre os outros métodos são evidentes.

O processo de reciclagem envolve, em princípio, a etapa de coleta de lixo que quando é precedida de separação realizada nos domicílios, é chamada de coleta seletiva e, em caso contrário, é chamada coleta usual.

A próxima etapa é a triagem, que consiste numa separação, só que de maneira mais detalhada. Isso acontece principalmente com os plásticos e os papéis, que apresentam grande diversidade e devem ser classificados, por exemplo, no caso de plásticos, como canetas, brinquedos, telefones, potes, fraldas, etc.

Segundo REMEDIO *et al* (2002), os filmes plásticos, por serem altamente volumosos, tornam-se um problema para a disposição final dos RSU, contribuindo para a redução da vida útil de aterros. Porém, este material apresenta um grande potencial para a reciclagem.

Após a separação, os materiais são beneficiados e acondicionados. Os metais e papéis são prensados e enfardados, os vidros são triturados, os plásticos são lavados e transformados em pequenas pelotas (FARIA, 2002, *apud* NAHAS *et al*, 1996). Tanto a triagem como o beneficiamento e o acondicionamento são realizados em locais especificamente destinados a estas finalidades, sendo chamados de Centros de Reciclagem, ou de Triagem.

Em seguida, os materiais são armazenados para distribuição às indústrias recicladoras. A última etapa acontece no próprio processo industrial, através do aproveitamento dos materiais para produção de bens, tanto os dirigidos para o consumidor final quanto os destinados ao processamento industrial intermediário.

Este processo poupa os recursos naturais e constitui importante forma de recuperação energética, especialmente quando associado a um sistema de compostagem. Apenas alguns componentes do lixo urbano não podem ser reaproveitados. É o caso de louças, pedras e restos de aparelhos sanitários, que até o momento, pelo menos, não tem nenhum aproveitamento econômico. Outros são considerados resíduos perigosos, como restos de tinta e pilhas, por exemplo, e devem ser separados para evitar a contaminação do composto. Dependendo das características regionais, a reciclagem pode representar um fator importante de redução de custos dentro do sistema de limpeza urbana.

Outro importante aspecto a ser lembrado é que, devido à má distribuição de renda no país e à exclusão social de um contingente cada vez maior de pessoas, a reciclagem torna-se uma alternativa de renda para muitos desempregados. O catador ambulante é um personagem importante, que contribui informalmente com a coleta seletiva, reduzindo os gastos com a limpeza pública. Tem-se registro dessa atividade no Brasil há pelo menos 100 anos. No início do século XX, os garrafeiros já recolhiam de porta em porta vasilhames e garrafas para o reaproveitamento e/ou reciclagem do vidro. A partir dos anos 50, a atividade de catação começou a se diversificar com a reciclagem de outros materiais (FARIA, 2002).

Por esses motivos, o processo de reciclagem é de grande importância nos dias atuais. Através dele, pode-se diminuir consideravelmente o peso e o volume dos resíduos que são encaminhados aos aterros. O retorno financeiro do processo pode viabilizar as soluções para gerenciamento dos resíduos sólidos, tendo em vista, que as taxas são insuficientes para pagar o dispêndio do serviço.

5.4.6 Aterros

A rigor, é o único método de disposição final propriamente dito. Consiste basicamente na:

- a) compactação dos resíduos em camadas sobre o solo, com o uso de trator de esteira;
- b) o seu recobrimento com uma camada de terra ou outro material inerte;
- c) adoção de procedimentos para proteção do meio ambiente.

5.4.6.1 Lixão

É uma forma inadequada de disposição dos resíduos sólidos municipais, que se caracteriza pela simples descarga sobre o solo, sem medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública. O mesmo que descarga de resíduos a céu aberto ou vazadouro, conforme Figura 5.6 abaixo.



Figura 5.6: Lixão (Foto: Aterro 10)

Os resíduos lançados acarretam problemas à saúde pública, como ploriferação de vetores de doenças (moscas, mosquitos, baratas, ratos, etc.), geração de maus odores e, principalmente, poluição do solo e das águas subterrânea e superficial, pela infiltração

do chorume – líquido de cor preta, mal cheiroso e de elevado potencial poluidor, produzido pela decomposição da matéria orgânica contida no lixo (NBR 8419:1984).

Acrescenta-se a esta situação o total descontrole dos tipos de resíduos recebidos nestes locais, verificando-se até mesmo a disposição de dejetos originados de serviços de saúde e de indústrias. Comumente ainda, associam-se aos lixões a criação de animais e a presença de pessoas (catadores), os quais, algumas vezes residem no próprio local.

5.4.6.2 Aterro Controlado

É uma técnica de disposição de resíduos sólidos municipais no solo, sem causar danos ou riscos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais negativos (Figura 5.7). Esse método utiliza alguns princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos, cobrindo-os com uma camada de material inerte na conclusão de cada jornada de trabalho.



Figura 5.7: Aterro Controlado (Foto: Aterro 03)

Esta forma de disposição produz poluição, porém localizada, pois, similarmente ao aterro sanitário, a área de disposição é minimizada. Geralmente, não dispõe de impermeabilização de base (comprometendo a qualidade das águas subterrâneas), nem de sistemas de tratamento de percolato (mistura entre o chorume, produzido pela decomposição do lixo, e a água de chuva que percola o aterro) ou do biogás gerado.

5.4.6.3 Aterro Sanitário

É um processo utilizado para a disposição de resíduos sólidos no solo, particularmente lixo domiciliar que, fundamentado em critérios de engenharia e normas operacionais específicas, permite um confinamento seguro em termos de controle de poluição ambiental e proteção à saúde pública. Ou forma de disposição final de resíduos sólidos urbanos no solo, mediante confinamento em camadas cobertas com material inerte, geralmente solo (Figura 5.8), segundo normas específicas, para evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, minimizando os impactos ambientais negativos.



Figura 5.8: Aterro Sanitário (Foto: Aterro 07)

Neste processo procura-se compactar e impedir a exposição dos resíduos ao ar livre, mediante cobertura. A compactação visa reduzir o volume de resíduo sólido, aumentar a estabilidade do maciço de lixo e prolongar a vida útil do aterro. O recobrimento minimiza os odores emanados dos resíduos em decomposição, evita incêndios e impede a proliferação de vetores nocivos do ponto de vista sanitário.

A proposta desta dissertação se baseia no fato de que a classificação de Aterro Sanitário, de acordo com os critérios dos índices de qualidade já estudados (IQR e IQA), não garante uma operação ambientalmente correta na disposição final dos RSU. Esta técnica será apresentada com maior riqueza de detalhes no Capítulo VI.

5.4.6.4 Aterro Industrial

Destinado à disposição de resíduos Classe I (perigosos). No Rio de Janeiro há poucos locais para disposição. A maioria destes é disposta em locais pouco adequados ou é mandado para fora do Estado. Uma exceção é o Aterro Industrial da Bayer (Figura 5.9), em Belford Roxo, RJ, administrado pela TRIBEL Tratamento de Resíduos Industriais de Belford Roxo S.A., empresa com certificação ISO 9001 e ISO 14001.



Figura 5.9: Sistema integrado de proteção ambiental em Aterro Industrial (TRIBEL, 2005).

Deve haver uma intervenção cuidadosa, em que a disposição deste resíduo deve levar em consideração os tipos de materiais, sem haver a mistura de determinados tipos, a fim de evitar uma possível reação entre eles. Geralmente estes resíduos já vêm caracterizados da própria indústria, que é obrigada a apresentar seus dados.

A caracterização é importante porque além do problema da disposição dos resíduos há o problema do reaproveitamento, como no caso da produção de cimento.

5.5 Problemas do Tratamento e Disposição Final Inadequados

As grandes cidades, densamente ocupadas e conurbadas, que no Brasil hoje já compõem 17 regiões metropolitanas, apresentam problemas semelhantes que desconhecem os limites municipais, tais como:

- Escassez ou inexistência de áreas para disposição final do lixo;
- Conflitos de usos do solo, com a população estabelecida no entorno das instalações de tratamento, aterros e lixões;
- Exportação de lixo a municípios vizinhos, gerando resistências;
- Lixões e aterros operados de forma inadequada, poluindo recursos hídricos.

Há várias maneiras erradas de disposição final do lixo sendo praticadas pelas cidades brasileiras. Elas refletem o desconhecimento dos aspectos sanitários e ambientais envolvidos, o despreparo técnico e a falta de recursos econômicos da maioria dos municípios para enfrentar o problema. O que se faz, nestes casos, é “dar sumiço” no lixo, se possível, escondendo-o da vista da população.

O acúmulo de resíduos expostos, sem destino final adequado, é responsável por vários problemas ambientais, tais como:

- A proliferação de vetores transmissores de doenças, tais como os ratos que são vetores de peste bubônica e leptospirose, e moscas, que transmitem a poliomielite; os casos de triquinose são freqüentes quando porcos se alimentam do lixo; além disso, transferem ao homem a toxoplasmose, cujo agente infeccioso pode ser encontrado também nos urubus;
- A contaminação dos corpos hídricos superficiais e/ou subterrâneas presentes nas áreas de acúmulo e adjacências, comprometendo sua potabilidade e seu uso doméstico;
- A poluição atmosférica causada pela queima proposital do lixo com o intuito de diminuir o volume ou pelo desprendimento de gases, gerando maus odores;
- A desvalorização imobiliária dos terrenos no entorno destas áreas de acúmulo, que ainda provoca o deslocamento dos catadores de lixo para o local;
- Perdas de matéria-prima e energia causadas pelo não aproveitamento de produtos recicláveis, além de matéria orgânica, através do composto;
- Impacto na Taxa de Degradação; e
- Os riscos de deslizamento de encostas devido ao acúmulo inadequado de lixo, dentre outros problemas geotécnicos, causados pela falta de monitoramento;

A Figura 5.10 apresenta os principais riscos e problemas geotécnicos relacionados à operação de aterros de resíduos sólidos, por exemplo:

- 1) Escorregamento ao longo dos sistemas de drenagem e impermeabilização;
- 2) Ruptura, local e global, e deslizamento da encosta;
- 3) Ruptura da base;
- 4) Deslizamentos em diversos pontos de operação do aterro;
- 5) Tensões de espalhamento na base;
- 6) Estabilidade de barreiras de contenção;
- 7) Estabilidade das bermas do entorno;
- 8) Recalques do subsolo de fundação;
- 9) Recalques na massa de resíduos;
- 10) Recalques diferenciais;
- 11) Deslocamentos laterais;
- 12) Estabilidade e pressões em tubos de drenagem de gases e suas conexões;
- 13) Estabilidade e pressões na tubulação do sistema de drenagem de percolados;
- 14) Rupturas locais pela decomposição de pequenas massas de resíduos; e
- 15) Efeitos de aterros adicionais.

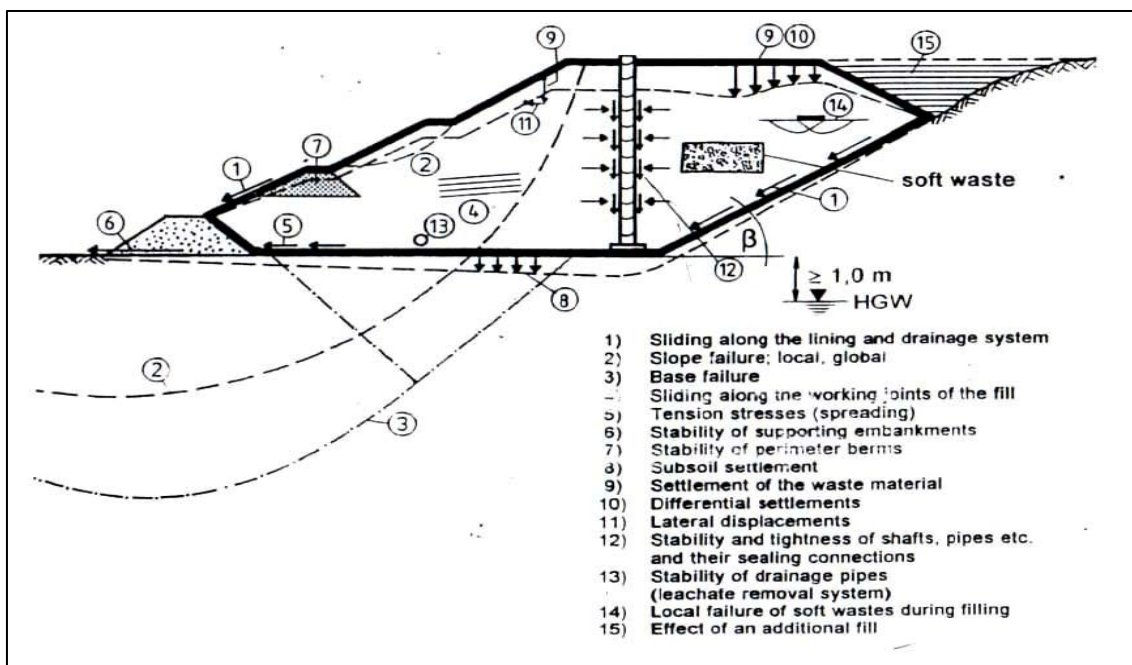


Figura 5.10: Possíveis problemas geotécnicos em aterros de resíduos (ALMEIDA, 2002).

Quanto aos impactos negativos na degradação, ALLEN (2001) afirma que a vedação do lixo inibe sua decomposição e prolonga consideravelmente sua atividade. A falha mais crítica nos atuais enquadramentos de aterros é a interpretação incorreta de

que a vedação do aterro de resíduos em um sistema de impermeabilização artificial irá, pela diminuição da produção de lixiviados e gás, proteger o meio ambiente. De fato, o contrário é mais provável de ser o caso. Pelo isolamento do lixo dos agentes naturais de degradação, particularmente a água, mantendo o lixo seco, as taxas de degradação dentro do lixo diminuirão, desse modo prolongando a atividade do lixo e inibindo sua estabilização a um estado inerte. A estabilização do lixo resulta dos processos de degradação que, quer ocorram por mais de décadas ou séculos, envolvem a mesma produção de lixiviados e gases. Permanentemente, isolando o lixo, com a ameaça resultante ao meio ambiente, será necessário um período infinito de monitoramento. Além disso, a prevenção da infiltração das águas pluviais, de modo minimizar a produção de lixiviados, induz a geração de um lixiviado tóxico altamente concentrado, que em contato com a membrana artificial de proteção por um longo período, pode causar um efeito extremamente corrosivo na membrana, levando a sua inutilidade.

O que se tornou claro na pesquisa da degradação do lixo, é a importância crítica do teor de umidade na promoção da atividade microbiana. Para aumentar o teor de umidade, alguns métodos de lavagem periódica do lixo com água, referidos a irrigação interna, devem ser perfeitos, uma solução sendo a recirculação de lixiviado. Esta, contudo, requer a instalação de um sofisticado sistema de irrigação interna, e os problemas de eficiência da recirculação permanecem (ALLEN, 2001). Parece algo absurdo que a entrada de água pluvial no lixo é inibida por vedação, enquanto um outro sistema de irrigação interna deve ser construído dentro do aterro, destinado a executar o que poderia ser alcançado naturalmente.

Capítulo VI

ATERRO SANITÁRIO

Este capítulo apresenta as orientações para a disposição final do lixo municipal no solo de forma adequada, especificamente pela técnica de aterro sanitário.

Como já discutido nos capítulos anteriores, o crescimento populacional vem contribuindo para o aumento da produção de resíduos, que precisam ser descartados para dar lugar a novos bens de consumo, formando um ciclo que é fonte potencial do crescimento econômico dos países ricos, empobrecimento dos países menos desenvolvidos e uma conseqüente degradação do meio ambiente, em especial nos países mais pobres. Assim, considera-se a disposição do lixo como etapa final deste ciclo, onde os produtos mobilizados pelo homem, para satisfação de suas necessidades, são devolvidos ao meio ambiente de que proveio, de forma nociva a natureza, dadas às transformações que sofreram pela industrialização.

Historicamente, o aterro sanitário tem sido a técnica mais econômica e mais aceitável ambientalmente em todo o mundo, em virtude de sua relativa simplicidade de execução e de seu baixo custo de implantação e operação (FARIA, 2002).

Porém, tem se comprovado que, com o advento das novas tecnologias empregadas na implantação e na operação dos aterros, a viabilidade financeira tem se tornado um aspecto de peso na decisão das administrações públicas, que preferem adiar a solução do problema do tratamento de seus resíduos ou simplesmente ignorá-lo.

Antes da destinação final do lixo, o material a ser disposto pode passar por ações que visam reduzir sua quantidade e sua periculosidade. A necessidade de tratamento do lixo surge devido aos seguintes fatores:

- escassez de áreas para destinação adequada;
- inertização de materiais sépticos;
- disputa de áreas remanescentes com as populações da periferia;
- valorização dos componentes do lixo, conservando os recursos naturais; e
- geração de valor agregado com o planejamento do tratamento adequado.

Com isso, o aterro sanitário é, sem dúvida, uma interessante alternativa para países em desenvolvimento. Atualmente, 15% das cidades brasileiras solucionam seu problema de disposição final adotando essa técnica e 20% tentam implantar o mesmo sistema, através de mecanismos de controle.

6.1 Definição e Classificação

Dentre as definições para aterro sanitário, sem dúvida uma das mais abrangentes é a da ASCE (Sociedade Americana de Engenheiros Civis): “Aterro Sanitário é uma técnica para a disposição do lixo no solo, sem causar nenhum prejuízo ao meio ambiente e sem causar dano ou perigo à saúde e à segurança pública, técnica esta que utiliza princípios de Engenharia para acumular o lixo na menor área possível, reduzindo seu volume ao mínimo, e cobrindo-o com uma capa de terra com a frequência necessária, pelo menos ao fim de cada dia”.

Segundo a ABNT NBR 8419:1984, o aterro sanitário “é uma técnica de disposição dos resíduos sólidos no solo, sem causar danos à saúde e à segurança pública, minimizando os impactos ambientais; método este que utiliza princípios de engenharia para confinar resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-lo ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou em intervalos menores, se necessário”.

O Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT, 2000), define esta técnica de forma mais objetiva, sendo “o local onde o lixo deve ser purificado, tratado, minimizando o impacto negativo ao meio ambiente”.

A seguir, são listadas definições de termos empregados em um aterro sanitário:

- Célula: termo usado para descrever o volume de material depositado no aterro sanitário durante um período de operação, usualmente de um dia. Uma célula inclui os resíduos sólidos depositados e a camada de terra de cobertura;
- Camada de cobertura: camada de solo ou outro material, utilizado para cobrir os resíduos ao final de cada período de operação. A função da camada de cobertura é impedir o espalhamento dos resíduos pela ação do vento, evitar mau cheiro, prevenir vetores de doenças, como ratos e moscas, e, principalmente, controlar a entrada de água no corpo do aterro durante a operação;
- Chorume: líquido de cor preta, mal cheiroso e de elevado potencial poluidor, produzido pela decomposição da matéria orgânica contida no lixo (NBR 8419:84);
- Percolado: mistura entre o chorume e a água de chuva que percola o aterro;
- Gás de aterro: é a mistura de gases existente no aterro. É formada por metano (CH_4) e dióxido de carbono (CO_2), principais produtos da decomposição anaeróbia da fração orgânica dos resíduos, além de outros componentes, como oxigênio (O_2), nitrogênio atmosférico (N_2), amônia (NH_4) e traços de compostos orgânicos.

Os aterros podem ser classificados conforme a técnica de operação ou pela forma de disposição final, através dos riscos causados à saúde pública e ao meio ambiente, em:

1. Aterro Comum: caracterizados pela simples descarga de lixo, sem qualquer tratamento, também denominados lixões, lixeiras, vazadouros, etc. Este método de disposição é o mais prejudicial ao homem e ao meio ambiente, devido à ocorrência de vetores, maus odores, da poluição do solo, das águas subterrâneas e superficiais, do descontrole dos resíduos recebidos e de catadores; todavia ainda é o mais utilizado no Brasil (em número de municípios) e nos países em desenvolvimento. Não atendem às normas técnicas, ambientais e de saúde pública;
2. Aterro Controlado: uma variável da prática anterior, em que o lixo recebe cobertura diária de material inerte. Esta cobertura, entretanto, é realizada de forma aleatória, não resolvendo satisfatoriamente os problemas de poluição gerados pelo lixo, uma vez que os mecanismos de coleta e tratamento de líquido e gases não funcionam conforme as normas pertinentes.

No Brasil, a existência de aterros controlados advém do fato de que, em muitas cidades a implantação e operação de um aterro, adotando-se seus princípios básicos, ainda que simplificados, tornam-se inviáveis, técnica e economicamente, em face da escassez de recursos ou do desinteresse das administrações públicas em dar uma solução definitiva para o problema. Assim, as melhores condições técnicas e sanitárias são postas de lado, e a disposição do lixo passa a ser feita no solo, apenas com as exigências mínimas indispensáveis a um controle em bases aceitáveis, ou seja, o lixo é depositado e compactado, seu recobrimento é feito com a maior frequência possível e, na maioria dos casos, é previsto um sistema de drenagem de águas superficiais;

3. Aterro Sanitário: definido anteriormente, são aqueles executados, segundo os critérios e normas de engenharia e atendem aos padrões de segurança, particularmente para condicionamento do lixo domiciliar. Nos aterros sanitários, são construídos sistemas de drenagem periférica e superficial das águas pluviais e ainda controlados e tratados todos os efluentes líquidos e gasosos (gases provenientes da decomposição da matéria orgânica que devem ser captados e queimados, podendo ainda ser utilizados como fonte de energia). Para implantação de um aterro sanitário é preciso uma área adequada, cujas condições naturais protejam os recursos

ambientais, ou que possa ser preparada para isto, através de uma camada impermeabilizante no fundo, com sistemas de tratamento para o lixiviado drenado.

No cotidiano, existe uma resistência para o uso adequado dessa classificação. Normalmente, o termo aterro está vinculado à disposição dos resíduos sólidos no solo, independente da qualidade de operação percebida (FARIA, 2002).

6.2 Vantagens e Desvantagens

As principais vantagens deste sistema são:

- Os baixos custos de implantação e de operação, bom para países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil;
- A possibilidade de utilização de mão-de-obra não especializada;
- A recuperação de áreas inundáveis para a formação de locais de recreação;
- A aceitação de qualquer tipo de resíduo, inclusive perigosos, desde que projetados e construídos para tal finalidade;
- A possibilidade de recuperar gás, para a geração de energia e, atualmente, investimentos financeiros, pela venda de créditos de carbono;
- A capacidade de absorver grande quantidade de resíduos (comparando-se aos demais métodos);
- Não exige equipamentos especiais que não sejam unidades componentes de qualquer administração municipal;
- Permite o controle de vetores;
- A transformação do material degradável em estabilizado natural e biologicamente;

Em contrapartida, as principais desvantagens deste sistema são:

- A dificuldade de áreas adequadas, próximas aos centros de produção dos resíduos;
- Os custos de transporte para áreas disponíveis;
- A dificuldade de obtenção de materiais para a cobertura das células;
- A necessidade de controle contínuo (evitando sua transformação num vazadouro);
- A necessidade de se encontrar outra área após o esgotamento;
- A produção de chorume;
- A possível poluição das águas superficiais e dos lençóis subterrâneos pelo chorume;
- A formação de gases nocivos e de odor desagradável;

Segundo ALMEIDA (2002), as principais vantagens e desvantagens na elaboração e execução de projetos de Aterros Sanitários podem ser observadas na Tabela 6.1, a seguir.

Tabela 6.1: Vantagens e desvantagens em projetos de Aterros Sanitários (ALMEIDA, 2002).

Projeto	Vantagens	Desvantagens
Baseado no desempenho	<ul style="list-style-type: none"> – uso de conceitos do estado-da-arte em projeto, estimulando a pesquisa – análise mais detalhada do projeto por órgãos reguladores – barreiras podem ser otimizadas para as condições do local, evitando projeto inseguro ou conservativo 	<ul style="list-style-type: none"> – possibilidade de debate se conceitos do estado-da-arte sem suficiente prova devem ser utilizados – dificuldade de análise por parte de órgãos reguladores insuficientemente capacitados – número de parâmetros envolvidos pode tornar preferível projeto conservativo
Prescritivo (Normas)	<ul style="list-style-type: none"> – Para o órgão regulador: minimiza trabalho para aprovação do projeto. – Para proponente: facilita obtenção da aprovação do projeto. – Proteção mínima ao meio ambiente é assegurada 	<ul style="list-style-type: none"> – especificações podem não ser suficientes para assegurar minimização do impacto ambiental em casos de hidrogeologia complexa. – uso de barreiras super-dimensionadas em casos de hidrogeologia favorável e/ou baixa toxicidade do resíduo.

6.3 Aspectos Técnicos de Implantação

A prática da boa engenharia recomenda que a implantação de um aterro sanitário seja precedida de uma série de estudos técnicos que vão desde levantamentos básicos para a escolha do local mais adequado até a elaboração do projeto e por fim planos de execução do aterro.

Deve-se ter sempre em vista a importância das características do meio físico da área para instalação do aterro sanitário. Uma área adequada significa menores gastos com preparo, operação e encerramento, mas fundamentalmente significa menores riscos ao meio ambiente e à saúde pública, além de evitar eventuais transtornos decorrentes da oposição popular.

As atividades de viabilização de áreas para instalação de aterros sanitários exigem a interação de vários fatores, os quais devem manter o equilíbrio entre os aspectos sociais e políticos, as alterações no meio ambiente e os custos inerentes ao empreendimento.

Antes de analisar os itens relacionados aos aspectos técnicos, devem ser levantados os seguintes dados gerais: população do município e suas projeções; características do lixo, determinando a contribuição de cada fonte de produção

(quantificando o lixo municipal em domiciliar, comercial, especial e inerte); e informações sobre o sistema de coleta e transporte atualmente praticado. Essas informações propiciam o desenvolvimento de cálculos de geração diária, em função da estimativa de crescimento populacional e da eficiência do sistema de coleta.

A partir do volume de lixo do município e do tipo do resíduo, calcula-se a célula diária de lixo, que permite determinar a área necessária para o aterro ao longo de sua vida útil, o tipo de operação a ser adotada e a dimensão da área de empréstimo.

Considerando h , a altura da célula (m); v , o volume de resíduos da célula (m^3), igual à geração de lixo (t/dia), dividida pela densidade do lixo compactado (valor médio de γ é $0,7 \text{ t/m}^3$); p , o talude da rampa de trabalho ($p = 3$); I , a profundidade da célula (m); b , a frente de operação (m); A , a área a ser coberta com terra (m^2); as dimensões da célula de lixo podem ser estimadas pelas fórmulas (IPT/CEMPRE, 2000):

$$\boxed{h = (v / p^2)^{1/3}} \Rightarrow \boxed{I = b = (v / h)^{1/2} = (pv)^{1/3}} \Rightarrow \boxed{A = b^2 + 2bhp}$$

Com base nessas informações, pode-se então avaliar a viabilidade da implantação do Aterro Sanitário, mediante um estudo interdisciplinar, considerando os aspectos técnicos e ambientais, relacionados a seguir:

- 1) Distância em relação à área urbana: um local apropriado para um aterro sanitário deve estar afastado da aglomeração urbana a uma distância mínima de 2 km (raio de vô das moscas e mosquitos em geral) para não provocar incômodos aos moradores, tais como odores, fumaça, poeira, barulho de manobras de caminhões, presença de vetores;
- 2) Distância dos centros geradores de lixo: entendendo-se como centro gerador de lixo, locais de transbordo ou centro atendido, recomenda-se que a área deva estar situada distante de residências, porém o mais próximo possível do centro de geração do lixo, diminuindo as despesas com transporte e aumentando a produtividade da coleta. Sendo assim a distância ideal não deve ser superior a 30 km, em viagem de ida e volta. Valores superiores a este tornam antieconômico o transporte direto com os caminhões coletores, criando-se a necessidade de estações de transferência. A coleta de lixo é por definição uma grande operação de transporte e tem seu custo, já elevado, significativamente acrescido à medida que aumentam as distâncias entre os pontos de coleta e os aterros sanitários;
- 3) Dados topográficos: são informações sobre a compartimentação geomorfológica e características das unidades que compõem o relevo (colinas, encostas, talwegues etc.) e

sobre declividade dos terrenos e os principais processos atuantes na região, como: erosão, escorregamento, inundação etc. É um dos fatores mais relevantes na escolha do local, pois há uma relação muito grande entre o relevo e a ampliação dos problemas ambientais. Assim sendo, o terreno deve ter conformação e topografia compatíveis, sendo preferencial os locais de baixa declividade a fim de minimizar o escoamento de águas superficiais para o aterro. Por outro lado, a ocorrência de uma elevação ou desnível natural facilita a construção de células de lixo no empreendimento.

O relevo ou topografia, que denota a configuração da superfície da Terra, é um importante fator no processo evolutivo do solo. A sua influência na formação do solo e no desenvolvimento do perfil é marcante (VIEIRA, 1975).

VIEIRA *apud* ZAKAROV (1975), com relação ao processo de formação do solo, distinguiu dois tipos de topografia, que ele chamou de Macrotopografia ou Macrorrelevo e Microtopografia ou Microrrelevo.

O Macrorrelevo é a disposição geral da região, é o relevo dos países e continentes. Já o microrrelevo compreende as mudanças locais da topografia, o que determina condições diversas das ditadas pelo clima, microrrelevo, etc., originando solos completamente diferentes.

A própria variação de topografia origina uma seqüência de perfis geneticamente ligados entre si, mas diferenciados por características morfológicas. Assim, os solos formados nas partes altas diferem dos das encostas e estes, por sua vez, dos das baixadas. Isto vem condicionar denominações especiais a estes solos, de acordo com sua situação topográfica, podendo ser Eluviais, Coluviais e Aluviais.

- 4) Dados geológico-geotécnicos: são informações sobre as características, distribuição e ocorrência de materiais que compõem o substrato dos terrenos e das principais feições estruturais (foliações, falhas e fraturas). Estudos sobre condutividade hidráulica, pH, capacidade de troca catiônica, salinidade, fator de retardamento são importantes para avaliar o tipo de interação solo-contaminante. A condutividade hidráulica é um atributo fundamental na análise do terreno para uso como aterro sanitário, material ideal para liner (baixa condutividade hidráulica), para coberturas. Os principais aspectos relevantes nesse estudo são: tipos de rocha existentes na região, distribuição das unidades geológico-geotécnicos, avaliação da capacidade de carga e deformabilidade do terreno de fundação, análise das condições de estabilidade do maciço e suscetibilidade de erosão e determinação das feições estruturais (foliação, falhas e fraturas), incluindo a posição das fronteiras geológicas;

- 5) Dados pedológicos: são informações sobre as características e a distribuição dos solos, ocorrentes na região estudada, a identificação dos tipos de solo mais apropriados para material de empréstimo, avaliação da suscetibilidade de ocorrência de processos erosivos (sulcos, ravinas e boçorocas) na região. O solo considerado apropriado é aquele de fácil escavabilidade e de textura argilo-arenosas (baixa capacidade de infiltração), que combina boa capacidade de depuração da argila a resistência de carga da areia. Recomenda-se solo com textura argilosa para impermeabilização da base do aterro e para a cobertura final. Já para a utilização na cobertura diária e intermediária, o solo mais apropriado é o silto-argiloso, que além de apresentar uma fácil escavabilidade, conjuga baixa capacidade de infiltração e boa resistência de carga;
- 6) Dados higrogeológicos: conjunto de informações sobre o comportamento natural da dinâmica e química das águas subterrâneas e superficiais. Deve ser feito levantamento da posição e qualidade do lençol freático e das zonas de recarga das águas subterrâneas, verificando a estratificação da subsuperfície. Em geral quanto mais profundo for o nível d'água, teoricamente mais protegido estará o aquífero, uma vez que se terá maior espessura não saturada para que se processem as depurações físicas, químicas e biológicas dos fluidos que infiltram verticalmente e, ainda, maior será a zona aeróbia do solo, a qual é importante para a atenuação de poluentes (CONSONI, 1993, *in* FARIA, 2002). O nível do lençol freático depende essencialmente da frequência e da intensidade das chuvas, da evapotranspiração, bem como da permeabilidade e da topografia da região: em zonas áridas, o nível freático está situado a maior profundidade que nos climas úmidos. Em relação à topografia, o lençol freático é mais superficial nas terras baixas, coincidindo com a superfície dos cursos d'água permanentes, situando-se a maior profundidade nos divisores de água. Recomenda-se uma distância de 3 metros entre o fundo do aterro e o lençol freático (para solos argilosos e argilo-arenosos);
- 7) Dados hidrológicos: conjunto de informações sobre os principais mananciais, bacias e corpos d'água de interesse ao abastecimento público, assim como informações sobre as áreas de proteção de manancial. Recomendam-se distâncias superiores a 200 metros entre o local do aterro e os corpos d'água superficiais.
- 8) Clima: estudos sobre o regime de chuvas e precipitação pluviométrica, incidência solar, evaporação e evapotranspiração, umidade do ar e sobre a intensidade e direção

predominante dos ventos, que deve ser em sentido contrário à aglomeração urbana, com o intuito de evitar o espalhamento dos resíduos ainda não aterrados e incômodos causados pela incidência de odores desagradáveis. Áreas muito chuvosas podem prejudicar o acesso ao local escolhido;

- 9) Jazidas: é importante que seja feita a avaliação da disponibilidade de material de cobertura diária (qualidade e quantidade). a proximidade de jazidas de terra é muito aconselhável, para que haja sempre abundância de material de cobertura, especialmente quando não for recomendado o método de trincheira. O material de cobertura indicado é aquele cuja composição apresenta 50% a 60% de areia e o restante uma mistura equilibrada entre silte e argila. Em geral, é necessário 1 m³ de terra para 6 t de lixo. Atualmente outros materiais, como lodo de drenagem e esgoto, vêm sendo empregados com sucesso como cobertura, bem como material inerte, produto da decomposição do lixo sob forma aeróbia (tecnologia alemã, trazida para o Brasil pela Faber Ambar);
- 10) Acesso: É desejável existir sempre mais de uma via de acesso e evitar-se ao máximo atravessar zonas residenciais. O volume de tráfego nas estradas de acesso também precisa ser estudado, dando-se preferência àquelas de fluxo de tráfego desimpedido, sendo necessário que o planejamento do transporte considere e se interaja de forma adequada à malha viária existente. Para uma correta operação do aterro, é necessário que as vias de acesso estejam em perfeitas condições durante todo o período de operação, evitando-se assim que os trabalhos sejam prejudicados por um eventual impedimento dos caminhões chegarem ao seu destino final;
- 11) Capacidade volumétrica: a área escolhida para implantar o aterro deve ter sua vida útil estimada em mais de 20 anos. Menos que isso, o empreendimento passa a tornar-se inviável economicamente, devido aos altos custos de implantação principalmente das instalações auxiliares. Como já dito anteriormente, a projeção futura da quantidade de lixo a ser disposta no aterro sanitário é fator preponderante para o dimensionamento da área de disposição. Também se deve considerar a significativa capacidade volumétrica adicional gerada por recalques, que em alguns casos podem chegar a uma ampliação na ordem de 33%;
- 12) Valor da área: informações sobre o uso e ocupação dos terrenos, isto é, distinguir e delimitar, claramente, a vocação econômica de uma localidade, determinando o valor da terra, a integração da localidade à malha viária e infra-estrutura e

aceitabilidade da população. É também saber se o uso do solo na região comporta a presença do aterro e se a área não é de propriedade pública;

- 13) Flora e fauna: o local escolhido não deve causar danos à ecologia, não havendo impactos sobre a fauna e a flora. A questão ecológica tem que se considerada. Assim a fauna e a flora existentes devem ser analisadas e respeitadas de forma que a disposição de resíduos sólidos na região não interfira de maneira negativa, minimizando o impacto ambiental;
- 14) Custo reduzido de instalação: o aterro de lixo não é prioridade na alocação de recursos financeiros. Sendo assim, seu orçamento deve atender a disponibilidade financeira de cada município;
- 15) Avaliação das disposições legais de zoneamento: refere-se às informações sobre as leis ambientais de âmbito federal, estadual e municipal. É importante que haja uma descrição detalhada do uso e ocupação do solo da região onde será instalado o aterro sanitário. A área selecionada deve estar situada em local em que esta atividade seja permitida pelo zoneamento ambiental do município não podendo ser próximas de aeroportos, em áreas de proteção ambiental, de proteção de mananciais, em parques, reservas, áreas tombadas etc.;
- 16) Anteprojeto: visa o levantamento de parâmetros básicos para elaboração do projeto definitivo; é incluído obrigatoriamente, o EIA e o RIMA;
- 17) Projeto-técnico: após a análise, discussão e aprovação do anteprojeto. O projeto de aterro sanitário pode variar de um local para o outro, dependendo das características intrínsecas de cada lugar; nele se encontram detalhadas todas as plantas (situação e locação, baixa do terreno, perfis longitudinais e transversais, etc.);
- 18) Planos de execução: devem estar de acordo com o projeto; define etapas e prazos de execução de atividades, que devem ser obedecidas regularmente e visam manter a boa administração e a organização do aterro. Algumas das atividades previstas são: preparo de vias de acesso, preparo de áreas de emergência, preparo do leito do aterro (impermeabilização), preparo do sistema de tratamento e captação dos líquidos percolados e gases.

6.4 Métodos Operacionais de Disposição

Existem fatores que influenciam na escolha do método mais apropriado para disposição dos resíduos sólidos, tais como, a topografia e geologia local, o nível do lençol freático, a existência de área de empréstimo em locais próximos à área destinada ao aterro sanitário e da quantidade de lixo a dispor. É conveniente que seja mantida preparada uma área operacional mínima, suficiente para os próximos dois meses, dependendo da estação do ano (FARIA, 2002).

Assim, os aterros sanitários podem ser classificados conforme a técnica de operação utilizada no projeto geométrico de conformação das células de lixo. A Figura 6.1 mostra os possíveis esquemas de disposição de lixo em aterros sanitários.

Podem ser de depressões, executados em locais específicos (em depressões e ondulações, em pedreiras extintas), daí a caracterização pelo nome. Em geral são escolhidas áreas de baixo valor comercial que, devido à sua localização estratégica, são muitas vezes utilizadas por populares clandestinamente. Na Europa e nos EUA, muitos parques de áreas verdes foram construídos em áreas recuperadas. No Brasil, em São Paulo, Rio de Janeiro e Porto Alegre, grandes áreas deterioradas vêm sendo recuperadas, visando utilização futura.

Na verdade, a prática de aterrar depressões traz uma série de problemas, como migração de gases e líquidos e os recalques contínuos. Assim, sua adoção deve ser cautelosa e como último recurso. As depressões urbanas são importantes no escoamento das águas pluviais. Seu aterramento e nivelamento contribuem para alagamentos e para a redução das zonas de baixa pressão importantes no controle de enchentes.

Também podem ser de superfície, executados em regiões planas. Dependem de diversos fatores, tais como: a disponibilidade de material para cobertura, a profundidade do lençol freático, vias de acesso que facilitem as operações de descarga, tipo de solos, dimensões do terreno, etc.

O processo de aterramento do lixo, ou a formação das células, é executado de três maneiras, tradicionalmente empregadas: método trincheira, método da rampa e método da área, que são definidos considerando as características físicas e geográficas dos locais escolhidos.

Em muitos casos, o projetista, juntamente com a administração do município, prefere optar por uma região de encostas, não muito íngremes, se aproveitando da topografia local para dispor o lixo pelo método da rampa, de mais fácil execução.

No entanto, um projeto de aterro sanitário, qualquer que seja a concepção adotada, deve ser dimensionado considerando as condições de proteção ambiental em todas as fases do projeto da obra: implantação, operação e fechamento, sendo por lei necessária a elaboração de um EIA/RIMA para o local e para o projeto.

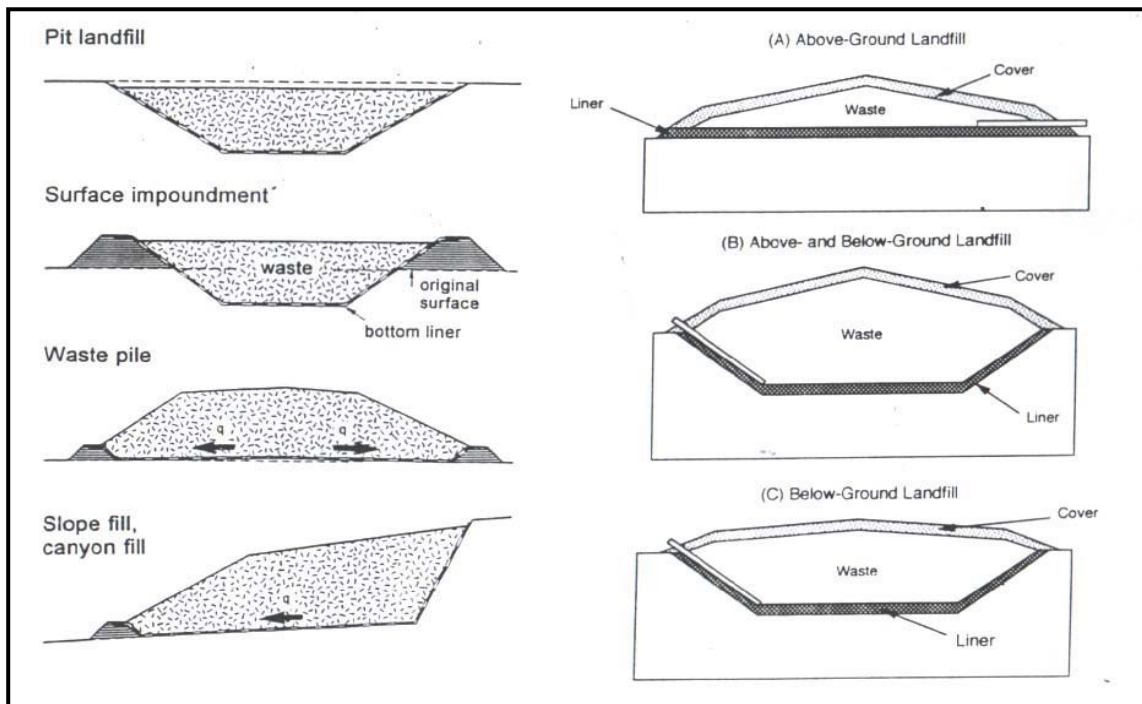


Figura 6.1: Possíveis esquemas de disposição em aterros (ALMEIDA, 2002).

6.4.1 Método da Trincheira

Fundamenta-se na abertura de trincheiras ou valas no solo que variam de 60 a 300 m de comprimento, 1 a 3 m de profundidade e 5 a 15 m de largura, deixando 2 m de terra firme entre o intervalo de duas valas vizinhas (Figura 6.2). O lixo é disposto no fundo, compactado no sentido ascendente e posteriormente recoberto com a terra escavada. A inclinação do talude deve ter proporções entre 1:1, 1:2 ou 1:3, pois aumenta a eficiência do trator; a altura da célula que pode variar de 2 a 5 m. Segundo a CETESB, em aterros onde a compactação for realizada dentro dos critérios recomendados, a capacidade de carga atinge até 2 kg/cm^2 , com recalque mínimo ao longo do tempo.

O método trincheira é indicado para terrenos planos ou de declividade suave, onde o lençol freático não está próximo à superfície (mínimo de 3 m do lençol freático), quando existe uma profundidade adequada de material de cobertura, disponível na área a ser escavada e quando a produção diária de lixo não ultrapasse 10 t. Por isso é um método adequado para pequenas comunidades, de escassos recursos financeiros e sem

equipamentos, necessários à operação de um aterro convencional. No entanto, em função da morfologia do local do aterro e da forma de operação, é uma solução que também pode ser adotada para grandes comunidades geradoras de lixo.

No caso de pequenas comunidades, as trincheiras são abertas com equipamentos de uso corrente em escavação, como uma retro-escavadeira. Normalmente, o operador delimita a vala e executa a escavação, acumulando o solo removido sobre uma das laterais da vala. Os resíduos são descarregados no lado livre das trincheiras, sem o ingresso do caminhão coletor em seu interior, iniciando-se por uma das extremidades da vala. O material proveniente da escavação é utilizado no recobrimento dos resíduos, o que é feito, preferencialmente, a cada dia, com tolerância para frequências menores somente em circunstâncias especiais.

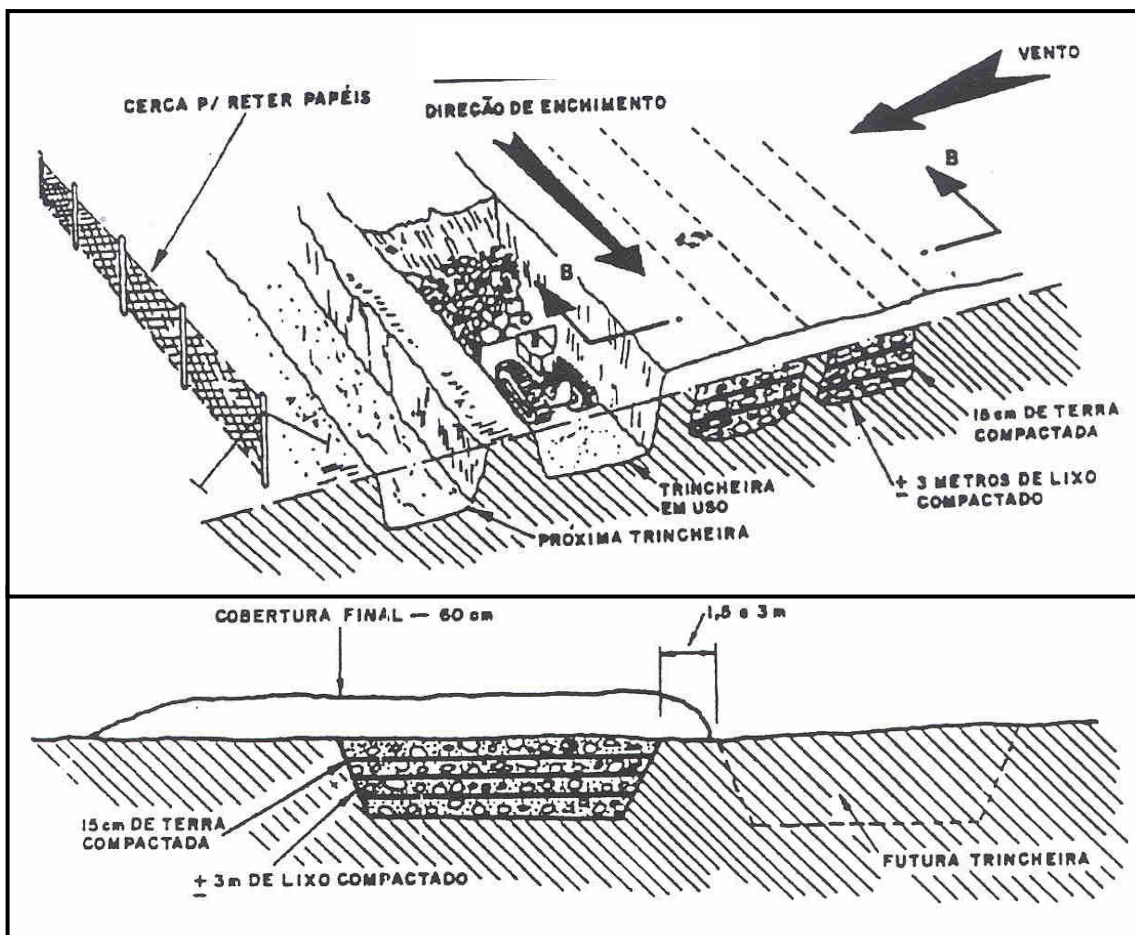


Figura 6.2: Desenho esquemático do método da trincheira (FARIA, 2002)

A superfície do fundo das trincheiras é coberta com membrana sintética ou por um *liner* argiloso, de baixa permeabilidade, ou ainda pela combinação das duas, para limitar a percolação de contaminantes para o interior do solo.

Após o completo aterramento da vala, se o município dispuser de equipamentos, poderá, ainda, promover uma melhor compactação dos resíduos. Quando não houver esta possibilidade, a abertura da vala seguinte deverá ser realizada de tal forma que o solo de escavação seja acumulado sobre as valas já enterradas, acelerando-se os recalques e impondo certa compactação aos resíduos.

É recomendado que os resíduos sejam descarregados em um único trecho, até que este esteja totalmente preenchido. Assim que o primeiro trecho da vala estiver totalmente preenchido, passa-se para outro, repetindo-se as mesmas operações. O nivelamento final da vala deverá ficar em cota superior à do terreno, prevendo-se prováveis recalques.

6.4.2 Método da Rampa

Também conhecido como método da escavação progressiva, se aproveita da topografia local (rampas, depressões, áreas secas e de encostas) e é empregado em áreas onde o solo natural oferece boas condições para ser escavado e utilizado como material de cobertura. Inicialmente, a rampa é escavada no próprio solo, onde o lixo é disposto, e compactado pelo trator de esteira em várias camadas, até 3 ou 4 m de altura, no sentido ascendente; a seguir, é compactado o material para a cobertura do lixo, formando a célula.. No final do dia, o material recortado é utilizado para o recobrimento da célula. Este método pode ser visualizado na Figura 6.3 abaixo.

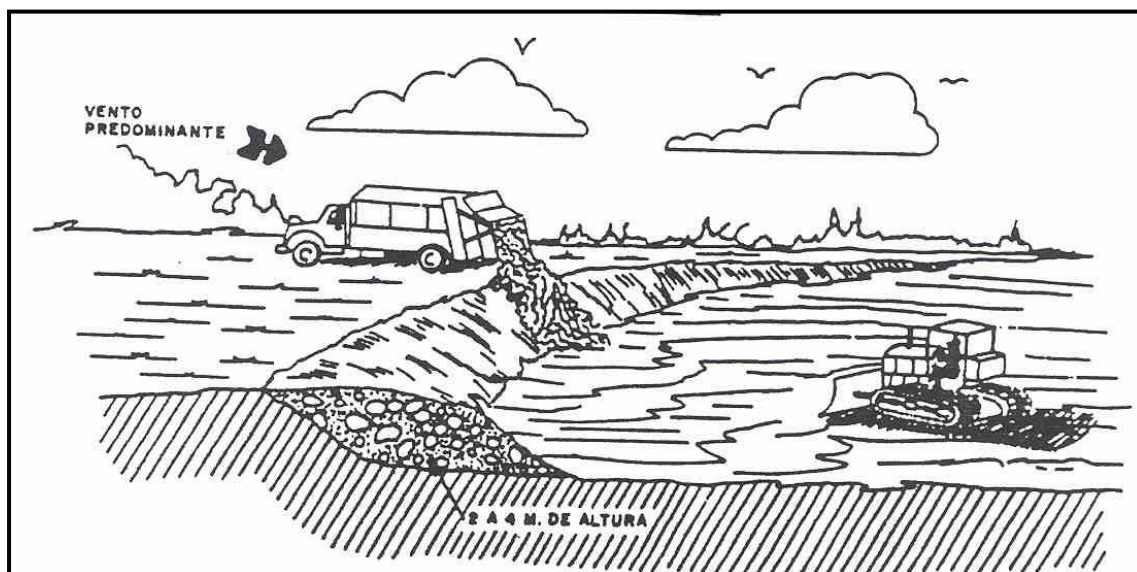


Figura 6.3: Desenho esquemático do método da rampa (FARIA, 2002).

Este método é vantajoso, pois economiza o transporte de materiais de cobertura. Alguns cuidados devem ser tomados neste método, sendo um deles o de manter um distanciamento mínimo de 2 m entre o fundo da escavação e o lençol freático. O material escavado deve permitir a formação de um talude consistente, que resista à compactação. É importante verificar a existência de rochas naturais e de processos erosivos que podem prejudicar a equipamento de escavação.

Uma desvantagem desse método é o depósito dos resíduos ao longo do caminho natural das águas, tornando-se muito importante o controle das drenagens superficiais, provisória e definitiva.

Após a conclusão do aterro a área pode ser utilizada em atividades menos restritivas do ponto de vista ambiental.

6.4.3 Método da Área

É executado sobre o terreno, quando este não oferece boas condições para escavações de trincheiras. Este método é comumente empregado em locais onde a topografia se apresenta de forma irregular e o lençol freático está muito próximo à superfície, sendo indicado em regiões baixas e alagadiças. A formação da célula do aterro, por este método, exige o transporte e a aquisição de terra para cobertura. Assim, caso não haja áreas próximas ao aterro, este método pode ser inviável economicamente. Em alguns casos se faz necessária à construção de diques de contenção ou valas de retenção de águas pluviais (Figura 6.4). Sua preparação inclui a instalação de um *liner* e de um sistema de controle de percolado.

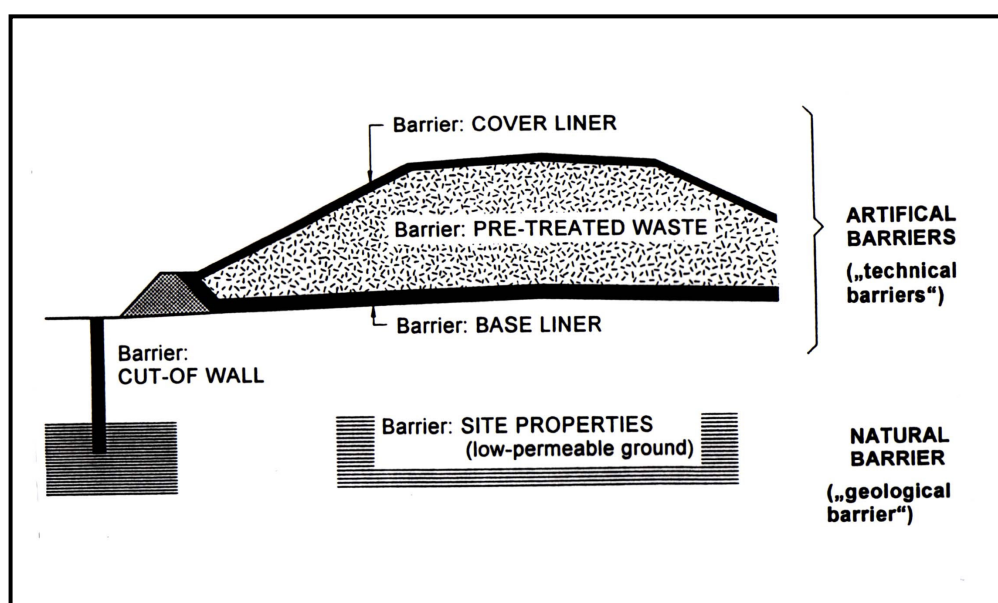


Figura 6.4: Barreiras naturais e artificiais (ALMEIDA, 2002).

Os resíduos são descarregados e compactados, formando uma elevação tronco-piramidada, que recebe o recobrimento com solo ao final da operação de um dia. A primeira elevação constitui o parâmetro necessário para o prosseguimento da célula. Este método pode ser visualizado na Figura 6.5 abaixo.

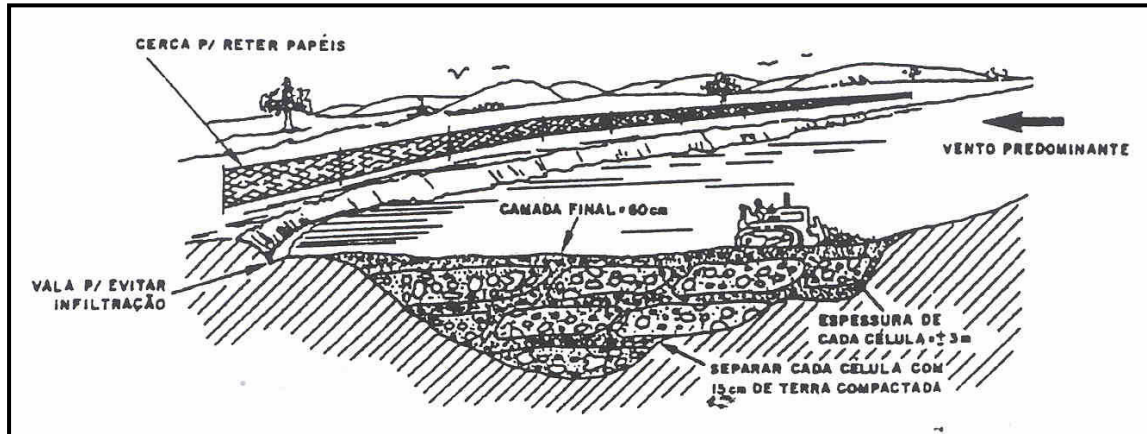


Figura 6.5: Desenho esquemático do método da área (FARIA, 2002)

Todavia, esse procedimento não é correto e caiu em desuso, pois requer cuidados especiais, como rebaixamento constante do lençol freático, construção de diques ao longo da linha costeira ou dos rios, com a finalidade de evitar a contaminação das águas pelo chorume, além do bombeamento de toda a água do local antes do início da construção do aterro.

6.5 A Biota

A partir da disposição e, independentemente da composição dos resíduos, as populações de microrganismos existentes no lixo, em condições ambientais favoráveis, multiplicam-se no ambiente do aterro, operando como um verdadeiro reator, estabelecendo-se assim uma biota.

Os aspectos externos que influenciam o desempenho dos aterros são: o nível de compactação aplicado à massa de resíduos, a pluviometria na área do aterro e a variação sazonal de temperatura, na região onde o mesmo está implantado.

O controle desses fatores, internos e externos, que interferem no processamento do material disposto em aterros, é extremamente difícil, seja pela complexidade das reações que ocorrem no seu ambiente, seja pelos aspectos dimensionais (FARIA, 2002).

Ainda segundo FARIA (2002), embora o caminho da biotransformação dos resíduos sólidos dentro dos aterros sanitários seja o mesmo, a heterogeneidade dos

resíduos sólidos de cada comunidade e a técnica executiva do aterro, estabelecendo determinadas condições de contorno, são aspectos que sugerem que cada aterro conduz a uma biota particular.

A Figura 6.6 a seguir mostra uma representação esquemática de uma biota num aterro sanitário, apresentando os fatores mais influentes.

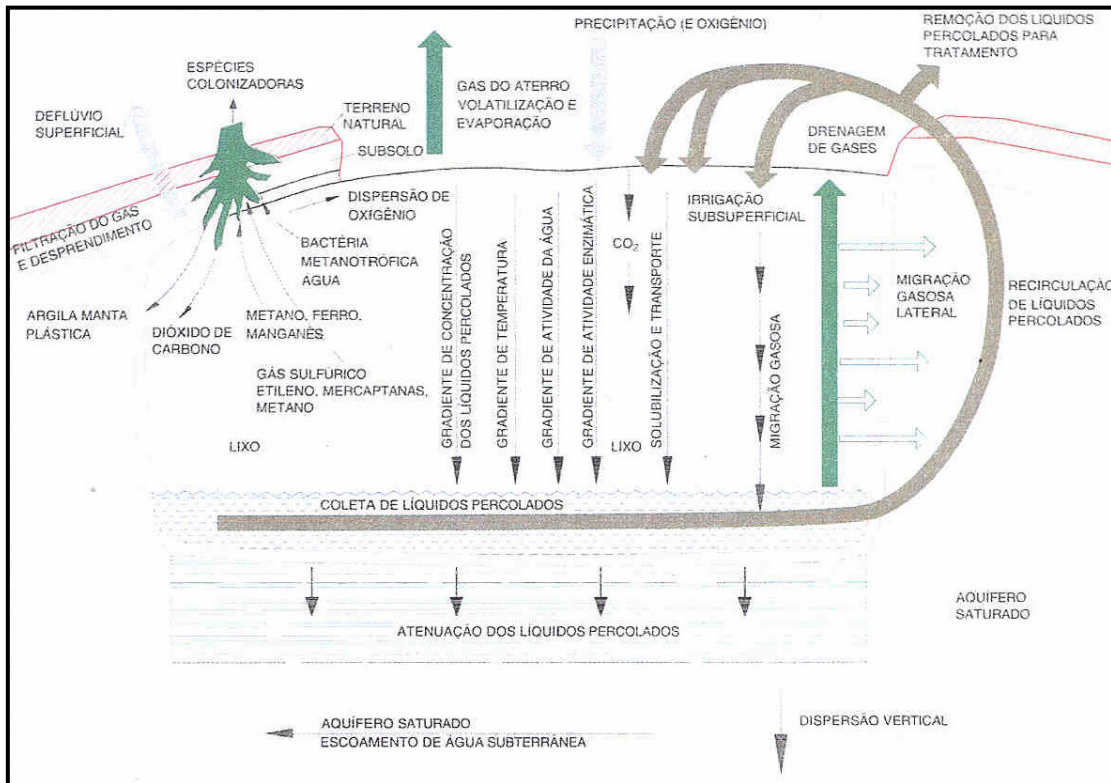


Figura 6.6: Esquema da biota de um aterro sanitário (SCHALCH, 1992, *in* FARIA, 2002).

A biota de um aterro, considerado como um local de decomposição, pode apresentar quatro tipos de tratamentos: digestão anaeróbia, digestão aeróbia, tratamento biológico e digestão semi-anaeróbia (FARIA, 2002).

6.5.1 Tratamento por Digestão Anaeróbia

A digestão anaeróbia consiste na inertização do lixo, de modo muito prolongado. Isto significa que, com o término das reações orgânicas alcançado, a mineralização é dada de forma muito retardada, quando comparada com os demais tratamentos. A transformação anaeróbia do material orgânico bruto em bioestabilizado, se processa em cinco fases (CHRISTENSEN & KJELDSSEN, 1989, *in* FARIA, 2002).

1ª Fase - Aeróbia:

- Disposição dos resíduos, acúmulo de umidade, fase de curta duração, aproximadamente uma semana (FARIA, 2002, *apud* CARVALHO, 1999);
- O oxigênio presente na massa de lixo é consumido, juntamente com os nitratos na decomposição da matéria orgânica, produzindo CO₂, calor e alguns produtos da decomposição;
- O chorume apresenta elevadas concentrações de cloretos e sulfatos e a DQO é da ordem de 10.000 a 100.000 mg/l.

2ª Fase - Anaeróbia não-metanogênica ou ácida:

- Transição da fase aeróbia para anaeróbia, que pode durar de uma semana a seis meses (FARIA, 2002, *apud* CARVALHO, 1999);
- Microrganismos anaeróbios facultativos, principalmente bactérias fermentativas e acetogênicas, decompõem a matéria orgânica em CO₂ e outros produtos de decomposição, inclusive ácidos orgânicos e algum hidrogênio;
- O gás metano é detectado em pouquíssima quantidade, N₂ diminui, devido à geração crescente de CO₂ e H₂;
- DQO aumenta e o pH diminui no chorume, acarretando a mobilização das espécies metálicas;

3ª Fase - Anaeróbia metanogênica instável ou acelerada:

- Lento crescimento das bactérias metanogênicas, porém depois de certo tempo o aumento é acelerado, refletindo-se no crescimento da concentração de gás metano e redução drástica de CO₂ e H₂;
- Ácidos orgânicos são consumidos causando o aumento do pH;
- Redução da DQO, à medida que o metano é produzido;
- Pode durar três meses a três anos (FARIA, 2002, *apud* CARVALHO, 1999).

4ª Fase - Anaeróbia metanogênica estável:

- Produção constante do gás metano, variando entre 50% e 70% do total produzido;
- Duração de oito a quarenta anos (FARIA, 2002, *apud* CARVALHO, 1999).

5ª Fase - Metanogênica em declínio ou desacelerada:

- O carbono mais resistente à decomposição permanece no aterro;
- Escassez de nutrientes, a produção de gás metano torna-se tão baixa que o N₂ volta a aparecer na composição do gás;
- Predominância de condições ambientais naturais;
- Essa última fase pode durar de um a oitenta anos (FARIA, 2002, *apud* CARVALHO, 1999).

6.5.2 Tratamento por Digestão Aeróbia

Consiste na necessidade de injetar ar no lixo, mediante sistema de bombeamento, o qual eleva demasiadamente os custos diretos e indiretos. Em contrapartida, o percolado apresenta menores níveis de DBO (demanda bioquímica de oxigênio) e DQO (demanda química de oxigênio). Não existe a formação do metano e a estabilização da matéria orgânica é mais rápida, quando comparado com o sistema anaeróbio. Esse tratamento também propicia maior estabilidade do aterro, pela melhor condição de drenagem (FARIA, 2002).

6.5.3 Tratamento Biológico

Essa técnica de tratamento acelerado do lixo tem sido aplicada na América do Norte e em alguns países da Europa. A decomposição biológica ocorre em células reatoras, transformando a fração orgânica sólida do material em líquidos e gases que devem ser coletados e tratados. No final do processo, é possível a reabertura da célula para segregação do composto orgânico do inerte (FARIA, 2002).

6.5.4 Tratamento por Digestão Semi-aeróbia

Esse tratamento procura excluir a desvantagem da implantação de sistemas de injeção de ar no lixo, mas sem perder os seus benefícios, que são alcançados através dos sistemas de drenagem de biogás e percolados e a aeração natural por convecção.

Esta alternativa de digestão é utilizada no Japão, onde os resíduos enterrados, em sua maioria, são cinzas de incineração. Porém, existem precauções na implantação dessa técnica no Brasil, onde a matéria orgânica é enterrada diretamente sem tratamento

prévio, gerando um percolado com alto nível de DBO. As condições de DBO ensejam a contaminação dos sistemas de drenagem submetidos à entrada de ar, isto é, ocorre o entupimento dos drenos por deposição de materiais, situação que não deve ser desconsiderada (FARIA, 2002).

6.6 Características de Infra-estrutura e Operação

Antes de qualquer iniciativa, a área escolhida deve receber o devido preparo para implantação do aterro. Caso exista algum sistema de drenagem, mesmo natural, este deve ser redirecionado de forma a evitar qualquer escoamento superficial sobre a área. Este redirecionamento é importante, principalmente em aterros sobre encostas, onde pode haver grande escoamento de águas, em épocas de chuva. Outros trabalhos de preparação da área incluem a construção de vias de acesso e das instalações para pesagem de caminhões e cercamento, garantindo a segurança do local.

Após tomadas as ações iniciais, a etapa seguinte consiste na escavação e preparação do fundo e das laterais do aterro. Atualmente, os aterros têm sido construídos por seções. Esse procedimento permite que apenas uma pequena parte da superfície já preparada do aterro fique exposta a eventuais precipitações. Dessa forma, as escavações são feitas ao longo do tempo, ao invés de se preparar o aterro imediatamente. O material escavado pode ser estocado sobre solo não escavado próximo à área de trabalho, minimizando assim os problemas com drenagem, pois este material pode servir para reter as águas de chuva. Se o aterro é todo preparado de uma só vez, deve ser prevista drenagem para toda a área, mesmo que não esteja sendo usada.

Para evitar despesas desnecessárias com transporte, convém arrumar locais de empréstimo dentro da própria área do aterro, ou em lugares próximos. Os primeiros trabalhos de escavação devem ser feitos até que se atinja a profundidade de projeto, podendo este material escavado ser estocado para uso futuro. Ao alcançar a profundidade de projeto, podem ser instalados os equipamentos de monitoramento das águas subterrâneas, antes da camada impermeável. O fundo do aterro é então amoldado a fim de permitir a drenagem do chorume e percolados.

Concomitantemente, devem ser instaladas trincheiras horizontais, para drenagem dos gases gerados no fundo do aterro, principalmente se as emissões de compostos orgânicos voláteis, de resíduos recém dispostos no aterro, puderem ser consideradas problemáticas. O gás coletado pode ser queimado sob condições controladas a fim de

eliminar os compostos orgânicos voláteis. O ideal seria o seu aproveitamento para geração de energia e venda de créditos de carbono.

Deve também ser construídas bermas de proteção contra o vento, a fim de evitar que resíduos dispersos sejam levados para fora da área do aterro, prejudicando assim os trabalhos diários e seu aspecto visual.

Com o aterro implantado, o próximo passo do processo é iniciar a operação, com a disposição dos resíduos em células, ao longo da superfície de compactação, respeitando as frentes de trabalho estabelecidas, sem prejudicar o controle dos resíduos.

Uma camada de cobertura é aplicada sobre o aterro quando este atinge sua cota final. Esta camada final de cobertura é projetada para minimizar a infiltração das precipitações, além de direcionar as águas de drenagem para fora do corpo do aterro, diminuindo a geração de percolado, que lava o lixo, aumentando a vazão do chorume.

A seguir serão descritos os elementos constituintes de um aterro sanitário (IPT/CEMPRE, 2000).

6.6.1 Estruturas de Controle

Para que um aterro sanitário mantenha um bom padrão de funcionamento, é necessária a existência de estruturas de controle proteção, tais como:

- Cercas: geralmente construída em arame farpado ou tela rudimentar para impedir a entrada no aterro de transeuntes, catadores, animais de grande porte, como também servir para conter papéis, plásticos e outros detritos carregados pela ação do vento;
- Portaria: tem a função de controlar a entrada e saída de veículos do aterro, bem como de observar o tipo de material que está sendo aterrado, evitando que resíduos que devam sofrer tratamento prévio (lodo tóxico, materiais graxos, líquidos em geral, pesticidas) coloquem em risco a saúde dos operadores ou prejudiquem o andamento da operação;
- Balança: a capacidade mínima para uma balança é 30 t, para controlar e registrar a entrada de resíduos e outros materiais no aterro. Balanças automáticas são indicadas para locais onde a prefeitura terceirizou a operação do aterro sanitário e o pagamento é proporcional à tonelada tratada. Esse equipamento evita erros grosseiros, corrupção e a presença de um funcionário da prefeitura para fiscalizar a entrada do resíduo no aterro;

- Instalações de apoio: escritório, refeitório, vestiários e sanitários;
- Almoxarifado: necessário só em aterros que operam grandes quantidades de lixo;
- Pátio para estocagem de material: área onde fica armazenado todo o material indispensável para a operação do aterro (terra, pedras, tubos, etc.);
- Galpões para abrigo de veículos: com a finalidade de preservar as máquinas nos períodos em que não estiverem operando; nesse local podem ser feitos pequenos reparos nos equipamentos;
- Acesso externo e interno: todas as vias de acesso ao aterro devem ser mantidas em condições de tráfego, mesmo em épocas chuvosas;
- Iluminação: deve ser mantida, principalmente quando houver coleta noturna.

6.6.2 Sistema de Coleta e Tratamento de Percolado

Um dos principais problemas ambientais dos aterros é a liberação de percolado no local resultando na contaminação do solo e da água, representando um dos vários fatores de risco para o meio ambiente, uma vez que o chorume apresenta altas concentrações de matéria orgânica, bem como quantidades consideráveis de metais pesados (JUCÁ, 2003).

O chorume é o líquido proveniente da decomposição da matéria orgânica contida no lixo, o qual percolando ao longo do corpo do aterro sofre contribuições externas, resultante das precipitações e do *run-off* não controlado. Esse líquido é formado, também, pela água contida, inicialmente, nos resíduos, além de poder receber infiltração do subsolo (SCHALCH, 1992).

Por ser um líquido altamente poluente, o correto tratamento do percolado é de suma importância no processo de aterro sanitário, devendo-se evitar que este alcance o subsolo, contaminando os lençóis de água subterrâneos que porventura existirem sob a área destinada ao aterro.

Pode-se dizer que, em aterros sanitários, a produção exclusiva de chorume é normalmente reduzida. O problema maior reside nas águas pluviais não desviadas da área de disposição, como também na precipitação sobre o aterro, nos períodos de chuva prolongada. Essas águas podem infiltrar-se no aterro e, após atingirem o ponto de saturação da massa de lixo, arrastam o chorume e outros elementos prejudiciais tanto para o lençol subterrâneo como para as águas superficiais próximas ao aterro.

6.6.2.1 A Composição do Percolado

Quando há a percolação da água através de resíduos sólidos, sob condições de decomposição, tanto o material biológico quanto o químico, presente nos resíduos entram em solução com a água. A composição típica do chorume em aterros sanitários pode ser mostrada na Tabela 6.2, a seguir. Vale a pena ressaltar que estes valores podem oscilar muito de acordo com as características dos resíduos coletados, dependendo da idade do aterro e dos eventos que ocorreram antes da amostragem do mesmo. Por exemplo, se o chorume é coletado durante a fase ácida, o pH será baixo, porém parâmetros como DBO₅, COT, DQO, nutrientes e metais pesados deverão ser altos. Contudo, durante a fase metanogênica, o pH varia entre 6,5 e 7,5 e os valores de DBO₅, COT, DQO e nutrientes serão significativamente menores. Devido à cadeia de constituintes existentes no chorume e às variações quantitativas sazonais e cronológicas (pelo aumento da área exposta), não se deve considerar uma solução única de processo para seu tratamento (JUCÁ, 2003, *apud* HAMADA & MATSUNAGA, 2000).

Tabela 6.2: Composição típica do percolado em aterros recentes e maduros (TCHOBANOGLOUS *et al*, 1993, *in* FARIA, 2002)

Componentes	Concentração (mg/l)		
	Aterros recentes (< 2 anos)		Aterros maduros (> 10 anos)
	Variação	Típico	
DBO	2.000 – 30.000	10.000	100 – 200
Carbono Orgânico Total – COT	1.500 – 20.000	6.000	80 - 160
DQO	3.000 – 60.000	18.000	100 – 500
Sólidos Suspensos Totais – SST	200 – 2.000	500	100 – 400
Nitrogênio orgânico	10 - 800	200	80 - 120
Nitrogênio amoniacal	10 - 800	200	20 - 40
Nitratos	5 – 40	25	5 – 10
Fósforo total	5 - 100	30	5 - 10
Ortofosfato	4 - 80	20	4 - 8
pH	4,5 – 7,5	6	6,6 – 7,5
Dureza (CaCO ₃)	300 – 10.000	3.500	200 - 500
Cálcio	200 – 3000	1.000	100 – 400
Magnésio	50 – 1.500	250	50 – 200
Potássio	200 – 1.000	300	50 – 400
Sódio	200 – 2.500	500	100 – 200
Cloro	200 – 3.000	500	100 – 400
Sulfatos	50 – 1.000	300	20 – 50
Ferro total	50 – 1.200	60	20 - 200

A Tabela 6.2 mostra que as características químicas do percolado podem variar muito, assim como a biodegradabilidade, medida pela DBO e DQO. Como resultado desta grande variabilidade das características do chorume, o projeto de seus sistemas de

tratamento é extremamente complicado. Por exemplo, uma estação de tratamento de percolado, projetada para atender aterros recentes pode ser bastante diferente de uma projetada para atender aterros maduros. Além do mais, dependendo do porte do aterro, é mais provável que o percolado seja proveniente de resíduos de diferentes idades.

A DBO do percolado é muito elevada maior que a do esgoto doméstico, cujo valor oscila entre 200 mg/l a 300 mg/l (BIDONE, 1999, *in* FARIA, 2002). Além disso, esses efluentes apresentam grandes concentrações de nitrogênio amoniacal, solúvel em água e tóxico a partir de determinadas concentrações. Assim, após serem coletados pelos drenos horizontais de fundo, devem passar por um processo de tratamento para que a DBO e o NH_4^+ sejam reduzidos a níveis satisfatórios, para, posteriormente, serem lançados em cursos d'água ou dispostos no solo.

Caso o percolado seja despejado num curso d'água, é observado que o ar dissolvido na água, necessário às formas de vida aquáticas, passa a ser consumido pelos microrganismos durante a decomposição da matéria orgânica, tornando, assim, o ambiente impróprio para a sobrevivência de peixes e outros organismos que necessitam de oxigênio para desenvolverem suas atividades básicas. Essa situação ocasiona graves problemas ambientais.

6.6.2.2 Balanço Hídrico do Percolado

O potencial de formação de percolado pode ser avaliado através do balanço hídrico do aterro sanitário. O balanço hídrico envolve a adição das quantidades de água que penetram no corpo do aterro e a subtração das quantidades de água consumidas em reações químicas e as que deixam o aterro em forma de vapor. A quantidade de percolado gerada no aterro será então determinada pela diferença destas parcelas.

Os principais componentes do balanço hídrico em uma célula são:

1. A água da chuva ($W_{A(R)}$), que penetra no corpo do aterro, no caso de células no topo, corresponde à água que percolou através da camada de cobertura e, no caso de células inferiores, corresponde à água que percolou pelos resíduos da camada em questão;
2. As umidades dos resíduos (W_{SW}), que a absorvem da atmosfera antes de serem aterrados ou que a adquirem por terem sido previamente armazenados em locais descobertos, sujeitos à precipitação;

3. Umidade da camada de cobertura (W_E) e do lodo (W_{TS}), caso este seja permitido no aterro, que são dependentes das fontes destes materiais;
4. A água consumida no processo de decomposição anaeróbia (W_{LG}), dos componentes orgânicos dos resíduos, gerando gases;
5. Vapor saturado de água (W_{WV}) no gás de aterro;
6. O chorume ($W_{B(L)}$), que é a parcela que deixa o aterro por baixo, onde deve ser coletado.

Desta forma, pode-se apresentar a variação da quantidade de água armazenada no aterro (ΔS_{SW}), ou seja, seu balanço hídrico, através da seguinte fórmula:

$$\Delta S_{SW} = [W_{SW} + W_{TS} + W_{A(R)} + W_{B(L)}] - [W_{LG} + W_{WV} + W_E]$$

Vários estudos, conforme já citados no Capítulo II, procuram fazer uma estimativa da geração do percolado, utilizando-se de métodos empíricos para estimar seu volume, porém como não consideram algumas variáveis importantes, tais como a umidade, densidade e a capacidade de campo da camada de cobertura e do lixo, apresentam discrepâncias em seus resultados.

A capacidade de campo corresponde ao conteúdo de umidade medido após toda a água livre da massa saturada ser drenada por gravidade. É a máxima capacidade de absorção em condições de livre drenagem. Os resíduos sólidos, inicialmente, agem como uma esponja e simplesmente absorvem a água; entretanto, o material atinge um teor de umidade conhecido como capacidade de campo ou de retenção, a partir do qual qualquer acréscimo de água resulta na percolação de igual quantidade da massa, ou seja, o chorume é formado e a diferença entre os dois indica sua quantidade.

6.6.2.3 Controle e Coleta do Percolado

O sistema de drenagem deve coletar e conduzir o líquido percolado, reduzindo as pressões destes sobre a massa de lixo e também minimizando o potencial de migração para o subsolo. Outro motivo para drenar o percolado é impedir o ataque às estruturas do aterro, como a camada de impermeabilização de base.

É construída uma camada de impermeabilização na base do aterro, normalmente, uma camada de argila ou mantas sintéticas (geomembranas) ou as duas técnicas conjugadas (Figura 6.7), evitando a penetração do chorume no solo.

A argila tem como características, além da baixa permeabilidade, a capacidade de absorver e reter muitos dos componentes químicos encontrados no chorume. Com este material é possível impermeabilizar o terreno e, ao mesmo tempo, filtrar o chorume que porventura venha penetrar (FARIA, 2002, *apud* CHU *et al*, 1994). Atualmente, a geomembrana tem uma função secundária de evitar a mistura da camada de argila com o material do aterro.

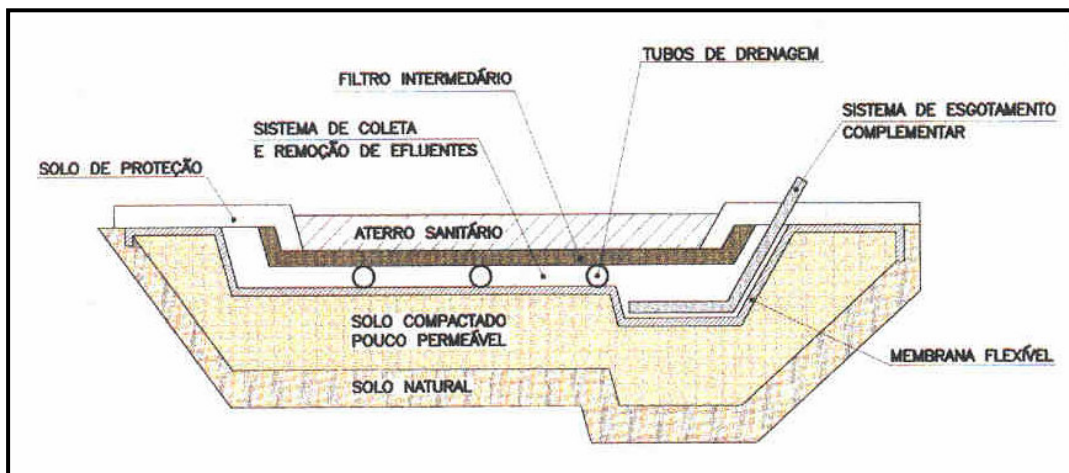


Figura 6.7: Ilustração de impermeabilização de base (CEPOLLINA, 1999, *in* FARIA, 2002)

A seleção do sistema de controle vai depender da extensão e da geologia local, além da regulamentação ambiental em vigor. Em locais onde a presença de águas subterrâneas é muito profunda, uma simples camada de argila compactada pode ser suficiente. Em locais em que o chorume e a emissão de gases devam ser controlados, torna-se necessário um sistema de controle, como na Figura 6.8 a seguir, combinando argila compactada e geomembrana, associados a um sistema de drenagem apropriada.

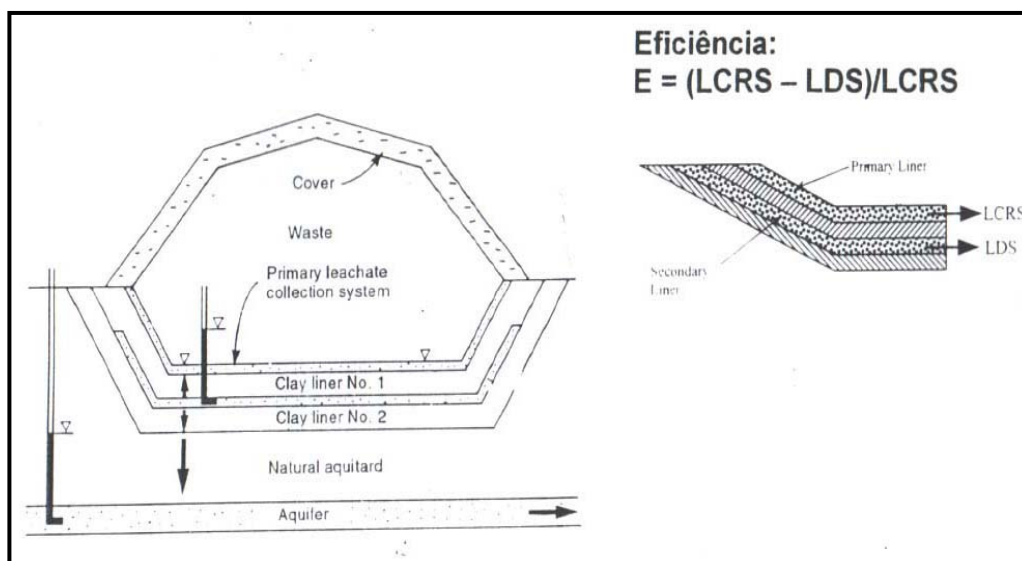


Figura 6.8: Esquema vertical de controle de vazamentos (ALMEIDA, 2002).

Para os sistemas de coleta de chorume, muitos estudos e métodos têm sido empregados, sendo mais utilizados os de planos inclinados e de tubos de coleta.

Pelo sistema de planos inclinados (Figura 6.9), o fundo do aterro é constituído de planos inclinados, que vão direcionar a drenagem do chorume para os canais de coleta. Em cada canal de coleta são instalados tubos perfurados que vão levar o chorume para fora do corpo do aterro, de onde seguirão para sua destinação final. A inclinação dos planos é usualmente de 1 a 5%, enquanto a inclinação dos canais varia entre 0,5 e 1%.

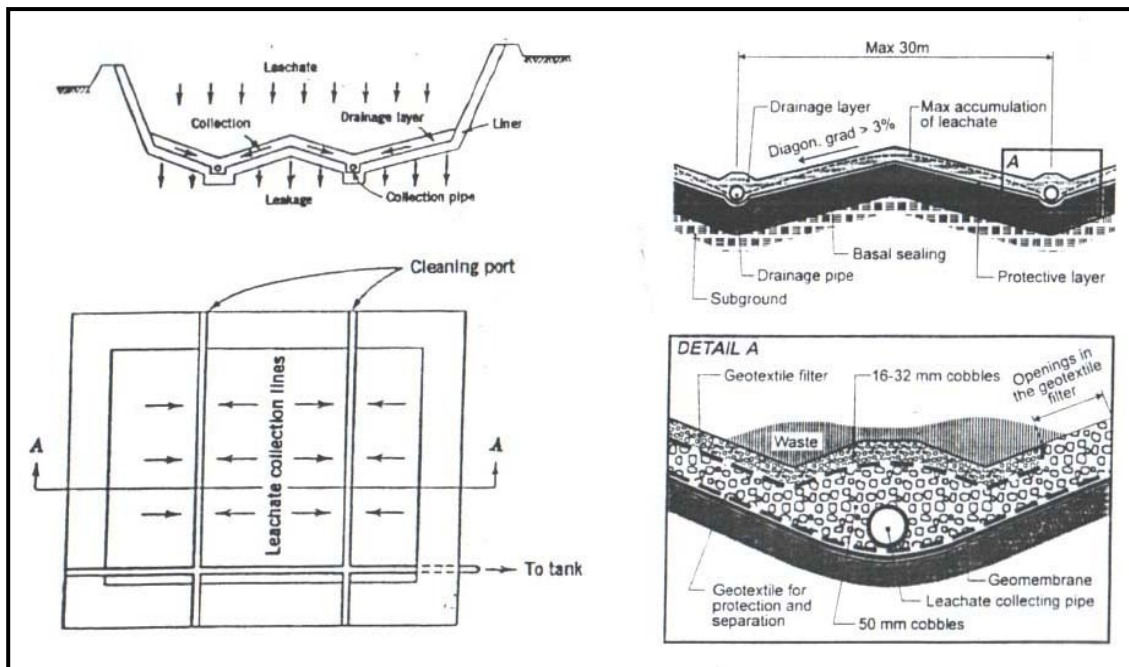


Figura 6.9: Sistema de coleta de efluentes líquidos - primário e secundário (ALMEIDA, 2002).

No sistema de tubos de coleta no fundo do aterro, divide-se o fundo em série de faixas retangulares, com barreiras de argila da largura das células. Dentro dessas barreiras, no sentido das tiras, são colocados os tubos para coleta do chorume, diretamente sobre a camada de geomembrana. Esses tubos têm declividade de 1,2% a 1,8%, sendo por este método uma coleta muito mais rápida do chorume.

Para o dimensionamento desse sistema de drenagem é fundamental o conhecimento da vazão a ser drenada e das condicionantes geométricas da massa de lixo. Sua concepção dependerá da alternativa de tratamento adotada para o aterro sanitário, podendo inclusive estar associado ao sistema de drenagem de gases.

Após a retirada do chorume do corpo do aterro, este pode ser removido para uma estação de tratamento, ou mesmo ser armazenado em tanques para que, no período de estiagem, possam ser recirculados no aterro, aumentando assim a velocidade das reações biológicas dentro da massa de resíduos.

6.6.2.4 Tratamento do Chorume

Além do sistema de coleta, um Aterro Sanitário deve prever o tratamento dos líquidos percolados, não sendo admissível sua descarga em cursos d'água fora dos padrões normalizados. O correto tratamento do chorume é o elemento-chave de sucesso para a eliminação do potencial poluidor de um aterro sanitário sobre as águas subterrâneas. As principais alternativas são: a recirculação, a evaporação, tratamento seguido de disposição final e descarga no sistema de coleta de esgotos do município.

Um método eficaz no tratamento do chorume é coletá-lo e recirculá-lo através do aterro sanitário. Durante os primeiros estágios da operação do aterro, o chorume contém concentrações significantes de sólidos totais, DBO, DQO, nutrientes e metais pesados. Quando o chorume é recirculado, estes componentes são atenuados pela atividade biológica e também por outras reações físicas e químicas que se desenvolvem no aterro sanitário, atenuando o poder de contaminação pelos organismos presentes na massa de lixo. É a forma mais simples de gerenciamento. O chorume é armazenado em lagoas que ficam expostas ao tempo e sofrem evaporação. O que não for evaporado é lançado em forma de *spray* sobre o corpo do aterro já completo. Em climas chuvosos, a lagoa de chorume é coberta com geomembranas a fim de evitar a incidência da chuva. Uma preocupação a ser considerada neste método é a geração de odores, devendo a superfície estar bem ventilada, minimizando este problema.

Tabela 6.3: Processo e tipos de tratamento do chorume (FORGIE, 1988, *in* JUCÁ, 2003).

PROCESSO	TIPO DE TRATAMENTO
Canalização do lixiviado	- Recirculação de lixiviado
Processos biológicos	- Tratamento conjunto com águas residuais; - Tratamento aeróbio; - Tratamento anaeróbio
Processos físico-químicos	- Precipitação química; - Oxidação química - Adsorção com carbono ativo - Filtração; - Osmose inversa; - Charcos artificiais
Tratamento natural	- Aplicação no terreno - Jardinagem com aplicação no terreno
Tratamentos Mistos	- Diferentes combinações de vários

Quando não é possível a recirculação e/ou evaporação, tão pouco seu despejo diretamente na rede de esgotos, algum pré-tratamento ou tratamento completo do chorume torna-se necessário. Como suas características podem variar sensivelmente, um grande número de opções para o seu tratamento tem sido estudada. A Tabela 6.3 apresenta alguns processos e tipos de tratamento utilizados no Brasil. Os principais processos de tratamento em utilização estão descritos abaixo:

- Tratamento em lagoas de estabilização - são grandes reservatórios, de pequena profundidade, delimitados por diques de terra, nos quais o material orgânico, presente nas águas residuárias, é estabilizado por processos biológicos, portanto naturais, envolvendo principalmente algas e bactérias. Além de apresentarem custo muito baixo e empregarem tecnologia muito simples, possuem uma eficiência elevada (FARIA, 2002, *apud* COSTA, 1992);
- Tratamento por ataques químicos - os líquidos de aterros podem ser tratados por processos envolvendo reações químicas como: neutralização, precipitação e oxidação. Muitas vezes é utilizado ácido sulfúrico para decompor resíduos orgânicos;
- Tratamento por filtros biológicos - pode ocorrer por forma aeróbia ou anaeróbia, isto é, meio biológico ativado. Os filtros aeróbios são providos de uma série de camadas de pedras de granulometria específica e de um suprimento contínuo de ar mantido artificialmente. Os líquidos ao manterem contato com esse meio sofrem oxiredução. No caso de filtros anaeróbios, são utilizadas bactérias mesofílicas. Os filtros anaeróbios são menos eficientes que os aeróbios, entretanto produzem gases combustíveis, que podem ser utilizados como fonte de calor e energia.

JUCÁ (2003) *apud* FORGIE (1988) sugere um critério para permitir a decisão na seleção de processos. Quando o chorume apresenta DQO elevada (acima de 10.000 mg/l), baixa concentração de nitrogênio amoniacal, uma relação DBO/DQO entre 0,4 e 0,8, e uma concentração significativa de ácidos graxos voláteis de baixo peso molecular, o tratamento pode ser efetuado por ambos os processos, ou seja anaeróbio e aeróbio.

- Tratamento por processos fotossintéticos - consiste na utilização de plantas que absorvem contaminantes, metais e traços orgânicos presentes no chorume. O aguapé (*Eichhomia crassipes*) é um excelente exemplo. Há mais de 100 espécies (EPA);

- Tratamento em estações de tratamento de esgoto - os líquidos percolados são encaminhados para tratamento juntamente com os esgotos domésticos. Deve ser cuidadosamente avaliada a capacidade da ETE envolvida, pois a DBO do percolado é muito mais elevada quando comparada ao esgoto doméstico;
- Tratamentos mistos - constituem da associação de dois ou mais métodos de tratamento, de forma a conseguir um efluente dentro dos padrões de tratabilidade desejado.

6.6.3 Sistema de Coleta e Tratamento do Biogás

Os processos de decomposição da matéria orgânica em aterros de resíduos sólidos urbanos resultam na geração de gases tóxicos que podem afetar diretamente o meio ambiente. O estudo desses gases permite se avaliar as etapas do tratamento dos resíduos, os riscos ambientais que ocorrem pela percolação, através das camadas de cobertura, além de se caracterizar adequadamente as possibilidades de aproveitamento energético do aterro. Técnicas desenvolvidas para ensaios de campo e laboratório permitem avaliar os parâmetros dos gases internos da massa de lixo, bem como se avaliar a eficiência na retenção destes gases nas camadas de cobertura (JUCÁ, 2003).

O processo aeróbio de decomposição se estabelece quando existe a influência das condições climáticas na massa de lixo, acarretando uma elevação da temperatura e a produção nitritos e nitratos. O principal gás gerado neste processo é o dióxido de carbono (CO_2). O processo anaeróbio de decomposição deve prevalecer quando o ambiente interno da célula for essencialmente anaeróbio, ou seja, quando o oxigênio na forma gasosa, e dissolvido em água, seja consumido pelas bactérias aeróbias, numa velocidade mais lenta que na fase inicial, com temperaturas mais baixas e com geração de ácidos orgânicos. Após sucessivas reações bioquímicas, estes ácidos são convertidos em metano (CH_4), dióxido de carbono (CO_2), principais gases resultantes da digestão anaeróbia, e traços de oxigênio (O_2), cuja mistura é o chamado biogás.

Neste processo de decomposição biológica, um dos principais fatores de aceleração do processo anaeróbio é o teor de umidade, pois a água é o elemento fundamental na atividade enzimática e de transporte dos nutrientes na massa de lixo.

A permeabilidade das camadas de argila ao gás é o principal parâmetro responsável pelas trocas de gases existentes entre o ambiente interno e externo da célula de lixo, bem como favorece ou não a atividade de decomposição aeróbia e anaeróbia.

6.6.3.1 Drenagem do Biogás

O sistema de drenagem de biogás tem a função de escoar os gases, provenientes da decomposição da matéria orgânica, reduzindo as pressões neutras existentes no interior do maciço. A drenagem evita a migração de gases através dos meios porosos que constituem o subsolo, podendo acumular em redes de esgoto, fossas, poços e sob edificações. Sendo o metano inflamável e passível de explosão espontânea, quando em concentração de 5% a 15% no ar, o controle da geração e movimentação desses gases deve ser feito por meio de um sistema de drenagem vertical (FARIA, 2002).

A migração do biogás deve ser controlada pela execução de uma rede de drenagem adequada, colocadas em pontos determinados do aterro. Esses drenos atravessam todo o aterro no sentido vertical, desde o sistema de impermeabilização de base até acima do topo da camada.

Associados aos drenos verticais, projetam-se drenos horizontais e subverticais, que tornam a drenagem mais eficiente pela massa de lixo. Esses drenos podem ser interligados ao sistema de drenagem de percolados, dependendo da alternativa de solução de tratamento adotado para o aterro sanitário, conforme a Figura 6.10.

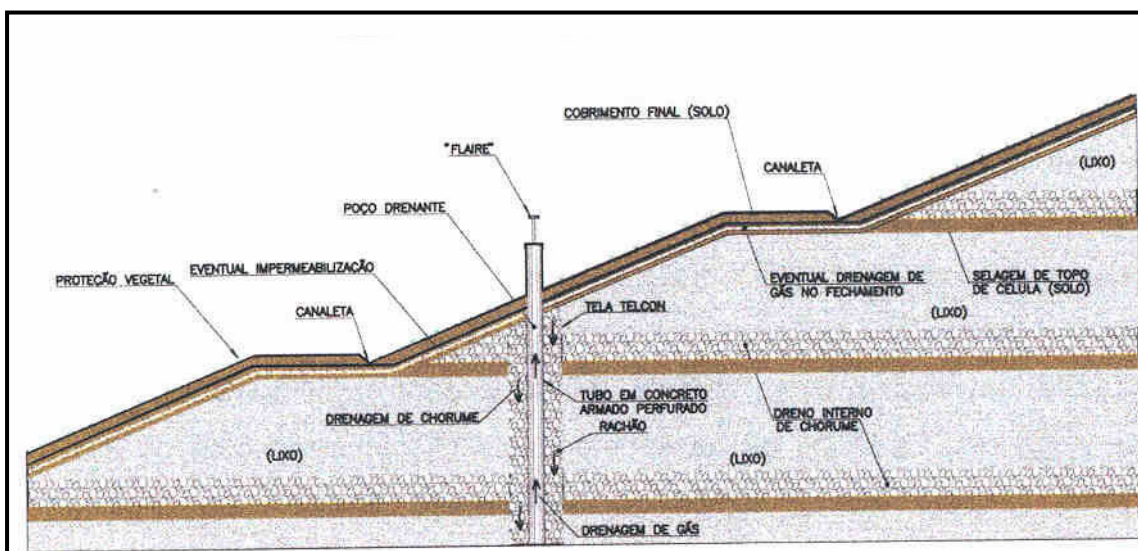


Figura 6.10: Elementos componentes do aterro sanitário (CEPOLLINA, 1999, *in* FARIA, 2002)

O dimensionamento desses drenos depende da vazão de biogás a ser drenada; porém, como não existem modelos de cálculos comprovados, normalmente os drenos são constituídos de forma empírica, prevalecendo o bom senso do projetista.

6.6.3.2 Tratamento do Biogás

O sistema de tratamento mais usual é a queima do biogás, proveniente do aterro, nos próprios escapes dos drenos coletores. Contudo, esse é um sistema que ainda requer futuro apoio tecnológico para sanar os problemas ambientais, sobretudo em aterros sanitários de médio e grande porte.

A queima do biogás, originando o gás carbônico (CO_2) ou o seu lançamento direto (CO_2 e CH_4), agrava o efeito estufa, que é o aumento da temperatura da Terra causado pelo acúmulo desses gases na atmosfera. Esses gases têm a propriedade de “aprisionar” o calor do sol que incide sobre a Terra, impedindo-o de retornar ao espaço cósmico.

Estima-se que seja despejada na atmosfera, por ano, uma quantidade de CO_2 que excede a capacidade de absorção natural da Terra. Atualmente, esse excesso de CO_2 é produzido por: processos industriais, consumo de combustíveis fósseis, incêndio e queimadas.

O gás metano é emitido para atmosfera através de processos biológicos, que ocorrem principalmente nas plantações de arroz, nas pastagens (gado) e nos lixões. O calor excessivo aprisionado na atmosfera por esses gases está elevando gradativamente a temperatura do planeta, podendo derreter o gelo das calotas polares e elevar o nível da água dos mares, causando inundações.

Os principais problemas na exploração do metano de aterros sanitários estão relacionados a real capacidade de produção contínua e recuperação, à impossibilidade de um perfeito controle de parâmetros como umidade, pH, potencial redox, temperatura, teor de sólidos voláteis e à presença de substâncias inibidoras do processo biológico na massa de lixo, além de outros de menor importância. Outro aspecto importante é a necessidade de eliminação das impurezas corrosivas presentes no biogás, o que, muitas vezes, torna o processo economicamente inviável (FARIA, 2002).

Contudo, já existem aterros no Brasil com tecnologia de aproveitamento de biogás, transformando-o em energia elétrica, tanto para abastecimento do próprio aterro, como para a comercialização. Além disso, com a diminuição das emissões de gases de efeito estufa na atmosfera, criou-se uma forma de retorno financeiro ao investimento empregado nesta tecnologia, através da venda de créditos de carbono aos países desenvolvidos, que por hora, ainda pagam pouco, mas a tendência é de que o valor da tonelada de CO_2 não emitido valorize nesse novo mercado (vide tópicos 2.1 e 2.3)

6.6.4 Sistema de Drenagem de Águas Pluviais

Para assegurar uma operação eficiente do aterro, as águas da chuva não devem alcançar a área de serviço. Isso pode ser conseguido por meio da construção de canaletas ao redor do aterro ou valetas à meia encosta. Esse sistema tem a finalidade de interceptar e desviar o escoamento superficial, durante e após a vida útil do aterro, evitando sua infiltração na massa de resíduos (FARIA, 2002).

O dimensionamento da rede de drenagem depende, principalmente, da vazão a ser drenada. A metodologia utilizada segue a prática usual de drenagem urbana. Em se tratando em bacias de pequena área de contribuição (geralmente inferiores a 500.000m²) e, considerando Q, a vazão a ser drenada na seção considerada (m³/s); C, o coeficiente de escoamento superficial (tabelado, em função do tipo de cobertura do solo e declividade, dimensional); A, a área da bacia contribuinte (m²); e I, a intensidade da chuva crítica (m/s); pode ser utilizado o Método Racional, espesso pela equação:

$$Q = C \cdot i \cdot A$$

Nos aterros, em geral, o sistema de drenagem de águas pluviais é constituído por estruturas drenantes de meias canas de concreto associadas às escadas d'água e tubos de concreto. Entretanto, estes componentes rompem-se com facilidade em virtude dos grandes recalques, daí a preferência de substituir tais componentes por elementos flexíveis, que podem ser compostos por gabiões ou colchões tipo “reno” (Figura 6.11).

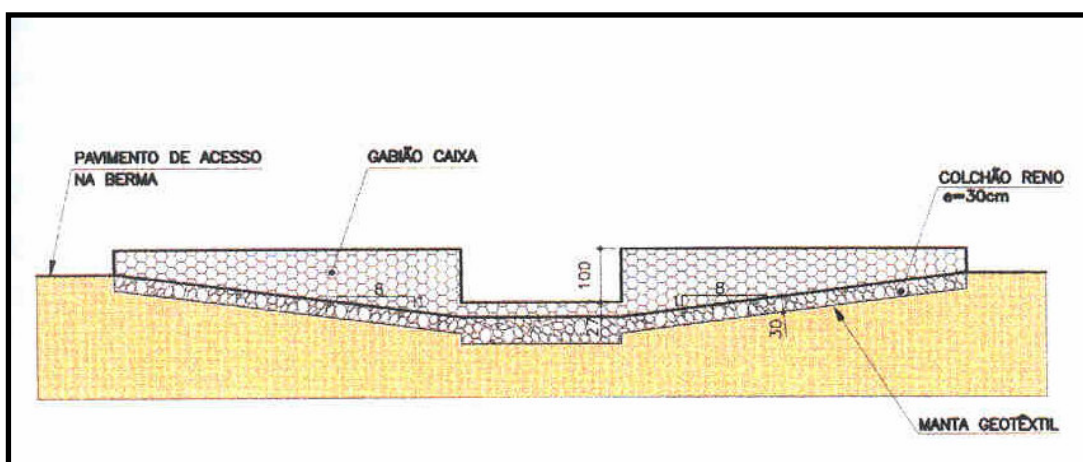


Figura 6.11: Exemplo de drenagem de águas pluviais (CEPOLLINA, 1999, *in* FARIA, 2002)

É conveniente enfatizar que a água pluvial coletada poderá seguir diretamente para o corpo d'água receptor, apenas se mantendo os cuidados necessários para reduzir o material em suspensão e evitar erosões no ponto de lançamento. Em contrapartida, o

líquido percolado do aterro, antes de ser lançado à drenagem natural, é obrigado a passar por um tratamento mais complexo (FARIA, 2002).

As águas precipitadas nas imediações dos aterros sofrem captação e desvio por canaletas escavadas no terreno original, acompanhando as cotas, de forma a conferir declividade conveniente ao dreno. São chamadas de drenagem provisória as canaletas destruídas pela própria evolução do aterro, as quais, em função de sua curta duração, não necessitam de revestimentos especiais, porém, são refeitas sempre que necessário.

A drenagem definitiva é constituída pelas canaletas que permanecerão ativas mesmo após o encerramento das atividades do aterro, devendo protegê-lo durante o tempo suficiente para que a obra seja reincorporada ao ambiente local.

As águas de nascentes devem ser canalizadas, para assegurar que não sejam contaminadas pelo chorume ou gases produzidos na decomposição do lixo. Recomenda-se a captação e canalização dessas águas e, em seguida, sua proteção com uma camada de 3,0 m de espessura de argila.

6.6.5 Cobertura do Aterro

Segundo JUCÁ (2003), a camada argilosa de cobertura dos resíduos é o elo existente entre o lixo e o ambiente externo ou atmosférico. Por esta razão, esta camada apresenta grande capacidade de influência tanto na liberação de gases do aterro, como na entrada de ar atmosférico e águas pluviais na massa de lixo.

Os métodos de construção de aterros sanitários diferem na forma de execução, porém a sistemática de acondicionamento do lixo é a mesma, ou seja, consiste na construção de células, cobertas diariamente, com uma camada entomo de 20 cm de solo.

O sistema de cobertura, seja ele diário, intermediário ou final, tem a função de proteger a superfície das células do lixo, eliminar a proliferação de vetores, diminuir a taxa de formação de percolados, reduzir a exalação de odores, impedir a catação, permitir o tráfego de veículos coletores sobre o aterro, eliminar a queima de resíduos, controlar a saída do biogás, ser resistente a processos erosivos e adequado à futura utilização da área (FARIA, 2002).

A cobertura intermediária é imprescindível em locais onde a superfície de disposição ficará inativa por períodos mais prolongados, cerca de um mês aguardando, por exemplo, a conclusão de um patamar para início do seguinte.

No término da vida útil de um aterro ou no encerramento de uma célula, a cobertura final deve apresentar uma espessura de 40cm a 60cm de argila bem compactada, que servirá de “selo”.

Na cobertura final é aconselhável o uso de proteção vegetal, objetivando a integração do empreendimento ao meio ambiente local. A camada de vegetação tem a função de aumentar a evapotranspiração, diminuindo a quantidade de chuva que se infiltra e, conseqüentemente, a quantidade de percolado gerada.

A Figura 6.12, a seguir, apresenta um sistema de cobertura de Aterro Sanitário, com camadas drenantes de gases, com sistema de captação tubular, *liner* de argila com geomembrana, drenagem superficial de águas pluviais e plantio de vegetação.

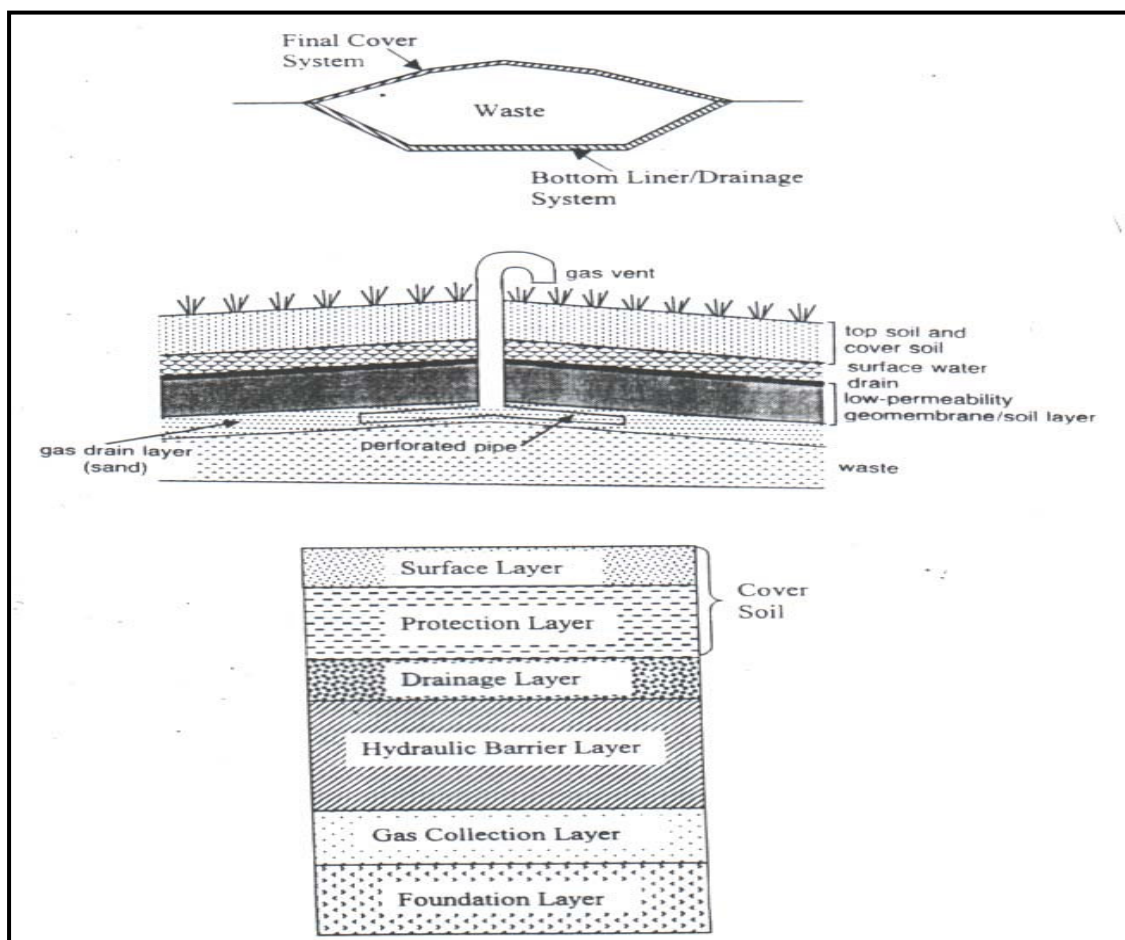


Figura 6.12: Exemplo de um sistema de cobertura em aterros (ALMEIDA, 2002)

De acordo com o Manual de Gerenciamento Integrado do IPT (2000), a camada de cobertura final em um aterro sanitário deve conter os seguintes componentes:

1. Camada superficial: solo; geossintético de controle de erosão; blocos rochosos;
2. Camada de proteção: solo; material residual reciclado; blocos rochosos;
3. Camada drenante: areia ou cascalho; geo-rede ou geocompósitos;

4. Camada impermeável: argila compactada; geomembrana; argila geossintética; rejeitos; e
5. Camada coletora de gás e/ou camada de fundação: areia ou cascalho; solo; georrede ou geotêxtil; material residual recuperado ou reciclado.

A Tabela 6.4 explica as principais funções das camadas que compõe um sistema de cobertura num Aterro Sanitário, segundo ALMEIDA (2002), bem como algumas considerações e os materiais utilizados em cada uma.

Tabela 6.4: Componentes de um sistema de cobertura (ALMEIDA, 2002)

Camada	Funções principais	Materiais usuais	Considerações gerais
Superficial	crescimento de plantas; evapotranspiração; dificultar erosão	solo vegetal	sempre necessária
Proteção	proteger camadas inferiores contra intrusão de plantas e animais	solos mistos	pode se juntar com a camada superficial
Drenagem	drenagem da água infiltrada; minimiza contato desta com barreira	areias; pedregulhos; geotêxteis	opcional; necessária quando quantidade de água é excessiva
Barreira	minimizar infiltração da água no resíduo e escape de gás do resíduo	solo compactado e geossintéticos	desnecessária apenas em locais muito áridos
Coleta de gás	transmissão de gás para pontos de coleta	areias; geotêxteis; geogrelhas	necessidade depende da quantidade de gás

6.7 Monitoramento Ambiental e Geotécnico

O monitoramento de um aterro sanitário tem como objetivo a coleta de dados que permitam avaliar a sua influência sobre o meio ambiente e definir ações permanentes para sua conservação. Desse modo, os aterros sanitários devem ser monitorados no que se referem aos seguintes aspectos:

1. Meteorológicos – para o controle do índice pluviométrico, da velocidade e direção do vento, dos períodos de insolação, evaporação e temperatura ambiente;
2. Geotécnicos – para verificar movimentos horizontais e verticais em diferentes pontos do aterro e piezometria;
3. Hidrológicos – para quantificar e caracterizar o chorume produzido e a água do lençol freático à jusante e à montante do aterro;
4. Físico-químicos – medindo a pressão de gás e a temperatura no interior do aterro;
5. Controle do recebimento do resíduo – para analisar os resíduos quanto à quantidade e composição.

A partir dos aspectos supracitados e, considerando os potenciais impactos ambientais negativos, pode-se dizer que os programas de monitoramento visam:

- Avaliar a eficiência dos processos industriais e de controle da poluição, devendo abranger o solo, ar, água e lençóis de água subterrânea;
- Localizar operações com baixa eficiência, avaliando as matérias-primas e demais insumos utilizados, para reduzir os custos operacionais;
- Eventuais mudanças que reduzam o potencial dos impactos sanitários e ambientais;
- Garantir que o resíduo tratado não seja diferente daquele para o qual a unidade de tratamento foi projetada;
- Garantir que os constituintes do resíduo não sejam encontrados além da área de estocagem e não gerem novas fontes de contaminação;
- Garantir que a água subterrânea não seja afetada pela migração de constituintes perigosos ou tóxicos do resíduo;

Segundo FARIA (2002), o monitoramento acompanha o desenvolvimento de alguns parâmetros representativos da evolução do sistema, com o objetivo de detectar, em estágio inicial, os impactos ambientais negativos causados pelo empreendimento, permitindo a implantação de medidas mitigadoras, antes que estes assumam grandes proporções e, dessa forma, torne-se de mais difícil correção.

O principal sistema de controle ambiental é o de rastreamento dos líquidos percolados, sendo monitorados os mananciais de águas superficiais e subterrâneas. Essa supervisão deve ser efetuada com a instalação de poços, piezômetros e pluviômetros, medidores de deslocamentos horizontais e verticais, medidores de vazão, análises físico-químicas e biológicas, além de inspeções diversas.

Em resumo, pode-se dizer que um sistema de monitoramento ambiental de aterros sanitários consiste em se manter o controle: da qualidade do ar, das águas subterrâneas e superficiais; da poluição do solo; de insetos e vetores de doenças; de ruído e vibração; de poeira e material esvoaçante; e de impactos visuais negativos.

Já um sistema de monitoramento geotécnico de aterros sanitários, deve compreender os seguintes mecanismos de supervisão:

- de deslocamentos vertical e horizontal, por meio de marcos superficiais, perfilômetros e placas de recalques;
- do nível do percolado e pressão de biogás no corpo do aterro, através de medidores de nível d'água e piezômetros;

- da descarga de percolado através dos drenos, através de medidores de vazão; e
- por inspeções periódicas, buscando-se indícios de erosão e trincas.

A frequência da coleta das amostras e das medições *in situ*, a escolha dos parâmetros a analisar e a medir, as técnicas e os métodos a utilizar, as frequências de apresentação dos resultados devem ser acordadas com o Órgão Estadual de Controle da Poluição Ambiental e devem constar no projeto. Em geral, o acordo é feito através de intercâmbio com instituições, universidades, públicas de ensino.

6.8 Plano de Encerramento

O plano de encerramento do aterro sanitário consiste nos procedimentos de interrupção das atividades de recebimento de lixo e no controle e monitoramento da área, paralelamente à remediação e à viabilidade de sua transformação em condições utilização futura. Esse plano é função do tratamento dos resíduos durante sua vida útil.

Na fase final devem ser previstos projetos paisagísticos e de uso futuro da área, a cobertura final, o monitoramento geotécnico e ambiental, além de inspeções regulares. Deve ser disposta sinalização, informando sobre o fechamento do aterro e o endereço da atual localidade de disposição, até que a área esteja liberada para nova utilização.

Durante todo o tempo em que os líquidos e o biogás apresentarem potencial poluidor, isto é, até a estabilização da massa de resíduos, as drenagens das águas pluviais, as vias de acesso e os sistemas de monitoramento deverão ser mantidos em operação contínua no aterro.

De uma maneira geral, é recomendado que as áreas de aterros sejam transformadas em jardins, parques, praças esportivas e áreas de lazer. Caso ocorra a intenção de construir edificações nestas áreas, precauções especiais devem ser tomadas, pois os recalques diferenciais que a área do aterro sofre, devido à compressão das camadas superiores e da decomposição do lixo, são inevitáveis e variam de aterro para aterro. Para efeito de cálculo de fundação, a tendência é admitir que o lixo compactado tenha a mesma taxa de suporte da turfa. No entanto, este tipo de construção não é recomendável nessas localidades, a não ser em último caso.

Outro problema que deve ser levado em conta é a drenagem dos gases produzidos no aterro, dado o alto poder combustível e explosivo do metano.

Geralmente, as empresas fazem contratos de 20 anos, para construção e operação dos aterros e, quando o contrato vence, a Prefeitura é que fica com o passivo ambiental.

Capítulo VII

A ISO 14000

Organizações de vários portes se inserem num cenário que tem mudado com muita rapidez. Estas mudanças levam a uma crescente busca de elementos que possam melhorar seus níveis de desempenho e competitividade. Dentre as mudanças observadas, constatou-se uma maior preocupação quanto à imagem que o cliente e a comunidade fazem de seus produtos e serviços, envolvendo um maior grau de conscientização e cobrança quanto aos impactos e danos que suas atividades causem ao meio ambiente, visando melhorias na qualidade ambiental de uma maneira global. Dessa forma, o setor produtivo vem se adaptando aos novos paradigmas de produção e de consumo, nos quais a componente ambiental tem uma influência considerável.

Devido a crescente competitividade de mercado, as empresas, por interagirem com instituições tecnológicas, com órgãos de controle ambiental e com a sociedade como um todo, estão sempre em busca da qualidade total. Esta não deve se dissociar da qualidade ambiental, que pode ser considerada como um elemento diferencial.

Essa “Qualidade Ambiental” passou a ser exigida pelos diversos “atores” deste cenário com uma significância relevante. Clientes, acionistas, investidores, comunidade, seguradoras, órgãos de fiscalização e controle ambiental, ONG’s têm influenciado diretamente o comportamento e as ações das empresas. Os parâmetros dessa qualidade passaram a ser universais devido aos efeitos da globalização da economia.

A preocupação com o meio ambiente (MONTEIRO *et al.*, 2003, *apud* DOBEREINER, 2002), não é moda ou oportunismo; é uma questão de sobrevivência para as organizações. Essas vivem num ambiente altamente competitivo e estão preocupadas em atingir e demonstrar um desempenho ambiental correto, controlando os impactos ambientais de suas atividades, produtos ou serviços.

A sociedade faz a sua parte, com os consumidores, principalmente nos países desenvolvidos, dando preferência a produtos ambientalmente saudáveis, sobretudo os que têm certificação de qualidade ambiental. Nesse contexto, o “selo verde” atua como um estímulo da sociedade aos fabricantes de produtos ambientalmente corretos.

Em resposta à profunda preocupação da sociedade pelos problemas ambientais, as empresas estão deixando as posturas passivas e reativas para terem uma conduta ambiental pró-ativa, voluntária. Assim, elas deixaram de ver o meio ambiente como um

aspecto de nenhum ou pouco interesse, onde a única preocupação era cumprir minimamente às legislações, mas como uma fonte adicional de eficiência e competitividade. É a, chamada, Eco-estratégia Empresarial, onde a função ambiental está em diversos setores do planejamento estratégico da empresa, gerando novas oportunidades de negócio.

A aceitação da responsabilidade ambiental por parte das empresas, bem como a adoção de uma atitude pró-ativa passam por uma tomada de consciência do seu verdadeiro papel na sociedade, da qual a demanda é que dita as regras de existência dessas empresas. Se essa demanda cessa, a empresa deixa de existir.

Como já foi citado, a Agenda 21, firmada na ECO-92, propôs a redução da quantidade de energia e materiais utilizados na produção de bens e serviços, a disseminação de tecnologias limpas e a promoção de pesquisa para o desenvolvimento de novas fontes de energia e de recursos naturais renováveis.

Seguindo esta linha, as normas ambientais nasceram, sobretudo, do setor empresarial e com a finalidade de prevenir danos ambientais de processos produtivos e de produtos, colocados no mercado de consumo. Um gerenciamento referenciado em normas técnicas, de reconhecimento nacional e internacional, implica no atendimento a todas as exigências ambientais, e permite a avaliação do desempenho do empreendimento, além de ampliar a possibilidade de troca de experiências e o aprimoramento de soluções.

Em meio a esta preocupação global com as questões ambientais, se tornou importante para as empresas adotar uma política ambiental bem definida, utilizando-se de ferramentas para sua implementação, tais como normas de gerenciamento ambiental, para a prevenção da poluição e para mecanismos de produção mais limpa.

O sistema de gestão ambiental é um instrumento para controle e melhoramento do desempenho ambiental de uma empresa. A política ambiental da empresa deve se comprometer com este melhoramento, através da conservação e proteção dos recursos naturais, a minimização de resíduos, o controle da poluição e a melhoria contínua. Para tal, a empresa deve elaborar planos e programas de ação, contendo seus objetivos e metas a serem alcançadas, de acordo com a legislação em vigor. Estes planos e programas devem ser estendidos a fornecedores e clientes, aumentando assim a contribuição para uma política ambiental correta.

Os instrumentos de gestão visam sistematizar informações, permitindo que os agentes possam desenvolver modelos de monitoramento, controle e proteção ambiental, possibilitando análises comparativas das diferentes fases das empresas.

A série de normas ISO 14000 veio fornecer as ferramentas e estabelecer um padrão para a implementação desses sistemas de gestão, visando à melhoria da produção e a correção de falhas detectadas, constituindo-se no padrão de referência atual para o gerenciamento voluntário do meio ambiente no setor industrial. Muitas empresas no Brasil, mesmo sem almejar a certificação, têm introduzido os conceitos de gestão ambiental às práticas gerenciais de seu empreendimento e outras, que possuem atividades altamente impactantes, por medo de correr riscos de ter sua posição afetada no mercado mundial.

A ISO define Sistema da Gestão Ambiental (SGA) como “a parte do sistema global que inclui estrutura organizacional, atividades de planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos, processos e recursos para desenvolver, implementar, atingir, analisar criticamente e manter a política ambiental”.

Segundo definição da Enciclopédia Britânica, Gestão Ambiental é “o controle apropriado do meio ambiente físico, para propiciar o seu uso com o mínimo abuso, de modo a manter as comunidades biológicas para o benefício do homem”.

Já a EPA (Environmental Policy Agency, USA) define Gestão Ambiental como a “condução, direção e controle pelo governo do uso dos recursos naturais, através de determinados instrumentos, o que inclui medidas econômicas, regulamentos e normalização, investimentos públicos e financiamentos, requisitos interinstitucionais e judiciais”.

A ISO 14000 nasceu, em parte, como uma reação industrial à legislação ambiental pública (baseada em mecanismos de comando e controle, voltados para fontes poluidoras). A partir delas é que se estabeleceram significativamente os compromissos iniciais com o desenvolvimento sustentável.

Segundo MARQUES *et al* (2003), a Gestão Ambiental requer um comprometimento da alta direção de uma organização com a participação consciente de todos os integrantes das organizações. Esta nova cultura ambiental fez com que as organizações considerassem as Normas ISO 14000.

Em síntese, a estratégia ambiental convencional carrega os seguintes objetivos: controle da poluição; remoção de resíduos; tratamento (modificação de volume e toxicidade); disposição final. O resultado para esta estratégia é a melhoria da qualidade

ambiental. Porém, os sistemas de controle da poluição em geral são muito caros, por isso, na maioria das vezes, adota-se uma solução preventiva, que se traduz na prevenção da poluição na fonte, o que diminui os custos de disposição final de resíduos, bem como os de produção, uma vez que utiliza matéria prima e energia de forma mais eficiente. Além disso, melhora a imagem da empresa diante dos consumidores e melhora a competitividade com outras empresas.

A estimativa era que as indústrias procurassem implantar e certificar os seus sistemas de gestão ambiental, com um crescimento similar ao ocorrido em 1994, com a série de normas ISO 9000. Publicadas inicialmente em 1996, a série ISO 14000 contou com um rápido crescimento das certificações em todo o mundo. A expectativa foi atendida, mostrando o grau de importância dado a implantação de um SGA.

Antes de se chegar a Família ISO 14000, propriamente dita, é necessária a compreensão dos conceitos de normalização, certificação, acreditação, conformidade, reconhecimento, ciclo “PDCA” e ISO. Os tópicos seguintes se propõem a cumprir esta finalidade.

7.1 Normalização

Esta dissertação menciona normas técnicas, específicas aos assuntos tratados no decorrer de cada capítulo. Deste modo, este tópico do capítulo da ISO 14000 tem por finalidade esclarecer o significado de norma técnica e normalização.

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT NBR 6822 – Preparo e Apresentação de Normas Brasileiras, a definição para norma é: “um documento elaborado segundo procedimentos e conceitos emanados do Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial, conforme a Lei nº 5.966, de 11 de dezembro de 1973, e demais documentos legais desta decorrentes. De acordo com a sua classificação, as normas brasileiras são resultantes de um processo de consenso nos diferentes fóruns do Sistema, cujo universo abrange o Governo, o setor produtivo, o comércio e os consumidores. As normas brasileiras em suas prescrições, visam obter:

- a) defesa dos interesses nacionais;
- b) racionalização na fabricação ou produção e na troca de bens e serviços, através de operações sistemáticas e repetitivas;
- c) proteção dos interesses dos consumidores;

- d) segurança de pessoas e bens; e
- e) uniformidade dos meios de expressão e comunicação.”

Deve-se considerar a importância das normas técnicas, pois elas apresentam uma linguagem comum, reduzem a variedade de procedimentos, possibilitam a repetição de resultados e melhoram a qualidade de serviços e produtos. No entanto, é importante lembrar que normas técnicas não são leis, porém indicam as ações e parâmetros a serem observados em situações específicas. Assim, segui-las é uma opção.

O que caracteriza uma norma técnica é seu tipo de alcance. Os tipos de Normas Técnicas, segundo a NBR 6822, podem ser de:

- Classificação: se destinam a ordenar, designar, distribuir e/ou subdividir conceitos, materiais ou objetos, segundo uma determinação sistemática;
- Especificação: se destinam a fixar condições exigíveis para aceitação e/ou recebimento de matérias-primas, produtos semi-acabados ou produtos acabados;
- Métodos de Ensaio: se destinam a prescrever a maneira de verificar ou determinar características, condições ou requisitos exigidos;
- Padronização: se destinam a restringir a variedade pelo estabelecimento de um conjunto metódico e preciso de condições a ser satisfeitas com o objetivo de uniformizar as características geométricas, físicas ou outras, de elementos de construção, materiais, aparelhos, produtos industriais, desenhos e projetos;
- Procedimento: se destinam a fixar condições para a execução de cálculos, projetos, obras, serviços e instalações, para o emprego de materiais e produtos industriais, para certos aspectos das transações comerciais (p.ex.: reajustamento de preços), para a elaboração de documentos em geral, inclusive desenhos e para a segurança na execução ou na utilização de uma obra, equipamento e instalação, de acordo com o respectivo projeto;
- Simbologia: se destinam a estabelecer convenções gráficas e/ou literais para conceitos, grandezas, sistemas ou parte de sistemas;
- Terminologia: se destinam a definir, relacionar e/ou dar a equivalência em diversas línguas de termos técnicos empregados em um determinado setor de atividade, visando o estabelecimento de uma linguagem uniforme.

O alcance de uma norma é a abrangência de sua aceitação. Deste modo, tem-se, em ordem decrescente de alcance:

- Normas Internacionais: são aquelas elaboradas por entidades internacionais, apresentando assim aceitação também internacional. Como exemplo de entidades deste tipo, podemos citar a ISO – International Organization for Standardization;
- Normas Regionais: são aquelas elaboradas por entidades que congregam países de uma região. Exemplos de entidade deste tipo é a CEN – Comunidade Européia e o COPANT – Comitê Pan-Americano de Normas Técnicas;
- Normas Sub-Regionais: são aquelas elaboradas por entidades que congregam alguns países de uma região. Como por exemplo, têm-se as normas elaboradas pelo CMN – Comitê Mercosul de Normalização, que congrega os países Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai, da América do Sul;
- Normas Nacionais: são aquelas elaboradas por uma entidade reconhecida pela nação como sendo aquela que elabora normas técnicas de âmbito nacional. No Brasil, temos a ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas;
- Normas de Grupos: são aquelas elaboradas por grupos setoriais, como p.ex., normas da ABM – Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais, e normas da ABTCP – Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel, etc.;
- Normas Institucionais: são aquelas elaboradas por um instituto, empresa ou entidade equivalente, como p.ex., normas da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB.

A ABNT não é uma entidade governamental e sim uma associação, mas suas normas recebem a denominação de Normas Brasileiras Registradas (NBR). Através de suas comissões de estudo, a ABNT também pode adotar uma norma da ISO e faz a sua tradução literal, tornando assim uma norma NBR ISO.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), membro fundador e participante (P) da ISO, em 1947, é uma entidade privada sem fins lucrativos, fundada em 1940, com atribuições de promover a elaboração de normas em diversos domínios de atividades, efetuar a certificação de produtos e sistemas e participar do Fórum Nacional de Normalização.

As principais normas institucionais brasileiras, relacionadas com o meio ambiente, são editadas pela CETESB (São Paulo), FEAM (Minas Gerais), FEEMA (Rio de Janeiro), CPRH (Pernambuco), IAP (Paraná), dentre outros órgãos ambientais

estaduais. No Apêndice V são listadas as principais normas brasileiras relacionadas aos assuntos desenvolvidos nesta dissertação.

Normalização é a atividade que estabelece, em relação a problemas existentes ou potenciais, prescrições destinadas à utilização comum e repetitiva com vistas à obtenção do grau ótimo de ordem em um dado contexto.

Os Objetivos da Normalização são os seguintes:

- a) Economia: proporcionar a redução da crescente variedade de produtos e procedimentos;
- b) Comunicação: Proporcionar meios mais eficientes na troca de informação entre o fabricante e o cliente, melhorando a confiabilidade das relações comerciais e de serviços;
- c) Segurança: Proteger a vida humana e a saúde;
- d) Proteção do Consumidor: Prover a sociedade de meios eficazes para aferir a qualidade dos produtos; e
- e) Eliminação de Barreiras Técnicas e Comerciais: Evitar a existência de regulamentos conflitantes sobre produtos e serviços em diferentes países, facilitando assim, o intercâmbio comercial.

Na prática, a Normalização está presente na fabricação dos produtos, na transferência de tecnologia e na melhoria da qualidade de vida, através de normas relativas à saúde, à segurança e à preservação do meio ambiente.

Para isso por em prática estes objetivos, se fazem necessários comitês técnicos de normalização, dentre os quais podemos citar dois principais no Brasil:

- ABNT/CB: é o Comitê Brasileiro, um órgão da estrutura da ABNT, com Superintendente eleito pelos sócios da ABNT, nele inscritos, com mandato de 2 anos, permitidas duas reeleições; e
- ABNT/ONS: o Organismo de Normalização Setorial é um organismo público, privado ou misto, sem fins lucrativos, que, entre outras, tem atividades reconhecidas no campo da Normalização em um dado domínio setorial, credenciado pela ABNT, segundo critérios aprovados pelo CONMETRO.

Todo trabalho dos Comitês Brasileiros e Organismos de Normalização Setorial é orientado para atender ao desenvolvimento da tecnologia e a participação efetiva na normalização internacional e regional. A ABNT possui atualmente 53 Comitês e 3 Organismos de Normalização Setorial.

A Comissão de Estudo Especial Temporária (CEET) é uma Comissão de Estudo, vinculada à Gerência do Processo de Normalização da ABNT, com objetivos e prazo determinados, para tratar dos assuntos não cobertos pelo âmbito de atuação dos Comitês Técnicos.

Como dito anteriormente, a ABNT é membro “P” da ISO e, em se tratando da elaboração das normas ambientais, ela faz parte do ISO/TC 207 (Technical Committee), com âmbito de atuação para a normalização no campo de ferramentas e sistemas de Gestão Ambiental, excluindo-se métodos de ensaios relativos a poluentes, qualidade da água, do solo e acústica, fixação de valores limites em matéria de poluentes ou de efluentes, fixação de níveis de desempenho ambiental e normalização de produtos.

Espelhando o ISO/TC 207, foi então criado o CB-38, Comitê Brasileiro de Gestão Ambiental, com os objetivos de analisar as normas propostas; avaliar o impacto dessas normas sobre a competitividade brasileira, propor alternativas cabíveis e acompanhar e representar o Brasil na ISO e demais subcomitês internacionais.

7.2 Certificação e Acreditação

Certificação é um “conjunto de atividades desenvolvidas por um organismo, independente da relação comercial, com o objetivo de atestar publicamente, por escrito, que determinado produto, processo ou serviço está em conformidade com os requisitos especificados. Estes requisitos podem ser: nacionais, estrangeiros ou internacionais”. Ou ainda, o “procedimento pelo qual uma terceira parte dá garantia escrita de que um produto, processo ou serviço está em conformidade com os requisitos especificados”.

Dentre as vantagens da certificação, podemos ressaltar a garantia no atendimento a requerimentos contratuais, o aperfeiçoamento interno da organização, a garantia de melhores subcontractações, a redução de múltiplas auditorias, o alívio de preocupações legais, como responsabilidades civis e penais e seguros, e claro, além da simpatia dos Órgãos Ambientais e do consumidores.

Os frutos alcançados por uma empresa certificada podem ser tanto colhidos internamente quanto externamente. Da primeira, pode-se citar:

- A satisfação da necessidade do “algo concreto a ser alcançado”;
- O comprometimento e a participação de todos no processo (mobilização geral);
- A perspectiva pela manutenção do certificado gera motivação permanente.

Externamente, uma empresa certificada pode esperar o retorno da satisfação pelas suas atividades, de:

- Partes interessadas (clientes, sociedade e comunidade), que reconhecem que a empresa assumiu postura correta e considera as questões ambientais na gestão do seu negócio, investe recursos humanos e financeiros para manter e melhorar o seu desempenho ambiental e busca a excelência ambiental;
- Melhoria da imagem institucional da organização, gerando capitalização de ganhos com a imagem - “ecomarketing”;
- Competitividade em mercados mais exigentes, através da superação de barreiras.

As atividades de certificação podem envolver: análise de documentação, auditorias e/ou inspeções na empresa, coleta e ensaios de produtos, no mercado e/ou na fábrica, com o objetivo de avaliar a conformidade e sua manutenção.

Não se pode pensar na certificação como uma ação isolada e pontual, mas sim como um processo, que se inicia com a conscientização da necessidade da qualidade para a manutenção da competitividade e conseqüente permanência no mercado, passando pela utilização de normas técnicas e pela difusão do conceito de qualidade por todos os setores da empresa, abrangendo seus aspectos operacionais internos e o relacionamento com a sociedade e o ambiente.

Marcas e Certificados de Conformidade são indispensáveis na elevação do nível de qualidade dos produtos, serviços e sistemas de gestão. A certificação melhora a imagem da empresa e facilita a decisão de compra para clientes e consumidores.

A Avaliação da Conformidade é “o processo sistematizado, com regras pré-estabelecidas, devidamente acompanhado e avaliado, de forma propiciar adequado grau de confiança de que um produto, processo ou serviço ou ainda um profissional, atenda a requisitos pré-estabelecidos em normas ou regulamentos” (MENDONÇA, 2003).

Para uma empresa adquirir um certificado de conformidade, reconhecido pelo Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade (SBAC), é necessário procurar um Organismo Acreditado que ofereça credibilidade, ou seja, que tenha a competência reconhecida pelo INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial), órgão executor do CONMETRO (Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial), que possui acordo de reconhecimento mútuo com os membros do IAF (International Accreditation Forum), para acreditação de Organismos de Certificação de Sistemas da Gestão Ambiental (ISO 14001), dentre outros sistemas, produtos e serviços.

Esse Pacto de Reconhecimento Mútuo (MLA) é um acordo multilateral estabelecido, em nível internacional, pelas seguintes organizações (Figura 7.1):

- ⇓ IAF: International Accreditation Forum;
- ⇓ ILAC: International Laboratory Accreditation Cooperation;
- ⇓ OIML: Organisation Internationale de Métrologie Légale;
- ⇓ BIPM: Bureau International des Poids et Mesures;
- ⇓ IATCA: International Auditor and Training Certification Association;
- ⇓ EA: European Co-operation for Accreditation.

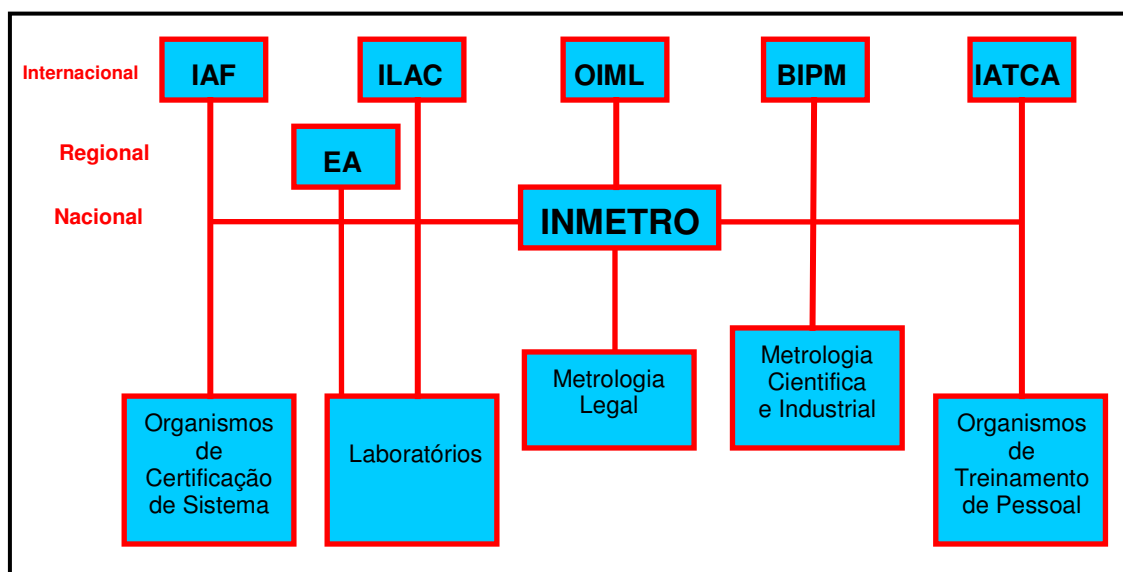


Figura 7.1: Organograma do Pacto de Reconhecimento Mútuo (MENDONÇA, 2003)

O IAF opera um programa de avaliação de conformidade, o qual promove a eliminação de barreiras não tarifárias ao comércio, removendo barreiras técnicas causadas por demandas de requisitos específicos de certificação. O programa IAF de avaliação de conformidade provê a confiança necessária para a aceitação no mercado de certificados nos campos de sistemas de gestão, produtos, serviços, pessoal e outros programas similares de avaliação de conformidade.

O IAF reconhece o INMETRO como acreditador no contexto mundial, através da realização de avaliações e auditorias regulares. Este reconhecimento qualifica um certificado, emitido por um organismo acreditado no Brasil, como válido em todos os países pertencentes ao Fórum, baseado na equivalência de seus programas de avaliação de conformidade, onde são aceitas as normas e regulamentos da ISO.

A Acreditação reduz o risco do negócio e de seus fregueses, os assegurando que organismos acreditados são competentes para uniformizar o trabalho que eles

empreendem, dentro de seu escopo de acreditação. Os organismos acreditadores, que são membros do Fórum Internacional de Acreditação (IAF), são obrigados a operar de acordo com padrões internacionais e requerer às organizações que eles acreditam obedecer às normas internacionais apropriadas e aos Guias do IAF para aplicação dessas normas.

Desse modo, garante-se que todo o processo de certificação está estruturado em padrões internacionais, de acordo com ISO/IEC Guia 66:2001 – Guia Internacional que estabelece os requisitos gerais para organismos que operam Avaliação e Certificação de Sistema de Gestão Ambiental, e as auditorias são realizadas atendendo à norma ISO 19011:2002 – Diretrizes para auditorias de sistema de gestão da qualidade e/ou ambiental.

Então, certificados nos campos de sistemas de gestão, produtos, serviços, pessoas e outros programas semelhantes de avaliação de conformidade, emitidos por organismos acreditados por membros do IAF MLA, podem ser confiados perante o mercado internacional.

Cabe ressaltar que esta certificação não é concedida pela ISO, que é uma entidade normalizadora internacional, mas pelos organismos de terceira parte, devidamente acreditados. Como esta norma tem caráter voluntário, as certificações podem ser feitas fora do SBAC e por organismos não acreditados, porém estes últimos não são reconhecidos internacionalmente. Isso faz com que as empresas que buscam esta certificação procurem por organismos com sedes em outros países, o que facilita o processo de reconhecimento mundial, onde o certificado é apenas adaptado aos requisitos legais do país em que se está procurando esta equivalência de qualificação. Independentemente disso, a condução da mesma é feita com base nos mesmos critérios e metodologias.

No Brasil, o CONMETRO, em setembro de 1995, determinou que o INMETRO estabelecesse, junto com o Sistema Brasileiro de Certificação (SBC), uma estrutura de avaliação de conformidade para a área de meio ambiente, de acordo com as Normas ISO, série 14000. Aprovou-se então, a criação, através da Resolução n° 03, de 04/09/95, a Comissão de Certificação Ambiental (CCA), no âmbito do Comitê Brasileiro de Certificação (CBC), que constitui quatro grupos de trabalho, onde secretaria.

Compõem a CCA: o INMETRO, o Ministério das Minas e Energia, o DNC, a Petrobrás, a Companhia Vale do Rio Doce, o Ministério do Meio Ambiente, o IBAMA, a CETESB, a FEEMA, Furnas, a ABNT, a UCIEE e o IBQN.

O objetivo da CCA é elaborar procedimentos, critérios e regulamentos de acreditação para organismos de certificação, auditorias, em Sistemas de Gestão Ambiental, de pessoal (treinamento e registro de auditores ambientais) e de Produtos.

Assim, as normas do INMETRO surgiram após várias reuniões onde foram criados grupos de trabalho para áreas específicas. Isto ajudou as empresas brasileiras a se adequarem à legislação ambiental, que começava a ganhar corpo e importância no país, embora a própria norma considerasse que o seu cumprimento não garantia a legalidade por parte da organização. Neste aspecto, ela inicialmente previa a exigência do atendimento aos requisitos da legislação ambiental, para a concessão dos certificados, porém sendo retirada mais tarde, sob a argumentação de que isto impediria a unificação de critérios no plano internacional, devido às diferenças das leis dos países.

7.3 Apresentação e Evolução da ISO no Campo Ambiental

A ISO (International Organization for Standardization) é uma federação internacional, não governamental, de entidades nacionais de normalização, que congrega mais de 150 países, uma de cada país, representando praticamente 95% da produção industrial do mundo. Com sede em Genebra, na Suíça, tem o objetivo de promover o desenvolvimento da normalização internacional e relacionar as atividades no mundo, que representem e traduzam o consenso dos diferentes países, para homogeneizar procedimentos, medidas, materiais, uso, etc., com vistas a facilitar o intercâmbio de serviços e desenvolver uma cooperação nas esferas das atividades intelectual, científica, tecnológica e econômica.

Fundada em 1947, propõe normas que representam o consenso dos diferentes países para homogeneizar métodos, medidas, materiais e seu uso, em todos os domínios de atividades, exceto no campo eletro-eletrônico, que é responsabilidade da International Electrotechnical Commission – IEC.

Como uma instituição normalizadora internacional, ela elabora e avalia normas, por intermédio de comitês técnicos (TC), compostos por especialistas, representantes dos países membros, cada qual com responsabilidades específicas no âmbito de determinado tema a ser padronizado.

Como já dito no tópico 7.1, O Brasil participa da ISO através da ABNT, reconhecida pelo governo como o Fórum Nacional de Normalização, considerada membro “P” (Participante), com direito a voto no fórum internacional de normalização.

A rotina de funcionamento da ISO prevê os seguintes estágios para elaboração e emissão de normas (as etapas de construção das Normas e Guias ABNT/CB-38 Série ISO 14000 podem ser visualizadas no Apêndice VI):

1. Preliminary Work Item (WI): estágio preliminar, análise do tema;
2. New Work Item Proposal (NP): o tema é proposto e votado quanto à sua aceitação para ser objeto de uma norma internacional;
3. Working Draft (WD): primeira minuta de trabalho a ser submetida à votação do comitê responsável pelo tema;
4. Committee Draft (CD): minuta que obteve aprovação do comitê responsável;
5. Draft of International Standard (DIS): minuta que já pode ser considerada um projeto de norma internacional, com possibilidade de ser aplicada experimentalmente e ser objeto inclusive de certificação;
6. Final Draft of International Standard (FDIS): minuta final, aprovada pelo comitê responsável, sujeita a pequenas alterações;
7. International Standard (IS): versão final, aprovada e publicada pela ISO.

A necessidade da criação de normas internacionais de gestão ambiental surgiu na conferência ECO-92. Como emergiram alguns padrões como os estabelecidos pela BS 7750, a organização internacional de padronização (ISO) resolveu investigar como os mecanismos de normalização poderiam beneficiar os negócios e as indústrias. Para isso, criou um Grupo Estratégico Consultivo sobre Meio Ambiente (SAGE), com os objetivos de: avaliar a necessidade da normalização ambiental, recomendar um plano estratégico global e elaborar um relatório de recomendações, que foram as seguintes:

- Criação de um novo Comitê para desenvolver normas e guias sobre sistemas de gestão ambiental;
- Inclusão de critérios ambientais em normas de produtos;
- Elaboração de norma geral de sistema de gestão ambiental;

Então, em março de 1993, no Canadá, a ISO criou um comitê TC207 (Technical Committee 207), com a participação de 56 países, para a criação destas normas, inter-relacionados com o TC176, comitê que elaborou as normas de Gestão da Qualidade (Série ISO 9000).

Segundo AMARAL (2003), o TC207 seria responsável pelo desenvolvimento da mais importante série de normas jamais produzidas, pela sua abrangência e pelos inúmeros benefícios que propiciaria à sociedade e às empresas.

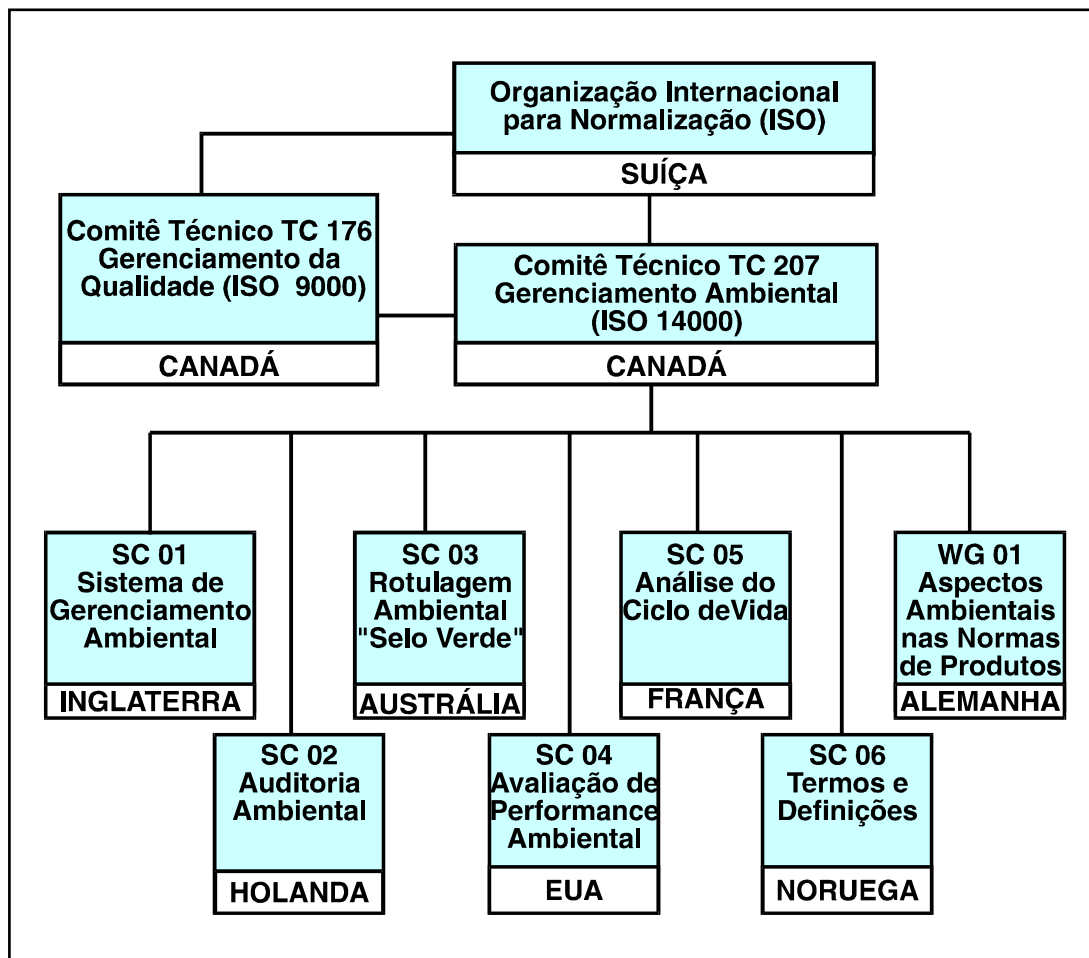


Figura 7.2: Organograma do ISO TC 207 – Gestão Ambiental (AMARAL, 2003).

Escopo do TC207 foi a normalização, no campo das ferramentas e sistemas de gestão ambiental e de produtos, excluindo-se métodos de ensaios para poluentes, estabelecimento de valores limites para poluentes ou efluentes e de níveis de performance.

Conforme pode se observar na Figura 7.2, esse Comitê foi composto por seis sub-comitês (SC) e um grupo de trabalho (WG), cada um sediado em um país diferente, designados para desenvolver normas de assuntos específicos.

Antes da criação do ISO/TC-207, a ISO atuava em normas técnicas independentes e específicas, que se restringiam à atuação de comitês técnicos relacionados ao meio ambiente como ISO/TC-43 (Acústica), ISO/TC-146 (Qualidade do ar), ISO/TC-147 (Qualidade da água), ISO/TC-190 (Qualidade do solo). Com a implantação de um comitê específico e independente para o meio ambiente, a ISO englobou e ampliou sua participação no tema de forma irreversível. Da atuação em

normas técnicas de especificação de limites de tolerância, ela passou a confeccionar normas de orientação gerencial ambiental.

Com a publicação da série de normas ISO 14000 em 1997, as empresas passaram a sistematizar as mudanças necessárias para a implantação de Sistemas da Gestão Ambiental. As potencialidades decorrentes do uso destas normas são:

- tecnologias limpas (significa aplicar de forma contínua, uma estratégia ambiental aos processos e produtos de uma indústria, a fim de reduzir riscos ao meio ambiente e ao ser humano. Essa estratégia visa prevenir a geração de resíduos e minimizar o uso de matérias-primas e energia – PNUMA);
- conservação dos recursos naturais;
- gestão dos resíduos industriais – redução de resíduos;
- gestão racional do uso de energia;
- redução de emissões gasosas;
- tratamento dos efluentes líquidos;
- preparação e planos de emergência ou contingenciamento;
- recuperação de áreas degradadas;
- redução da poluição global;
- avaliação de riscos e impactos ambientais; e
- tratamento e recuperação de áreas contaminadas.

A partir das publicações internacionais, iniciou-se no Brasil um processo de tradução e votação pela ABNT, para transformá-las em normas brasileiras.

A série de normas ISO 14000 no Brasil seguiu os mesmos passos da série ISO 9000, que foi de fundamental importância para sua implantação, já que as estruturas são muito parecidas. As empresas brasileiras se movimentaram mais rápido em direção a ISO 14001, visando manter sua imagem e garantir a competitividade frente ao mercado cada vez mais exigente.

7.4 A Família ISO 14000

Em 1992, entram em vigor as normas britânicas BS7750 – Specification for Environmental Management Systems (Especificação para Sistemas de Gestão Ambiental), que serviram de base para elaboração de um sistema de normas internacionais de gestão ambiental. Na busca de atender às novas exigências da

sociedade como um todo, principalmente no que se refere a um meio ambiente saudável, e representar a consolidação deste fato é que foi lançada, em setembro de 1996, a série de normas internacionais ISO 14000. Desde então, se tornou reconhecida como um fundamento básico para um Sistema de Gestão Ambiental (SGA).

A Família ISO 14000 também é conhecida como a ISO “verde”. Ela baseia-se no ideal de aperfeiçoamento constante, exigindo que as organizações avaliem constantemente e reduzam o dano provocado ao meio ambiente pelas suas atividades.

Esta série de normas é composta pela ISO 14001 (a única norma que permite a certificação) e um conjunto de normas complementares. A ISO 14001, que será apresentada no tópico 7.5, é uma norma de gerenciamento das atividades de uma organização, com atividades potenciais de impactos ambientais, e não uma norma de produto ou desempenho. Seus elementos incluem a criação de uma política ambiental, o estabelecimento de objetivos e compromissos ambientais, a implementação de um programa para alcançar esses objetivos, o monitoramento e medição de sua eficácia, a correção de problemas e análise e revisão do sistema para aperfeiçoá-lo e melhorar o desempenho ambiental geral.

No entanto, conforme visto na Figura 7.2, a série de normas ISO 14000 abrange seis áreas bem definidas: sistemas de gestão ambiental, auditoria ambiental, avaliação de desempenho ambiental, rotulagem ambiental, aspectos ambientais e padrões de produtos e análise do ciclo de vida do produto. Estas Normas podem ser classificadas de acordo com seu foco e podem ser divididas em duas categorias: as que tratam das organizações e as que tratam dos produtos.

Essas Normas possuem as características de serem voluntárias, podendo também ser requeridas pelos clientes, permitirem flexibilidade na sua aplicação, além de ser utilizadas como auto-declaração de conformidade ou para certificação por terceira parte.

A série de normas ISO é aplicável a todos os tipos e tamanhos de organizações, industrial ou de serviço, de qualquer ramo de atividade, sendo acomodadas a diversas condições geográficas, culturais e sociais, com o objetivo de serem aplicadas em qualquer lugar, porém não é o que realmente ocorre, pois implantar um sistema de gestão, ainda mais que tenha controle sobre operações e evitando danos ao meio ambiente, demanda um forte investimento, o que pode marginalizar as empresas de menor porte, dentro de um contexto de mercado.

Em contrapartida, sua implantação também proporcionará economias, através da redução de desperdícios e do uso de recursos naturais. Ela dá ênfase ao melhoramento contínuo, à medida que o sistema está em funcionamento.

Esta série compartilha princípios comuns de sistemas de gestão com a ISO 9000, para sistemas de qualidade (ver tópico 7.8). No entanto, o Grupo Técnico Consultivo (TAG), estabelecido pela ISO para examinar a questão de como alcançar uma melhor interface entre as duas famílias de normas, concluiu não unificá-las, mas torná-las mais acessíveis e compatíveis às organizações. As principais diferenças, que são barreiras para a unificação entre a ISO9000 e a ISO14000 são mostradas na Tabela 7.1 abaixo:

Tabela 7.1: Comparação do Sistema de Gestão ISO14001 e ISO9001 (MONTEIRO *et al*, 2003).

	ISO 14001	ISO 9001
FOCO	Conseqüências ambientais das atividades, produtos e serviços da organização	Dar confiança à qualidade de determinados produtos
DEMANDA	Exigência da sociedade	Contrato do cliente
RESULTADO	Cumprimento de políticas e objetivos definidos	Demonstração de conformidade do produto
PROCESSOS	Todas as atividades que podem ter um efeito no meio ambiente	Somente para aqueles relevantes para a quantidade de um determinado produto
ESCOPO	A organização inteira (conforme a mesma for definida)	É possível para o sistema de um produto ou parte de uma organização

A maior dificuldade em relação à unificação é o foco, pois quando se trata de certificação, a tendência das empresas é de desmembrar as situações para facilitar o processo. A tendência atual é de integração da saúde e segurança com o meio ambiente.

As normas ISO 14000 têm como fundamento geral fornecer assistência para as empresas na implantação ou aprimoramento de um sistema de gestão ambiental (SGA). Elas proporcionam as indicações necessárias e descrevem as ferramentas disponíveis; prevêm a organização da empresa, utilizando como ferramenta os estudos de impacto ambiental e respectivos relatórios de meio ambiente. A meta-chave de todo processo ISO 14000 é criar uma linguagem comum para a Gestão Ambiental, através dos seguintes princípios:

- que gerem melhores resultados de gerenciamento ambiental;
- que sejam aplicadas em todos os países;
- devem promover o interesse da comunidade e dos usuários das normas;
- devem ser flexíveis e capazes de se encaixarem no âmbito interno e externo;
- devem ter embasamento científico; e
- e acima de tudo devem ser práticas, úteis e de fácil utilização.

A partir destes princípios, os objetivos das Normas da Série ISO 14000 podem ser destrinchados nos seguintes:

- Harmonizar iniciativas de normalização pelos países;
- Estabelecer padrões que levem a excelência ambiental;
- Servir de guia para avaliação de performance ambiental;
- Simplificar exigências de registros e selos ambientais; e
- Minimizar barreiras comerciais.

Para atingir os objetivos ambientais, convém que o sistema de gestão ambiental estimule as organizações a considerarem a implementação da melhor tecnologia disponível, quando apropriado e economicamente exequível. Além disso, é recomendado que a relação custo/benefício de tal tecnologia seja integralmente levada considerada. Como consequência, os benefícios que essas Normas podem acarretar são, dentre outros:

- Focalização mundial em questões relacionadas à gestão ambiental;
- Demonstração de compromisso ambiental pelas empresas;
- Promoção de normas voluntárias e de consenso internacional;
- Auxílio às empresas a cumprirem e manterem o atendimento às leis ambientais;
- Estabelecimento de critérios para que as empresas possam ir além do exigido, quanto às leis ambientais.

O benefício mais claro da ISO 14000 é a padronização para ações relativas ao meio ambiente. Ela promoverá a melhoria ambiental através do atendimento a regulamentos e da demonstração do comprometimento com o gerenciamento ambiental.

Segundo MARQUES *et al* (2003), a série ISO 14000 provocou maior incentivo à iniciação de atividades de prevenção da poluição. A chave para essa prevenção é a integração bem sucedida das questões ambientais, das operações, da estratégia do negócio e da participação de todos os integrantes da organização, pois estes participam de maneira ativa nas exposições e não passivamente como ocorre ainda em diversos processos, tornando-os pouco eficaz.

7.4.1 O Ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act)

Muitas organizações gerenciam suas operações através da aplicação de um sistema de processos e suas interações que podem ser referenciadas como “abordagem de processo”, na qual o PDCA pode ser utilizado em qualquer caso.

O PDCA é um método gerencial de tomada de decisões, para garantir o alcance dos objetivos e metas, necessárias à sobrevivência de uma organização. Ele representa o caminho a ser seguido para que os objetivos e metas (resultados) estabelecidos possam ser atingidos. É o guia para a formulação e implementação de um programa de gestão da ambiental ou de um sistema de gestão ambiental.

Por isso, antes de entrar no estudo da Norma ISO 14001, propriamente dita, é necessário o entendimento da origem dos sistemas de gestão, baseados na metodologia do PDCA, composto de quatro grandes passos, Planejar, Executar, Verificar e Agir:

1. Planejamento: inclui o estabelecimento de objetivos e processos necessários para atingir os resultados em concordância com a política ambiental da organização;
2. Implementação: inclui o treinamento, a execução do processo e a coleta de dados;
3. Verificação: é o relato dos resultados do monitoramento e da medição dos processos em conformidade com a política ambiental, objetivos, metas e requisitos;
4. Ação: para continuamente melhorar o desempenho do sistema de gestão ambiental;

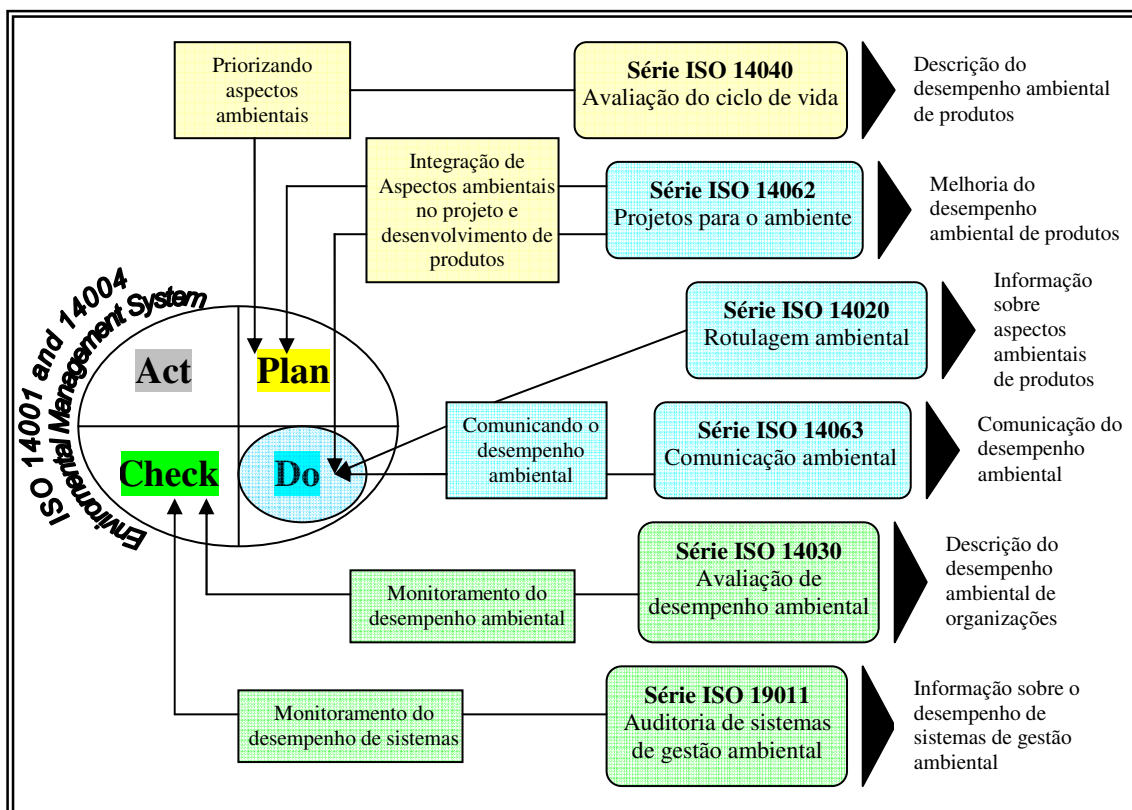


Figura 7.3: A metodologia do PDCA aplicada ao modelo ISO 14000.

7.5 A Norma de Certificação NBR ISO 14001 – Sistema da Gestão Ambiental

A Norma ISO 14001 foi emitida experimentalmente em 1992 e reeditada em janeiro de 1994 (no Brasil, em outubro de 96), tendo como consequência a desativação da BS 7750 em 1997.

O modelo de SGA prescrito na ISO 14001 (Figura 7.4) foi desenvolvido para ser aplicado independentemente do tipo, porte e localização da empresa. Porém existe um custo diretamente relacionado ao mesmo que, apesar de ser adequado ao perfil das organizações, pode-se observar que as empresas de maior porte têm maior representação no número de certificações emitidas. Estes custos envolvem desde a alocação de horas e funcionários até a eventual contratação de consultoria, aquisição de softwares, treinamento e certificação, além dos decorrentes da correção de não-conformidades.

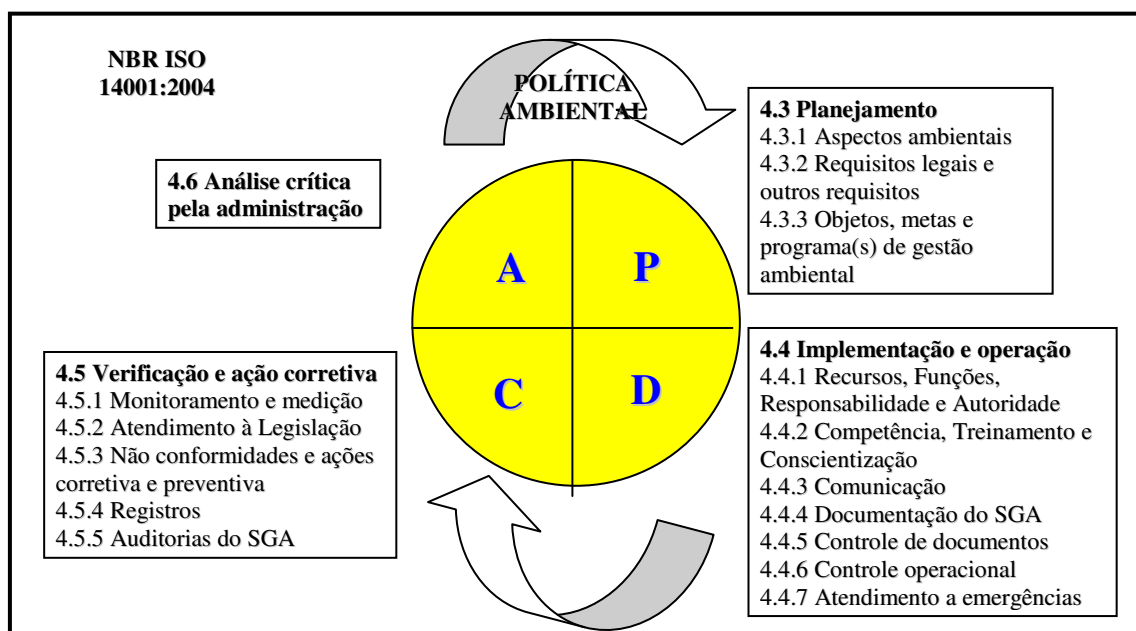


Figura 7.4: Modelo de SGA aplicado ao PDCA (adaptado de MENDONÇA, 2003).

A NBR ISO 14001 é pró-ativa, ou seja, seu foco é na ação e no pensamento pró-ativo, em lugar de reação, de comandos e políticas de controle do passado. Ela também é uma norma de sistema, ou seja, reforça o melhoramento de proteção ambiental pelo uso de um único Sistema de Gestão, permeando todas as funções da organização.

Seu objetivo é “especificar os requisitos relativos a um sistema da gestão ambiental, permitindo a uma organização desenvolver e implementar uma política e objetivos, que levem em conta os requisitos legais e os por ela subscritos e informações referentes aos aspectos ambientais significativos, identificados como aqueles que ela possa controlar e influenciar” (ABNT NBR ISO 14001:2004).

O sucesso desse sistema depende do comprometimento em todos os níveis, especialmente da alta administração. Um sistema deste tipo permite, a uma organização, estabelecer e avaliar a eficácia dos procedimentos destinados a definir sua política e objetivos ambientais, atingir a conformidade com eles e demonstrá-la a terceiros. A finalidade desta norma é equilibrar a proteção ambiental e a prevenção de poluição com as necessidades sócio-econômicas.

O processo de implantação do SGA de uma organização, geralmente, é realizado com auxílio externo, empresas de consultoria e treinamento em sistemas, que definem, junto com a alta administração, um cronograma para o desenvolvimento dos trabalhos. Um plano de ação é elaborado levando em consideração as diversas etapas que deverão ser cumpridas até que o sistema esteja adequado à norma e apto à certificação. A primeira etapa é definir a política ambiental e assegurar seu compromisso (Figura 7.5); daí, os outros requisitos vão sendo incorporados, em direção à certificação. As auditorias internas e externas seguirão um roteiro em que cada um desses requisitos será avaliado.

Os trabalhos de planejamento e preparativos com vistas à certificação nas normas ISO demandam prazos de seis meses a um ano. Uma das características marcantes destas normas é a exigência de padronização de procedimentos. Dentro do pouco tempo em que ocorrem as certificações a estratégia geralmente utilizada para a padronização de procedimentos operacionais é adotar, preliminarmente, a forma como as atividades já são executadas, sem maiores questionamentos (estabilização da rotina) e introduzir melhoramentos ao longo do tempo (melhoria contínua). Esta estratégia induz a um grande risco na medida em que práticas consagradas ao longo do tempo, sem maiores preocupações ambientais, são elevadas à condição de padrão e portanto se tornam a “forma correta” de executar as atividades (KIPERSTOK *et al*, 2001).

Um ponto crítico a ser mencionado é que esta norma não estabelece requisitos absolutos de desempenho ambiental, além do compromisso formal contido na política, de cumprir a legislação e estar em conformidade com as regulamentações aplicáveis, bem como o compromisso com as melhorias contínuas. A implicação é que duas organizações, que desempenham atividades similares e alcancem desempenhos ambientais diferentes, podem estar ambas em conformidade com a ISO14001.

Assim, para ser mais eficaz em termos de melhoria de desempenho ambiental, o SGA deve ser norteado pelos princípios e objetivos da Produção mais Limpa, que consistem em prevenir a geração de resíduos e todos os seus desdobramentos quanto ao

processo produtivo, produto, embalagens, descarte, destinação, manejo do lixo industrial, relacionamento com os clientes e a política ambiental da empresa.

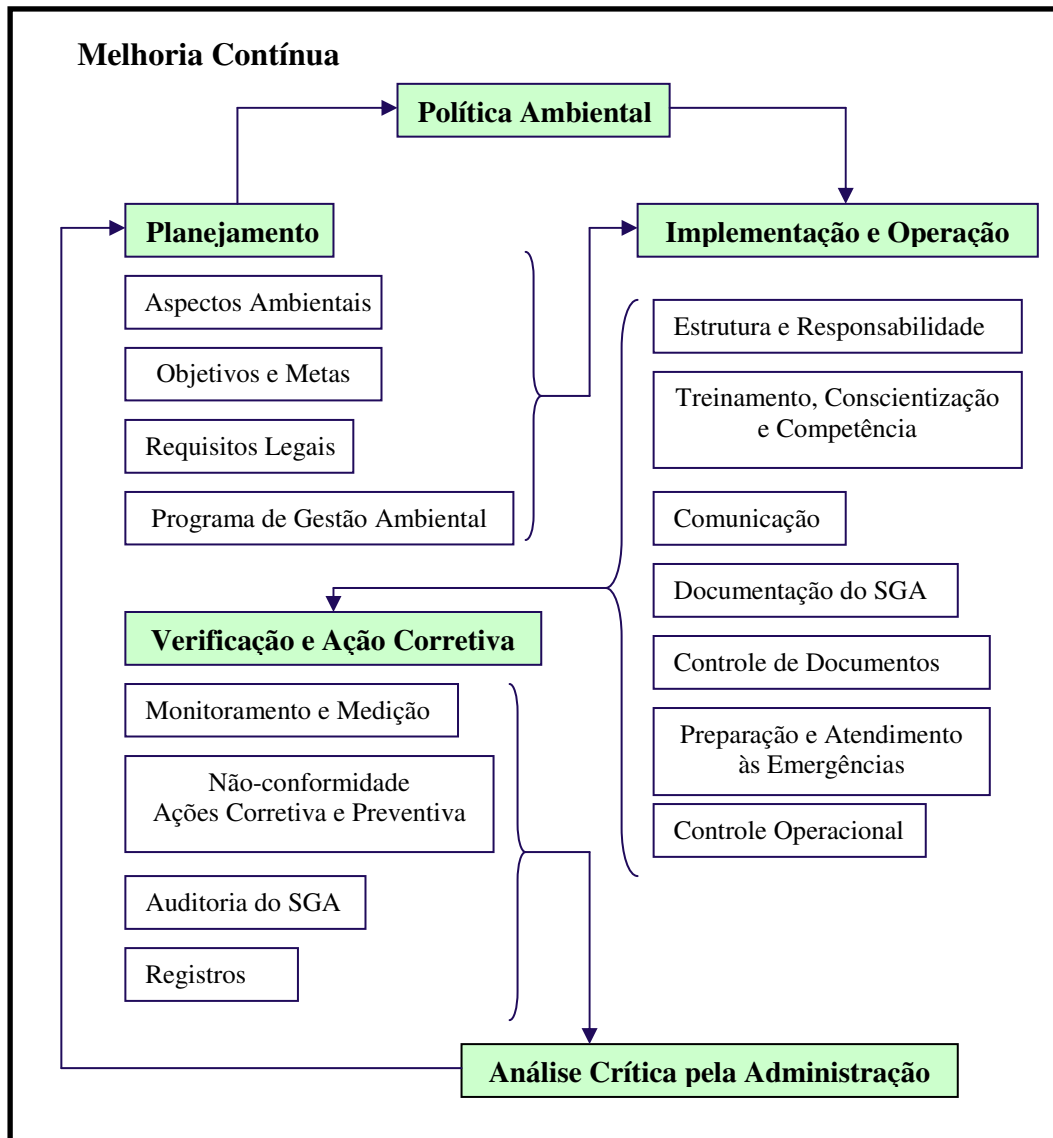


Figura 7.5: Fluxograma da NBR ISO 14001:1996

A ISO 14001 é a única norma que possibilita a concessão de certificado a organizações, pois contém apenas aqueles requisitos que podem ser objetivamente auditados para fins de certificação e/ou autodeclaração. Estes requisitos serão apresentados e discutidos a seguir.

7.6 Os Requisitos da NBR ISO 14001:1996

7.6.1 Tradução da NBR ISO 14001

O CB-38, da ABNT, decidiu criar um grupo para elaborar a interpretação oficial brasileira de pontos polêmicos de entendimento da norma NBR ISO 14001, conforme resolução ABNT/CB38/CG/77/00. Esta decisão atende orientação do ISO/TC-207, de acordo com documento ISO/TC207/SC1/N161. Esta interpretação foi aprovada pelo TC-207 na reunião de Kuala Lumpur, em julho de 2001, através da resolução ISO/TC207/SC1/16/2001. Assim, deve ser considerado que:

1. A limitação do escopo do SGA, especialmente em condições particulares tais como múltiplos *sites*, *sites* compartilhados, etc., já está oficialmente interpretada no documento IAF Guidance on Application of ISO/IEC Guide 62/1996; e
2. Com relação à delimitação das fronteiras dos aspectos relativos ao Meio Ambiente e à Segurança, aqueles normalmente restritos ao limite da propriedade e regidos pela legislação específica de Saúde e Segurança Ocupacional (SSO) podem não ser considerados no âmbito do SGA.

7.6.2 Política Ambiental (Item 4.2)

“É a declaração da organização, expondo suas intenções e princípios em relação ao seu desempenho ambiental global, que provê uma estrutura para ação e definição de seus objetivos e metas ambientais”.

Segundo MOREIRA (2001), Política Ambiental é a “definição de objetivos, sua compatibilização e integração, dando lugar à ação para concretizá-los, mediante um conjunto de programas, leis, regulamentos e decisões, bem como os métodos e ações para implementá-los”.

Também pode ser o “conjunto de objetivos que dão origem aos planos de ação relativos ao meio ambiente” (ACIESP/CNPq).

A política de um SGA tem a mesma finalidade que as de gestão empresarial ou de sistemas de gestão da qualidade. É de responsabilidade da alta gerência, expressa o comprometimento da empresa, proporciona os princípios para a ação e deve ser implementada e mantida para todos os níveis da organização. Deve ser elaborada na fase inicial da estruturação do sistema e fornece a base para o estabelecimento dos objetivos e das metas ambientais para esta empresa.

A declaração formal da política ambiental constitui uma importante medida para garantir que as diretrizes relativas ao meio ambiente sejam estabelecidas por todos os níveis da organização. Deve ainda estar em linguagem simples para que possa ser difundida e facilmente compreendida; documentada e comunicada a todos os funcionários além de disponível ao público.

Geralmente, as organizações tomam algumas medidas preliminares, como comunicar aos funcionários sobre a decisão de implantar um SGA, apresentando os motivos e a importância da certificação ISO 14000; analisar a situação da empresa em relação ao cumprimento da legislação ambiental e elaborar alguns procedimentos básicos para facilitar a implantação do Sistema de Gestão Ambiental, a fim de definir sua política ambiental, assegurando que a mesma seja apropriada à natureza, ao tamanho e aos impactos ambientais de suas atividades, produtos e/ou serviços, contemplando objetivos e metas ambientais, se comprometendo com a prevenção da poluição e com o cumprimento da legislação ambiental vigente.

A generalidade da política ambiental, bem como omissões quanto à natureza, escala e impactos, devem ser evitadas. O balanço entre o texto da política e a verificação do seu desdobramento em objetivos e metas é a maneira de verificar a conformidade deste requisito normativo.

Neste contexto entende-se que a verificação do termo “apropriada” deve de alguma forma considerar:

- Natureza: tipo de atividades, produtos ou serviços;
- Escala: porte e abrangência geográfica das atividades, produtos e serviços da organização, entre outros; e
- Impactos ambientais: reconhecimento dos principais tipos de impacto.

Entende-se que o requisito de “melhoria contínua” da política ambiental deve ser demonstrado através da melhoria do desempenho ambiental, em linha com os objetivos e metas estabelecidos. Justificativas sobre eventuais problemas de desempenho devem estar abordadas nas análises críticas da alta administração.

O compromisso do atendimento à legislação implica em que a empresa deva estar atendendo todos os requisitos legais aplicáveis. Este atendimento pode estar sendo realizado via compromisso formal firmado com a autoridade competente (normalmente o órgão ambiental).

7.6.3 Planejamento (Item 4.3)

Segundo MOREIRA (2001), Planejamento Ambiental é o “processo dinâmico, contínuo e permanente, destinado a identificar e organizar, em programas coerentes, o conjunto de ações requeridas para a gestão ambiental”. Pode-se dizer também que é “o conjunto de projetos visando à utilização racional de recursos e boa qualidade de vida para as populações em geral” (ACIESP/CNPq).

7.6.3.1 Aspectos e Impactos Ambientais (Item 4.3.1)

“Aspecto Ambiental é o elemento das atividades, produtos ou serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente.”

“Impacto Ambiental é qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, das atividades, produtos ou serviços de uma organização.”

A organização deve estabelecer e manter procedimentos para identificar os aspectos ambientais de suas atividades, produtos ou serviços que possam por ela ser controlados e sobre os quais se presume que ela tenha influência, a fim de determinar aqueles que tenham, ou possam ter, impactos significativos sobre o meio ambiente, além de assegurar que os aspectos relacionados a esses impactos significativos sejam considerados na definição de seus objetivos ambientais.

A identificação de aspectos ambientais é realizada tipicamente por processos individuais, onde se podem empregar listas de verificações, entrevistas, inspeções e medições diretas, fluxogramas de processo e resultados de auditorias anteriores ou análises críticas. É muito importante a padronização do vocabulário, pois todos os grupos de trabalho devem falar a mesma linguagem, do contrário, o levantamento dos aspectos pode acabar saindo distorcido.

Uma vez os aspectos levantados, avaliam-se os impactos no meio ambiente para se determinar quais os significativos e os que serão foco dos esforços para melhoria contínua. Serão feitos exames de todas as práticas e procedimentos de gestão ambiental, atentando-se aos possíveis incidentes e/ou acidentes, previamente. Um aspecto ambiental significativo é aquele que tem ou pode ter um impacto ambiental significativo.

Não é requerido que a empresa apresente um procedimento documentado sobre a identificação dos aspectos ambientais, todavia esta é uma prática regular e consagrada

no país. Uma sistemática consistente de identificação de aspectos ambientais, não documentada, mas verificada quanto à sua eficácia pode ser aceita.

Listagens, registros em software e/ou mídia específica são os meios mais comuns de evidenciar a atualização de informações no contexto dos aspectos ambientais, porém outra maneira pode ser aceita, se ela estiver consistente com o modelo do SGA implantado.

A norma não obriga a considerar a existência de requisitos legais aplicáveis como filtro de significância para os impactos, contudo esta é uma prática comum nos Sistemas da Gestão Ambiental implementados no Brasil.

Quanto ao limite da abrangência dos aspectos ambientais “sobre os quais se presume” que a organização tenha influência, entende-se como mínimo desejável:

- Empresas fornecedoras com contrato;
- Empresas com atuação no mesmo site da organização; e
- Clientes com relação aos aspectos relacionados ao uso do produto/serviço.

7.6.3.2 Requisitos Legais e Outros Requisitos (Item 4.3.2)

A organização deverá estabelecer e manter um procedimento para identificar, cadastrar e ter acesso à legislação e a outros requisitos por ela subscritos, aplicáveis aos aspectos ambientais de suas atividades, produtos ou serviços.

Os requisitos legais são disposições estabelecidas pelo poder público, de caráter obrigatório para serem aplicadas a todas as atividades, públicas ou privadas, dos diversos segmentos da sociedade. Os principais objetivos legais, segundo COUTO & MAINIER (2004), são classificados em: constituição federal, constituição estadual, leis, decretos, resoluções, portarias, medidas provisórias e leis orgânicas.

Ainda fazem parte da legislação aplicável, as normas técnicas, que são diretrizes estabelecidas pelas associações dos diversos segmentos industriais e/ou instituições de caráter público ou privado (como a ABNT, ABIQUIM, etc.), para serem aplicadas principalmente na padronização de produtos e processos dos segmentos industriais. Apesar de não terem caráter obrigatório, as normas podem passar a tê-lo, quando vinculadas a algum requisito de caráter obrigatório que solicite seu cumprimento.

Todos os requisitos legais (não está restrito aos requisitos originados pelos órgãos do SISNAMA) que influenciem a operação e/ou levam a controles/monitoramento de aspectos e impactos ambientais são considerados aplicáveis

aos aspectos ambientais das atividades, produtos e serviços da organização. São também considerados aplicáveis os requisitos legais que definem ações administrativas, tais como obtenção/publicação de licenças, outorgas, cadastros e autorizações.

Licenças ambientais, quando exigidas, são documentos básicos e aplicáveis. Nos casos de dúvida quanto à exigibilidade, a consulta ao órgão ambiental competente, por parte da organização que está implementando seu SGA, é condicionante. É necessário a obtenção da Licença, para obter uma certificação ambiental, o protocolo de entrada no órgão ambiental só será válido em renovações. Acordos com Ministério Público são também requisitos legais.

Requisitos subscritos são entendidos tradicionalmente como Atuação Responsável, Carta CCI, contratos com Fundos de Financiamento (BNDES, IFC), contratos com clientes (ex.: retorno de embalagens).

7.6.3.3 Objetivos e Metas (Item 4.3.3)

“Objetivo Ambiental é o propósito global, decorrente da política ambiental que uma organização se propõe a atingir, sendo quantificado sempre que exequível”.

“Meta Ambiental é o requisito de desenvolvimento detalhado, quantificado sempre que exequível, aplicável à organização ou partes dela, resultante dos objetivos ambientais e que necessita ser estabelecido e atendido para que tais objetivos sejam atingidos”.

A organização deve estabelecer e usar, dentro de cada função e nível pertinentes, objetivos e metas ambientais, compatíveis com a política ambiental, incluindo compromisso com a prevenção da poluição. Os objetivos devem ser bem definidos e as metas, sempre que possível, quantificáveis, considerando a legislação e outros instrumentos legais e normativos aplicáveis, além dos aspectos tecnológicos, operacionais, financeiros, comerciais, bem como a visão das partes interessadas.

No que tange a relação entre os objetivos de ordem legal e a conformidade legal vale o que está descrito no item 4.2, contudo objetivos e metas de caráter legal podem ser aceitos quando:

- Existir Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) assinados com o Órgão de Controle Ambiental; e
- Minimizam não conformidades legais eventuais e pontuais em situações anormais ou emergenciais.

Limitações orçamentárias conjunturais em relação aos objetivos e metas deve ser objeto de uma análise crítica pela alta administração com as respectivas justificativas e ações mitigadoras.

7.6.3.4 Programa(s) de Gestão Ambiental (Item 4.3.4)

No programa de gestão ambiental, entende-se por “meios e o prazo dentro do qual os objetivos e metas devem ser atingidos”, o “como” o objetivo vai ser atingido, ou seja, as ações, atividades e tarefas que deverão ser implantadas. Quanto aos recursos, sugere-se observar a correlação deste requisito com o item 4.4.1 – Estrutura e responsabilidade.

7.6.4 Implementação e Operação (Item 4.4)

7.6.4.1 Estrutura e Responsabilidade (Item 4.4.1)

A organização deve definir, documentar e comunicar as funções, as responsabilidades e autoridades, para facilitar uma efetiva gestão ambiental.

A administração deve fornecer recursos humanos, qualificações específicas, tecnologia e recursos financeiros, que sejam essenciais à implantação e ao controle do sistema de gestão ambiental.

A Alta Administração deve designar representante específico para garantir que os requisitos do SGA sejam estabelecidos, implementados e mantidos de acordo com a norma e relatar o desempenho do sistema, para análise crítica, como base para o aprimoramento do mesmo, na busca da melhoria contínua.

7.6.4.2. Treinamento, Conscientização e Competência (Item 4.4.2)

A organização deverá identificar necessidades de desenvolvimento de recursos humanos, onde todas as pessoas da organização que possam criar um impacto significativo ao meio ambiente, deverão ser competentes, possuindo educação e experiência apropriados, e receber treinamento apropriado.

Seus empregados e colaboradores, em todos os níveis e funções deverão estar conscientes da importância da conformidade com a política ambiental, procedimentos e

requisitos do SGA, dos impactos ambientais significativos, reais ou potenciais, de suas atividades e dos benefícios ao meio ambiente resultantes da melhoria de seus desempenhos pessoais, de suas funções e responsabilidades no cumprimento da política ambiental (inclusive dos requisitos de preparação e atendimento a emergências) além das conseqüências da violação de procedimentos operacionais especificados.

O treinamento constitui-se em uma ferramenta indispensável para a implantação do SGA e uma peça chave para a mudança de atitude por parte de todos os funcionários no desenvolvimento de suas atividades diárias. A educação e motivação dos funcionários podem influenciar o comportamento dos mesmos no reconhecimento de riscos potenciais e prevenção de acidentes, na efetiva proteção à saúde nos locais de trabalho e na utilização racional dos recursos, como água e energia.

A alta direção deverá se comprometer a incorporar o investimento necessário para a implementação do SGA, participando ativamente no projeto, dando coerência às prioridades da política ambiental declarada, conhecendo a legislação pertinente às suas atividades, atualizando-se para avaliar a maneira como está sendo cumprida e, por fim, conhecer os impactos, ao meio ambiente e aos trabalhadores, causados pelas atividades que a organização desenvolve.

Como a norma não menciona funções chave, entende-se que todas as funções, independente de seu aspecto hierárquico funcional, que desempenham tarefas com possibilidade de causar impacto significativo, devem ser competentes com base em educação, treinamento e/ou experiência apropriados.

Com relação ao nível de aplicação dos requisitos de treinamento, conscientização e competência a pessoal contratado, consideram-se como requisito mínimo que todas as pessoas, incluindo os contratados, que atuam dentro do site estão sujeitas ao requisito pleno do item 4.4.2.

7.6.4.3 Comunicação (Item 4.4.3)

A organização deverá estabelecer e manter, com relação aos seus aspectos ambientais e SGA, procedimentos para comunicação interna entre os diversos níveis e funções da organização, recebendo, documentando e respondendo as iniciativas de comunicação relevantes das partes interessadas, internas e externas.

A comunicação é um requisito de fundamental importância na implantação do SGA, pois é um suporte para várias outras atividades. A divulgação da Política

Ambiental e o Programa de Gestão Ambiental da organização dependem diretamente deste requisito. Toda e qualquer comunicação veiculada e/ou recebida das partes interessadas deve ser documentada e arquivada apropriadamente, como notícias em jornais e/ou revistas, sugestões de funcionários, registros de reclamações das comunidades relacionadas com as atividades, registros de ocorrência ambiental e inspeções de autoridades e visitas.

Com relação ao requisito de que “a organização deve considerar os processos de comunicação externa sobre seus aspectos ambientais significativos e registrar sua decisão”, entende-se que a empresa deve definir o nível de comunicação pró ativa (ou seja, sem demanda) externa que deseja (o que comunicar e a quem). Esta decisão deve estar formalmente registrada.

7.6.4.4 Documentação do Sistema de Gestão Ambiental (Item 4.4.4)

A organização deverá estabelecer e manter a documentação, relativa ao sistema de gestão ambiental. Esta documentação descreverá os elementos centrais do sistema e suas inter-relações, podendo estar integrada ou compartilhada com outros, implantados na organização, sendo claramente escrita a fim de evitar erros que a comunicação verbal permite e garantindo que os funcionários saibam o que fazer, como e quando.

Os documentos do sistema podem ser controlados (destinados a assuntos relevantes e sujeitos a revisões, sendo numerados e contendo mensagem que impeça sua cópia) e não-controlados (documentos não-críticos, sem necessidade de atualizações).

Fazem parte de um SGA, os seguintes documentos: manual do SGA, política ambiental, registro de aspectos ambientais e seus impactos associados, objetivos e metas do SGA, programa de gestão ambiental, registro de legislação aplicável, programas de treinamento, programa de comunicação, plano de preparação e atendimento às emergências, programa de auditorias, relatório de análises críticas da administração, etc.

A eficiência do controle dos documentos requer muita disciplina e atenção para que se evite uma burocratização, tornando o sistema pesado e difícil de sustentar.

Com relação à exigência de procedimento documentado, quando na norma não for especificado o termo “documentado” é aceita uma sistemática implantada e mantida, ainda que não documentada, verificada quanto à sua disseminação e consistência. Entretanto, a documentação de procedimentos é uma prática que a organização deve considerar.

7.6.4.5 Controle de Documentos (Item 4.4.5)

Deverão ser estabelecidos e mantidos procedimentos para o controle de todos os documentos, assegurando que possam ser localizados, periodicamente analisados e revisados, quando necessário, e aprovados quanto à sua adequação, por pessoal autorizado. Estas versões atualizadas deverão estar disponíveis em todos os locais, onde as operações essenciais ao efetivo funcionamento do SGA acontecem. Os documentos obsoletos deverão ser rapidamente removidos dos locais de uso.

Deverão ser legíveis, datados e facilmente identificados, mantidos de forma organizada e retida por um período de tempo especificado. A análise crítica periódica requerida não tem uma frequência mínima exigida na norma.

7.6.4.6 Controle Operacional (Item 4.4.6)

A organização deverá identificar aquelas operações e atividades associadas aos aspectos ambientais significativos identificados de acordo com sua política, objetivos e metas, planejando essas atividades e a manutenção, de modo que sejam executados sob condições específicas, estabelecendo e mantendo procedimentos para abranger situações onde sua ausência possa acarretar desvios em relação à política ambiental, bem como seus objetivos e metas, comunicando aos seus fornecedores e contratados.

Com relação à abrangência do controle operacional sobre as exigências comunicadas aos fornecedores, a norma não exige controle sobre as exigências ambientais aos fornecedores, mas sim a comunicação dos procedimentos pertinentes. Apesar disso, ressalta-se que o processo não se resume à comunicação, é necessária a gestão sobre as exigências comunicadas.

Toda operação relacionada com aspectos ambientais significativos deve estar no escopo do controle operacional. A forma de este controle ser efetuado, quando aplicável, se dá pelo estabelecimento de procedimentos documentados (nos termos descritos pela norma), critérios operacionais e comunicação aos fornecedores.

7.6.4.7 Preparação e Atendimento a Emergências (Item 4.4.7)

Deverão ser estabelecidos e mantidos procedimentos para identificar o potencial e atender a acidentes e situações de emergência, bem como para prevenir e mitigar os impactos ambientais associados, simulando periodicamente, seus planos de ação.

Serão também analisados e revisados, casos necessários, seus procedimentos de preparação e resposta para emergências, principalmente após a ocorrência de acidentes e situações de emergenciais, tais como lesões corporais, danos ao meio ambiente, perdas de produção bem como danos às instalações da organização e de sua vizinhança.

Todos os potenciais acidentes ou situações de emergência devem estar cobertos por uma sistemática de preparação e atendimento. Isto inclui pequenos vazamentos desde que tenham sido identificados como potencialmente impactantes ao meio ambiente. Devem ser incluídas ações para mitigar os impactos ambientais associados à emergência.

Todas as situações identificadas devem ser testadas na extensão do possível. Testes devem ser executados. Caso não tenha sido possível testar todas as situações, um planejamento dos mesmos é aceito (este planejamento deve ser monitorado). São aceitáveis testes por tipos de acidentes ou situações de emergência, desde que envolvam os mesmos procedimentos, recursos e impactos ambientais decorrentes do acidente e do respectivo atendimento. Treinamentos podem ser aceitos como testes, desde que explicitamente incluam tais testes.

7.6.5 Verificação e Ação Corretiva (Item 4.5)

7.6.5.1 Monitoramento e Medição (Item 4.5.1)

A organização deverá estabelecer e manter procedimentos documentados para medir e verificar, regularmente, as principais características das suas operações e atividades, que possam ter um impacto significativo ao meio ambiente, avaliando o cumprimento da legislação ambiental vigente.

Os equipamentos devem estar calibrados e o registro desse processo deve ficar arquivado, de acordo com os procedimentos da organização.

Monitorar é entendido como medir ou avaliar, ao longo do tempo (regido pelo item 4.5.1). Controlar é entendido como tomar ações para manter as operações e

atividades de acordo com um padrão estabelecido e ajustar quando necessário, a partir da comparação com o padrão (regido pelo item 4.4.6).

Para o atendimento de requisito legal operacional (tipo limite de emissão) somente implantar procedimentos de controle operacional não é suficiente. É necessário a medição, avaliação e monitoramento conforme 4.5.1. (requer procedimento documentado).

Com relação à validade do protocolo de entrada no processo para obtenção de outorga para utilização de águas de bacias hidrográficas (Lei Federal n.º 9433 – 08/01/1997 – Política Nacional de Recursos Hídricos), é utilizado o mesmo critério definido para o caso de Licença Operacional definido no item 4.3.2.

Excepcionalmente, para unidades já em funcionamento, com licença ambiental regularizada, poderá ser aceito o protocolo de entrada no processo para obtenção de outorga, caso tenha sido dada entrada a mais de 180 dias (baseado no que é definido na resolução CONAMA 237/97, para o caso de licenciamento ambiental).

O aproveitamento dos recursos de uma auditoria interna pode ser utilizado para a avaliação requerida no item 4.5.1, referente ao atendimento de requisito legal não operacional (obtenção de alguma autorização). Esta avaliação entretanto deve cobrir todos os requisitos legais aplicáveis e deve estar estabelecida em procedimento documentado.

Requisitos legais não atendidos devem ser tratados de acordo com a sistemática de ação corretiva. A comunicação de não atendimentos legais à autoridade competente é condicionada à existência de exigência legal. Além disso, ela deve estar conforme a decisão tomada pela empresa quanto à comunicação externa (vide item 4.4.3).

A norma ISO 14001 requer que a organização estabeleça os seus procedimentos para calibração. Como patamar mínimo o equipamento de medição deve estar adequado para execução das medições (resolução e incertezas compatíveis com os requisitos de medição).

7.6.5.2 Não-conformidade e Ações Corretiva e Preventiva (Item 4.5.2)

“Ação preventiva é qualquer ação que é tomada com o objetivo de evitar a ocorrência de eventuais não-conformidades.”

“Ação corretiva é uma ação realizada para mitigar um problema ou evitar a recorrência de uma não-conformidade.”

A organização deverá estabelecer e manter procedimentos para definir responsabilidades e autoridade para tratar, investigar e prevenir as não-conformidades detectadas. Essas ações de prevenção e correção das não-conformidades devem ser compatíveis com o tamanho dos impactos ambientais encontrados.

A organização deverá também implementar, registrando na sua documentação ambiental, as modificações advindas das ações preventivas e corretivas das não-conformidades detectadas.

As não-conformidades podem ser detectadas através de reuniões internas, auditorias internas ou externas, comunicações recebidas de partes interessadas, licença de operação, inspeções de processos e clientes, situações de emergência ou simulados. As ações preventivas podem ser resultantes desses mesmos itens, porém não são não-conformidades, mas potenciais destas, para que se evite sua ocorrência.

A análise de abrangência de uma ação corretiva é considerada parte integrante da própria ação corretiva. O processo de tratamento de não conformidades deve incluir a análise de eficácia.

7.6.5.3 Registros (Item 4.5.3)

A organização deverá estabelecer e manter procedimentos para a identificação, manutenção e descarte de registros ambientais. Deverão ser inclusos registros de treinamento, resultados de auditorias e análises críticas, além de legíveis e identificáveis, permitindo rastrear a atividade, produto ou serviço envolvido, bem como situações de emergência, sendo arquivados e mantidos de forma a permitir sua pronta recuperação, protegidos contra avarias, deterioração ou perda. Este relatório de não-conformidades e ações corretivas deve constar como anexo ao relatório de auditoria.

7.6.5.4 Auditoria do Sistema de Gestão Ambiental (Item 4.5.4)

A organização deverá estabelecer e manter programas e procedimentos para auditorias periódicas do SGA a serem realizadas de forma a verificar se as especificações estão efetivamente sendo implementadas e em conformidade com as disposições planejadas, além de atender às necessidades da organização.

A auditoria fornecerá à administração informações sobre os resultados. O programa, bem como o cronograma, deverá se basear na importância ambiental da

atividade envolvida e nos resultados de outras anteriores, considerando, de modo tornar abrangente, o escopo, a frequência e as metodologias, bem como as responsabilidades e requisitos relativos à condução e à apresentação de seus resultados.

O interesse do mercado internacional na combinação das auditorias de sistemas de gestão de qualidade e ambiental, fez com que fossem substituídas as normas ISO14010, ISO14011 e ISO14012 (Auditorias de Sistemas de Gestão Ambiental) pela nova norma ISO19011, que tem como escopo: os princípios de auditoria, a gestão de programas de auditoria, a condução de auditorias de sistemas de gestão da qualidade e ambiental, além da competência dos auditores.

Este guia não inclui auditorias de sistemas de gestão de segurança e saúde ocupacional e se aplica tanto a auditores internos como externos.

Esta nova norma apresenta 14 definições, a saber: Auditoria; Critérios de auditoria; Evidências de auditoria; Constatações de auditoria; Conclusões da auditoria; Cliente; Auditor; Auditado; Equipe de auditoria; Especialista técnico; Programa de auditoria; Plano de auditoria, Escopo de auditoria e Competência.

A auditoria deve ser realizada dentro de certos princípios pré-definidos, como conduta ética, apresentação correta e justa dos resultados, uso de cuidado e competência. Além disso, este processo deverá também se basear em evidências, com total imparcialidade.

Na gestão de um programa de auditoria, devem ser estabelecidos: os objetivos, a extensão, as responsabilidades, os recursos e os procedimentos, de modo assegurar sua implementação, sempre com monitoramentos e revisões constantes, onde ainda se possam consultar antigos registros de não-conformidades, a fim de buscar a constante melhoria nos processos produtivos da organização.

Os documentos relevantes, do sistema de gestão, deverão ser analisados pelo auditor-líder ou pela equipe auditora, dependendo da natureza, tamanho e complexidade da organização, verificando a necessidade de se fazer visita prévia ao local da auditoria.

As atividades de campo devem ser planejadas, distribuindo-se as tarefas pelos membros da equipe, que se utilizam instrumentos como “check lists” e formulários.

Uma auditoria se inicia com uma reunião de abertura, onde participam todos os envolvidos da organização, equipe auditora, além de, no caso do Brasil, quando um organismo certificador está em processo de credenciamento no Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade (SBAC), fazer parte do processo uma equipe de Auditoria-testemunha do INMETRO, composta de Auditor-líder, Auditor em treinamento, além de

especialista, caso necessário, nos serviços realizados pela organização, que farão parte do escopo de auditoria para fins de certificação.

É muito importante que, durante a auditoria, os procedimentos de comunicação sejam bem claros entre as partes, onde os papéis e responsabilidades estejam bem definidos. Também faz parte dos requisitos, coletar e verificar todas as informações pertinentes aos escopos da política de gestão ambiental a ser implementada pela organização, cuja equipe auditora deverá constatar as irregularidades que, caso ocorram, terão que ser lançadas nos relatórios de não-conformidades. O Relatório deve conter, de uma maneira clara, concisa, acurada e completa, as conclusões da auditoria em questões, tais como:

- Conformidade do sistema de gestão com o critério de auditoria;
- Efetiva implementação e manutenção do sistema de gestão;
- Habilidade do processo de análise crítica de assegurar efetividade do sistema;
- Identificação das unidades e processos auditados;
- Nomes dos integrantes da equipe de auditores;
- Datas e locais onde as atividades foram conduzidas;
- Critérios de auditoria;
- Constatações da auditoria;
- Objetivo, escopo e o planejamento da auditoria;
- Sumário do processo de auditoria e os obstáculos possivelmente encontrados;
- Recomendações para melhoria, se isto for previamente acordado nos objetivos;
- Áreas não cobertas dentro do escopo da auditoria;
- Declaração de confidencialidade da auditoria, etc.

Este relatório será datado, assinado, analisado e aprovado, conforme definido, além de distribuído para as pessoas designadas, no procedimento de auditoria. Os documentos, referentes aos relatórios, devem ser retidos ou destruídos, de acordo com determinações legais, quando aplicáveis, para posterior aprovação, distribuição às partes e encerramento.

Após o término, ações preventivas, corretivas e de melhorias realizar-se-ão. O acompanhamento da auditoria, normalmente, não faz parte do processo é realizado pelo auditado, a intervalos de tempo acordados. Numa próxima oportunidade, poderão ser verificadas estas ações executadas pela organização.

De acordo com o guia da ISO, o auditor a ser qualificado, pode ser de sistema de gestão ambiental, de qualidade ou de ambos. Para tanto, devem ter conhecimentos e habilidades genéricas para certificação nas normas 9001 e 14001, desenvolvendo princípios, procedimentos e técnicas de auditorias em sistemas de gestão e documentos de referência, organização de empresas, leis e regulamentos aplicáveis.

No caso de auditores-líderes, possuir técnicas de planejamento da auditoria, representar, organizar e direcionar a equipe, junto ao cliente e ao auditado, conduzindo a mesma às conclusões, preparando a finalização do relatório, evitando, e caso ocorram, solucionando, possíveis conflitos.

Os auditores ambientais devem ainda possuir conhecimentos e habilidades específicas em métodos e técnicas de gestão ambiental, como terminologia, elementos e ferramentas de gestão (como avaliação de desempenho e análise do ciclo de vida), ciência e tecnologia ambiental (como impactos das atividades humanas, interação de ecossistemas e métodos de proteção), técnicas de medição e monitoramento, além de prever emergências.

A norma não especifica que a auditoria seja “interna”. Entretanto, os Guias ISO 62 e 66 impedem um OC de executar serviços para obter ou manter a certificação (o que se entende incluir também, as auditorias exigidas pelo texto da ISO 14001).

De forma similar, auditorias legais também não podem ser aceitas para comprovação do atendimento dos requisitos do item 4.5.4, exceto quando estas auditorias abrangem todo o Sistema de Gestão Ambiental com base na ISO 14001.

7.6.6 Análise Crítica pela Administração (Item 4.6)

A alta administração da organização, em intervalos pré-determinados, analisará criticamente o SGA, a fim de assegurar sua conveniência, adequação e eficiência contínua. Esta análise crítica deverá garantir que as informações necessárias sejam coletadas, de modo a permitir à administração proceder a esta avaliação, sendo tudo documentado. Deverá ser abordada a eventual necessidade de alterações na política, nos objetivos e nos outros elementos do SGA à luz dos resultados de auditorias, da mudança das circunstâncias e do comprometimento com a melhoria contínua.

7.7 A Nova ISO 14001:2004

As regras da ISO requerem uma revisão das normas a cada cinco anos. Daí, o SC-01 do ISO/TC-207 iniciou os trabalhos nesse sentido, se limitando a intensificar a compatibilidade desta norma com a ISO 9001:2000 e melhorar sua clareza, sem aumentar ou diminuir seus requisitos, comparando com sua versão de 1996. Para essa harmonização, foram introduzidos sete novos termos: auditor, documento, procedimento, registro, não-conformidade, ação corretiva e ação preventiva.

O Brasil participou das reuniões do SC-01 e do ISO/TC-207 e as propostas para nova versão da ISO 14001:2004, concluída em 16 de abril de 2003 e encaminhada a Bali (Indonésia), podem ser apreciadas na Tabela 7.2.

Tabela 7.2: Propostas do SC-01 de modificações da ISO 14001:1996 (MONTEIRO *et al*, 2003).

ISO 14001:1996	Proposta ISO 14001:2004
Não fazia referência explícita ao PDCA	Referência ao PDCA
3.5 Sistema de gestão ambiental:	
Parte do sistema global que inclui a estrutura organizacional, atividades de planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos, processos e recursos para desenvolver, implementar, atingir, analisar criticamente e manter a política ambiental.	Parte do sistema de uma organização usado para desenvolver e implementar sua política ambiental e administrar suas interações com o meio ambiente ⁵ .
3.6 Auditoria do sistema de gestão ambiental:	
Processo sistemático e documentado de verificação, executado para obter e avaliar, de forma objetiva, evidências que determinem se o sistema de gestão ambiental de uma organização está em conformidade com os critérios de auditoria do SGA estabelecido pela organização, e para comunicar os resultados deste processo à administração.	Processo de verificação sistemático, independente e documentado de obter e avaliar de forma objetiva evidência para apurar se o SGA da organização está em conformidade com os critérios de auditoria do SGA definidos pela organização e para comunicar os resultados deste processo à administração.
4.1 Requisitos Gerais:	
A organização deve estabelecer e manter um sistema de gestão ambiental, cujos requisitos estão descritos na clausula 4.	A organização deve estabelecer, documentar, implementar, manter e aprimorar continuamente um sistema de gestão ambiental de acordo com os requisitos desta Norma internacional. A organização deve definir o escopo de seu sistema de gestão ambiental ⁶ .

⁵ A nova definição evidencia que o sistema de gerenciamento ambiental não apenas existe para manter uma política ambiental. Fica claro que existe uma relação direta com o meio ambiente em si, incluindo o desdobramento em objetivos.

⁶ A alteração fundamental no texto toma a definição de escopo como requisito, minimizando as tentativas de certificar parte de uma organização e anunciar como se fosse o todo.

ISO 14001:1996	Proposta ISO 14001:2004
4.2 Política Ambiental	
Inclui o comprometimento com o atendimento à legislação e normas ambientais aplicáveis, e demais requisitos subscritos pela organização.	Inclui um compromisso em observar os requisitos ambientais para os quais a organização se fila.
4.3.1 Aspectos Ambientais	
A organização deve estabelecer e manter procedimentos para identificar os aspectos ambientais de suas atividades, produtos ou serviços que possam por ela ser controlados e sobre os quais se presume que ela tenha influência.	Identificar os aspectos ambientais de suas atividades, produtos e serviços dentro do escopo definido do sistema de gestão ambiental que pode controlar e aqueles que podem influenciar ⁷ .
4.4.2 Treinamento, Conscientização e Competência	
<p>Deve estabelecer e manter procedimentos para tomar seus funcionários ou membros de cada cargo ou grau relevante consciente de:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) a importância da conformidade com a política e procedimentos ambientais e com os requisitos do sistema de gestão ambiental; b) Os impactos ambientais significativos, existentes ou potenciais, de suas atividades de trabalho e os benefícios ambientais do aprimorado desempenho pessoal; c) Seus papéis e responsabilidades no alcance de conformidade com a política e procedimentos ambientais e com os requisitos do sistema de gestão ambiental, inclusive o preparo em caso de resposta. d) As potenciais consequências do afastamento dos procedimentos operacionais específicos. <p>O pessoal que desempenha as tarefas que podem causar impactos ambientais significativos deve ser competente no que se refere à instrução, treinamento e ou experiência adequada.</p>	<p>A organização deve garantir que as pessoas com responsabilidade e autoridade de desempenhar tarefas em seu nome, que possam causar impactos ambientais significativos identificados pela organização são competentes no que se refere à instrução, treinamento e ou experiência adequada. A organização deve identificar as necessidades de treinamento. Deve fornecer treinamento ou qualquer outra ação para atender essas necessidades. A organização deve estabelecer e manter procedimentos para tornar seus funcionários ou membros de cada cargo ou grau relevante, consciente de:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Importância da conformidade com a política e procedimentos ambientais e com os requisitos do sistema de gestão ambiental b) Os impactos ambientais significativos, existentes ou potenciais, de suas atividades de trabalho e os benefícios ambientais e do aprimorado desempenho pessoal. c) Seus papéis e responsabilidades no alcance da conformidade com a política e procedimentos ambientais e com os requisitos do sistema de gestão ambiental, inclusive o preparo em caso de emergência e requisitos de resposta. d) As potenciais consequências do afastamento dos procedimentos operacionais específicos⁸.

⁷ A importante alteração foi a remoção da expressão “presume-se que ela tenha influência”, que era objeto de controvérsia e dúvida.

⁸ O novo texto clareia o entendimento da questão do treinamento e suas correlações com aspectos e impactos ambientais.

Após aprovação do ISO/TC-207, quanto às expectativas de atendimento, a interpretação das mudanças da nova Norma pode ser visualizada na Tabela 7.3:

Tabela 7.3: Principais mudanças da ISO 14001:2004 (DNV, 2004)

4.1	Requisitos Gerais	<ul style="list-style-type: none"> • Necessidade de demonstrar melhoria contínua do sistema; • Definição do escopo do sistema.
4.2	Política Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Comunicação para as pessoas que trabalham em favor da organização (contratados, empregados temporários, etc.).
4.3.1	Aspectos Ambientais	<ul style="list-style-type: none"> • Inclusão de novos planejamentos ou desenvolvimentos, novas ou modificadas atividades, produtos ou serviços; • Determinação de que as informações sejam documentadas; • Aspectos significativos devem ser considerados no estabelecimento, implementação e manutenção do Sistema de Gestão Ambiental. Reforça a idéia de que o processo de avaliação dos aspectos ambientais deve ser feito no início do sistema, formando a base.
4.3.2	Requisitos Legais e Outros	<ul style="list-style-type: none"> • Determinação da aplicabilidade dos requisitos legais e outros requisitos nos aspectos ambientais (determinar/reforçar a correlação dos requisitos legais e outros com os aspectos ambientais); • Assegurar que os requisitos legais e outros requisitos sejam levados em conta no estabelecimento, implementação e manutenção do Sistema de Gestão Ambiental.
4.3.3	Objetivos, Metas e Programas	<ul style="list-style-type: none"> • Ênfase na melhoria contínua e a fusão dos itens 4.3.3 e 4.3.4 num item único.
4.4.1	Recursos, Funções, Responsabilidade e Autoridade	<ul style="list-style-type: none"> • Recursos para melhoria do sistema e o representante da alta administração deve apontar recomendações para melhoria do Sistema de Gestão Ambiental.
4.4.2	Competência, Treinamento e Conscientização	<ul style="list-style-type: none"> • Maior especificidade ao usar a expressão “pessoas que trabalham em seu favor” (contratos, empregados temporários, etc.).
4.4.3	Comunicação	<ul style="list-style-type: none"> • Caso a empresa decida manter comunicação externa sobre seus aspectos significativos, métodos devem ser estabelecidos (comunicação pró-ativa e não somente resposta à demanda de partes interessadas).
4.4.4	Documentação	<ul style="list-style-type: none"> • Maior detalhamento na documentação necessária (alinhada à ISO 9001:2000) e inclusão do escopo.
4.4.5	Controle de Documentos	<ul style="list-style-type: none"> • Item alinhado com a ISO 9001:2000; • Maior ênfase no controle de documentos de origem externa; e • Não é necessária a revisão periódica.
4.4.6	Controle Operacional	<ul style="list-style-type: none"> • O item manutenção não está citado claramente, mas está implícito na ISO 14001.
4.4.7	Atendimento às Emergências	<ul style="list-style-type: none"> • Sem alterações.
4.5.1	Monitoração e Medição	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliação do atendimento à legislação tem novo item na ISO (4.5.2); • A ISO não exige procedimento documentado, somente documentação das informações.
4.5.3	Não-conformidade e Ações Corretiva e Preventiva	<ul style="list-style-type: none"> • Investigação e determinação de causas; • Procedimentos para lidar com potenciais não-conformidades e implementar ações preventivas; • Avaliar a efetividade das ações tomadas.
4.5.4	Controle de Registros FDIS 14001:2004	<ul style="list-style-type: none"> • Não especifica a necessidade de registros específicos.
4.5.5	Auditoria Interna	<ul style="list-style-type: none"> • Maior clareza na objetividade e imparcialidade dos auditores e condução de auditoria. O Anexo A se refere à ISO 19011:2002.
4.6	Análise Crítica	<ul style="list-style-type: none"> • Especificação dos itens a serem analisados.

Pode-se observar que a numeração original não sofreu quase alteração, pois:

- O antigo item 4.3.4 foi incorporado no novo 4.3.3;
- O antigo item 4.5.1 foi desmembrado nos novos 4.5.1 e 4.5.2;
- Conseqüentemente, o antigo item 4.5.2 renumerado para 4.5.3;
- O antigo item 4.5.3 renumerado para 4.5.4; e
- O antigo item 4.5.4 renumerado para 4.5.5.

Desse modo, o novo Sistema de Gestão Ambiental ISO 14001:2004 fica esquematizado pela sua equação fundamental, apresentada na Figura 7.6:

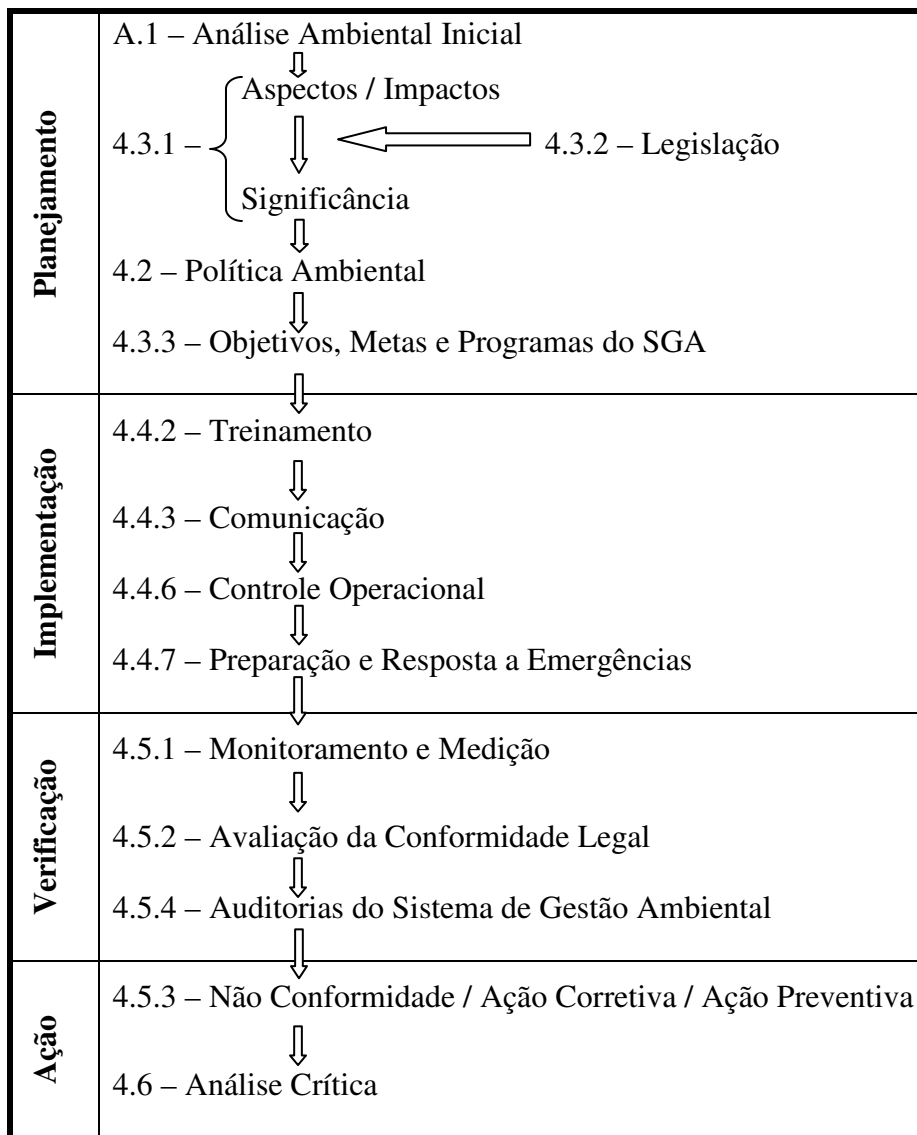


Figura 7.6: Equação Fundamental do Sistema de Gestão Ambiental.

7.8 A Armadilha da ISO 14001

Foi visto no tópico 7.4 que esta série compartilha princípios comuns de sistemas de gestão com a ISO9000, sistemas de qualidade, e o ISO/TAG concluiu não unificá-las, devido à grande dificuldade em relação ao foco.

A certificação por uma norma de gestão (ISO 9001 e/ou ISO 14001) não implica necessariamente em bom desempenho ambiental (ISO 14030). O significado da certificação é atestar que o sistema de gestão é potencialmente capaz de produzir resultados sem, no entanto, especificar a velocidade com que estes resultados vão aparecer. O desconhecimento dos limites e objetivos de um processo de certificação por uma norma de gestão pode levar uma empresa a incorrer em diversos riscos, decorrentes da visão distorcida de que basta um bom processo normalizado para a obtenção de resultados (KIPERSTOK *et al*, 2001).

Um destes riscos, por mais contraditório que possa parecer, está associado ao requisito da padronização de procedimentos, um dos pilares mais robustos das normas de gestão. Não se questiona aqui, evidentemente, a importância da padronização de procedimentos, mas sim deixar bem claro que é necessário questionar de forma sistemática a qualidade dos procedimentos que estão sendo padronizados. Devido à cronologia, segundo a qual foram surgindo as normas de gestão (primeiro a série voltada para a qualidade e depois a série de meio ambiente), é muito usual que empresas já certificadas nas normas ISO 9000 busquem posteriormente a certificação nas normas ISO 14000. Nesta situação, evidentemente, o risco da suficiência da padronização assume características ainda mais preocupantes, pois o grande volume de padrões desenvolvidos na primeira fase, a da certificação em qualidade, é quase que totalmente aproveitado para a certificação ambiental, quando, na época de elaboração dos procedimentos, esta última questão não era adequadamente considerada.

Essa distorção será tanto mais grave na medida em que a intenção de corrigir as práticas antigas dentro do requisito da melhoria contínua não ocorrer ou se for implementada em velocidade muito lenta.

Esta possibilidade sempre existe porque os sistemas de gestão, em conformidade com a ISO 14001, privilegiam processos e controles, associados aos enfoques de fim de tubo, e o atendimento da legislação. Já a melhoria do desempenho ambiental é colocada na norma, de forma genérica, como um compromisso a ser explicitado na política da empresa sem maiores referências quanto ao rumo desta melhoria nem do objetivo a ser

atingido. Ou seja, a implementação de sistemas de gestão ambiental baseados nas normas ISO é avaliada, principalmente, por indicadores administrativos ao invés de índices de desempenho ambiental, que são considerados na ISO 14030.

Com essa preocupação, KIPERSTOK *et al* (2001) propuseram uma metodologia para introduzir práticas de produção limpa em Sistemas de Gestão Ambiental. Para alcançar este objetivo, foi adotado o método do estudo de caso através da análise, do ponto de vista ambiental, dos procedimentos operacionais de uma refinaria de petróleo certificada nas normas ISO 9002 e ISO 14001. Para coletar as informações foram utilizados instrumentos: análise documental, reunião-consulta e observação participante.

A avaliação dos procedimentos operacionais do ponto de vista ambiental é, portanto, de grande valia para retratar o estágio de uma organização com relação a esta questão, pois o esforço no sentido da minimização de resíduos está intimamente ligado a duas grandes condicionantes: a tecnologia do processo e a forma como as operações são executadas. Dentro de uma mesma tecnologia existe sempre um espaço para minimização de resíduos através da otimização dos procedimentos operacionais.

Este tópico chama atenção para a necessidade de que seja feita uma avaliação objetiva da qualidade ambiental dos procedimentos operacionais. Do contrário, mesmo em empresas que obtiveram certificação em normas de gestão, como a ISO 14001, o aumento do desempenho pode ser bastante prejudicado, ou evoluir muito lentamente, em função de uma padronização deficiente do ponto de vista ambiental.

Esta avaliação deve abranger a totalidade dos procedimentos das categorias com maior potencial de geração de resíduos. A pontuação obtida para o conjunto destes procedimentos deve constituir-se num dos indicadores de desempenho ambiental da empresa e sua evolução servirá de subsídio para avaliar a velocidade da implementação do processo de melhoria contínua, preconizado nas normas de gestão.

A avaliação dos procedimentos, segmentada pelas diversas áreas da empresa, identificará aqueles que estão com os piores resultados e que, portanto, estão merecendo maior prioridade para revisão e estudos de melhoria, com vistas ao desempenho ambiental, segundo a norma ISO 14030. Esta revisão deve sempre envolver os níveis organizacionais mais próximos da execução para garantir melhor qualidade na elaboração e maior compromisso quanto à observância do procedimento na prática.

Na busca das alternativas de soluções para a melhoria do desempenho ambiental dos procedimentos, a equipe responsável pelas revisões deve ser orientada por listas de verificações nas quais estarão identificadas as recomendações já consagradas.

Finalmente, KIPERSTOK *et al* (2001) defendem que um foco exagerado no processo de gestão pode gerar um clima de falsa tranquilidade, no qual tudo vai bem normativamente, mas os resultados não são tranquilizadores. Para prevenção deste estranho paradoxo, as empresas devem ter uma visão muito clara dos seus objetivos ambientais e dos meios necessários para atingi-los. Se, por uma distorção de enfoque, a certificação for colocada como um fim, em si mesma, e não como um meio, a redução da contaminação pode ser reduzida a um dos muitos critérios ou até sub-critérios da norma, para cujo atendimento serão desenvolvidos programas que irão naturalmente disputar recursos e prioridades.

Portanto, convém que as administrações dos aterros levem em conta o desempenho ambiental de seus procedimentos, conforme os requisitos da Norma ISO 14030, mas não só pelo atendimento a ISO 14001 com fins de certificação, pois esse foco equivocado poderá levar o processo “aterro” a uma rotina poluidora, ainda que o sistema da gestão ambiental estabelecido esteja operante.

Capítulo VIII

METODOLOGIA PROPOSTA

Esta dissertação se propõe a, mediante as novas tecnologias e procedimentos, empregados nos processos de tratamento e disposição final dos resíduos sólidos urbanos, e as novas tendências de visão de mercado, baseadas em gestão ambiental e desempenho de processo produtivo, realizar uma análise do quadro atual do gerenciamento de lixo municipal e, com base nos parâmetros de qualidade geotécnicos e ambientais do Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos – IQA (FARIA, 2002), estabelecer um novo critério de classificação, levando em conta os requisitos da norma internacional de Gestão Ambiental, ISO 14001, a fim de aprimorar o grau de conformidade ambiental do processo “aterro sanitário”, em todos os níveis, e equilibrar a proteção e a prevenção da poluição com as necessidades sócio-econômicas, através do controle do impacto de suas atividades, produtos ou serviços no meio ambiente, garantindo dessa forma seu desenvolvimento sustentável.

Ainda que seja considerado o desempenho ambiental do aterro pelo avaliador, para a formulação de suas conclusões quanto ao grau de atendimento aos parâmetros ambientais, a Norma ISO 14030 não foi considerada nesta metodologia, pois não está sendo analisada a performance dos procedimentos operacionais pura e simplesmente, mas sim os aspectos que são contemplados pela ISO 14001, tais como o atendimento à legislação ambiental, por exemplo. Além disso, não adiantaria realizar uma avaliação de desempenho, caso a administração do aterro não possuísse sequer uma cultura de gestão de seus processos, o que ocorre em grande parte do país. Finalmente, porque a Norma ISO 14001 fornece as ferramentas necessárias para a metodologia que se propõe a desenvolver, pois os requisitos de certificação podem ser mais adequadamente aplicados às atividades e processos de um aterro sanitário.

Além disso, a ISO 14001 é a única norma da família ISO 14000 capaz de prover certificação por entidades internacionalmente reconhecidas. Sendo assim, uma avaliação que considere seus conceitos, poderá levar as administrações dos aterros de lixo à busca da melhoria de seus processos, seguindo as orientações desta Norma, o que certamente transformaria o mercado do gerenciamento de resíduos, de problema a solução.

A bibliografia, aqui reunida, é fruto de levantamento de informações em diversos artigos, notas de aulas, normas, livros e entrevistas com profissionais do ramo.

Na metodologia proposta se insere ainda o conceito de Gestão do Solo e do Subsolo, que consiste no controle da erosão, da salinização, da desertificação, no manejo adequado dos resíduos sólidos e na recuperação das áreas degradadas.

O problema levantado envolve, além dos aspectos sanitários, ambientais e de saúde pública, os sociais, principalmente quando considerada a constante presença de catadores em lixões e as aglomerações urbanas de populações de baixíssima renda e até miseráveis no entorno dos aterros, que ao longo dos anos tem sido desconsiderado ou relegado a um segundo plano pelos administradores públicos e privados.

Segundo, KIPERSTOK *et al* (2001), as condicionantes “Tecnologia” e “Procedimentos” devem evoluir no sentido de composição de cenários progressivamente mais adequados ambientalmente (tecnologias limpas).

A Figura 8.1 sugere que o sentido desejável desta evolução, desde as tecnologias de fim de tubo até as soluções e práticas de eliminação na fonte, deve ocorrer da direita para a esquerda e de baixo para cima. A evolução dessas tecnologias e procedimentos reflete as mudanças de estratégias adotadas pelas organizações, na medida em que se desenvolve o processo de internalização da dimensão ambiental. Este processo evolutivo começa com a estratégia reativa, passa por um estágio intermediário, ofensiva, e termina com a inovativa.

Na estratégia reativa, as empresas se limitam a um atendimento mínimo e relutante da legislação ambiental. A maior preocupação está voltada para a incorporação de equipamentos de controle da poluição na saída dos efluentes para o meio ambiente (tecnologia de fim de tubo). A dimensão ambiental é percebida como um custo a mais e desta forma representa uma ameaça à competitividade empresarial.

Na estratégia ofensiva, os princípios orientadores passam a ser a prevenção da poluição, a redução do consumo de recursos naturais e o cumprimento além das exigências da legislação. Neste sentido são implementadas mudanças incrementais nos processos, produtos ou serviços, de modo a vender uma boa imagem para o consumidor, conscientizado para a questão ambiental, bem como para reduzir custos. A dimensão ambiental, muito embora seja gerenciada pela área de produção, já é encarada como uma oportunidade de redução de custos de produção.

Já na estratégia inovativa, o princípio básico adotado é a integração entre as estratégias ambientais e de negócios, de tal forma que elas passam a ser quase indiferenciáveis. A excelência ambiental passa a ser condição necessária para o sucesso da empresa, mas não é suficiente. Por isso, torna-se necessária sua integração com a

excelência comercial, através do desenvolvimento, produção e comercialização de produtos com mudanças substanciais de performance ambiental e o gerenciamento dos ciclos de vida dos mesmos.

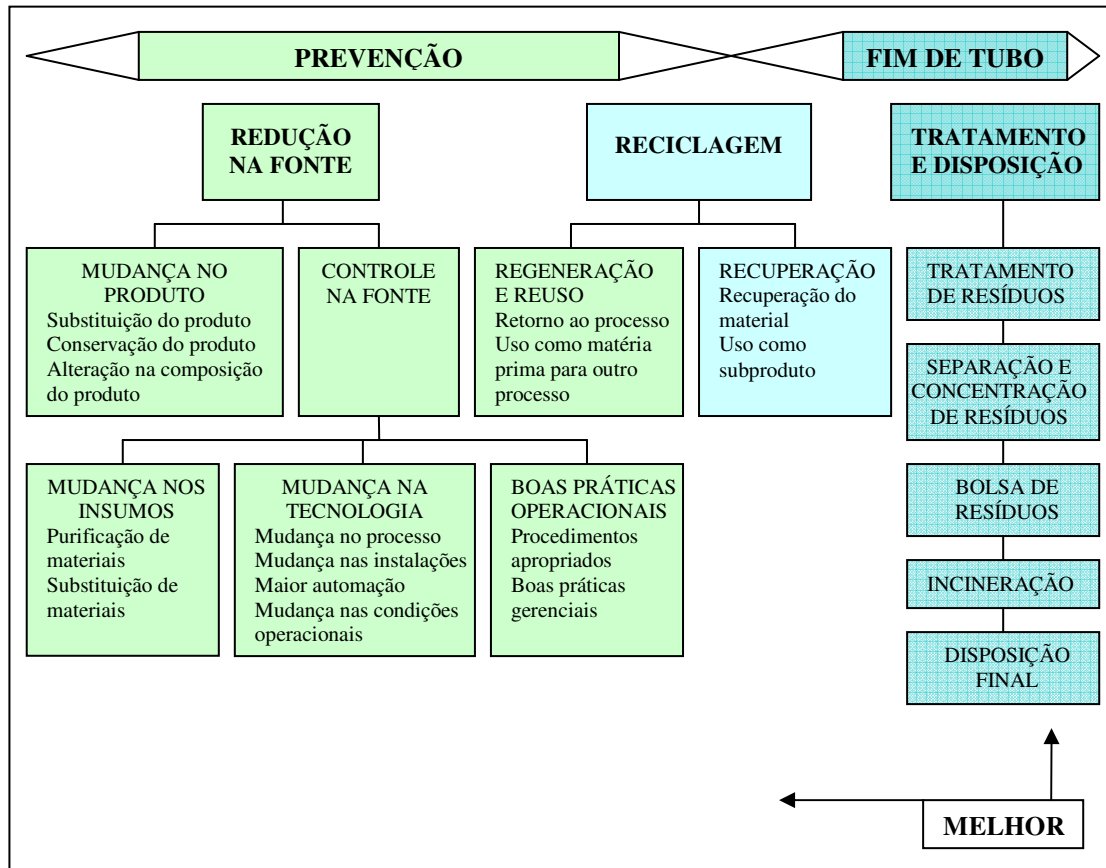


Figura 8.1: Evolução das tecnologias e procedimentos de proteção ambiental (adaptado de LA GREGA *et al*, 1994, in KIPERSTOK *et al*, 2001).

A dimensão ambiental passa a ser uma função de toda a administração e é percebida simultaneamente como uma alta ameaça e uma alta oportunidade. A Tabela 8.1, a seguir, resume as principais características dessas três estratégias ambientais.

Segundo KIPERSTOK *et al* (2001), a evolução progressiva de uma organização, através das três estratégias ambientais apresentadas, exige, em nível operacional, que as mesmas sejam traduzidas em procedimentos padronizados, compatíveis com os princípios básicos de cada uma. No entanto, como todo tipo de padronização, os procedimentos devem ser sistematicamente questionados quanto a sua atualidade ou coerência com relação a um princípio hierarquicamente mais elevado ou abrangente. Do contrário estará sempre presente o risco da obsolescência, pois a realidade, ao contrário do padrão, é sempre mutável. Qualquer sistema de padronização só é completo se definir o seu próprio mecanismo de revisão em relação ao potencial de sua eficácia. Esta característica, presente na norma ISO 14001, nos requisitos referentes a controles

operacionais, auditorias ambientais e análise crítica, precisa ser tratado com muita atenção com relação aos procedimentos operacionais, para não correr o risco de se padronizar o erro, conforme tratado no tópico 7.8.

Tabela 8.1: Características das estratégias ambientais (KIPERSTOK *et al*, 2001, *apud* ANDRADE, 1997)

CARACTERÍSTICA	ESTRATÉGIA AMBIENTAL		
	REATIVA	OFENSIVA	INOVATIVA
Legislação	Atendimento mínimo	Superação das exigências	Fator de diferenciação e competitividade
Tecnologia	Controle na saída dos efluentes	Prevenção da poluição e redução do consumo de recursos naturais através de mudanças incrementais	Prevenção da poluição e redução do consumo de recursos naturais através de inovações tecnológicas
Estrutura de produção	Produtos e processos sem alterações	Processos e produtos convencionais mas ambientalmente corretos e visando menor custo de produção	Novos processos e produtos com alta performance ambiental e gerenciamento do ciclo de vida dos mesmos
Objetivo	Sobrevivência	Aumento da competitividade	Assimetria competitiva
Posição organizacional da variável ambiental	Operacional	Negócio	Corporativa
Percepção da variável ambiental	Ameaça	Oportunidade	Alta ameaça e alta oportunidade

Como ferramenta de análise comparativa multicritério, para a junção coerente dessas variáveis, foi utilizada a Teoria da Análise do Valor, a fim de se gerar pesos para os diversos aspectos abordados, sendo então estabelecido o Índice de Qualidade no Sistema da Gestão Ambiental (IQS) para Aterros de Resíduos Sólidos Urbanos.

Para a aplicação desta nova metodologia, foram utilizados, como entrada, os dados adquiridos em visitas técnicas de campo, realizadas em quinze aterros de resíduos sólidos urbanos (vide Apêndice XI). Essa amostra foi estabelecida com o intuito de comprovar sua eficácia e identificar a situação das localidades quanto aos seus resíduos.

Os resultados desta dissertação de mestrado poderão também contribuir, não somente para a priorização das ações e metas de melhoria dos serviços de limpeza urbana, a serem tomadas pelos municípios, cujos aterros foram estudados e avaliados, em especial no Estado do Rio de Janeiro (atualização do inventário de resíduos), mas principalmente para o estabelecimento de uma regulamentação para implantação e operação de aterros de disposição de resíduos sólidos urbanos em todo o Brasil, correlacionando os aspectos de engenharia, meio ambiente, saúde pública e gestão.

8.1 Hipótese e Justificativa

Partiu-se da hipótese que, considerando apenas os parâmetros e critérios de classificação do Índice de Qualidade de Aterros, através de experiências concretas, um aterro classificado como “adequado” (ou sanitário) não garante uma atividade de tratamento e disposição final dos seus resíduos ambientalmente correta.

Pode-se tomar como um exemplo simples, um aterro que não possui qualquer forma de controle, coleta e tratamento de chorume, este sendo o mais significativo impacto ambiental negativo do sistema, bem como não realiza um monitoramento eficaz de corpos d’ água subterrâneos, para medir os níveis de contaminação por ele causados, que através do IQA é classificado em condições adequadas, recebendo nota 8,07.

Nessa linha de raciocínio, é possível constatar, através de interações em várias avaliações, considerando casos hipotéticos de um sistema de aterro, com distintas situações de impactos ambientais significativos, índices que o classificam como condições adequadas (Aterro Sanitário), mesmo este poluindo o meio ambiente.

Segundo OLIVEIRA & PASQUAL (2004), a disposição incorreta ou o manuseio indevido de resíduos sólidos estão gerando ou podem gerar sérios problemas para o ambiente, inclusive provocando grande impacto nas águas subterrâneas. Aterros sanitários bem construídos (impermeabilizados e com drenos de coleta de lixiviados), operados com eficiência (com cobertura de solo ao final de cada período de serviço) e em localização correta (onde a vulnerabilidade do aquífero subjacente não tenha índices altos) são alternativas seguras para muitos resíduos, mas não para todos.

Vários estudos de poluição das águas subterrâneas mostram que todo lixo provoca algum tipo de poluição nas mesmas; desta forma, é de se presumir que também muitos aterros sanitários, mal construídos, poderão estar alterando a qualidade dos aquíferos. Assim, preocupações como a contaminação do solo e dos recursos hídricos, das plantas, dos animais e do homem, decorrente da presença de elementos metálicos provenientes da inadequada disposição de resíduos sólidos, conduzem pesquisadores a direcionar seus objetivos de pesquisa a estes problemas.

Segundo JUCÁ, (2003), a compreensão dos mecanismos de biodegradação do lixo requer estudos multidisciplinares, associando-se os problemas geotécnicos aos ambientais, e tendo como base as interações físicas, químicas e biológicas que ocorrem no interior do maciço. Estes mecanismos têm influencia direta nos parâmetros de resistência e compressibilidade do lixo, e conseqüentemente na estabilidade dos aterros.

O conhecimento destes mecanismos permite realizar um tratamento mais eficiente da massa de lixo e dos efluentes líquidos e gasosos, assim como acelerar a decomposição da matéria orgânica, reduzindo o período de contaminação e promovendo um melhor aproveitamento das áreas disponíveis para disposição final dos resíduos.

Segundo MENDONÇA (2003), o consumidor cada vez mais privilegia não apenas o preço e a qualidade dos produtos, mas também o comportamento social e ambiental das organizações. Nesse sentido, tem-se verificado sinais de novos padrões de consumo, como por exemplo os programas de rotulagem ambiental, desenvolvidos com base em análise de ciclo de vida, dentre os quais se podem destacar: “Ecomark” (Japão); “Eco Label” (União Européia); e “Environmental Friendly Product” (República Tcheca).

O comportamento dos consumidores está criando novas relações com as empresas no mundo inteiro e delineando os contornos de uma nova ordem econômica. Devido a esses novos fatores, atualmente a sobrevivência e o sucesso dessas empresas dependem da sua capacidade em atender às necessidades de todas as partes interessadas (clientes, sociedade e comunidade), que devem ser identificadas, entendidas e utilizadas para desenvolver produtos, criando o valor necessário para conquistar e reter clientes, e para que haja continuidade em suas operações.

Nesse sentido, torna-se fundamental a implementação de um sistema de gestão ambiental (SGA) nas empresas, que inclua estrutura organizacional, atividades de planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos, processos e recursos, a fim de atender a uma política ambiental estabelecida. Um SGA tem como fundamento, estabelecer em sua política ambiental o comprometimento da empresa em:

- Atender à legislação e às normas ambientais aplicáveis, e demais requisitos estabelecidos pela organização (códigos de conduta, acordos com órgãos públicos, associações, ou qualquer outra parte interessada);
- Prevenir a poluição, através do uso de processos, práticas, materiais ou produtos que evitem, reduzam ou controlem a poluição, os quais podem incluir reciclagem, tratamento, mudanças no processo, mecanismos de controle, uso eficiente de recursos e substituição de materiais. Seus benefícios potenciais incluem a redução de impactos ambientais adversos, a melhoria da eficiência e a redução de custos; e
- Melhorar continuamente o aprimorando o sistema de gestão ambiental, visando atingir melhorias no desempenho global de acordo com a política ambiental.

Dentre as inúmeras vantagens do SGA, podem ser destacadas as seguintes: melhoria de desempenho ambiental; redução de desperdícios; prevenção de riscos;

melhoria do gerenciamento (cultura sistêmica, padronização dos processos, treinamento/capacitação de pessoas); disseminação da responsabilidade ambiental; melhoria da imagem institucional; competitividade; e superação de barreiras.

Por outro lado, sua ausência pode acarretar em perdas no processo produtivo, baixo desempenho ambiental, acidentes ambientais, passivos ambientais, processos judiciais, multas, danos à imagem institucional, redução na capacidade para competir, além de barreiras de acesso a mercados.

Em verdade, a questão dos RSU é um dos maiores desafios a serem solucionados no Brasil, pelas diversas esferas governamentais e pela sociedade, na busca da sustentabilidade ambiental. Esse quadro se agrava com a tendência de crescimento da geração de lixo, não apenas em termos absolutos (t/dia), mas também relativos (kg/hab.dia), não só pelo crescimento populacional, que evidentemente contribui para uma maior produção de lixo, mas também pela evolução dos padrões de produção e consumo, conforme apresentado no tópico 4.3.

8.2 Classificações

Classificar é agrupar, formar grupos, obedecendo a determinados critérios, isto significa que um grande conjunto é dividido em conjuntos menores obedecendo a critérios de semelhanças e diferenças entre os vários componentes do conjunto original.

A classificação é um importante instrumento de estudo, que permite reunir os elementos de tal forma que é possível prever várias de suas propriedades, mesmo sem os conhecer. Inúmeros exemplos de importantes classificações, que revolucionaram o mundo científico, podem ser citados (FARIA, 2002).

Os seres vivos estão classificados nos seguintes grupos: espécie, gênero, família, ordem, classe, filo e reino. Seguindo esse método os vegetais também podem ser classificados (FARIA, 2002).

A classificação, também, foi um meio prático que os estudiosos descobriram para a identificação dos solos. Na engenharia civil, as classificações pedológicas são utilizadas pelos engenheiros rodoviários. A pedologia é o estudo das transformações da superfície dos depósitos geológicos, ocorrendo nos solos residuais e nos transportados. Os fatores que determinam as propriedades dos solos considerados na pedologia são: a rocha-mãe, o clima, a vegetação, os organismos vivos, a topografia e o tempo de exposição a estes fatores (PINTO, 2000).

8.3 O Uso de Índices e Indicadores

Segundo a UNEP, os indicadores podem transformar-se em uma importante ferramenta para tornar acessível a informação científica e técnica para os diferentes grupos de usuários. A função dos indicadores é resumir a grande quantidade de dados, tornando acessível o seu entendimento.

Os índices são parâmetros que medem cada indicador, atribuindo-lhe valores numéricos, ou são resultados da combinação de várias variáveis ou parâmetros em um só valor, assumindo um peso relativo a cada componente do índice (DEUS *et al*, 2004, *apud* ADRIAANSE, 1993; BAKKES *et al*, 1994). Eles permitem observar e acompanhar a situação do meio ambiente, o impacto e as conseqüências dos processos de desenvolvimento sobre os recursos naturais, as funções ecológicas e as inter-relações entre os diferentes fatores do desenvolvimento. O sub-índice é um passo intermediário entre o indicador e o índice. Ele serve para agrupar os diversos indicadores facilitando a construção do índice.

A adoção de indicadores, sub-índices e índices podem servir como referencial para o planejamento e melhoria operacional dos serviços de limpeza urbana nos municípios, pois demonstram a influência dos sistemas na saúde pública, no desenvolvimento econômico, social e ambiental; mostram, por meio de diagnósticos, as necessidades de desenvolvimento científico e tecnológico do setor; e facilitam as definições dos objetivos e das metas para futuros empreendimentos, levando em consideração no projeto, as preocupações de proteção ambiental (DEUS *et al*, 2004).

O critério de se utilizar uma grande variedade de indicadores na avaliação dos serviços de limpeza urbana representa, sem dúvida, uma opção metodológica aceitável, porque permite enriquecer a análise. Entretanto, introduz dificuldades para a comparação entre os diferentes municípios. Quando se comparam dois municípios que apresentam indicadores melhores e outros piores, não há como dizer, inequivocamente, qual deles apresenta um sistema com mais qualidade e eficiência que outro. Entretanto, os índices permitem dirimir essa dúvida (DEUS *et al*, 2004).

A construção de um índice visa, em princípio, permitir a comparação entre indicadores agrupados comparando a mesma qualificação entre municípios, onde são considerados diferentes aspectos de suas respectivas realidades. No processo de construção, a técnica estatística empregada deve ser capaz de reduzir e agrupar os indicadores padronizados formados e determinar a importância de cada um.

A agregação de indicadores para a formação de sub-índices exige, geralmente, que diferentes medidas sejam transformadas em uma escala comum. A transformação em escala comum é acompanhada pelo desenvolvimento de um esquema o qual tenta expressar a distribuição diferencial de cada um dos dados, conforme critérios específicos de decisão.

Entre os critérios de padronização ou uniformização de indicadores, podem ser mencionados as funções lineares (contínuas ou segmentadas), funções não lineares (contínuas ou segmentadas) e o método de normalização. Este último método é muito empregado por órgãos ambientais sendo empregado na confecção, por exemplo, do IDH (Índice de Desenvolvimento Humano) das Nações Unidas.

A padronização tem por finalidade expressar os indicadores em unidades comparáveis entre si. Neste trabalho, foi utilizada a Teoria da Análise do Valor. Esta teoria será tratada no tópico 8.5.

8.4 Análise dos Parâmetros da Gestão Ambiental

Segundo ROVERE (2002), a Gestão Ambiental de uma empresa é formada por “elementos da função global de gestão que determinam e implementam a política ambiental”. Já o Sistema da Gestão Ambiental é “parte do sistema global de gestão que compreende a estrutura organizacional, as responsabilidades, as práticas, os procedimentos e recursos para a determinação e implementação da política ambiental”.

Segundo MAGRINI (2003), uma organização deve possuir os seguintes instrumentos para obtenção de uma correta Gestão Ambiental:

- Sistema de informações e dados ambientais;
- Sistema de informação, formação e participação do pessoal;
- Sistema de informação e participação do público;
- Avaliação, controle e prevenção dos efeitos sobre os componentes do meio ambiente (ar, água, solo, etc.);
- Auditoria ambiental;
- Contabilidade (balanço) ambiental; e
- Sistema de prevenção e redução de acidentes.

Já BAMPÁ (2004) considera que o programa da Gestão Ambiental, em empresas de tratamento de resíduos, deva garantir sua responsabilidade permanente pelo

passivo e que o processo industrial do tratamento de resíduos está sendo aplicado da melhor forma, evitando ações civis públicas, indenizações, processos, etc. Essa auto-afirmação deve gerar como consequência:

- O licenciamento do processo;
- O cumprimento à tecnologia contratada;
- A eficiência do processo pela avaliação dos resultados;
- A redução das concentrações dos contaminantes gerados; e
- O aprimoramento da qualidade ambiental.

Considerando o exposto acima, é possível destrinchar a Norma NBR ISO 14001 nos seguintes parâmetros, a serem avaliados quanto ao seu grau de atendimento:

1. Identificação dos Aspectos e Impactos Significativos;
2. Objetivos, Metas e Programas Ambientais;
3. Garantia dos Recursos necessários (humanos, de tecnologia, financeiros);
4. Sistema de Treinamento (competência e conscientização) e Comunicação (interna e externa);
5. Controle da Documentação do SGA (registros);
6. Programa e Planos de Emergências;
7. Controle, Monitoramento e Medição das Operações (relativas aos impactos significativos)
8. Atendimento aos Requisitos Legais e demais subscritos
9. Programa de Auditorias Internas
10. Análises Críticas pela Administração (auditorias internas, leis, comunicação, objetivos, metas e programas ambientais) e Ações Corretivas e Preventivas (mitigar impactos).

8.5 A Teoria da Análise do Valor

A avaliação multicriterial é amplamente difundida no estudo da seleção de áreas para implantação de aterros sanitários (VALENTINI, 1997; LOLOS *et al*, 2001; HOUTAIN *et al*, 2001, *in* FARIA, 2002), com a proposta de estabelecer critérios e procedimentos para sistematizar esse tipo de decisão. Já, especificamente, a Teoria da Análise do Valor foi aplicada para a avaliação do Índice de Qualidade no Sistema de Gestão Ambiental em Aterros de Resíduos Sólidos Urbanos (IQS).

A Teoria da Análise de Valor foi criada pelo Eng^o Lawrence D. Miles, em 1947, durante a 2^a Guerra Mundial. A guerra reduzira as disponibilidades de matérias-primas e mão-de-obra para fabricação de suprimentos bélicos e produtos de uso civil, o que forçava a introdução de materiais e processos substitutos. Na ocasião, trabalhando na General Electric, MILES sintetizou as técnicas por ele desenvolvidas como uma abordagem de análise das funções de um determinado produto, para efeito de pesquisa de outros mais baratos e que desempenhassem as mesmas funções, reduzindo os custos, racionalizando-o e otimizando-o, para atender às necessidades dos consumidores.

A Análise do Valor é usada de forma sistemática para considerar uma gama de interesses e, sendo uma metodologia, pode ser aplicada com as devidas alterações em qualquer campo de atividades

Em 1975 a SAVE – Society of Value Engineers – definiu a metodologia como “um esforço organizado, dirigido à análise das funções de sistemas, produtos, especificações, padrões, técnicas, práticas e procedimentos, com a finalidade de satisfazer as funções requeridas ao menor custo”.

No Brasil, passou a ser utilizada de forma tímida a partir de 1970, evoluindo consideravelmente e, a partir de 1980, com resultados reais em indústrias e órgãos governamentais. Desta aplicação original, várias outras foram se mostrando altamente férteis, a ponto de estar sendo usada hoje nos mais variados campos de atividades, com excelentes resultados. Aplicada em produtos, sistemas, serviços e construção civil, tem dado grande contribuição à sociedade, por colaborar com a conservação de recursos naturais, por criar desenvolvimento tecnológico e por participar de forma decisiva na elevação dos padrões de qualidade de vida da população.

São etapas de uma aplicação da Análise do Valor:

- Definir o problema, analisá-lo, definir o objetivo e sua extensão;
- Estabelecer alternativas;
- Avaliar as conseqüências de cada alternativa (modo funcional);
- Escolher a melhor alternativa (seleção de idéias); e
- Implementação (ação que surge da decisão).

Baseado nessa metodologia, é possível classificar dentre um número de soluções para certo objetivo, qual delas seria a melhor, de acordo com os critérios adotados e seguindo o critério escolhido, de modo a atender o grau de satisfação e interesses de todas as partes interessadas.

8.5.1 Conceitos Básicos

Para análise de um “item” (objeto, produto, processo, serviço ou sistema), os conceitos básicos da metodologia são apenas três:

1º. Função: é o objetivo de um produto ou sistema, operando em sua maneira normalmente prescrita, portanto função é “qualquer coisa” que faz o objeto ou sistema funcionar ou vender. Assim é “aquilo que deve ser desempenhado”. No caso de um aterro sanitário, pode ser definida como “condicionar o lixo” ou “purificar o lixo”. Há um número finito de funções que o objeto deve desempenhar. No entanto, cada função possui diferentes graus de importância, dependendo da companhia em questão ou do momento em que o estudo está sendo realizado. Uma função é descrita através de um verbo de ação, seguido de um substantivo. Por exemplo, a base do aterro deve ter solo com característica argilosa ou argilo-arenosa, tendo a “função” de “ser impermeável”, sendo esta apenas uma das funções necessárias em um aterro.

O conceito de função é fundamental dentro da Análise do Valor. WILCOCK definiu função como: “a característica a ser obtida do desempenho de um item, se o item realizar sua finalidade, objetivo ou meta. É a finalidade ou motivo da existência de um item ou parte de um item”.

Há dois tipos de classificações para as funções (CSILLAG, 1995):

- Quanto à necessidade:
 - a) Básicas ou primárias – são aquelas para qual o objeto é adquirido ou projetado, pode-se dizer que é a própria razão da existência do objeto. Exemplo: o aterro tem o objetivo de receber e confinar o lixo diariamente;
 - b) Secundárias ou auxiliares – são as funções que acrescentam utilidade ao objeto, complementando as funções básicas, tais como evitar odores e proliferação de vetores.
- Quanto ao tipo de aplicação:
 - a) Funções de uso – são sempre expressas por um verbo e um substantivo mensurável. São vinculadas à utilidade que a função tem em satisfazer necessidades de natureza operacional;
 - b) Funções de estima ou estética – são sempre expressas por um verbo e um substantivo não mensurável. Estão relacionadas às necessidades comportamentais e afetivas do usuário.

2º. Valor: a Análise do Valor trabalha o valor econômico, intrínseco ao item e ao desejo de satisfação de necessidades das entidades (pessoas ou empresas que o produzem ou o adquirem). FERREIRA (1999) define valor como o “equivalente justo em dinheiro, mercadoria etc., especialmente de coisa que pode ser comprada ou vendida”. Existem quatro tipos de valor econômico, assim temos:

- Valor de uso: as propriedades ou qualidades que permitem o serviço que o item desempenha;
- Valor de custo: os recursos necessários para produzir ou obter um item;
- Valor de estima: as características ou atratividades que tornam desejável a posse do item;
- Valor de troca: as qualidades, propriedades do item que possibilitam sua troca por outra coisa.

Um mesmo item deve prover a satisfação de quem o adquire ou utiliza e de quem o fornece ou produz, sendo dois valores que devem ser atendidos pelo mesmo item; um para o usuário e um para o produtor. Do ponto de vista do usuário esta satisfação denomina-se qualidade, do fornecedor significa atingir a meta, ou “ganhar dinheiro”, que é a razão principal para a qual se produzem objetos, prestam-se serviços, executam-se processos e organizam-se sistemas.

3º. Desempenho: pode ser definido como o conjunto específico de habilidades funcionais e propriedades que o fazem adequável para uma finalidade específica. Ou ainda, é o conjunto da medição ou apreciação que se faz do item, quanto ao cumprimento ou adequação de suas funções necessárias; este conjunto inclui aspectos de:

- Efetividade: que se cumpra a função;
- Confiabilidade: que o faça sempre; e
- Durabilidade: e por algum tempo (por um tempo mínimo preestabelecido).

É evidente que quanto mais essencial à função (mais necessária ou mais importante que as demais), maiores serão os seus requisitos de desempenho. O desempenho do objeto é avaliado também, como somatório do desempenho de suas funções (ou das funções de seus componentes), assim podendo-se medir o desempenho num grau de importância relativa das funções.

8.5.2 Plano de Trabalho da Análise do Valor

O Plano de Trabalho é a forma sistemática de desenvolvimento e aplicação da metodologia do Valor, que prevê as principais fases a serem seguidas, a partir da identificação do “objeto” a ser alvo da técnica.

Como basicamente é orientada para a análise e solução de problemas, constituindo um esforço deliberado para identificar e selecionar o método de menor custo, todos os planos de trabalho têm esta única vertente e direção, e suas fases seguem os clássicos passos deste processo:

1. Definir o problema, analisá-lo, definir o objetivo e seu escopo;
2. Estabelecer alternativas;
3. Avaliar as conseqüências de cada alternativa (abordagem funcional);
4. Escolher a melhor alternativa (seleção de idéias);
5. Implementação (ação decorrente da decisão).

As Sociedades Americana e Japonesa de Engenheiros de Valor propõem um modelo simplificado com cinco fases:

1. Preparatória: definição do problema ou escolha do objeto de estudo, determinando ainda o plano de trabalho em função do objetivo que se pretende atingir. Seguindo o fundamento da metodologia, a fase preparatória questiona qual o objeto ou recurso a ser estudado, seja ele um produto, um serviço ou processo. Assim, identifica-se o objeto a ser estudado ou a ser atingido e definem-se os grupos interessados no objetivo em questão.
2. Informativa ou Analítica: esta fase compreende o recolhimento do maior número possível de dados e informações sobre o objeto. Começa com a abordagem funcional (descrição, classificação e diagramação das funções), seus custos e seu “valor” em termos de utilidade e satisfação para os usuários. Para submeter o objeto à AV, caracteriza-se bem o conjunto de funções de um objeto.

A abordagem funcional pode ser definida como a determinação da natureza essencial de uma finalidade, considerando que todo objeto ou ação, para existir, tem uma finalidade. Ela reduz o projeto a requisitos chamados funções. O processo de definir torna-se um método para remover bloqueios na criatividade.

Como técnica auxiliar da análise de funções, BYTHEWAY (1965) *in* CSILLAG (1995), desenvolveu um sistema denominado FAST – Function Analysis

System Technique. O FAST se baseia na aplicação do raciocínio de forma lógica, interativa e consistente, através de uma série de perguntas indutivas, como segue:

- Quais são as funções básicas e secundárias?
- Qual o custo de cada uma delas?
- Qual o valor da função básica?
- De quantas outras formas alternativas pode se desempenhar a função básica?
- Quanto custará essas formas alternativas?

São mostradas todas as funções orientadas ao projeto de uma maneira organizada, tornando-se compreendidas suas relações e importâncias relativas. O diagrama permite a perfeita visualização das funções do objeto, mostrando a interação entre elas e suas relações de interdependência. Porém, a dificuldade começa na terceira pergunta, que pede o valor. Como todos os valores são relativos, uma das técnicas mais diretas é de avaliar por comparação. Então, essas perguntas foram simplificadas por especialistas em AV, que enfatizaram apenas duas:

- Por que a função é necessária?
- Como a função é realizada?

A Teoria da Análise do Valor, na fase informativa ou analítica, busca a satisfação das necessidades dos consumidores, através da oferta das funções necessárias, valendo-se dos recursos que possam oferecê-las, ao menor custo possível, garantidas a qualidade, a segurança e a durabilidade.

Em seguida, num maior nível de abstração, procura-se descrever as funções que o usuário requer do objeto. Definem-se as suas propriedades e características, não importando a maneira como estas funções são produzidas.

As funções requeridas pelo usuário podem ter diferentes graus de necessidade e importância, sendo divididas, como visto anteriormente, em básicas ou principais e secundárias ou auxiliares.

Para simular a avaliação das funções definidas para o projeto, a técnica empregada foi a da “Matriz de Avaliação Funcional”, introduzida por MUDGE (1967) *in* CSILLAG (1995), que implica na comparação de cada função com as demais, determinando a cada momento, sua necessidade e importância, com a ponderação adequada, de zero a três:

- 3 pontos: função muito mais importante ou necessária que a outra;
- 2 pontos: função significativamente mais importante ou necessária que a outra;

- 1 ponto: função pouco mais importante ou necessária que a outra;
- 0 pontos: função de igual importância ou necessidade que a outra.

A seguir descrevem-se as funções que concorrem, produzem e suportam as funções requeridas pelo usuário, e denominadas de funções “definidas pelo fornecedor do objeto”, estabelecidas no tópico 8.4.

Quando essa comparação estiver terminada, somam-se os pesos atribuídos de cada função e determina-se o percentual deles em relação ao total dos pesos de todas as funções. Pode-se plotar os valores relativos num gráfico por função, para visualização da série de funções com suas importâncias relativas.

A técnica ponderacional é aplicada quando uma alternativa deve ser relacionada entre pequenos números de outras. Um dos processos mais potentes é o de ponderar diferentes critérios de avaliação. O procedimento geral para a maioria dos métodos é gerar uma lista de critérios de avaliação, designar os pesos, avaliar cada alternativa com esses critérios e selecionar a alternativa que melhor satisfaça.

A metodologia Análise do Valor procura determinar o valor relativo de cada função exigida, que inclui o custo ou percentual de custo, avaliando as funções que merecem maior atenção ou estudo, no sentido de aumentar o desempenho funcional esperado do projeto. Para tal, considera-se o custo total do objeto como 100% e as parcelas do custo de suas funções, que são posteriormente associadas aos componentes, como percentuais do total do custo do objeto.

Em seguida, monta-se a Matriz de Custeio de Funções, analisando-se cada parte, procurando atribuir quanto seu custo é utilizado para cumprir a função, variando de zero, parte que não cumpre função até 100%, onde toda parte cumpre apenas uma função. Determina-se a porcentagem do custo total, correspondente a cada parte, e soma-se o percentual da função no custo total do objeto. Essa técnica não indica os custos desnecessários, mas mostra claramente onde estão os altos custos ou onde ocorrem os maiores gastos de cada função desempenhada.

3. Criativa ou Especulativa: é a fase de busca de alternativas. O objetivo desta fase é gerar muitas idéias alternativas para cumprir as funções escolhidas, dentro do mais amplo grau de liberdade possível. Aplica-se, nesta fase, variadas técnicas de criatividade. A equipe multidisciplinar, envolvida no projeto, deve buscar soluções eficientes que minimizem o custo das funções críticas, sem prejudicar o seu desempenho.

4. Avaliatória: fase em que são feitas a análise das alternativas viáveis, a seleção das melhores alternativas e a indicação da melhor alternativa, antecipando assim problemas potenciais, caso venham a ser implantadas.

A relação desempenho/custo é o indicador que sinaliza quais são as funções críticas. O desempenho funcional é aquele atribuído a cada função na Matriz de Avaliação Funcional e o custo funcional é a resultante da Matriz de Custeio de Funções. Valores dessa relação inferiores a um, destacam funções que requerem maior atenção e estudo durante o trabalho de desenvolvimento do projeto.

5. Conclusiva: que compreende a fase de escolha, implantação e acompanhamento. Escolhida a melhor alternativa, elabora-se uma proposta para implantação, com uma visão de custos e benefícios.

Em uma tomada de decisão, é fundamental o estabelecimento de prioridades, isto é, ao se analisarem as funções ou atributos considerados mais importantes em relação aos demais, atacam-se os problemas mais críticos e se aproveitam as melhores oportunidades para a obtenção de resultados, além de se adotar um procedimento ordenado e sistematizado de estudo do assunto.

É importante lembrar que um plano de trabalho pode sofrer adequações de acordo com a área de interesse profissional de quem formula e adota. Esta adequação aperfeiçoa cada plano em sua aplicação.

8.6 Aplicação da Análise do Valor no IQS

O IQS foi composto por quatro grupos, sendo os três primeiros transpostos do IQA (FARIA, 2002), conforme visto no tópico 3.6, mais um quarto, adicionado à classificação, portanto os seguintes: Características do Local, Infra-estrutura Implantada, Condições Operacionais e Sistema da Gestão Ambiental.

Os três primeiros grupos, pertencentes ao IQA, como não sofreram alterações, não foi aplicada a Análise do Valor, porém neste novo grupo sim, para se atribuir pesos às avaliações. As funções utilizadas foram as 10 (dez) estabelecidas no tópico 8.4, onde se aplicou a Matriz de Avaliação Funcional (Apêndice VII). Essa técnica permitiu a comparação de cada função com as demais, determinando, a cada momento, sua importância, através da ponderação adequada, variando de zero a três.

Ao final da comparação, os pesos atribuídos a cada função foram somados, determinando-se o percentual deles em relação ao total dos pesos de todas as funções.

Seguindo o critério de pontuação máxima do IQA, de cinco pontos, as funções de maior importância receberam esta pontuação, com as demais proporcionalmente.

A Matriz de Custeio de Funções não teve finalidade para o IQS, embora toda Teoria da Análise do Valor tenha sido exposta como parte da pesquisa realizada.

Com o desenvolvimento dessa técnica, a pontuação dos parâmetros introduzidos no IQS foi alcançada com êxito, conforme será mostrado nos tópicos sobre os parâmetros da gestão ambiental, que seguem.

8.6.1 Identificação dos Aspectos e dos Impactos Ambientais

Para a aplicação dos parâmetros seguintes, a administração do aterro deve identificar os aspectos e os impactos ambientais, bem como seu grau de significância nas atividades, produtos e serviços por ele controlados e/ou influenciados (Etapa P).

Aspecto Ambiental é o elemento das atividades, produtos ou serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente. Um aspecto pode ter mais de um impacto associado, benéfico ou adverso, significativo ou não. Esse impacto pode ser do passivo, atual e do futuro dessas atividades.

Impacto Ambiental deriva de uma ação sobre o meio ambiente. Para MAGRINI (1990) *apud* BOLEA (1984), impacto ambiental é “a diferença entre a situação do meio ambiente, natural e social futuro, modificado pela realização do projeto, e a situação do meio ambiente futuro tal como teria evoluído sem o projeto”.

A definição, de impacto ambiental, estabelecida na Resolução CONAMA n° 01/1986, é “qualquer alteração das propriedades físicas, químicas ou biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia, resultante das nas atividades humanas que direta ou indiretamente, afetem:

- a saúde, a segurança e o bem estar da população;
- as atividades sociais e econômicas;
- a biota;
- as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; e
- a qualidade dos recursos ambientais.”

Na realidade existem diversas definições, quase todas baseadas numa lógica do tipo ação-reação, que dificilmente espelham a complexidade da dinâmica ambiental.

A identificação dos impactos ambientais é teoricamente uma atividade objetiva, entretanto apresenta dificuldades inerentes à delimitação espaço-temporal dos impactos, exigindo uma ampla análise de toda a possível gama de interações. Outro problema reside na natureza diferenciada destes efeitos, que dificulta o estabelecimento de um padrão de mensuração comum (MAGRINI, 2001).

Como forma de melhor explicitar a dinâmica espaço-temporal de propagação dos impactos, têm sido introduzidas algumas classificações como:

- a) Impactos Ambientais Diretos e Indiretos: o impacto ambiental direto ou primário consiste na alteração de determinado aspecto ambiental por ação direta do homem, sendo normalmente de mais fácil identificação, por exemplo, os desgastes impostos aos recursos utilizados e os efeitos sobre os empregos gerados. O impacto ambiental indireto ou secundário decorre do anterior, por exemplo, o crescimento demográfico resultante do assentamento da população atraída pelo projeto;
- b) Impactos Ambientais de Longo e Curto Prazo: o impacto ambiental de curto prazo ocorre normalmente logo após a realização da ação, podendo desaparecer em seguida, por exemplo, a produção de ruído e poeira na fase de execução de um projeto. O impacto ambiental de longo prazo verifica-se depois de certo tempo da realização da ação, por exemplo, a modificação do regime de rios, a incidência de doenças respiratórias causadas pela inalação de poluentes por períodos prolongados;
- c) Impactos Ambientais Cumulativos e Sinérgicos: consideram o somatório de efeitos sobre o meio ambiente; e
- d) Impactos Ambientais Reversíveis e Irreversíveis: consideram a reversibilidade ou não das alterações provocadas sobre o meio.

Para ser um instrumento de auxílio às decisões, a avaliação de impactos ambientais precisa estar inserida de forma articulada no processo de planejamento global, seja horizontalmente, articulada às esferas política, tecnológica e econômica, seja verticalmente, associada às diferentes etapas do processo (MAGRINI, 2003).

Em termos gerais, a AIA tem por objetivos:

- identificar e estimar a importância dos impactos potenciais (positivos e negativos) de uma determinada intervenção (empreendimento, projeto, política, etc.) sobre os meios biológico, físico, socioeconômico e cultural;

- avaliar a conveniência de se realizar o projeto, considerando-se as vantagens e desvantagens técnicas, econômico-sociais e ambientais detectadas;
- no caso de decisão favorável à ação proposta, propor alternativas menos impactantes para a implementação do empreendimento.

A AIA pode ser dividida em 3 fases durante sua elaboração, a seguir:

1. Identificação: é a delimitação do espaço-temporal;
2. Predição: Estudos de caso, Modelos conceituais ou quantitativos, Bioensaios de estudos de microcosmo e Estudos de perturbações no campo; e
3. Avaliação: estabelecimento de pesos, através de unidades comuns de medição.

Após definir “Impacto Ambiental”, a Resolução CONAMA n° 01/1986 traz, em seu Artigo 2°, um elenco das atividades que dependem e estariam sujeitas à elaboração do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), dentre as quais estão: Aterros Sanitários e Processamento e Destino Final de Resíduos.

Pode-se notar que a abrangência do estudo de impacto ambiental é bastante grande, não se limitando ao exame das conseqüências de determinada obra sobre o meio físico e biológico no local de sua implantação. Ao contrário, estende-se à área de influência do projeto e deve contemplar todas as alternativas tecnológicas e de localização do mesmo, confrontando-o com a hipótese de sua não execução.

No meio físico, este diagnóstico inclui o subsolo, a água, o ar, o clima, recursos minerais, topografia, tipos e aptidões do solo, corpos d’água, regime hidrológico e correntes atmosféricas e no meio biológico (ecossistemas naturais) inclui flora, fauna, espécies indicadoras de qualidade ambiental, de valor científico e econômico, raras e ameaçadas e Áreas de preservação Permanente (APP’s).

Inclui também o diagnóstico ambiental da área de influência e estudos sobre o meio sócio econômico - uso e ocupação do solo, os usos da água e a sócio-economia, as relações de dependência entre a sociedade local, os recursos ambientais e a potencial utilização futura desses recursos.

Esse diagnóstico ainda deve incluir a análise dos impactos ambientais do projeto e suas alternativas, através da identificação, previsão da magnitude e interpretação da importância dos prováveis impactos, discriminando: impactos positivos e negativos, diretos e indiretos, imediatos e a médio e longo prazos, temporários e permanentes, seu grau de reversibilidade, suas propriedades cumulativas e sinérgicas, a distribuição dos ônus e benefícios sociais. Deve também definir medidas mitigadoras, com o uso de

equipamentos de controle e de tratamento de despejos, e avaliando sua eficácia, e elaborar programas de acompanhamento e monitoramento, indicando fatores e parâmetros a serem considerados.

O levantamento e o estudo dos potenciais impactos ambientais negativos é a ferramenta principal, através da qual se comprovará a hipótese levantada, desta dissertação, pois se isolando os três principais alvos, expostos aos diversos tipos e maneiras de contaminação possíveis num aterro sanitário, ou seja, o solo, a água e o ar, podem ser listados os aspectos envolvidos bem como sua significância, a fim de serem então estabelecidos os novos parâmetros e critérios de avaliação, relacionados à gestão ambiental, a serem incorporados ao IQA, de forma que o resultado final desta proposta possa acrescentar mais uma classificação, para o tratamento e a disposição final dos resíduos, ou seja, a condição ambiental, que irá significar que o aterro opera seus processos de modo não causar danos ao meio ambiente.

Serão discutidos a seguir os impactos negativos potenciais que podem ser esperados em decorrência de empreendimentos para o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos (IPT/CEMPRE, 2000).

Na exposição a seguir, foi adotada uma simplificação, discutindo-se um empreendimento hipotético, denominado de Central de Tratamento de Resíduos (CTR), reunindo algumas tarefas necessárias, que agruparia e coordenaria as funções de:

- a) tratamento de resíduos (triagem, compostagem, incineração);
- b) tratamento de efluentes;
- c) gerenciamento de recicláveis do sistema.

Para cumprir tais tarefas, a CTR estaria fisicamente composta em uma instalação contendo as seguintes unidades:

- i) Administração central e controle (escritório, guarita e balança);
- ii) Garagem de veículos de transporte e demais equipamentos móveis;
- iii) Oficina de equipamentos (fixos e móveis) e veículos;
- iv) Incineração (ou tratamento térmico) de resíduos de serviços de saúde;
- v) Aterro de resíduos sólidos urbanos;
- vi) Tratamento de efluentes gerados na CTR;
- vii) Instalações dos funcionários da CTR (banheiros, vestiários, refeitório, lazer); e
- viii) Almoxarifado geral (peças de reposição, material de consumo, etc.).

Os potenciais impactos ambientais são decorrentes dos processos tecnológicos predominantes em cada etapa do empreendimento:

1. Fase de Implantação da CTR:

- Geração de gases, material particulado e ruído (a partir do equipamento);
- Alteração do escoamento superficial;
- Erosão pela água;
- Assoreamento de corpos d'água;
- Mortes e incômodos à fauna;
- Remoção e degradação de cobertura vegetal;
- Poluição do solo com óleos e graxas;
- Incômodos devidos à desapropriação de imóvel;
- Poluição de solo e águas pela disposição de águas residuárias;
- Alteração da percepção da paisagem;
- Intensificação do trânsito em vias de acesso;
- Degradação de áreas de empréstimo de solo e descarte de solo excedente; e
- Geração de resíduos sólidos (domiciliares: edificações diversas; e não-inertes e/ou perigosos: estação de tratamento de efluentes e nas oficinas da CTR).

2. Fase de Operação da CTR:

- Saída de material esvoaçante (a partir de veículos transportadores de lixo e da frente de operação do aterro, etc.);
- Geração de gases, material particulado e ruído (pelos equipamentos fixos e móveis);
- Intensificação do trânsito em vias de acesso;
- Remoção e degradação de cobertura vegetal (área de disposição, área de empréstimo e descarte de solo);
- Poluição do solo com óleos e graxas;
- Geração de gases e odores (decomposição do lixo, tratamento de efluentes);
- Espalhamento de lixo ao longo das vias de acesso à CTR (perdas e lançamentos clandestinos);
- Alteração do escoamento superficial;
- Proliferação de vetores;
- Assoreamento de corpo d'água;
- Mortes e incômodos à fauna;
- Alteração da percepção da paisagem;

- Depreciação de imóveis lindeiros;
- Erosão pela água;
- Poluição do solo e das águas subterrâneas (águas residuárias);
- Poluição do solo, águas subterrâneas e composto produzido, devido à recepção de resíduos incompatíveis com a CTR;
- Degradação de área de empréstimo e descarte de solo excedente; e
- Geração de resíduos (inertes: na UTC; domiciliares: nas edificações diversas; e não-inertes e/ou perigosos: na estação de tratamento de efluentes, nas oficinas e no sistema de incineração na CTR).

3. Fase de Desativação da CTR:

- Mortes e incômodos à fauna;
- Geração de gases, material particulado e ruído (pelos equipamentos);
- Geração de gases e odores (pelo aterro e sistema de tratamento de efluentes);
- Poluição do solo e das águas subterrâneas (percolados);
- Deterioração das estruturas do aterro;
- Erosão pela água;
- Assoreamento de corpo d'água;
- Poluição do solo e águas subterrâneas (águas residuárias);
- Geração de resíduos (não-inertes e/ou perigosos: na estação de tratamento de efluentes da CTR);
- Uso futuro incompatível.

A partir da definição dos impactos ambientais, podem-se utilizar diversos modelos ou filtros para o cálculo dos respectivos graus de significância, como por exemplo: a exigência de legislação ou normas pertinentes e de licenciamento ambiental, a política e os compromissos da empresa, os interesses ou reclamações das partes afetadas, condições de emergência, magnitude e frequência, etc. A Tabela 8.2 apresenta o modelo utilizado para o cálculo da significância dos impactos ambientais em uma Unidade de Triagem e Compostagem de Lixo, em Vitória. Essa matriz (probabilidade x intensidade) é aconselhada para utilização em situações de risco. Já em situações normais e anormais, usa-se outra matriz (importância x severidade).

Tabela 8.2: Avaliação da relevância do impacto ambiental (QUEIROGA FILHO, 2003)

Abrangência			Gravidade		
Peso	Grau		Peso	Grau	
1	Pontual	Atinge somente o Posto de trabalho.	1	Baixa	Danos pouco significativos reversíveis curto prazo (1 ano)
2	Local	Dentro dos limites do CTR.	2	Média	Dano considerável, reversíveis médio prazo (1 a 7 anos)
3	Regional / Global	Atinge áreas fora dos limites do CTR	3	Alta	Dano grave efeito irreversível em menos de 7 anos
Frequência ou Probabilidade					
Peso	Grau	Situação Normal / Nominal	Situação de Risco		
1	Baixa	Ocorre uma vez por mês, ou menos	Pouco provável de ocorrer, remota.		
2	Média	Ocorre duas ou mais vezes por mês	Provável que ocorra		
3	Alta	Ocorre uma ou mais vezes por dia ou continuamente.	Muito provável ou já ocorreu		
Resultado da relevância de um impacto = soma dos pesos obtidos na avaliação					

Caso a administração do aterro possua o levantamento completo e atualizado de todos os aspectos envolvidos em suas operações, bem como dos impactos a eles relacionados, e seus respectivos graus de significância estabelecidos, será dada a pontuação máxima (Tabela 8.3). Se não for capaz de listar todos, mas possuir um grau de conformidade a este requisito, será dada avaliação dois. Caso não atenda, será zero.

Tabela 8.3: Indicadores da conformidade no levantamento dos aspectos e impactos ambientais.

Subitem	Avaliação	Peso
Identificação dos aspectos e impactos ambientais	Satisfatória	5
	Insuficiente	2
	Inexistente	0

Como pode ser observado, embora não haja qualquer pretensão de se esgotar o tema, o conjunto de impactos listados é bastante amplo e alguns deles são recorrentes ao longo da existência do empreendimento. É necessário avaliá-los detalhadamente e demonstrar que o projeto proposto reúne condições técnicas para eliminá-los ou circunscrevê-los a limites ambientalmente aceitáveis, tendo em conta o ambiente em que se insere (meios físico, biótico e socioeconômico). Podem ser necessárias eventuais medidas mitigadoras e compensatórias ao projeto original, bem como o monitoramento de impactos remanescentes ao longo das fases de instalação, operação e desativação do empreendimento. Esses impactos formam a essência dos aspectos ambientais a serem apresentados no presente estudo.

8.6.2 Objetivos, Metas e Programas Ambientais

O Programa Ambiental do aterro (Etapa P) pode ser descrito por seus objetivos e programas de atividades específicas, em cada nível e função dos processos, com relação à melhoria na proteção ao meio ambiente, de uma determinada unidade, incluindo as medidas adotadas para alcançar estes objetivos e os prazos (mensuráveis) estabelecidos para tais medidas, considerando:

- A legislação ambiental em vigor (federal, estadual e municipal);
- Os aspectos e impactos ambientais significativos;
- As opções de tecnologias empregadas nos processos;
- As condições financeiras, operacionais e comerciais;
- A prevenção da poluição, bem como a redução das concentrações dos contaminantes gerados;
- A visão das partes interessadas (empreendedor, população, governo, etc.);
- Um plano de ação (voluntária) com fins de certificação; e
- A melhoria contínua do Sistema da Gestão Ambiental.

Deverá ser considerada também a designação dos responsáveis pelos programas específicos de cada nível e função do aterro, bem como os meios e prazos de execução.

Caso a administração do aterro possua um programa elaborado, com objetivos e metas estabelecidos, consistentes com sua Política Ambiental, e considerando os fatores acima expostos, com seus respectivos indicadores, será dada a pontuação máxima (Tabela 8.4). Se for inconsistente, um, e, caso não exista, a avaliação será nula.

Tabela 8.4: Indicadores da conformidade dos objetivos, metas e programas ambientais.

Subitem	Avaliação	Peso
Objetivos, metas e programas ambientais	Consistente	3
	Inconsistente	1
	Inexistente	0

8.6.3 Garantia dos Recursos necessários (humanos, tecnológicos e financeiros)

A administração do aterro deverá providenciar e manter disponíveis todos os recursos necessários para uma correta operação no tratamento e na destinação dos resíduos por ele recebidos. Isso significa dizer que a empreendedora deverá ter estabelecido o potencial de armazenamento dos resíduos a serem tratados, baseando-se na saturação da capacidade, isto é, a vida útil do aterro. Se for preciso alterar esses

dados, medidas deverão ser tomadas de modo garantir o prolongamento desse potencial, através da garantia dos recursos necessários para uma operação correta, sem colocar em risco a qualidade do meio ambiente.

O Aterro deverá ter uma pessoa responsável pela manutenção de suas operações, bem como pelo seu desempenho, sendo o contato direto com a administração.

Caso esses recursos sejam providenciados e mantidos num grau de atendimento às expectativas de demanda, será dada a pontuação máxima (Tabela 8.5). Caso o empreendedor não os consiga manter ou deixe faltar, a avaliação será nula.

Tabela 8.5: Indicadores de conformidade da garantia de recursos para operação.

Subitem	Avaliação	Peso
Garantia dos recursos necessários	Suficientes	2
	Insuficientes	0

8.6.4 Sistema de Treinamento (competência e conscientização) e Comunicação (interna e externa)

Todo o pessoal que executa tarefas no aterro, que possam causar impactos ambientais significativos, deve possuir educação, experiência e treinamento apropriado. Para isso, a administração do aterro deve identificar as necessidades de treinamento e fazer com que todos os que trabalham nele ou em seu nome, estejam conscientes dos aspectos ambientais significativos associados com o seu trabalho e das conseqüências pela inobservância de seus procedimentos operacionais. Deverá também estabelecer um sistema de comunicação (interna e externa) eficaz, com todas as partes interessadas, ou seja, funcionários, órgãos de controle ambiental, população, contemplando:

- Programa de educação ambiental com comunidade local;
- Sistema de informações e dados ambientais;
- Sistema de informação, formação e participação do pessoal;
- Sistema de informação e participação do público; e
- Pesquisa de satisfação de clientes e visitantes;

Segundo MARQUES *et al* (2002), a adoção da norma ISO 14001 não garantirá, por si só, resultados ambientais ótimos, dependendo também do processo de treinamento, de conscientização do público, clientes e outros integrantes envolvidos, voltado para a mudança cultural, exigida em face às novas legislações ambientais. Neste caso, o treinamento deve ter o objetivo de fazer com que o integrante participe

ativamente das exposições e não passivamente como ocorre ainda em diversos processos, tornando-o pouco eficaz.

A série ISO 14000 foi baseada em um exemplo de operação industrial holístico orientado por sistemas. Essa abordagem faz com que as pessoas de diferentes partes da organização (projeto, produção, qualidade, saúde, segurança ambiental, etc.) trabalhem juntas. Isso requer trabalho de equipe, cooperação, boa comunicação e um treinamento extensivo para tornar os integrantes conhecedores dos aspectos ambientais de seu trabalho (MARQUES *et al*, 2002, *apud* TIBOR & FELDMAN, 1996).

Essa mudança cultural demanda tempo e esforço. O objetivo é que todos os integrantes se apropriem das questões ambientais de seu trabalho. Dessa forma, as questões ambientais se tornam ligadas às decisões básicas por toda operação.

A implementação de um Sistema de Gestão Ambiental, atendendo corretamente as necessidades de treinamento, pode promover a redução dos custos internos das organizações, aumentar a competitividade e facilitar o acesso aos mercados consumidores, em consonância com os princípios e objetivos do desenvolvimento sustentável (MARQUES *et al*, 2002).

A educação ambiental tem um papel muito importante, porque desperta cada integrante para a ação e a busca de soluções concretas para os problemas ambientais que ocorrem principalmente no dia-a-dia, no local de trabalho, na execução de sua tarefa, portanto onde ele tem poder de atuação para a melhoria da qualidade ambiental dele e dos colegas. Esse tipo de educação extrapola a simples aquisição de conhecimento; é muito mais do que isso; faz com que o integrante vá à busca da sua própria capacitação; é fundamental que ele reconheça na Educação Ambiental um novo fator de progresso.

Conceder mais autonomia aos empregados em suas funções tem provado ser uma das soluções mais inteligentes para alcançar o sucesso. Sendo assim, a Educação Ambiental deverá eliminar as idéias errôneas de que as soluções de problemas dependem somente às chefias ou aos setores de segurança e higiene. Ninguém melhor do que o próprio integrante responsável por uma tarefa para dizer de que forma ela deva ser executada, e como ajudar a resolver os problemas por ela apresentada.

Um dos objetivos da Educação Ambiental deverá ser estimular a participação de todos os seus integrantes na apresentação de sugestões e propostas de ações e, ainda, permitir a reavaliação contínua dos resultados alcançados, através de campanhas de incentivo, seminários internos, treinamentos, conscientização, utilizando os recursos

computacionais hoje existentes (hipermídia, multimídia, internet, hipertexto), alusivos à proteção e à melhoria do meio ambiente.

O novo perfil a ser adotado por uma organização deverá passar por um processo de educação e conscientização ambiental por todos os seus integrantes. Para que esse processo ocorra com eficiência, e traga para a organização uma imagem positiva e de credibilidade é essencial um eficaz processo de treinamento (MARQUES *et al*, 2002).

Uma vez estabelecida a decisão de mudança cultural dentro da organização almejando melhores resultados ambientais, essa decisão deve ser transparente e todos da organização devem tomar conhecimento dessa mudança.

A incorporação dos conceitos de um Sistema de Gestão Ambiental no dia-a-dia de uma organização requer uma mudança de cultura em todos os níveis. A inserção desses novos conceitos na cultura da organização exige um sistema de treinamento eficiente entre seus vários níveis hierárquicos através do estabelecimento de um programa de educação ambiental que mobilize todos os integrantes.

Assim, conforme a Tabela 8.6, o aterro receberá nota dois em caso do seu sistema de treinamento e comunicação ser eficiente. Do contrário, receberá nota zero.

Tabela 8.6: Indicadores de conformidade do sistema de treinamento e comunicação.

Subitem	Avaliação	Peso
Sistema de treinamento e comunicação	Eficiente	2
	Ineficiente	0

8.6.5 Controle da Documentação do SGA (registros)

Em aterros, o fundamental para o atendimento a este parâmetro é garantir que documentos obsoletos ou procedimentos operacionais desatualizados ainda estejam à disposição para uso e que haja um controle rigoroso dos registros de entrada e saída dos resíduos. Estes registros deverão ser e permanecer legíveis, identificáveis e rastreáveis.

Os registros ambientais poderão incluir, caso pertinente: relatórios de incidentes, reclamações, informações de prestadores de serviços, manutenção de equipamentos, informações judiciais, treinamento, auditorias internas, aspectos e impactos significativos, leis ambientais, simulações de emergência e análises de efluentes.

Portanto, caso a administração do aterro mantenha os registros de controle de suas operações, conforme exposto acima, será dada avaliação um (Tabela 8.7). Do contrário, receberá nota zero.

Tabela 8.7: Indicadores de conformidade do controle de documentos (registros).

Subitem	Avaliação	Peso
Controle de documentos (registros)	Sim	1
	Não	0

8.6.6 Programa e Planos de Emergências

A administração do aterro deverá identificar o potencial e dar respostas a situações de acidentes e emergências, com o objetivo de prevenir e mitigar os impactos ambientais significativos ao meio ambiente. Deverá também analisar e revisar seus procedimentos de preparação e resposta às situações de emergência, particularmente após a ocorrência de acidentes, e realizar simulações destes procedimentos em intervalos apropriados.

O Programa de Emergência deverá ser composto basicamente por dois planos: de prevenção e redução de acidentes e de controle de emergências e ações de melhoria.

A partir do levantamento dos impactos decorrentes das catástrofes potenciais, um plano de emergência típico deve conter os seguintes elementos:

- Descrição e diagramas das instalações com potenciais situações de catástrofe;
- Procedimentos para áreas específicas de possibilidade de situações inesperadas;
- Equipamentos e pessoal disponível;
- Funções de suporte logístico;
- Plano de evacuação; e
- Plano de notificação e requisitos para relatar a emergência.

Em aterros, deverão ser contempladas as situações de: vazamento de chorume, pela camada impermeabilizante ou pelo sistema de drenagem e tratamento, deslizamento de maciços de lixo, ruptura do solo de apoio, escapamento, explosões ou incêndios causados pelo rompimento de bolsões de gases, etc.

Portanto, caso exista um Programa de Emergência, que englobe todas as possíveis situações acima descritas, bem como seja constatado o conhecimento de todo pessoal do aterro quanto aos procedimentos de resposta estabelecidos e à realização de simulações, será dada a pontuação máxima (Tabela 8.8). Se qualquer um dos requisitos citados não for atendido satisfatoriamente, será dada avaliação dois e, caso não haja sequer programa, este parâmetro deverá receber avaliação zero.

Tabela 8.8: Indicadores da conformidade programa de atendimento às emergências.

Subitem	Avaliação	Peso
Programa e planos de emergência	Suficiente	4
	Insuficiente	2
	Inexistente	0

8.6.7 Controle, Monitoramento e Medição das Operações (relativas aos impactos significativos)

A Administração do Aterro deverá identificar, monitorar e medir, regularmente, as características principais das operações que possam ter impacto significativo, documentando o desempenho dessas operações e o grau de atendimento aos objetivos e metas ambientais, tais como:

- Padrões de aplicação e cumprimento às tecnologias contratadas;
- Prevenção dos efeitos sobre os componentes do meio ambiente (ar, água, solo);
- Ensaio de caracterização (física, química e biológica) em laboratório;
- Monitoramento da estabilidade dos taludes, bolsões de gás e chorume; e
- A eficiência do processo pela avaliação dos resultados;

Como exemplos de controle operacional em aterros, se pode citar: a análise da qualidade do material de recobrimento, os sistemas de drenagem de chorume, águas pluviais, provisória e definitiva, e gases e os sistemas de tratamento de lixiviados e gases. Quanto ao monitoramento, deve ser verificada a realização de análises laboratoriais das águas subterrâneas, superficiais, lixiviados, gases, bem como a medição dos recalques para o acompanhamento da estabilidade da massa de resíduos e do solo.

Todos os equipamentos e instrumentos, utilizados para este fim, devem ser devidamente calibrados e/ou verificados, antes de sua utilização. Em geral, muitas administrações de aterros atendem a este critério através de contratos de intercâmbio técnico com universidades públicas, que realizam visitas regularmente e fornecem relatórios mensais de todas as medições realizadas.

Para esta avaliação devem ser consideradas as eficácias de todos os sistemas de coleta e tratamento de efluentes, sejam líquidos ou gasosos. Deverão também ser avaliados os monitoramentos dos taludes, bem como dos corpos d'água nas proximidades do aterro, sendo dada nota máxima (Tabela 8.9), caso todos estes critérios sejam atendidos satisfatoriamente, bem como todos os registros pertinentes estejam em

salvaguarda na administração do aterro. Caso qualquer destas condições não seja atendida, a nota a ser dada será zero.

Tabela 8.9: Indicadores de conformidade do controle, monitoramento e medição de operações.

Subitem	Avaliação	Peso
Controle, monitoramento e medição de operações	Efícaz	4
	Inefícaz	0

8.6.8 Atendimento aos Requisitos Legais e demais subscritos

A administração do aterro deve identificar e ter acesso aos requisitos legais, dentre outros, bem como determinar o modo pelos quais estes requisitos se aplicam aos seus aspectos ambientais, devendo ser avaliados periodicamente a fim de se medir o seu grau de atendimento, dentre os quais:

- O licenciamento do processo;
- As Leis Ambientais, de Segurança, Higiene Industrial e Saúde; e
- Normas de armazenamento temporário e de transporte de resíduos.

COUTO& MAINIER (2004) relacionam alguns entraves para a identificação da Legislação Ambiental, devido à mesma não ser consolidada, codificada nem possuir remissões, ao grande número de Leis (federais, estaduais e municipais), Resoluções e Portarias, à não haver jurisprudência pacífica firmada, às controvérsias e conflitos entre as Leis e à variação da mesma entre um município e outro.

No entanto, é possível identificar a Legislação Ambiental aplicável através de livros, diário oficial, escritórios de advocacia ambiental, softwares, internet, recuperação de documentos envolvidos na obtenção de licenças ambientais (caso já as têm), além de consulta a órgãos de fiscalização ambiental, sendo necessária a busca constante pelas atualizações disponíveis.

Segundo (COUTO & MAINIER, 2004), dentre as muitas razões para a crescente busca por informações na área de Legislação Ambiental, as principais são:

- Necessidade, por parte da organização que tem ou busca ter seu Sistema de Gestão Ambiental certificado em conformidade com a NBR ISO 14001, de atender a todos os requisitos legais aplicáveis, ou seja, exigindo um melhor conhecimento e aplicabilidade por parte de seu pessoal da Legislação Ambiental pertinente;

- Pressão cada vez maior da sociedade sobre as organizações, para que estas desenvolvam novos processos produtivos que não impactem o meio ambiente. Cada vez mais a imagem da empresa passa a ser avaliada de acordo com sua responsabilidade ambiental, e encontra-se vinculada às suas atitudes e percepções com seu ambiente externo. A legislação assim torna-se um fator crítico de sucesso do Sistema da Gestão Ambiental;
- A Legislação Ambiental é muito dispersa e ampla, mudando de um Município para outro e de um Estado a outro, obrigando as empresas a despenderem mais com recursos humanos na vigilância de constantes mudanças efetuadas por órgãos reguladores por meio de Leis, Decretos, Resoluções, Portarias, etc.
- Uma maior eficiência por parte das organizações no gerenciamento de suas atividades, baseadas na Legislação Ambiental, possibilitará à empresa reduzir seu passivo ambiental e, mais importante ainda, preveni-la de multas e processos judiciais.

Este parâmetro é de fundamental importância, pois um aterro só poderá iniciar suas operações com a Licença de Operação aprovada, passando por todas as etapas de licenciamento ambiental (como já visto no tópico 3.4.2), que somente se concretizarão após o reconhecimento do atendimento a todos os requisitos legais. Portanto, caso o aterro esteja totalmente conforme, será dada a avaliação máxima (Tabela 8.10), mas se algum requisito não estiver sendo cumprido, o avaliador deverá aplicar nota zero.

Tabela 8.10: Indicadores de conformidade no atendimento aos requisitos legais.

Subitem	Avaliação	Peso
Atendimento aos requisitos legais e outros	Sim	5
	Não	0

8.6.9 Programa de Auditorias Internas

Conforme o Regulamento CEE nº 1.386/93, Auditoria Ambiental é o “instrumento de gestão que compreende uma avaliação sistemática, documentada, periódica e objetiva do bom funcionamento da organização, do sistema de gestão e dos equipamentos para a proteção do meio ambiente, com a finalidade de:

- Facilitar o controle dos procedimentos ambientais por parte da direção da empresa;
- Garantir a conformidade com as políticas da empresa, incluindo o atendimento à legislação vigente.

A Auditoria Ambiental compreende o levantamento dos dados de fato, necessários à avaliação da eficiência ambiental”.

Pelo Substitutivo da Lei 3.160/92, é o “exame periódico e ordenado dos aspectos legais, técnicos e administrativos relacionados às atividades da instituição, capazes de provocar efeitos nocivos ao meio ambiente, com os seguintes objetivos:

- i. Verificar se a instituição está em conformidade com as exigências federais, estaduais e municipais em termos de licenciamento ambiental;
- ii. Verificar se a instituição, em seus procedimentos, equipamentos e instalações, está cumprindo as restrições e recomendações constantes das licenças ambientais e do estudo prévio de impacto ambiental, quando houver; e
- iii. Verificar se a instituição está cumprindo à legislação, normas e regulamentos quanto aos padrões de emissão e aos parâmetros de qualidade ambiental da região em que se localiza;
- iv. Verificar se a instituição está cumprindo a legislação, normas, regulamentos e procedimentos técnicos relativos à recuperação e manutenção da qualidade ambiental da região em que se insere;
- v. Avaliar a política ambiental da instituição, no que se refere a:
 - a. Adoção de medidas de avaliação, controle e prevenção do impacto ambiental de suas atividades;
 - b. Gerenciamento do uso e conservação das fontes de energia;
 - c. Uso racional de matéria-prima e transporte;
 - d. Uso racional, conservação e reutilização de água de processo;
 - e. Minimização, reciclagem, tratamento e disposição segura de resíduos sólidos, líquidos e gasosos;
 - f. Aperfeiçoamento de produtos e métodos de produção, tendo em vista reduzir a agressão ao meio ambiente;
 - g. Prevenção e limitação de acidentes;
 - h. Conscientização, treinamento e motivação de pessoal quanto aos cuidados com a preservação ambiental;
 - i. Informação ao público externo sobre as atividades da instituição e relacionamento com as comunidades localizadas em seu entorno”.

Já a Norma NBR ISO 19011:2002 (Diretrizes para auditorias de sistema de gestão da qualidade e/ou ambiental) define Auditoria como “processo sistemático, documentado e independente para obter registros, apresentação de fatos ou outras

informações, pertinentes ao conjunto de políticas, procedimentos ou requisitos, e avaliá-los objetivamente para determinar a extensão na qual estes critérios são atendidos”.

Ainda segundo a ISO 19011, “Auditorias internas, algumas vezes chamadas de primeira parte, são conduzidas pela própria organização, ou em seu nome, para análise crítica pela direção e outros propósitos internos, e podem formar a base para uma auto-declaração de conformidade da organização”.

As auditorias externas incluem aquelas auditorias geralmente chamadas de auditorias de segunda e de terceira parte. Auditorias de segunda parte são realizadas por partes que têm um interesse na organização, tais como clientes, ou por outras pessoas em seu nome. Auditorias de terceira parte são realizadas por organizações externas de auditoria independente, tais como organizações que provêm certificados de conformidade com os requisitos da NBR ISO 14001.

Segundo ROVERE, (2002), uma auditoria ambiental deve ser planejada, considerando as seguintes etapas:

- Identificação das áreas funcionais (ar, água, solo, resíduos, etc.);
- Tópicos específicos para cada área (licenças, etc.);
- Distinção das atividades de operação na planta de outras externas;
- Seleção dos tópicos;
- Identificação e listagem dos requisitos legais (federal, estadual e municipal), pertinentes aos tópicos selecionados, bem como as respectivas políticas e procedimentos da empresa;
- Determinação e identificação do nível de aprofundamento a ser dado a cada tópico (espaço amostral); e
- Determinação do tipo e do nível das técnicas de auditoria a serem usadas para cada tópico, com o devido cuidado a recursos e restrições.

Como complemento ao Plano, descrito acima, pode ainda ser utilizado um questionário com a finalidade de identificar e entender os elementos centrais dos sistemas e procedimentos de gestão ambiental internos à unidade e identificar os tópicos de auditoria que não são aplicáveis especificamente a uma unidade.

A Norma ISO 14001 ainda estabelece que este Programa deva considerar a importância ambiental das operações do aterro, bem como os resultados de auditorias anteriores e que devam ser estabelecidos requisitos para quem as conduza, assegurando sua objetividade e imparcialidade. Em muitos casos, particularmente em pequenas

organizações, a independência pode ser demonstrada pela liberdade de responsabilidades pela atividade sendo auditada.

Nessa linha de raciocínio, COUTO & MAINIER (2004) afirmam que os auditores necessitam ter conhecimento e formação interdisciplinar para vivenciar adequadamente as diferentes situações às quais estarão submetidos durante as auditorias de SGA, devendo ser aprovados em um curso credenciado de formação de Auditores Líderes Ambientais. Porém essa condição não é suficiente, para a formação ideal do auditor, fazendo-se necessário, além de outros requisitos, como experiência na realização de auditorias, o conhecimento geral de alguns temas e específico de outros, para que o auditor não seja apenas um “especialista em sistemas de gestão”, incapaz, por exemplo, de entender completamente o processo auditado. Basicamente, o auditor deve procurar treinamento, informação e conhecimentos adicionais e constantes nas seguintes áreas:

- Legislação ambiental;
- Identificação e avaliação de aspectos e impactos ambientais;
- Preparação e atendimento a emergências;
- Planos de comunicação;
- Gerenciamento de resíduos;
- Amostragem; e
- Relacionamento interpessoal e liderança.

Este fato tornou-se mais visível ainda com a publicação, em novembro de 2002, da NBR ISO 19011 – “Diretrizes para a condução de auditorias de sistemas de gestão da qualidade e/ou ambiental”, que trata, entre outros assuntos, sobre “a gestão de programas de auditoria, sobre a realização de auditorias internas ou externas de sistemas de gestão da qualidade e/ou ambiental, assim como sobre a competência e a avaliação de auditores”.

Em seu requisito 7.3.1, a citada diretriz recomenda que os auditores tenham conhecimentos e habilidades, entre outras áreas, “nas Leis, Regulamentos e outros requisitos pertinentes à organização a ser auditada”. Isto, no caso de Auditores de Sistema de Gestão Ambiental, significa que devem conhecer a Legislação Ambiental.

Ainda em sua Tabela 3 (Apêndice VIII) recomenda que os auditores ambientais tenham: “habilidade para identificar a aplicação das leis pertinentes e regulamentos relacionados aos processos, produtos e/ou descargas no ambiente”, e recomenda ainda

que este conhecimento seja adquirido “através de curso de treinamento nas leis pertinentes às atividades e processos a serem auditados”.

Somada aos motivos acima citados, deve-se alertar os auditores para sua responsabilidade legal (tanto civil quanto penal) por danos ambientais decorrentes direta ou indiretamente de ações ou omissões por sua parte, quando da realização de auditorias ambientais. Espera-se, portanto, que o auditor seja um profissional com competência para entender como e onde procurar a legislação de interesse e verificar se esta é aplicável às atividades, produtos ou serviços da empresa auditada, através da correlação aos seus aspectos ambientais, além de saber interpretar e entender os textos legais (COUTO & MAINIER, 2004).

Considerando o exposto, o programa de auditorias internas deverá ser avaliado quanto ao grau de eficácia no cumprimento de seus objetivos, que são: verificar a conformidade das operações do aterro com os requisitos legais, com o atendimento aos demais requisitos anteriormente citados, bem como a capacidade de tratamento do aterro, a fim de se dispor um diagnóstico do Sistema da Gestão Ambiental implementado, contendo os seguintes procedimentos: escopo, frequência, metodologias, responsabilidades, requisitos, relatórios de resultados e ações de melhorias.

Portanto, caso estes critérios sejam atendidos, o Programa de Auditorias Internas receberá pontuação dois (Tabela 8.11). Se caso não forem eficazes, deverão receber grau um e, se não forem implementadas, receberão nota zero.

Tabela 8.11: Indicadores da conformidade programa de auditorias internas.

Subitem	Avaliação	Peso
Programa de auditorias internas	Satisfatória	2
	Ineficaz	1
	Inexistente	0

A auditoria ambiental, objeto de muita atenção nos tempos atuais, ainda não se encontra disciplinada por legislação federal. Encontra-se em tramitação, no Congresso Nacional, Projeto de Lei, de autoria do Deputado Fábio Feldmann, dispondo sobre a auditoria ambiental obrigatória para as fontes de poluição nele elencadas. Apesar da inexistência de legislação federal, alguns Estados e municípios criaram essa exigência em seu território, podendo ser citados os Estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro e, em São Paulo, o Município de Paulínia.

Independentemente da existência de exigência legal para sua realização, deve ser observado que um grande número de empresas vem realizando, voluntariamente, a

auditoria ambiental, não apenas para verificar sua situação perante as normas ambientais, mas, principalmente, por exigências do mercado. Com a entrada em vigor, da ISO 14000, a realização de tais audiências aumentou consideravelmente, na medida em que se trata de um dos requisitos para a obtenção da certificação prevista na norma.

8.6.10 Análises Críticas pela Administração (auditorias, leis, comunicação, objetivos e metas) e Ações Corretivas e Preventivas (mitigar impactos)

A Administração do aterro deve realizar análises críticas de suas operações, considerando o atendimento aos requisitos supracitados, assegurando sua pertinência, adequação e eficácia, devendo registrar os seguintes dados:

- Contabilidade (desempenho) ambiental;
- Auditorias internas e atendimento às legislações ambientais;
- Reclamações das partes interessadas (população, órgãos ambientais, etc.);
- O aprimoramento da qualidade ambiental (objetivos e metas ambientais);
- Normas e boas práticas de prevenção futura;
- Estabelecimento e implementação de ações corretivas e/ou preventivas; e
- Ações voluntárias para melhoria do desempenho ambiental.

Portanto, deverão ser avaliadas as análises críticas realizadas, para medir o grau de consistência e a abrangência dos assuntos tratados conforme exposto acima. Caso os registros apresentados sejam satisfatórios, a avaliação a ser dada deverá ser de dois pontos (Tabela 8.12). Caso a Administração do aterro não realize análises críticas regulares ou as mesmas não tenham a consistência necessária de modo que suas operações sejam discutidas com êxito, a pontuação deste parâmetro será zero.

Tabela 8.12: Indicadores de conformidade de análise crítica e ações corretiva e preventiva.

Subitem	Avaliação	Peso
Análise crítica e ações corretivas e preventivas	Consistente	2
	Inconsistente	0

Capítulo IX

APLICAÇÃO DOS ÍNDICES DE QUALIDADE EM ATERROS

Neste capítulo, os três índices de qualidade (IQS, IQA e IQR) são aplicados nos 15 (quinze) locais de disposição de resíduos visitados. Dentre os 12 (doze) locais do Estado do Rio de Janeiro, parte da área estudada corresponde ao trecho médio da Bacia do Rio Paraíba do Sul (Figura 9.1) e a restante à Região Metropolitana do Grande Rio.



Figura 9.1: Estado do RJ e Bacia do Rio Paraíba do Sul (PNUD, 1999, *in* FARIA, 2002).

Esses locais foram escolhidos para aplicação da metodologia, em consenso com o orientador, pelas seguintes razões: dar continuidade ao estudo desenvolvido por FARIA (2002), comparando os resultados atuais com os obtidos por outrora; apresentar a situação de outras áreas de disposição, a fim de se ter uma visão mais abrangente da gestão municipal do lixo no Estado do Rio de Janeiro; e comparar a realidade do Estado do RJ com a de outros Estados, que se apresentam bem mais desenvolvidos quanto a esta questão, refletindo assim a polêmica da degradação ambiental, causada pela falta de comprometimento ambiental das más administrações municipais. Por questões e interesses de ordem política, não serão apresentados quaisquer dados que possam indicar ou referenciar os locais avaliados. Os que por ventura foram permitidos, pelas respectivas administrações, estão disponibilizados no Apêndice XI.

No Estado do Rio de Janeiro, além da população de cerca de 2,5 milhões de habitantes, dependem dessas águas cerca de 700 indústrias, diversas usinas hidroelétricas e a agricultura irrigada. Na Região Metropolitana do Grande Rio, aproximadamente 8 milhões de habitantes se abastecem da captação de 44 m³/s do Rio Guandu e 5,5 m³/s do reservatório de Lajes, derivado de duas transposições da Bacia do Paraíba do Sul. Cerca de 160 m³/s são retirados diretamente do Rio Paraíba do Sul pela estação elevatória de Santa Cecília e 20 m³/s da bacia do Rio Pirai (FARIA, 2002).

A qualidade das águas, dos rios que compõem essas bacias, já se encontra comprometida devido aos lançamentos de esgotos domésticos, de efluentes industriais e pela grande carga de sólidos em suspensão. Segundo FARIA (2002), essa degradação ambiental é causada principalmente por: lixões; esgotos sanitários in natura; despejos industriais; desmatamento e conseqüente erosão fluvial; retirada de recursos minerais para a construção civil sem a devida recuperação ambiental; acidentes com o transporte de cargas tóxicas; devastação da mata nativa; pesca predatória; uso indevido e não controlado de agrotóxicos; e falta de consciência ambiental.

O foco desta dissertação consiste na avaliação dos locais de destinação final de lixo, os quais aparentemente apenas dois deverão ser classificados em condições ambientais (servindo de comparativo para os demais locais estudados), pela metodologia proposta, esta mais restritiva que as anteriores, o que comprovará a hipótese levantada.

O preenchimento dos relatórios de avaliação (IQR, IQA e IQS) foi feito com base nas informações adquiridas, através das inspeções visuais nos locais, dados de algumas prefeituras (nem todas se dispuseram a colaborar com a pesquisa), dos operadores de resíduos sólidos de cada local, da dissertação de mestrado de FARIA (2002), de profissionais do ramo de resíduos sólidos, além da consulta a outros trabalhos relacionados a estes aterros.

Após serem cumpridas todas as rotinas de trabalho, as constatações foram relatadas, convergindo a uma média ponderada, a fim de se obter um consenso, com cada parâmetro recebendo um grau, que define seu nível de satisfação, atendimento, conformidade, eficácia e/ou eficiência. Os relatórios estão disponíveis no Apêndice X.

Os parâmetros técnicos, utilizados no decorrer deste capítulo foram apresentados e discutidos no anterior. Porém, nos casos em que o conhecimento, sobre as condições de determinado parâmetro, for inexistente ou duvidoso, sua pontuação será dada conforme o princípio da avaliação pessimista, isto é, mais conservador e seguro.

O principal tipo de solo encontrado na maioria dos locais em estudo foi o latossolo. Esse solo tem sua fração argilosa composta de minerais cauliníticos e com alta concentração de ferro e alumínio. Em condições naturais, encontra-se não saturado, com elevado índice de vazios e uma pequena capacidade de campo, porém com a realização de uma adequada compactação, pode-se alcançar uma capacidade de suporte elevada, com baixa permeabilidade. Essas características reunidas fazem do latossolo um material adequado para o recobrimento diário do aterro e para a camada de base e impermeabilização (FARIA, 2002).

A quantidade de lixo recebida nos aterros foi um dado coletado segundo informações e registros evidenciados em cada local.

Como o resultado das avaliações permite diagnosticar a situação da disposição de lixo de determinado município, este poderá, após sua classificação, se basear no fluxograma descrito na Figura 5.5, como auxílio às prioridades e metas, quanto ao tratamento da área e a correta gestão de seus resíduos.

Nos tópicos a seguir, 9.1 a 9.15, serão apresentadas as constatações recolhidas, por ordem de visitação realizada, bem como as sugestões de melhoria, correspondendo cada tópico a um aterro, respectivamente. Para uma melhor compreensão do que será exposto, é aconselhável que essa leitura seja feita, em paralelo aos resultados apresentados nos apêndices citados nos parágrafos acima.

Cabe ainda esclarecer que todos os títulos destes tópicos receberam a denominação “Aterro”, independentemente da classificação obtida nas avaliações, seguindo da numeração estabelecida acima, ainda com a intenção de se ocultar informações tendenciosas às suas respectivas discriminações.

A apresentação dos resultados obtidos por esta metodologia, bem como sua análise e comparação com os resultados de trabalhos anteriores, será disposta no Capítulo X.

9.1 Aterro 01

A visita deste local foi acompanhada por um funcionário do aterro e por um engenheiro de uma universidade, que realiza o monitoramento no local, que relataram um breve histórico da evolução do tratamento do lixo no município.

Durante os anos de 1985 a 1994 os resíduos eram dispostos no solo, sem nenhum cuidado. Um total de 8.000.000 toneladas de lixo foi acumulado no terreno com uma altura média de 25 m. A partir de 1994, começou a recuperação, com sobrevida de mais 15 anos. Foi contratada uma empresa de engenharia em tratamento de resíduos para recuperar o aterro e contorno, porém sem sucesso.

Esse processo de recuperação da área em aterro controlado consistiu na construção de 9 células, cuja espessura da camada de lixo variou de 20 a 30 m. A técnica de tratamento implantada, a partir de setembro de 1998, foi a da recirculação de chorume, tratamento biológico para acelerar o processo de decomposição dos resíduos.

Em 1994 ainda, foi firmado um convênio de parceria entre a empresa de gerenciamento de resíduos da prefeitura e uma universidade, para monitoramento, de acordo com as necessidades principais, de modo controlar a evolução do aterro.

Atualmente, o aterro é formado por células de dimensões variadas com altura de 35 m (altura do topo é 75 m) e recebe os resíduos de toda região metropolitana, cerca de 600 caminhões/dia, quer dizer, 3.000 t/dia, dentre resíduos domésticos, hospitalares e industriais. O município não dispõe de usinas de reciclagem, ainda que o potencial reciclável do aterro seja de 27%.

Neste município, a receita para a manutenção dos serviços de limpeza urbana, incluindo a operação do aterro, provém de verba da prefeitura da capital, sendo a administração por conta da prefeitura onde o aterro está instalado. O Governo Estadual pouco participa com a cessão de recursos.

A média de pluviometria anual é de 1500 mm no local (INMET, 2005).

Os resultados das avaliações (IQR, IQA e IQS), baseados na análise dos dados apresentados a seguir, estão dispostos no Apêndice X.

9.1.1 Características do Local

O aterro encontra-se localizado numa área de capacidade de suporte do solo boa, pois segundo o perfil geotécnico do local, é composto por uma camada de solo residual, de 50 a 80 cm, seguida por rocha sã em toda área.

O aterro está afastado de núcleos habitacionais, pois sua localização não contribui para o estabelecimento de urbanização próxima. Já quanto a corpos d'água, existe um rio muito importante para a economia da região, bem próximo que recebe o chorume tratado (falta tratamento físico-químico), além de inúmeras descargas das indústrias instaladas às suas margens, bem como a nascente de outro rio ao lado.

Há disponibilidade de material para recobrimento, de boa qualidade, que é retirado de uma jazida de argila siltosa “CL”, à 50m de distância.

As condições do sistema viário-trânsito-acesso são boas, em estrada particular, asfaltada, onde existe uma guarita com funcionário, que controla o acesso.

O isolamento visual da vizinhança é bom, com cinturão verde ao redor do aterro, como pode ser visto na Figura 9.2.



Figura 9.2: Vista de célula desativada com cobertura vegetal no aterro 01

A área de 60 ha é legalizada e está com uma vida útil estimada até 2010, porém não é licenciada, o que causa sérias desavenças políticas entre as prefeituras dos dois municípios que lá descarregam seus resíduos, bem como com o governo estadual, por causa do órgão de controle ambiental, que constantemente aplica multas.

9.1.2 Infra-estrutura Implantada

A área do aterro é toda cercada por arame farpado, com acesso controlado por cancelas com segurança e 3 balanças automatizadas, interligadas com a prefeitura da capital, que controla o itinerário dos caminhões através de GPS.

Os resíduos que chegam nesses caminhões, passam por inspeção de volume e classe, sendo registradas essas informações (hora de entrada do caminhão, peso na entrada e na saída, origem, etc.) de modo eficaz. O controle dos resíduos recebidos engloba ainda a caracterização gravimétrica (60% matéria orgânica, 15% papel, 8% plástico, 2% metais, 2% vidro e 13% demais). Estes valores indicam resíduos constituídos em sua maioria de material orgânico, facilmente biodegradável, que são característicos de locais menos desenvolvidos sócio-economicamente (JUCÁ, 2003).

O acesso à frente de trabalho é bom, ainda que com certas limitações em períodos chuvosos. A Administração do aterro possui a sua disposição equipamentos de empresa terceirizada, responsável pela manutenção e disponibilidade.

Não existe sistema de impermeabilização sobre a rocha sã, esta com declividade tal que conduz os percolados líquidos para os rios ao lado do aterro, sendo de total necessidade a eficiência dos sistemas de drenagem desses percolados, para que não ocorra uma catástrofe ambiental.

Nestes sistemas de drenagem, inclusive para gases, são reutilizados pneus, preenchidos por pedras, pets e palhas de coco, porém ainda existem áreas sem drenagem dos líquidos percolante e superficial.

Tabela 9.1: Resultado dos ensaios físico-químicos no percolado do aterro 01 (JUCÁ, 2003).

Parâmetro	Resultado em função da profundidade	
	de 1 a 3 m	> 3 m
pH	7 - 8,3	7 - 8,3
Alcalinidade (mg/L de CaCO ₃)	2.220 - 5.600	4.750 - 12.480
Cloretos (mg/L Cl)	580 - 1.700	1.500 - 4.800
DQO (mg/L de O ₂)	500 - 4.000	3.000 - 16.000
DBO (mg/L de O ₂)	200 - 2.170	1.750 - 6.000
Sódio*	420 - 1.500	1.000 - 3000
Cálcio*	20 - 105	30 - 1.700
Alumínio*	24 - 500	50 - 1.800
Ferro*	15 - 220	30 - 770
Cobre*	0,2 - 2,9	0,2 - 4,4
Cromo*	<0,01 - 3,5	<0,01 - 6,9
Chumbo*	<0,01 - 1,5	<0,01 - 1,8
Manganês*	<0,01 - 35	<0,01 - 19

Nota: *valor expresso em mg/L do elemento

Este percolato apresenta elevados teores de DBO, DQO, cloretos e metais, um potencial poluente para o solo e os recursos hídricos da região. Estudos e análises laboratoriais foram realizados (OLIVEIRA & JUCÁ, 2004) com o objetivo de avaliar a contaminação do percolato. Alguns resultados estão na Tabela 9.1 e na Figura 9.3.

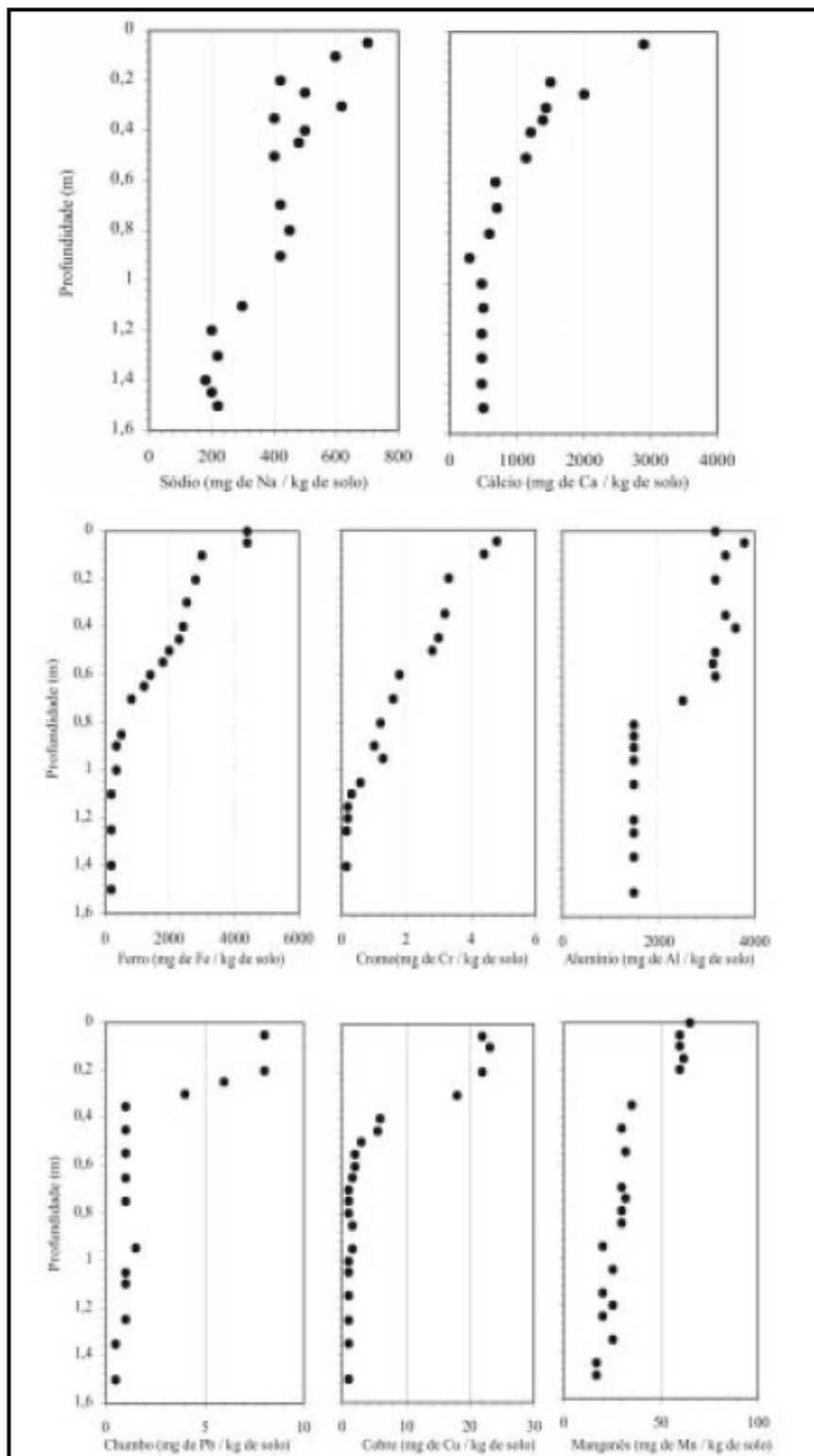


Figura 9.3: Perfis da acumulação de Na, Ca, Fe, Cr, Al, Pb, Cu e Mn, no solo imediatamente abaixo das células de lixo do aterro 01 (OLIVEIRA & JUCÁ, 2004)

As drenagens de águas pluviais definitiva e provisória não são suficientes e encontram-se ineficientes, pois a administração do aterro se utiliza da lixiviação dos resíduos para acelerar a decomposição aeróbia dentro das células.

Foi elaborado um projeto para execução do sistema de tratamento de chorume, controlado e monitorado rotineiramente, que consiste no tratamento terciário com sistemas de barreiras reativas com fitorremediação e barreiras bioquímicas de solo e carvão ativado. A ponto crítico desse sistema é a vazão, pois na realidade ela é muito superior à estipulada em projeto, de 5 l/s.



Figura 9.4: Estação Tratamento do Chorume no aterro 01

A fitorremediação possibilita remover ou reduzir a periculosidade de poluentes, valendo-se do uso de vegetais, que atuam na degradação, no isolamento ou na imobilização dos contaminantes. Também pode ser utilizada, com restrições, em casos de contaminação por metais, pesticidas, solventes, explosivos, óleo cru, hidrocarbonetos poliaromáticos e chorume de aterros.

A Estação de Tratamento de Chorume (Figura 9.4) é constituída por uma lagoa de decantação, uma lagoa anaeróbica, três lagoas facultativas e uma barreira bioquímica (Figura 9.5). A barreira bioquímica é composta pelos seguintes dispositivos:

- i. Célula com 27,5 m de comprimento e 5m de largura (cavidade impermeabilizada) com dispositivos de entrada e saída do efluente;

- ii. Camada de material de base (“leito”), em cuja superfície ocorre a fixação de microrganismos e o desenvolvimento de biofilmes, além de servir para sustentação das raízes dos vegetais;
- iii. Solo de cobertura do leito, que serve tanto para sustentação como de substrato para as plantas;
- iv. Plantas aquáticas, capazes de despoluir águas residuárias através dos processos biológicos que ocorrem em suas raízes. No caso, foram utilizadas plantas nativas, como a *typha sp* (taboa);
- v. Parede de solo com capacidade de reagir quimicamente com contaminantes presentes no efluente, de modo a retê-los química e fisicamente.



Figura 9.5: Barreira bioquímica do sistema de tratamento de chorume no aterro 01.

Quanto ao monitoramento, MONTEIRO (2003) salientou a importância de ser realizado continuamente nas células de lixo, promovendo o controle de parâmetros físico-químicos e biológicos, bem como relativos à construção e operação dessas células, observando-se pontos como a compactação adequada do lixo e da camada de cobertura, drenagem eficiente, controle de entrada de ar e líquidos na massa de lixo, entre outros fatores. Considera este aspecto de vital importância para se avaliar qualquer tecnologia empregada para o tratamento de resíduos sólidos em aterros.

Nesse sentido, foram realizadas ainda mais de 30 sondagens de simples reconhecimento nas células de lixo, com medição de resistência à penetração dinâmica (SPT) e coleta de amostras em profundidade para a determinação do teor de umidade e sólidos voláteis, que foram baixos (20 a 40%; 5 a 10%, respectivamente), indicando que

quase toda a matéria orgânica já sofreu degradação, ou seja, que o lixo é antigo encontrando-se em um processo de decomposição avançado.

Também foram realizados ensaios de campo e laboratório para a compreensão do comportamento do aterro no que se refere aos recalques. Os resultados mostraram uma relação direta entre os aspectos mecânicos, biodegradativos e climáticos.

9.1.3 Condições Operacionais

Na frente de trabalho do aterro, há presença de elementos dispersos pelo vento. O recobrimento do lixo não é diário e nem todas as células são cobertas.

O processo de aterramento e compactação é feita em 5 passadas com trator de esteiras. As células medem (200 x 200 x 25) m.

Na época da visita chovia bastante, havia urubus e moscas em grande quantidade, além de cerca de 1.700 catadores cadastrados (Figura 9.6), fora os não cadastrados, e muitos animais.



Figura 9.6: Frente de trabalho sem recobrimento e com muitos catadores no aterro 01.

Conforme já dito, devido à inspeção na entrada, quanto à classe de resíduos, não são dispostos neste aterro resíduos de serviços de saúde nem industriais.

Quanto ao funcionamento dos sistemas de drenagem, a de chorume é operante, porém insuficiente em dias de chuva, quando a vazão do percolado aumenta significativamente, causando vazamentos. No caso das de águas pluviais, apenas a

provisória existe, mas não funciona bem, pois é sempre prejudicada pelas chuvas. A drenagem de gases é insuficiente, não sendo considerado o uso de pneus como uma boa prática de engenharia ambiental.

O sistema de tratamento de chorume com barreira bioquímica criou uma alternativa de tratamento secundário de efluentes *in situ* economicamente viável e de fácil operação. O processo de descontaminação ocorre de três formas:

1. Os contaminantes são degradados por meio da biomassa aderida ao material granular de base (biofilme);
2. Os poluentes são absorvidos pelas raízes ou degradados por bactérias que nelas se alojam, em seguida, os contaminantes são armazenados ou transportados e acumulados nas partes aéreas das plantas; e
3. A barreira reativa, ao entrar em contato com o efluente, reage quimicamente promovendo a retenção de contaminantes, além de servir como uma parede (passiva) de retenção física.

Os primeiros resultados obtidos do tratamento do chorume neste aterro apresentam-se na Tabela 9.2.

Tabela 9.2: Resultados no tratamento de chorume do aterro 01 (JUCÁ, 2003).

Parâmetros	Entrada	Saída	Remoção (%)
Sulfatos (mg/l)	400	9,09	97,73
Manganês (mg/l)	1,48	0,53	64,2
Óleos e Graxas (mg/l)	117	57,5	50,9
Cromo (mg/l)	0,64	0,34	46,9
DBO (mg/l)	797,9	434,3	45,6
Amônia (mg/l)	78	56	28,2
Turbidez (UT)	37,6	27,1	27,9
Nitrito (mg/l)	2,3	1,7	26,1
Ferro (mg/l)	52,15	38,8	25,6
Alcalinidade (mg/l)	520	400	23,1
Nitrato (mg/l)	2,88	2,38	17,14

O monitoramento sistema de tratamento do chorume inclui a medição da DBO. Nas células, a DBO máxima varia em torno de 18.000 mg/l, dando uma média de 8.000 mg/l. Já a DQO máxima chega a 35.000 mg/l, ocasionando uma média de 18.000 mg/l. A DBO máxima resultante do tratamento varia de 7.500 a 8.000 mg/l.

Apesar dos esforços concentrados em manter em funcionamento todos os monitoramentos, não há como deter ainda os escorregamentos dos maciços que ocorrem regularmente, devido à altura de algumas células e à idade do lixo e seu estado de decomposição.

9.1.4 Gestão Ambiental

Com relação aos parâmetros ambientais, o único parâmetro atendido satisfatoriamente foi relacionado ao controle dos registros de operação, bem como das análises e das medições realizadas em efluentes, águas e maciços.

No requisito de monitoramento, o indicador foi zero devido às falhas de drenagem das águas pluviais, chorume e gases, bem como na permissividade pela presença do número altíssimo de catadores dentro da frente de trabalho, trabalhando ao lado das máquinas, o que já causou acidentes, prejudicando o controle das operações.

Há problemas de ordem financeira e política, devido à falta de conhecimento técnico dos governantes e de pessoal que opera o aterro, comprometendo a garantia dos recursos necessários para a realização das atividades no aterro. A falta da Licença de Operação, emitida pelo órgão de controle ambiental prejudicou a aprovação de uma verba para ampliação e melhorias de infra-estrutura no local. Pra piorar, o aterro foi multado devido à ineficácia do tratamento do chorume, que descarregou consideráveis concentrações de contaminantes nos rios próximos.

Há interesse em determinados objetivos de diminuição de concentrações de contaminantes em efluentes, na melhoria das operações e no aumento dos recursos, com metas a serem cumpridas, porém, devido à falta de uma cultura de gestão ambiental, a administração não promove planos da forma pela qual cumprir esses objetivos.

9.1.5 Sugestões de Melhoria

Este aterro deverá implementar melhorias no sentido de evitar a emissão dos gases, bem como manter um controle mais rigoroso na coleta de águas pluviais provisória, para não gerar incremento de lixiviados na massa de resíduos, o que compromete o sistema de tratamento de chorume. Nesse sentido, uma alternativa a ser adotada nas camadas do aterro seria a colocação de vegetação rasteira para reter água na camada e também ar atmosférico para o interior da massa de lixo.

A medida emergencial neste local é o início imediato de obras de reformulação e recuperação dos sistemas de drenagem de percolados, principalmente os líquidos, pois a capacidade de vazão e de tratamento do chorume deve ser aumentada baseando-se no balanço hídrico do local, pois os rios próximos vêm sofrendo danos constantemente causados pelo despejo de efluentes do aterro.

É recomendado ainda que se inicie um estudo de viabilidade para a instalação de uma unidade de aproveitamento de biogás e geração de energia, mesmo que apenas para a utilização do aterro, evitando a emissão e a queima direta dos GEE.

A prefeitura deveria retirar os catadores de dentro da frente de trabalho, melhorando a eficiência no cadastramento dos mesmos, e utilizá-los em cooperativas de triagem e reciclagem, através ainda da coleta seletiva no município. Essas unidades poderiam ser instaladas dentro da área do aterro, minimizando custos com transporte de lixo e encargos sociais dos catadores.

9.2 Aterro 02

A visita deste local foi realizada sem o apoio da administração, que em nada contribuiu com a coleta de dados. O início da utilização deste local se deu em 1983 com o depósito descontrolado do lixo a céu aberto.

Neste município, a receita para a manutenção dos serviços de limpeza urbana, realizado por firma terceirizada, provém de arrecadação municipal.

Quanto às usinas de reciclagem e compostagem, as obras neste município começaram no início de 1998 e foram paralisadas em janeiro de 1999, devido a trabalhos de auditoria. Acredita-se que o projeto é obsoleto, porém já foram gastos cerca de US\$ 1,5 milhões.

A produção de resíduos sólidos estimada é de 600 t/dia, incluindo material patogênico, que é lançado juntamente no aterro.

Os resultados das avaliações (IQR, IQA e IQS), baseados na análise dos dados apresentados a seguir, estão dispostos no Apêndice X.

9.2.1 Características do Local

O aterro é totalmente rodeado por construções de baixa renda, com catadores que residem ao lado. Quanto a corpos d'água, existe uma nascente de um córrego à jusante, onde são despejados efluentes diretamente. Não há informação sobre a profundidade do lençol freático, todavia pela presença de água superficial, é possível supor que o mesmo esteja alto na região do vazadouro.

Há disponibilidade de material para recobrimento, porém de má qualidade.

As condições do sistema viário-trânsito-acesso são regulares, em estrada asfaltada, com inúmeras irregularidades. A entrada dessa estrada está afastada do centro urbano uns 12 km, em rodovia de tráfego intenso. Acredita-se que o transporte deixa a desejar, pois ao longo das vias, foram encontrados resíduos espalhados, caracterizando que os mesmos caíram dos caminhões.

O local é permitido pela prefeitura e fica no meio de uma favela dominada pelo tráfico de drogas, que permite ou não o acesso ao aterro. A área, de 200.000 m² é inadequada para esta finalidade e, portanto, sem licenciamento ambiental.

9.2.2 Infra-estrutura Implantada

O cercamento da área não é total. O acesso se dá mediante pesagem dos caminhões em balança, porém sem inspeção alguma, entrando resíduos de serviços de saúde. As condições de acesso à frente de trabalho dependem do tempo, pois quando chove se tornam impraticáveis.

Também não existe impermeabilização de base e o sistema de drenagem e coleta de chorume e gases é insuficiente. Não há drenagem de águas pluviais.

Conseqüentemente, não há tratamento do chorume. Cerca de 110 mil l/dia são transportados para uma estação de tratamento de esgotos e, em grande parte, despejados diretamente no córrego à jusante, contaminando o solo e os corpos d'água (Figura 9.7).



Figura 9.7: Chorume coletado sendo despejado em córrego à jusante do aterro 02

O único monitoramento realizado é o de lixiviados e gases, em parceria com uma universidade, porém nenhuma informação a respeito dos resultados obtidos foi dada.

9.2.3 Condições Operacionais

Na frente de trabalho do aterro há presença de elementos dispersos pelo vento, pois não é feito recobrimento diariamente nem a compactação é eficaz. Conseqüentemente são muitos os urubus e moscas (Figura 9.8). São eminentes os focos de queimadas.

O vazadouro fica em meio a núcleos habitacionais e conta com cerca de 250 catadores no local, inclusive criando animais.



Figura 9.8: Aspecto geral do aterro 02

Devido à falta de inspeção, são dispostos resíduos de serviços de saúde.

Nada a respeito de um projeto de remediação, vida útil e fechamento do aterro foi apresentado. Acredita-se que local será fechado, mas ainda não se sabe quando.

9.2.4 Gestão Ambiental

Com relação aos parâmetros ambientais, nada existe, conforme descrito acima, pois não há uma cultura de gestão municipal, além da permissividade com a degradação ambiental, que é grave, e da falta de interesse público para solucionar este problema.

9.2.5 Sugestões de Melhoria

Este lixão deve ser desativado imediatamente, para o início das obras de controle ambiental, bem como da remediação das áreas degradadas. Paralelamente, deverá ser escolhido um novo local em condições conformes aos critérios de seleção (vide tópico 6.3) e a legislação ambiental.

Quanto aos catadores, uma proposta viável seria, retirá-los imediatamente do local, proporcionando-os condições mais dignas de habitação em outro lugar, e cadastrá-los como funcionários contratados pela Prefeitura, para trabalhar em centrais de triagem ou reciclagem, além de futuramente no aterro sanitário, após treinamento.

Convém que, ao iniciar o novo aterro, sejam considerados os requisitos de gestão ambiental, como uma atitude pró-ativa, para que se possa garantir uma operação continuamente correta, de modo não causar prejuízos ao meio ambiente.

9.3 Aterro 03

A visita deste local foi acompanhada por um representante da prefeitura, que gerencia as operações no aterro, e por um engenheiro da empresa contratada para operá-lo, que relataram o histórico da disposição do lixo no local.

Em 1976, o aterro foi criado, em uma área de 1.300.000 m². Para lá, eram levadas em média 7.500 toneladas de lixo por dia, depositados a céu aberto. A recuperação e operação estiveram a cargo de uma construtora terceirizada, que só assumiu a execução das obras em dezembro de 1995, através de concorrência pública, de controle de gases, chorume e recalques. Atualmente, o aterro é administrado por um consórcio com a outra empresa, especializada no tratamento de resíduos, e recebe o lixo das praticamente toda região metropolitana do Estado.

O aterro está instalado numa área de mangue, em local muito próximo a uma baía e inúmeros corpos d'água, e encontra-se com 42 m de altura, ocupando uma área aterrada de 1 milhão m² (Figura 9.9).



Figura 9.9: Visão panorâmica das instalações e do entorno do aterro 03

Para a manutenção das operações do aterro neste município, a receita provém de arrecadação municipal destinada à companhia de limpeza urbana da capital Estadual.

Em paralelo às atividades de tratamento e destinação final desses resíduos, há vários centros de triagem e reciclagem na capital do Estado, porém muitos desativados ou simplesmente ignorados pelo poder público, sob a alegação da “falta dos recursos”. O mesmo ocorre com as usinas de compostagem.

A produção de resíduos sólidos, estimada pela administração do aterro, é de 9 mil t/dia de resíduos sólidos urbanos, 2 mil t/dia de inertes, além das 60 t/dia, de material patogênico, que são destinadas a um local distinto das outras frentes de trabalho, de modo evitar acidentes com os catadores e funcionários.

As precipitações são mais intensas no verão, numa média de 1700 mm/ano.

Na frente de trabalho existem cerca de 160 funcionários da firma terceirizada (dentre operadores de máquina, técnicos, administrativos, limpeza, apoio diversos, etc.) mais 10 da companhia de limpeza da prefeitura da capital.

Há vários trabalhos sobre as características e o comportamento deste aterro, dentre os quais se pode citar ALMEIDA, EHRLICH & BARBOSA (2002); BARBOSA (1994) e EHRLICH, ALMEIDA & BARBOSA (1994), dentre outros.

Os resultados das avaliações (IQR, IQA e IQS), baseados na análise dos dados apresentados a seguir, estão dispostos no Apêndice X.

9.3.1 Características do Local

O aterro encontra-se localizado numa área de péssima capacidade de suporte do solo, uma argila orgânica (até 26 m de profundidade), em área de manguezal. Em contrapartida, por possuir uma granulometria muito pequena, o coeficiente de permeabilidade “k” é da ordem de 10^{-8} cm/s.

Nas imediações do aterro, há inúmeras residências de baixo padrão, principalmente na estrada de acesso à entrada. Com relação a corpos d’água, o aterro está entre uma baía e dois rios, um à esquerda de quem entra e outro ao fundo. Desse modo, o lençol freático se encontra na faixa mediana de 1 a 3 m.

Há disponibilidade de material para recobrimento, porém de baixa qualidade, além disso o lixo é recoberto também por material inerte.



Figura 9.10: Estrada e guarita de controle do acesso ao aterro 03

As condições do sistema viário-trânsito-acesso são regulares, em via asfaltada, porém em mal estado de conservação em alguns trechos. Na entrada, uma guarita, que controla o acesso ao aterro (Figura 9.10). O tráfego gerado pelo transporte dos resíduos traz graves transtornos, desde o engarrafamento ao derramamento de resíduos pela via.

O isolamento visual da vizinhança é satisfatório, com plantio de vegetação ao redor, formando um cinturão verde, porém o cobrimento do lixo depositado não é diário. Por se tratar de uma área de preservação ambiental, o aterro não é licenciado

A atual administração do aterro, iniciou suas atividades de controle na área em setembro de 2002, mesmo esta sendo considerada inadequada, portanto sem licenciamento ambiental, e com a vida útil comprometida, com um contrato estabelecido por um período de 7 anos.

9.3.2 Infra-estrutura Implantada

A área do aterro não é totalmente cercada, ainda que com acesso dos caminhões controlado por guarita, segurança, e balança. O controle da entrada dos catadores não é eficaz. Os resíduos que chegam passam por inspeção de volume e classe, sendo registradas as informações (peso, itinerário, etc.), com os resíduos de serviços de saúde orientados a serem depositados em local específico. Não é permitida a disposição de resíduos industriais.

O acesso à frente de trabalho é bom, ainda que com certas limitações em períodos chuvosos. A Administração do aterro possui a sua disposição 6 tratores de esteira tipo D6, 2 tratores de esteira tipo D8, 2 escavadeiras CAT320, 1 retro-escavadeira, 8 caminhões-pipa e 7 caminhões basculantes.

Não existe impermeabilização de base do aterro, pois o histórico de lixão assim não permitiu, porém foram feitas obras canalização periférica para contenção dos vazamentos de chorume, com barreiras de argila, de modo possibilitar certa captação de chorume gerado, que até funciona bem, coletando entre 600 e 800 l/dia para a lagoa de equalização, porém este sistema não é suficiente, da mesma forma que os de drenagem para as águas pluviais.

O grande orgulho da administração desse aterro é o sistema de coleta de gases, que ainda são aproveitados para a geração de energia elétrica consumida pelas instalações do próprio aterro, o que reduzem a emissão de GEE.

O sistema de tratamento de chorume (Figura 9.11) consiste numa lagoa de equalização, decantação primária e secundária, tanque de homogeneização, tanque de aeração, decantador de lodo químico, instalações para recirculação do lixiviado, para recirculação do volume excedente, evitando a dispersão de particulados no ar.



Figura 9.11: Sistema de coleta e tratamento de chorume no aterro 03

O monitoramento das operações do aterro é feito em parceria entre a prefeitura, a empresa que opera e uma universidade. Inúmeros trabalhos já foram desenvolvidos a respeito deste aterro, que contribuíram para a escolha das melhores prioridades direcionando suas atividades no sentido do encerramento deste. Tais monitoramentos incluem as águas subterrâneas, águas superficiais, lixiviados, gases, estabilidade dos

maciços de solo e de lixo, este último com a utilização de inclinômetros interligados aos computadores do escritório central do aterro, que avisam quanto a um risco de ruptura por deslizamentos (Figura 9.12).



Figura 9.12: Inclinômetro utilizado no monitoramento da estabilidade dos maciços no aterro 03

9.3.3 Condições Operacionais

Na frente de trabalho do aterro (Figura 9.13) não há presença de elementos dispersos pelo vento, ainda que o recobrimento do lixo não seja diário, pois os caminhões-pipa recirculam o chorume com esse objetivo. Neste recobrimento é utilizado ainda, em alguns trechos, material inerte, misturado à argila. A administração do aterro justifica a falta do recobrimento diário pelo grande volume de lixo recebido diariamente, visto que o aterro opera todas às 24 horas do dia.



Figura 9.13: Frente de trabalho do aterro 03

Ainda que existam tratores de esteiras, não é realizado qualquer tipo de compactação do lixo, devido a grande instabilidade dos maciços, pelo risco de ruptura.

Em qualquer época, devido ao não recobrimento diário do lixo, há muitos urubus e moscas. A presença das aves é um fator crítico para a continuidade da operação deste aterro, pois existe um aeroporto muito próximo e o grande número dessas aves é um risco constante de acidentes aéreos.

Não foi evidenciado foco de queimadas, pois o sistema de drenagem de gases não permite, porém há cerca de 1.000 catadores cadastrados trabalhando na frente de trabalho do aterro. A administração garante que não entram catadores não-cadastrados, mas acredita-se que este impedimento é imposto e assegurado pelos próprios catadores cadastrados pela prefeitura, por razões de “concorrência”.

Quanto ao funcionamento dos sistemas de drenagem, todos são ineficientes, com exceção do de gases, que compreende a sucção, a queima e a geração de energia.

Já o sistema de tratamento de chorume encontrava-se interrompido quando da visita, por problemas de manutenção nas etapas relacionadas ao tratamento secundário e terciário (Figura 9.14). Essas etapas são: tratamento primário (cal, precipitado, lodo), secundário (lodo ativado por microorganismos) e terciário (precipitação de lodo químico a $\text{pH} = 12$).



Figura 9.14: Tanques de polimento do sistema de nanofiltração de chorume no aterro 03

Os principais pontos críticos desse sistema são: a alta concentração de NH_4 , a alta DQO e a baixa DBO. Além disso, como a lagoa de estabilização é pequena, em períodos de chuva torrencial, excede a vazão suportada, o que faz ser necessário o aumento da recirculação, através de caminhões pipa (Figura 9.15).



Figura 9.15: Caminhão-pipa coletando chorume para recirculação no aterro 03

A administração do aterro, juntamente com a prefeitura e a universidade, em parceria, estuda uma forma de remediação para a área degradada, com a meta de recuperar todo o local em um ano, após o encerramento das operações, este que já deveria ter acontecido há anos, porém os interesses políticos das administrações públicas se sobrepõem a este problema.

O plano de encerramento será basicamente a construção de cinturões de argila ao redor do aterro e cobertura de vegetação nativa (Figura 9.16), de modo evitar escorregamentos da massa de lixo, o que causaria uma verdadeira catástrofe ambiental, visto sua localização entre inúmeros corpos d'água importantes às atividades econômicas e ao bem estar da população da região. Além disso, continuarão sendo feitos os devidos monitoramentos, em parceria com a universidade.



Figura 9.16: Viveiro de mudas a serem utilizadas na recuperação ambiental do aterro 03

9.3.4 Gestão Ambiental

Com relação aos parâmetros da gestão ambiental, os únicos satisfatoriamente atendidos são os relacionados à garantia dos recursos, de pessoal, infra-estrutura e de finanças, e ao controle dos registros.

Algumas metas são estabelecidas, porém sem uma consistência com todo o processo envolvido, bem como também não são cumpridas, por exemplo, o próprio plano de encerramento do aterro.

A empresa contratada para operar o aterro até se dispunha a implementar programas de gestão ambiental, porém sua administração fica sem rumo nesse sentido, devido às constantes ameaças de fechamento e interrupção das operações.

9.3.5 Sugestões de Melhoria

Em verdade, este aterro não tem o que ser melhorado, mas sim deve ser desativado por intermédio da construção de novo aterro em área devidamente escolhida, baseando-se nos critérios de seleção (vide tópico 6.3), bem como atendendo à legislação ambiental pertinentes. Nesse sentido, a prefeitura do município, juntamente com a da capital, está buscando outro local para disposição dos resíduos da região metropolitana do Estado. Este problema é muito grave e se percebe que não vem sendo tratado com o devido merecimento pelas administrações públicas, que historicamente tendem a esconder o lixo “embaixo do tapete”.

Convém que, ao iniciar este novo aterro, sejam considerados os requisitos de gestão ambiental, como uma atitude pró-ativa, que garanta sua operação continuamente correta, de modo não causar prejuízos ao meio ambiente.

9.4 Aterro 04

A visita deste local foi acompanhada por um técnico e pelo engenheiro responsável pelas operações. Antes da construção deste aterro, o lixo do município era lançado num outro local (lixão), sem as mínimas condições. Já este aterro foi construído em local determinado, após contrato de concessão entre a prefeitura e a empresa de gerenciamento de lixo. A princípio, irá atender apenas a dois municípios, porém há intenção em ampliar sua capacidade, de modo atender a uma maior demanda, inclusive de toda região metropolitana da capital estadual.

Esta concessão, de 20 anos, feita pela prefeitura, estabeleceu algumas condições a serem cumpridas, durante toda operação do aterro, pela empresa, como fornecer uma franquia de 20% do total de resíduos dispostos; repassar 10% de outorga sobre os valores arrecadados em contratos com terceiros; e fazer a disposição de resíduos classe II-b sem ônus para o município. Em contrapartida, a administração do aterro seria paga pela tonelada de lixo depositado (valor não disponibilizado por questões políticas).

Devidamente instalado, na visita encontrava-se em operação, com altura máxima de projeto de 65 m, na 8º camada, cada uma com 8 m, crescendo horizontalmente.

Este município não dispõe de unidade para reciclagem e compostagem de lixo.

Atualmente, o aterro recebe 1.000 t/dia de resíduos sólidos urbanos, 600 t/dia de resíduo industrial (apenas classes II-a e II-b), com a ampliação de sua capacidade para 1500 t/dia de RSU, o que depende da aprovação do licenciamento pelo órgão ambiental.

O aterro possui uma unidade especial para tratamento térmico (125°C), com capacidade para tratar 5 t/dia, e disposição de resíduos de serviços de saúde, ainda que receba pouco material patogênico.

A média pluviométrica anual na região é de 1.595 mm (INMET, 2005).

Os resultados das avaliações (IQR, IQA e IQS), baseados na análise dos dados apresentados a seguir, estão dispostos no Apêndice X.

9.4.1 Características do Local

O aterro encontra-se localizado numa área de boa capacidade de suporte do solo, sendo este predominantemente argila, e devidamente afastado de núcleos habitacionais.

Quanto à proximidade de corpos d'água, localizado num vale, existe uma nascente de lençol freático sob camada de fundo do aterro, tratado rotineiramente (Figura 9.17), a uma profundidade que varia de 1,0 a 1,5 m, ao longo do aterro.



Figura 9.17: Execução de dreno para captação de nascente no fundo do aterro 04.

Há disponibilidade de material para recobrimento, de boa qualidade, retirado das encostas ao redor dos taludes do aterro, bem como trazidos de áreas de empréstimo.

As condições do sistema viário-trânsito-acesso são ótimas, por estrada asfaltada, sinalizada e em excelentes condições de manutenção, onde existe guarita e portaria, com funcionários, que controlam o acesso. O tráfego gerado pelo transporte dos resíduos não causa transtornos, assim como o isolamento visual, que é excelente.

O início da Operação se deu em fevereiro de 2003, com uma vida útil estimada de aproximadamente 20 anos. A área foi devidamente escolhida, legalizada e licenciada, após aprovação pelo governo e estudos geotécnicos e de impacto ambiental, sendo primeiramente aprovada a execução numa área de 200.000 m². A área total do empreendimento compreende 1.200.000 m², que deverá ser aproveitada após o devido atendimento aos requisitos legais.

Dentre outras razões, este local foi escolhido devido às seguintes características relevantes: distância dos conglomerados urbanos; localização não interferindo nos cursos d'água existentes; multiplicidade de vias de acesso; disponibilidade de solo de qualidade e por ser licenciada anteriormente pelo órgão de controle ambiental estadual.

9.4.2 Infra-estrutura Implantada

A área do aterro é totalmente cercada e o acesso é controlado com balança informatizada, guarita e segurança. Os resíduos que chegam, passam por inspeções de pesagem e classe. Conforme a classe, os motoristas são orientados a dispor seus resíduos nos respectivos locais de tratamento: classe II-a (urbano e industrial) na frente de trabalho de aterramento, classe II-b (urbano e industrial) na unidade de aproveitamento de inertes, e classe I na unidade de tratamento de RSS.

Todas as informações relevantes são devidamente registradas (tais como hora de entrada do caminhão, peso de entrada e saída, origem) de modo eficaz, com a central de dados informatizada, ligada *on line* com a prefeitura e o escritório central do aterro.

O sistema de impermeabilização é formado por solo argiloso, compactado, de baixa permeabilidade ($k = 10^{-7}$ cm/s), com espessura de 1 m, e manta impermeável de PEAD, com camada sobrejacente, com espessura de 40 cm, para proteção mecânica (Figura 9.18).



Figura 9.18: Manta de PEAD utilizada na impermeabilização do aterro 04.

Com isso, foi possível construir um sistema de drenagem e coleta de chorume, que é recolhido para a estação de tratamento. Esse sistema permite ainda o monitoramento da nascente abaixo da camada impermeabilizante, a fim de serem verificados possíveis vazamentos e, conseqüentemente, a contaminação.

Os gases drenados, cerca de 50 m³/dia, são tratados e reutilizados para gerar energia para o aterro, sendo utilizada tanto para suas instalações em geral como para o funcionamento do sistema de tratamento de chorume, que será discutido a seguir. Para este aterro, a vazão estimada de produção de biogás é de 125 m³/t de lixo (Figura 9.19).

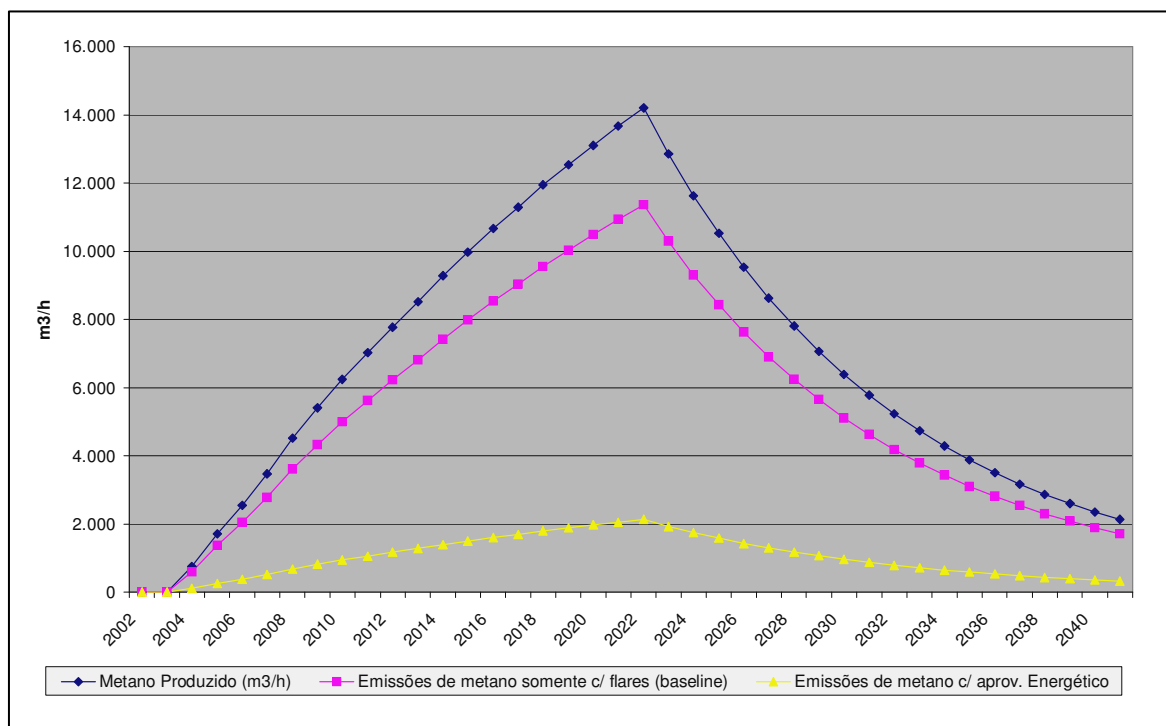


Figura 9.19: Curva de geração teórica de emissões de metano (FELIPETTO, 2002)

A drenagem de águas pluviais, tanto a definitiva como a provisória, é satisfatória e funcional, ligada à captação da rodovia.

Os sistemas de medição e monitoramento são permanentes, a fim de se garantir a manutenção da segurança ambiental das operações, compreendem: a captação e drenagem de nascentes; a drenagem de águas pluviais; a drenagem de chorume; o tratamento de chorume; a captação de biogás; a estabilidade dos maciços de lixo; e a qualidade das águas superficiais e subterrâneas, através de análises físicas, químicas e biológicas. Até então, pôde-se comprovar que não houve dano ambiental causado pela implantação do aterro.

9.4.3 Condições Operacionais

O recobrimento do lixo é diário, conforme procedimento estabelecido. Por isso, não há pássaros, vetores, elementos dispersos, moscas e outros vetores. O processo de aterramento do lixo é executado pelo método da rampa, com compactação em 5 passadas de trator de esteiras tipo D6, conforme pode ser visto na Figura 9.22.



Figura 9.22: Frente de trabalho em execução no aterro 04.

Não foi evidenciado um foco sequer de queimadas, muito menos catadores e animais. Todos os catadores do antigo lixão foram retirados e passaram por um treinamento específico, conforme acordo firmado com a empresa, para atender ao seu programa de educação ambiental.

Quanto às classes de resíduos I e II-b, a instalação dispõe de duas unidades distintas, uma para processamento de inertes, através da britagem do entulho, e outra para tratamento de material patogênico. Paralelamente existe um laboratório móvel dentro do aterro, que realiza o monitoramento de periculosidade desses resíduos, em parceria com a Federação das Indústrias do Estado.

O tratamento dos RSS, cerca de 4 t/dia, consiste num processo de desinfecção térmica contínua, através de um cilindro encamisado, com óleo térmico circulante a uma temperatura de até 185 °C. Sua capacidade de processamento é de 200 kg/h ou 4,8 t/dia.

O sistema de tratamento de chorume se utiliza da energia térmica do aproveitamento do biogás, para alimentação do sistema de combustão, e consiste na evaporação do chorume, com precipitação de sólidos. Os gases gerados por este sistema, antes de saírem do evaporador, passam por filtros que impedem que particulados sejam liberados ao ar. Ainda compõem o sistema, tanques de contenção, que permitem a acumulação e recirculação do chorume, se necessário.

Os acessos internos do aterro são mantidos em ótimo estado de conservação, como pode ser comprovado pela Figura 9.24.



Figura 9.24: Acessos internos em perfeito estados de conservação no aterro 04.

O aterro foi projetado para ter vida útil de 20 anos, sendo 5 anos, na 1ª fase, e mais 15 anos, na 2ª fase, portanto até 2023. Quanto às medidas de remediação praticadas pela empresa, estão em andamento várias operações para a recuperação ambiental do antigo lixão, onde eram depositados os resíduos, como cobertura, retaludamento, drenos de chorume, lagoas de chorume e geração de energia através da canalização do biogás.

Quanto ao plano de fechamento, existem algumas propostas, tais como:

- monitoramento da estabilidade física dos maciços e dos sistemas de drenagem de gases e chorume, até que o local encontre-se em condições de preparo para utilização futura;
- manutenção do sistema de drenagem que circunda a área aterrada e de todos os elementos de monitoramento;
- cobertura final do aterro composta por uma camada de 80 cm de solo argiloso, de baixa permeabilidade ($k = 10^{-7}$ cm/s), e gramíneas e vegetação com arbustos de pequeno porte de espécies da flora da região;
- harmonização do uso futuro da área do aterro sanitário encerrado com a ocupação no entorno, utilizando-se a área preferencialmente para campos de práticas esportivas e parques de recreação comunitária.

9.4.4 Gestão Ambiental

Com relação aos parâmetros ambientais, esta Administração recebeu um indicador mediano por atender indiretamente alguns critérios, pois apesar de existir a pretensão pela certificação ISO 14001, a administração não mantém procedimentos relacionados à norma, tais como: programa e planos de atendimento às emergências, programa de auditorias internas e análises críticas, o que prejudicou sua avaliação.

A administração do aterro atende aos requisitos legais, pois o aterro possui licenciamento ambiental para as operações que realiza, o que mostra o comprometimento da empresa nesse sentido, bem como a garantia dos recursos necessários (humanos, infra-estrutura e financeiros) para a realização de suas operações.

Alguns objetivos e metas são estabelecidos, como por exemplo a aprovação do projeto pelas exigências do Protocolo de Kyoto, a venda de créditos de carbono e a estimativa da geração de cerca de 10.000 kW no auge do processo de aproveitamento do biogás, a ser atingida em 2010, estabilizando-se nesse patamar até o final das operações do aterro. Como exemplos de programas ambientais, podem ser citados:

- O viveiro com espécies nativas para recomposição vegetal das áreas localizadas nas cotas mais elevadas (Figura 9.25), com plantio de mudas nativas e construção do cinturão verde;
- O programa de assistência, manejo e disponibilização de área para fauna local;
- O enriquecimento vegetal das nascentes e dos morros circundantes;



Figura 9.25: Viveiro de mudas para recomposição vegetal do aterro 04

O vilão dessa avaliação foi a ineficácia do monitoramento da estabilidade dos maciços, que fez com que o parâmetro de controle, monitoramento e medição de operações recebesse indicador zero, pois este possui uma condição extremamente conservadora.

O sistema de treinamento e comunicação compreende a capacitação de pessoal que desempenha funções nas operações do aterro, um programa de educação ambiental com os antigos catadores, que foram devidamente contratados e treinados para funções específicas e através de cooperativa de coleta seletiva, em parceria com a prefeitura.

Pode-se concluir que com o estabelecimento e a implementação de algumas medidas de gestão, este aterro facilmente chegaria à condição ambiental, visto que suas operações atendem a praticamente todos os parâmetros de infra-estrutura e operação, garantindo o processo aterro sanitário ambientalmente correto.

9.4.5 Sugestões de Melhoria

Com base nos dados apresentados acima, pode-se dizer que este aterro é um dos melhores em operação no Brasil. Porém algumas medidas de melhoria devem ser encaradas como metas, com prazos a serem cumpridos. Como exemplo, pode-se citar a obtenção do Licenciamento Ambiental para ampliação da área de disposição do lixo, a fim de aumentar a capacidade de recebimento e atender a uma maior demanda, visto que há escassez de áreas de disposição de lixo na capital do Estado.

Os objetivos e metas traçados para aprovação do projeto pelo Protocolo de Kyoto, para diminuição do aquecimento global, devem ser alcançados a fim de que sejam disponibilizados os recursos advindos pela venda dos créditos de carbono, bem como da energia elétrica gerada, que poderá abastecer às comunidades próximas.

Além disso, a administração do aterro poderia realizar um estudo para verificar a viabilidade e a necessidade em estabelecer um sistema de monitoramento da estabilidade dos maciços, a fim de manter um controle efetivo dos potenciais deslocamentos verticais e horizontais, evitando escorregamentos e rupturas dos taludes.

É recomendado ainda, já que se pretende implementar um Sistema da Gestão Ambiental, que sejam contratados profissionais, devidamente qualificados, com conhecimento e experiência relativos às normas ISO 14000, a fim de se estabelecer procedimentos documentados, de modo atender aos requisitos de certificação.

Por fim, a administração do aterro poderia contratar os serviços de uma consultoria especializada em gestão ambiental, a fim de realizar uma auditoria ambiental nas suas instalações, para que, com base nos resultados, pudesse priorizar suas metas de controle e diminuição de poluição e potenciais danos causados ao meio ambiente.

9.5 Aterro 05

A visita deste local foi acompanhada por um engenheiro da prefeitura. Neste município, em 1994 o local começou a receber lixo, mas como um vazadouro. Em 1998, deu início as obras para a construção de um aterro sanitário, mas com 11% da execução, o terreno foi embargado pelo Ministério Público, após denúncia de que ali estariam enterrados corpos de uma chacina. O MP liberou o terreno, mas as obras permaneceram paradas. O custo foi de US\$ 1,5 milhão. Em 2001, a prefeitura iniciou um estudo do local para adequá-lo, com o objetivo de transformá-lo num aterro controlado.

O depósito de lixo em estudo está bem escondido e próximo a rios e córregos. Na data da visita, encontrava-se com altura total de 10 m, em 2 camadas de 5 m.

Neste município, a receita para a manutenção dos serviços de limpeza urbana (coleta, parques, jardins e entulho), realizado por firma terceirizada, provém da arrecadação de impostos pela prefeitura. Não há usinas de reciclagem e compostagem.

A produção de resíduos sólidos estimada é de 170 t/dia, além de 2 t/dia de material patogênico, que é tratado em incinerador (com capacidade para 10 t/dia) e a frente de trabalho é de apenas 8 funcionários da prefeitura mais 4 contratados.

No local ocorrem precipitações, com média de 2020 mm/ano (INMET, 2005).

Os resultados das avaliações (IQR, IQA e IQS), baseados na análise dos dados apresentados a seguir, estão dispostos no Apêndice X.

9.5.1 Características do Local

O aterro encontra-se localizado numa área de capacidade de suporte do solo boa, com solo predominantemente composto por argila arenosa, porém com um coeficiente de permeabilidade (k) médio, da ordem de 10^{-4} cm/s. Seu entorno é caracterizado pela Mata Atlântica, por manguezais, rios e córregos, além de poços de águas naturais.

O aterro está afastado de núcleos habitacionais por mais de 1,5 km, porém quanto a corpos d'água, existe dois rios, um à jusante e outro a 120 m de proximidade, e vários córregos que passam perto do lixão, a menos de 200 m. Não há informação sobre a profundidade do lençol freático, todavia pela presença de água superficial, é possível supor que o mesmo esteja alto na região do vazadouro.

Há disponibilidade de material para recobrimento, em encostas ao lado do depósito, que propiciam um material de boa qualidade (Figura 9.26).



Figura 9.26: Jazida de material de recobrimento de lixo no aterro 05.

As condições do sistema viário-trânsito-acesso são boas, em estrada asfaltada, com tráfego pouco intenso, de acesso próximo a rodovia federal, bem movimentada.

O local é bem “escondido”, pois fica entre vários morros e bem isolado por um cinturão verde. Porém a área é inadequada para esta finalidade, pois a vegetação característica do município é formada por mangues. A área foi legalizada pela prefeitura e o início das operações se deu em fevereiro de 2004, ainda que sem o devido licenciamento ambiental.

9.5.2 Infra-estrutura Implantada

Não existe cercamento da área do depósito, ainda que o acesso à frente de trabalho seja controlada por uma guarita e uma balança, ambas desativadas. Desse modo, não há qualquer tipo de inspeção dos resíduos, entrando juntamente com os resíduos sólidos urbanos, resíduos de serviços de saúde. O acesso à frente de trabalho depende do tempo, pois fica prejudicado quando chove. No local existe os seguintes equipamentos: 1 retro-escavadeira, 3 caminhões basculante e 2 tratores-de-esteiras D6.

Também não existe impermeabilização de base, muito menos sistemas de drenagem e coleta de chorume, de águas pluviais definitiva e provisória. Somente de gases, mas insuficiente. Conseqüentemente, não há tratamento do chorume, que é descarregado diretamente no solo e nos corpos d'água, nem qualquer tipo de monitoramento, seja de águas subterrâneas, superficiais, lixiviados, gases, estabilidade dos maciços de solo e lixo.

9.5.3 Condições Operacionais

Na frente de trabalho do aterro não havia elementos dispersos pelo vento, talvez devido ao dia chuvoso no momento da visita, mas acredita-se que em épocas secas, haja, pois o lixo não é recoberto diariamente, bem como pela compactação ineficaz. Conseqüentemente há diversos urubus e moscas. No entanto, não foram evidenciados focos de queimadas.

Ainda que o vazadouro esteja afastado de núcleos habitacionais, há cerca de 50 catadores no local, que inclusive residem sobre a massa de lixo (Figura 9.27).



Figura 9.27: Barraca de catador montada sobre o maciço de lixo no aterro 05.

Conforme já dito, devido à falta de inspeção na entrada, são dispostos neste aterro resíduos de serviços de saúde, porém nenhum proveniente de indústrias (Figura 9.28).

Segundo informação do Secretário de Meio Ambiente, a Prefeitura já possui um projeto de remediação, através de contrato com uma empresa especializada em biorremediação, no qual serão feitas análises das possíveis contaminações já causadas, a fim de se levantarem dados para sua elaboração. Com isso, esperava-se que este local fosse fechado, o que ainda não aconteceu por questões políticas.

O plano de encerramento assim deveria contemplar a construção de um parque ambiental e obras leves, como quadras, plantio de mamona para o aproveitamento do biodiesel, de palmito, hortaliças e flores nativas, utilizando-se da mão-de-obra dos catadores, sendo estes devidamente empregados, pela prefeitura, e treinados. Esse projeto deverá dar ao local uma estimativa de vida útil de mais 25 anos, mas até o momento nada foi feito nesse sentido.



Figura 9.28: Lixo totalmente descoberto e exposto no solo no aterro 05.

9.5.4 Gestão Ambiental

Com relação aos parâmetros ambientais, o único que pôde ser avaliado foi com relação ao estabelecimento de objetivos e metas, pois na prefeitura existem projetos de adequação da área, bem como prazos a serem cumpridos, porém nada foi feito até então devido a questões políticas, como sucessão de prefeitos e outros.

Todos os demais não puderam ser evidenciados, pois não há uma responsabilidade, calcada numa cultura de gestão, além da permissividade com a degradação ambiental, que é grave, que possibilite ao poder público solucionar este problema.

9.5.5 Sugestões de Melhoria

Esta área deve ser desativada imediatamente, para o início das obras de controle ambiental, bem como da remediação das áreas degradadas. Paralelamente, deverão ser feitas obras de adequação da área, bem como de construção no local, mas em condições adequadas e conforme a legislação ambiental, mas a Prefeitura alega não possuir verbas.

Convém que este projeto seja adaptado, de modo considerar requisitos de gestão ambiental, para que se possa garantir uma operação continuamente correta, de modo não causar prejuízos ao meio ambiente.

9.6 Aterro 06

A visita deste local foi acompanhada pelo gerente do aterro, que relatou de forma sucinta seu histórico. Antes da utilização desta área, era utilizado um vazadouro próximo, para destino do lixo, que foi fechado por pressões do Ministério Público. O aterro está instalado num vale, em local muito próximo à vegetação da mata atlântica e a um rio. Na data da visita, encontrava-se com 40 m de altura, em 8 camadas de 5 m.

Neste município, a receita para a manutenção dos serviços de limpeza urbana, provém de arrecadação municipal (taxa de limpeza, com alíquota de 3%, e IPTU), além de taxa para manutenção do incinerador e do sistema de transporte dos resíduos patogênicos, cobrada dos hospitais.

O município possui duas usinas de reciclagem e uma de compostagem, que não se encontram em funcionamento devido ao custo de manutenção ser superior a necessidade de atenderem à demanda. Com um custo de U\$ 500 mil, a primeira foi inaugurada em 1989 e sobreviveu por 10 anos, sendo paralisada dezenas de vezes, até a primeira manutenção, que não pôde recuperá-la. Hoje está desativada.

A produção de resíduos sólidos, estimada pela administração, é de 220 t/dia, além das 4 t/dia, em média, de material patogênico, que são destinadas ao incinerador pirolítico do Hospital Municipal, com capacidade para 7 t/dia.

No local, ocorrem precipitações, numa média pluviométrica de 1900 mm, sendo mais intensas no período do verão (FARIA, 2002).

Na frente de trabalho existem cerca de 40 funcionários, dentre operadores de máquina, técnicos, administrativos, limpeza, apoio diversos, etc.

Os resultados das avaliações (IQR, IQA e IQS), baseados na análise dos dados apresentados a seguir, estão dispostos no Apêndice X.

9.6.1 Características do Local

O aterro encontra-se localizado numa área de capacidade de suporte do solo razoável, sendo este predominantemente argiloso, em área de colúvio. A inexistência de sondagem, prejudicada por já haver lixo no início da operação, acarretou na falta de precisão quanto à caracterização do solo, porém foram apresentados relatórios de ensaios de permeabilidade, após compactação, com classificação média, conforme estabelecido na Tabela 3.9.

O aterro está afastado de núcleos habitacionais, pois sua localização não contribui para o estabelecimento de urbanização. Já quanto a corpos d'água, existe um rio a menos de 200m. Não há informação sobre a profundidade do lençol freático, todavia pela topografia local, de região montanhosa, e pela diferença de cota entre o aterro e o leito do rio, é possível supor que o lençol freático esteja bem fundo.

Há disponibilidade de material para recobrimento, de saibro boa qualidade, que vem de áreas de empréstimos, retirado em jazida próxima ao aterro, fora da área de disposição dos resíduos.

As condições do sistema viário-trânsito-acesso são excelentes, visto que o aterro está ligado à rodovia por uma via própria, asfaltada, de mais ou menos 200 m, onde existe uma guarita com funcionário, que controla o acesso ao aterro. O local está afastado do centro urbano uns 30 km, em estrada asfaltada, de boa conservação. A via de acesso apresenta tráfego intenso por se tratar de uma rodovia, mas o tráfego gerado pelo transporte dos resíduos não traz grandes transtornos.



Figura 9.29: Isolamento visual do aterro 06.

O isolamento visual da vizinhança é ótimo (Figura 9.29), com plantio de vegetação ao redor e cobertura diária do lixo depositado e compactado, todavia o local, por estar cercado por remanescentes da Mata Atlântica, não é licenciado.

Quanto à legalização, essa área (antiga usina de reciclagem em 1989), mesmo inadequada para disposição de resíduos sólidos, iniciando sua operação de forma clandestina em 1999, depois de escolhida, foi desapropriada pela Prefeitura. Hoje, ainda que inadequada (pelo IQS), apresenta uma boa recuperação, visto as obras realizadas, em condições bem melhores do que quando no início das operações.

9.6.2 Infra-estrutura Implantada

A área do aterro é totalmente cercada, com acesso controlado por guarita e segurança, porém sem balança (Figura 9.30). Os resíduos que chegam, através dos caminhões, passam apenas por inspeção de volume e classe, pois só é permitida a entrada de RSU, porém não são registradas essas informações de modo eficaz.



Figura 9.30: Controle de acesso ao aterro 06.

O acesso à frente de trabalho é bom, ainda que com certas limitações em períodos chuvosos. A Administração do aterro possui a sua disposição 2 tratores de esteira tipo D6, ininterruptamente, além de 1 retro-escavadeira 4x4, 1 pá-mecânica modelo 966 e 3 caminhões basculantes.

Quanto à impermeabilização da base do aterro, este, por ter sido anteriormente um lixão, não é possível ser realizada em 100 % do local aterrado, porém foram feitas obras de movimentação de terra e terraplenagem, de modo possibilitar a execução de um *liner* natural de argila, com a colocação de manta de PEAD em grande parte da área.

Com isso, foi possível construir um sistema de drenagem e coleta de chorume, que se encontra operacional, coletando cerca de 12.000 l/dia, bem como para os gases.

A drenagem de águas pluviais definitiva é boa, ligada à rede pluvial da rodovia. Já a de águas pluviais provisória é falha.

Foi elaborado um projeto para execução do sistema de tratamento de chorume, com uma lagoa de decantação e estabilização, instalações para recirculação do lixiviado, e coleta, destinando o volume excedente para tratamentos secundário e terciário fora, como pode ser visto na Figura 9.31 abaixo.



Figura 9.31: Sistema de coleta e tratamento de lixiviados no aterro 06.

Em contrapartida, este aterro não possui nenhum tipo de monitoramento, seja de águas subterrâneas, águas superficiais, lixiviados, gases, estabilidade dos maciços de solo e de lixo. Pode-se dizer assim que ele não atende satisfatoriamente ao projeto.

9.6.3 Condições Operacionais

Na frente de trabalho do aterro há presença de elementos dispersos pelo vento, ainda que o recobrimento do lixo seja diário e constante.

A compactação do lixo é feita com os tratores citados acima, em várias passadas, porém não existe um procedimento sistematizado. Desse modo, espera-se que o manobrista realize em torno de 5 passadas, mas o controle é feito a olho nu.

Na época da visita, período chuvoso, próximo ao verão, havia de urubus, fato justificado pelo gerente devido à impossibilidade do recobrimento, pela umidade do material utilizado (Figura 9.32). Além disso, havia ainda mocas em grande quantidade. No entanto não foi evidenciado um foco sequer de queimadas, muito menos catadores e animais.



Figura 9.32: Presença de aves e proximidade da mata atlântica no aterro 06.

Conforme já dito, devido à inspeção na entrada, quanto à classe de resíduos, não são dispostos neste aterro resíduos de serviços de saúde nem industriais.

Quanto ao funcionamento dos sistemas de drenagem, a de chorume é suficiente e operante, coletando para a lagoa de estabilização. No caso das de águas pluviais, apenas a definitiva funciona bem, pois a de águas pluviais provisória é sempre prejudicada pela falta de manutenção e pelas chuvas. A drenagem de gases é suficiente e os carrega para queima no *flair*, situado no topo do aterro.

Já o sistema de tratamento de chorume é insuficiente e irregular, pois a lagoa de estabilização é pequena e, em períodos de chuva torrencial, excede a vazão suportada, o que faz ser necessária à recirculação e a destinação do líquido para estações de tratamento *off site*, através de caminhões pipa.

A administração do aterro possui já um projeto de remediação, com cobertura final de georrede com vegetação e futuros monitoramentos, como medidas de correção, visto a proximidade da sua vida útil e a inadequação da área. Nesse sentido, o plano de fechamento do aterro consiste na construção de um parque com um heliponto, para um condomínio residencial, vizinho ao local.

9.6.4 Gestão Ambiental

Com relação aos parâmetros ambientais, o único que está satisfatoriamente atendido é o relacionado à garantia dos recursos, de pessoal, infra-estrutura e de finanças, pois o município mantém estes, porém dentro de seus propósitos, que não englobam uma operação ambientalmente correta, visto a não realização de qualquer tipo de monitoramento e medição.

9.6.5 Sugestões de Melhoria

Em verdade, este aterro não tem o que ser melhorado, mas sim deve ser desativado por intermédio da construção de novo aterro em área devidamente escolhida, baseando-se nos critérios de seleção (vide tópico 6.3), bem como atendendo à legislação ambiental pertinentes. Nesse sentido, a administração, junto com a prefeitura do município, está buscando outro local para disposição dos resíduos.

Convém que, ao iniciar este novo aterro, sejam considerados os requisitos de gestão ambiental, como uma atitude pró-ativa, que garanta sua operação continuamente correta, de modo não causar prejuízos ao meio ambiente.

9.7 Aterro 07

A visita deste local foi acompanhada por um funcionário do aterro e pelo gerente geral, que relataram o histórico da utilização da área, bem como todo o processo de instalação e operação da nova unidade. Antes do início das obras, em 2000, o local era um Lixão, que foi desativado em 1996, quando da aquisição do terreno pela empresa. Esse lixão atendia apenas ao município local, porém, com as novas instalações passou a receber o lixo de toda região metropolitana da capital.

O aterro está instalado numa vale, que centraliza a captação das águas servidas para um córrego. No dia da visita, encontrava-se com altura de 40 m, divididos em 4 camadas de 15 m, em dimensões de (3,0 x 5,0) m e (2,0 x 7,5) m. Conforme estipulado em projeto, podendo chegar à altura final de 145 m, na cota +930.

Neste caso, o município, responsável pela coleta de resíduos (terceirizada), paga pela tonelada de lixo depositado no aterro (valor não disponibilizado por questões políticas) e 1% da receita bruta recolhida pela administração é destinada à para obras sociais, junto a comunidades carentes.

Dentro das instalações do aterro, não há uma unidade para triagem e reciclagem de resíduos, porém a empresa administra uma cooperativa de moradores, formada por moradores de comunidades próximas. Também não é realizado processo de compostagem.

Atualmente, o aterro recebe 2.000 t/dia (21 milhões de m³) de resíduos sólidos e pretende em breve ampliar sua capacidade para 8.000 t/dia (160 milhões de m³), o que depende da aprovação do licenciamento, pelo órgão de controle ambiental, para esta finalidade. No auge de sua operação, a quantidade estimada pela administração deverá ser de 16.000 t/dia.

O aterro ainda não possui incinerador e está instalando uma unidade para tratamento de material patogênico, pois ainda não os recebe.

As chuvas no local ocorrem predominantemente no verão, passando de 1000 mm/ano, resultando uma média de pluviometria anual de 1500 mm. Existe uma unidade para controle meteorológico e pluviométrico dentro das instalações do aterro.

Na frente de trabalho existem cerca de 70 funcionários, técnicos e administrativos, etc., registrados pela empresa, além de 40 operadores terceirizados.

Os resultados das avaliações (IQR, IQA e IQS), baseados na análise dos dados apresentados a seguir, estão dispostos no Apêndice X.

9.7.1 Características do Local

O aterro encontra-se localizado numa área de boa capacidade de suporte do solo, sendo este classificado como um silte argilo-arenoso. Foram apresentados relatórios de sondagem, que demonstraram uma camada de silte de 10 a 15 m, depois rocha, matacão, etc., bem como de permeabilidade, com k natural na ordem de 10^{-5} cm/s. Com base nestes dados, foi realizada compactação deste solo, com adição de bentonita, a Proctor Modificado (+2%), com o objetivo de se chegar ao coeficiente de permeabilidade da ordem de 10^{-7} cm/s. Com isso, foi possível construir uma barreira protetora satisfatória.

O aterro encontra-se próximo a núcleos habitacionais, uma comunidade de baixa renda. Não há rios ou lagos próximos, mas 7 nascentes dentro da área do aterro, que são monitoradas trimestralmente.

Há disponibilidade de material para recobrimento, de boa qualidade, retirado das encostas ao redor dos taludes do aterro, bem como trazidos de áreas de empréstimo.

As condições do sistema viário-trânsito-acesso são ótimas, com rodovia particular, pavimentada, saindo da rodovia estadual, onde existe guarita e portaria, com funcionários, que controlam o acesso. O local está afastado do centro urbano uns 30 km. A via de acesso apresenta tráfego intenso por se tratar de uma rodovia, mas o tráfego gerado pelo transporte dos resíduos não traz transtornos.

O isolamento visual da vizinhança é bom, fora do alcance de visão de quem passa na rodovia, com plantio de arbustos, vegetação rasteira, gramíneas, eucaliptos, formando um cinturão verde com 150 ha, com Licença de Proteção Ambiental.



Figura 9.33: Panorama geral do aterro 07 em operação

O início da Operação se deu em setembro de 2001, com uma vida útil estimada de aproximadamente 30 anos. A área foi devidamente escolhida, comprada, legalizada e licenciada em todas as esferas, após estudo de impacto ambiental e cumprimento às exigências do órgão de controle ambiental estadual, que dentre outras determinou o plantio de 350 ha de eucaliptos (Figura 9.33).

9.7.2 Infra-estrutura Implantada

A área do aterro é totalmente cercada e o acesso é controlado com balança automatizada, cancelas e segurança. Os resíduos que chegam, passam por inspeções de volume e de classe. No momento apenas entram resíduos classe 2 (urbano e industrial), mas já existe a pretensão da administração em receber classe 1, em processo de licenciamento.

Todas as informações relevantes são devidamente registradas (tais como hora de entrada do caminhão, peso de entrada e saída, origem, etc.) de modo eficaz. A seguir o motorista é encaminhado ao local exato do despejo, o qual tem um tempo máximo de permanência na frente de trabalho de 5 min.

O acesso à frente de trabalho é ótimo. A Administração do aterro possui a sua disposição os seguintes equipamentos: 6 caminhões basculante, 1 patrol, 1 carro-pipa, 1 trator de grade, 4 tratores de esteira do tipo D6, 4 retro-escavadeiras, 3 pás-carregadeiras, 1 caminhão comboio e 3 rolos compactadores.

O sistema de impermeabilização é formado por uma camada de 2 m de solo compactado, mais 80 cm de argila compactada ($k = 10^{-7}$ cm/s) a Proctor Modificado (+2%), manta de PEAD com 2 mm de espessura, geotêxtil e geogrelha, tubos perfurados com 20 cm de diâmetro e 60 cm de brita nº 4. Com isso, foi possível construir um sistema de drenagem e coleta de chorume, que é recolhido para duas bacias e encaminhado para tratamento pela companhia de saneamento do estado. Esse sistema permite o monitoramento dos líquidos abaixo da camada impermeabilizante, a fim de serem verificados possíveis vazamentos e conseqüentemente contaminação dos solos e lençóis subterrâneos.

A drenagem de gás operante, com sinalização para impedir que máquinas danifiquem, porém os gases entram em combustão ao atingir o topo das células de lixo. Ainda assim, são feitas análises em laboratório, bem como está sendo desenvolvido um estudo específico para um sistema de aproveitamento desse biogás num futuro próximo.

Segundo informações da Administração do aterro, este sistema representará tecnologia de ponta em captação e queima de biogás no Brasil, em até 80% do biogás produzido, e será referência para reprodução em outros locais, devendo incluir:

- uma cobertura integral com material impermeável, como PVC ou similar;
- poços proporcionalmente distribuídos (aumento de densidade de poços), no aterro, para extrair o biogás por pressão negativa;
- uma rede de tubos conectados no topo dos poços, transportando o biogás para a estação de tratamento e queima;
- um equipamento para tratar e queimar em condições de alta temperatura;

São vários os benefícios ambientais pela redução da emissão de biogás diretamente na atmosfera, como a redução de odores (o biogás contém traços de enxofre e outros compostos orgânicos que causam mau cheiro), o impedimento da emanação de emissões fugitivas e a queima completa destes compostos, com o odor ficando restrito à área de operação, além claro da diminuição do efeito estufa.

A drenagem de águas pluviais, tanto a definitiva como a provisória, é satisfatória e funcional, ligada à captação da rodovia.

Enquanto não há uma unidade específica para o tratamento de chorume, o mesmo é transportado para tratamento para ser tratado pela companhia de saneamento estadual e o lodo gerado para outro aterro sanitário.

Como existem sete nascentes e um córrego dentro da área do aterro, é realizado um monitoramento trimestral do lençol, com 12 poços à jusante e 60 à montante, através de análises físico-químicas e biológicas de qualidade dessas águas, a fim de se garantir a manutenção da segurança ambiental das operações. Até então, pode-se comprovar que não houve dano ambiental causado pela implantação do aterro, aos corpos d'água.

Quanto aos demais sistemas de monitoramento do aterro sanitário, a empresa possui infra-estrutura, pessoal e as demais condições necessárias para garantir seu funcionamento eficaz, bem como sua manutenção, que inclui o controle das águas superficiais, de possíveis vazamentos na camada impermeabilizante da base, da qualidade do chorume coletado, de bolsões de gases, além da estabilidade dos taludes e dos maciços de solo e lixo.

9.7.3 Condições Operacionais

Como a empresa possui um sistema de gestão da qualidade certificado ISO 9001, todos os seus procedimentos operacionais são estabelecidos e documentados, o que garante um efetivo controle de seus processos, porém apesar do recobrimento do lixo estar descrito como sendo diário, esta eficácia não foi comprovada durante a visita, fato que prejudicou a avaliação deste parâmetro. Esta falha foi justificada pelo gerente devido às chuvas intensas ocorridas nos dias anteriores. Segundo o procedimento específico, este recobrimento deve ser de 20 cm, com silte compactada.

O processo de aterramento do lixo é executado sob o método da rampa (½ lâmina), com compactação em 4 passadas cruzadas, de trator de esteiras (Figura 9.34).



Figura 9.34: Descarga e aterramento de resíduos em rampa no aterro 07

Apesar de todo controle aplicado às operações, havia presença de urubus, ainda que poucos. Acredita-se que pelo não recobrimento do lixo nos últimos dias. Cabe ressaltar que apenas a frente de trabalho não tinha sido recoberta, pois todo o restante do aterro assim o estava. Conseqüentemente não havia moscas ou outros insetos.

Não foi evidenciado um foco sequer de queimadas, muito menos catadores e animais. Todos os catadores do antigo lixão foram retirados e passaram por um treinamento específico, conforme acordo firmado com a empresa, por determinação do órgão de controle ambiental.

Conforme já dito, devido à inspeção na entrada, quanto à classe de resíduos, não são dispostos neste aterro resíduos de serviços de saúde nem industriais.

Todos os sistemas de controle, drenagem, captação, medições e monitoramento se encontravam em perfeito estados de funcionamento, conforme os procedimentos

estabelecidos, sendo estes: drenagem de chorume (vide Figura 9.35), águas pluviais definitiva e provisória, gases, águas superficiais e subterrâneas e estabilidade dos maciços de solo e lixo.

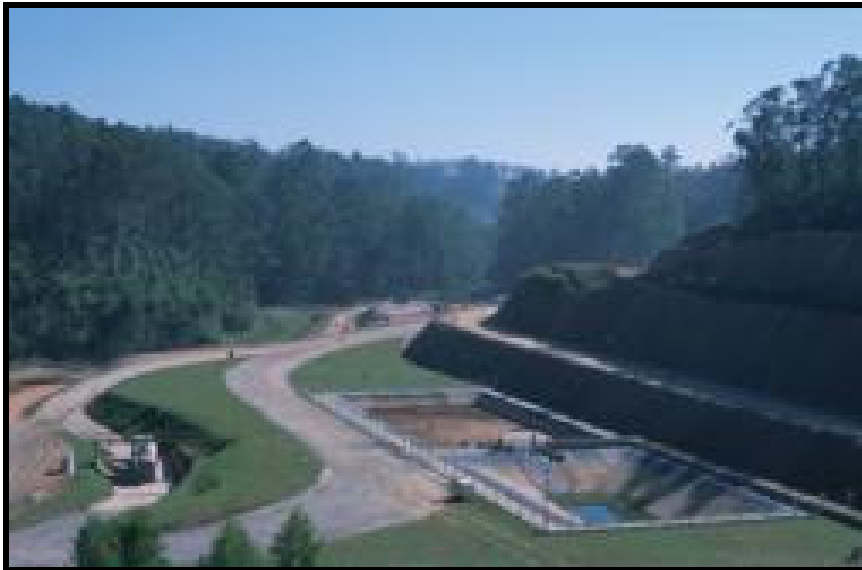


Figura 9.35: Bacia de acumulação de chorume no aterro 07

O aterro foi projetado para ter vida útil de 30 anos (previsão: 2031), podendo ser esta prolongada, mediante as devidas adequações. Dentro desta concepção, a proposta de encerramento deste aterro compreenderá o contínuo monitoramento dos taludes, dos gases, do chorume e dos corpos d'água, além da construção de parques ambientais e da venda de créditos de carbono, com o aproveitamento do biogás. Quanto à remediação, estudos ainda estão sendo realizados de modo contemplar todos os danos causados de modo consistente.

9.7.4 Gestão Ambiental

Com relação aos parâmetros ambientais, esta Administração recebeu avaliação máxima, pois apresentou total atendimento aos parâmetros. Tal fato se explica pelo compromisso da empresa em manter sua certificação em sistemas de qualidade ISO 9001, bem como por buscar a certificação em sistema da gestão ambiental ISO 14001. Este aterro serviu como padrão de comparação com os demais avaliados.

A área é totalmente legalizada, bem como o aterro possui licenciamento ambiental para as operações que realiza, o que mostra o comprometimento da empresa em atender aos requisitos legais, bem como a garantir todos os recursos necessários (humanos, infra-estrutura e financeiros) para a realização de suas operações.

A Administração do aterro nomeia um responsável pela manutenção de seu sistema de gestão ambiental, que apresentou um levantamento dos aspectos e impactos significativos que o processo de aterro sanitário demanda, bem como estabelece os objetivos, metas e programas ambientais, apresentados na auditoria de certificação ISO14001, realizada neste ano.

Como exemplo das metas ambientais, pode-se citar a redução das emissões de GEE até 2011, de mais de 3,3 t; até 2018, de mais de 8,2 t; e até 2024 chegando a 9,9 t, medidas em dióxido de carbono equivalente (CO₂e), ou créditos de carbono.

A empresa possui visão e responsabilidade ambiental, bem como cultura em gestão de sistemas, promovendo programas ambientais de modo expressar a forma pela qual cumprir esses objetivos e metas.

O sistema de treinamento e comunicação estabelecido compreende a capacitação de todo o pessoal que desempenha funções nas operações do aterro, um programa de educação ambiental com comunidade local, pesquisas de satisfação de clientes e visitantes, bem como interface com as demais partes interessadas (governo, etc.). Está sendo implantado ainda um projeto de formação e capacitação de estudantes da rede pública de ensino para atuarem como agentes ecomonitores nas comunidades da região. O aterro possui ainda um viveiro de mudas (Figura 9.36), com o objetivo de produzir mudas para escolas, ONGs, prefeituras e público em geral.

O programa para atendimento às situações de emergências está estabelecido através de planos de ação, relacionados cada um com as respectivas atividades de potenciais impactos ambientais, tais como vazamento de chorume, explosões, contaminação de nascentes, deslizamentos de taludes de resíduos, ruptura do solo, etc.



Figura 9.36: Viveiro de mudas do programa de educação ambiental do aterro 07

Da mesma forma suas operações são totalmente controladas, monitoradas e medidas, através da realização de ensaios de caracterização em laboratório, que contemplam os sistemas de impermeabilização, captação de chorume, captação de gases, tratamento do chorume, e monitoramento dos gases, chorume, ruídos, águas subterrâneas e superficiais e a estabilidade dos maciços de lixo e solo.

O planejamento das auditorias internas tem como objetivo principal garantir a manutenção do sistema da gestão ambiental e seus resultados servem de entrada para as reuniões de análises críticas da Administração.

Nestas são acompanhados os indicadores operacionais, tais como de disseminação de odores, vetores e doenças nas populações vizinhas, bem como estabelecidas diversas ações de correção e prevenção, como por exemplo o incentivo à reciclagem e à minimização de resíduos.

Pode-se concluir que o Sistema de Gestão Ambiental do aterro, que nasceu integrado ao sistema, já existente, de gestão de qualidade, contribui decisivamente para a garantia da manutenção do processo aterro sanitário ambientalmente correto.

9.7.5 Sugestões de Melhoria

Este aterro recebeu a melhor avaliação dentre todos os estudados, mas mesmo assim próxima ao limite inferior da condição ambiental, devido à proximidade com uma favela e por se localizar sobre nascentes e córregos. Este último não há como mudar, porém quanto ao primeiro, a Administração do aterro poderia, em conjunto com o governo do estado, promover a remoção das famílias que lá residem, de forma digna, em paralelo a programas sociais de apoio à comunidade local, como a implantação de projetos de coleta seletiva nos municípios da região e extensão dos projetos já existentes.

Outro parâmetro que puxou o índice para baixo foi a falta de uma solução para garantir o recobrimento diário do lixo, ainda que em períodos de chuva, através da utilização de um material menos plástico ou ainda pela montagem de coberturas provisórias com lonas, na frente de trabalho. Provavelmente o aterro possui um procedimento para este tipo de situação, porém não implementou ou deve adequá-lo.

Ainda todas as medições e monitoramentos sejam realizados, a frequência do monitoramento das águas subterrâneas deveria ser maior, a cada mês por exemplo, para que em caso de contaminação, a resposta pudesse ser mais imediata.

Em contrapartida, a unidade de dessorção térmica para pré-tratamento de resíduos contaminados por HC, instalada no interior do aterro, gera CO e SOx (não coletado) direto para o ar, sem tratamento nem análise. Esse fato deve ser repensado imediatamente e corrigido, pois além do dano causado ao meio ambiente, poderá acarretar na perda da certificação ambiental.

A capacidade do aterro pode ainda ser aumentada, através da implementação de algumas medidas tais como: controle de recalques da massa de lixo, pré-tratamento de resíduos, reciclagem, compostagem, aumentando também sua vida útil.

Um exemplo como esse não pode ficar no anonimato. Deve ser feita a divulgação ambiental do projeto em publicações e seminários, além da realização de convênios de estudos com universidades, incentivando a sua reprodução pelo país.

9.8 Aterro 08

A visita deste local foi acompanhada pelo gerente do aterro, que relatou de forma sucinta seu histórico. O local começou a receber lixo em 1986, de forma descontrolada, sem nenhuma infra-estrutura, oriundos de uma favela. A partir de setembro de 1999, passou a ser controlado pela prefeitura municipal. Na data da visita, encontrava-se com altura máxima de 90 m, dividido em 18 camadas de 5 m.

Neste município, a receita para a manutenção dos serviços de limpeza urbana, provém de arrecadação de uma “taxa de limpeza”, embutida na conta de água, sendo destinada à coleta, transporte, tratamento e disposição final.

O município possui uma central de triagem, que funciona em esquema de cooperativa, e uma usinas de compostagem, que funcionou de 1982 a 1997, hoje desativada devido ao custo de manutenção. A secretaria de meio ambiente implementou a coleta seletiva na cidade, que hoje se aproxima de uma taxa de atendimento de 100%.

A descarga de resíduos sólidos, estimada pela administração, é de 650 t/dia, além de 3,5 t/dia de material patogênico, que são destinados ao incinerador, com capacidade para 9 t/semana, ainda em fase de teste.

No local, ocorrem chuvas sazonais, mais intensas no verão, com uma média de pluviometria de 1.455 mm.

Na frente de trabalho existem 52 funcionários, contratados de uma firma terceirizada de tratamento de resíduos, dentre operadores de máquina, técnicos, administrativos, limpeza, apoio diversos, etc.

Os resultados das avaliações (IQR, IQA e IQS), baseados na análise dos dados apresentados a seguir, estão dispostos no Apêndice X.

9.8.1 Características do Local

O aterro encontra-se localizado numa área de capacidade de suporte do solo razoável, sendo este predominantemente Silte argilosa, composta por micaxistos e metarenitos da formação geológica da Bacia Sedimentar do Estado.

Em levantamento realizado por ocasião da elaboração do projeto do atual aterro constatou-se que o solo superficial sob a disposição dos resíduos apresentava até cerca de 3 m de profundidade, em diversos pontos de sondagem, as seguintes composições:

- argila siltosa pouco arenosa, com detritos vegetais;

- argila arenosa, com matéria e detritos orgânicos, variegada; e
- silte arenoso pouco argiloso.

Já em profundidades de 3 a 10 m, a composição era a seguinte:

- argila siltosa pouco arenosa rija a dura;
- areia fina siltosa, variegada rija a dura;
- argila arenosa, variegada;
- silte muito arenoso, com caulim e fragmentos de rocha, compacto; e
- silte arenoso pouco argiloso, compacto.

O aterro está próximo a núcleos habitacionais, uma favela à sua montante (Figura 9.37). Existe uma nascente direcionada para o rio local. O lençol freático não foi encontrado na sondagem, sendo possível supor que esteja bem fundo.



Figura 9.37: Drenos de gás prontos e favela colada à montante do aterro 08

Há disponibilidade de material para recobrimento, de saibro boa qualidade, que vem de áreas do talude da própria escavação da encosta do morro.

As condições do sistema viário-trânsito-acesso são boas, em via própria, asfaltada, onde existe uma guarita com segurança, que controla o acesso ao aterro. O local está dentro do centro urbano, porém o tráfego gerado pelo transporte dos resíduos não traz grandes transtornos.

O isolamento visual da vizinhança é bom, com os taludes recobertos e com replantio de mudas e espécies vegetais (Figura 9.38).



Figura 9.38: Visão geral e isolamento visual do aterro 08

Quanto à legalização, essa área de 217mil m², mesmo iniciando sua operação de forma clandestina em 1986, depois de estudo de viabilidade feito pela Prefeitura, foi devidamente licenciada para esta finalidade.

9.8.2 Infra-estrutura Implantada

A área do aterro é totalmente cercada, com acesso controlado por 2 guaritas e guardas municipais (que fazem ronda em toda área do aterro), com balança automatizada, que registra todos os dados relevantes, como peso, origem, etc. Os resíduos que chegam, através dos caminhões, passam por uma inspeção de volume e classe, passando pela triagem.

O acesso à frente de trabalho é bom. A Administração do aterro possui a sua disposição os seguintes equipamentos: 2 pás-carregadeiras, 3 tratores-de-esteiras, 1 caminhão-pipa, 1 rolo compactador tipo “pé-de-carneiro” e 2 retro-escavadeiras.

Quanto ao sistema de impermeabilização, este é composto por uma camada de argila com bentonita, compactada a Proctor Normal com espessura irregular. Com isso, foi possível construir um sistema de drenagem de chorume, coletando cerca de 300.000 l/dia, conjugado com drenos de gás, captado no fundo.

A drenagem de águas pluviais definitiva é funcional na parte concluída do aterro, mas falta nas encostas. A de águas pluviais provisória é boa, sendo canalizada por colchões de gabiões, que levam à rede pública de águas pluviais.

Quanto ao tratamento de chorume, após coletado no tanque, é bombeado para uma estação de tratamento, passando pelas etapas de estabilização, decantação primária e tratamento secundário por aeração. O produto tratado é conduzido à rede de esgoto.

Este aterro possui monitoramento para águas subterrâneas, águas superficiais, lixiviados, gases e estabilidade (recalques) dos maciços de solo e de lixo. Pode-se dizer assim que ele atende satisfatoriamente ao projeto.

Quanto aos taludes naturais, antes do início das operações no aterro, foi feito um estudo de estabilidade, utilizando-se de um software que utiliza o método de Bishop simplificado. O cálculo da estabilidade do talude foi feito para a seção considerada mais crítica por estar sujeita a maior altura de escavação. Os parâmetros foram os seguintes:

- coesão: 20 t/m²;
- ângulo de atrito: 33°; e
- peso específico: 1,95 t/m³.

O Fator de Segurança obtido foi igual a 2,974, considerado satisfatório por se tratar de uma área que seria preenchida com resíduos sólidos urbanos.

9.8.3 Condições Operacionais

Na frente de trabalho do aterro (Figura 9.39) há presença de elementos dispersos pelo vento, ainda que o recobrimento do lixo seja diário. A compactação, mal executada, é feita com os tratores citados acima, em várias passadas, porém não existe um procedimento sistematizado. Desse modo, espera-se que o manobrista realize em torno de 5 passadas, mas o controle é feito a olho nu.

O acondicionamento é feito pelo método da rampa, sendo utilizado para o corte da jazida, uma inclinação de talude 1:2, cada um com no máximo 12 m de altura, em bermas que variam de 2 a 3 m.

Na época da visita, havia poucos urubus e moscas. Não foi evidenciado um foco sequer de queimadas, muito menos catadores e criação de animais.

Segundo CARVALHO (2002), para se avaliar a eficácia do sistema de drenagem de chorume, seria necessário calcular o balanço hídrico, para se avaliar com mais certeza o volume de chorume produzido pela massa de resíduos do aterro. Mesmo

assim, em função do comportamento do aterro, com poucos vazamentos, e pela pouca movimentação das bermas, pode-se dizer que o sistema atende às necessidades. Com relação ao sistema de drenagem de gases o raciocínio é semelhante. Observa-se *in loco* que há pouco odor e pouca movimentação da massa. Portanto, a conclusão é a mesma.



Figura 9.39: Frente de trabalho em operação no aterro 08.

No caso da drenagem das águas pluviais, tanto a definitiva quanto a provisória funcionam bem.

A vida útil do aterro está estipulada para apenas mais 8 anos, encerrando suas operações em 2012. Nesse sentido, a administração possui já um projeto de encerramento e estudos para viabilizar aproveitamento do biogás (créditos de carbono), além de monitoramentos. O projeto de remediação ainda não foi pensado.

9.8.4 Gestão Ambiental

Com relação aos parâmetros ambientais, ainda que a administração do aterro não possua uma cultura de gestão ambiental, atende a alguns parâmetros, tais como: a garantia dos recursos necessários, o controle de documentos e registros, o controle, monitoramento e medição de operações, bem como o atendimento aos requisitos legais.

A empresa de gerenciamento dos resíduos possui a certificação de sistemas de gestão da qualidade ISO 9001, porém não tem interesse pela ISO 14001, o que é uma pena, pois uma adequação seria bem mais fácil, tomando por base os procedimentos já

implementados. Devido a esse fato, o indicador de auditorias internas não pôde ser considerado satisfatório, pois o programa de auditorias não contempla os requisitos da gestão ambiental de modo consistente.

Ainda assim, a área de gestão do aterro possui um pequeno levantamento dos aspectos e impactos ambientais envolvidos em suas atividades, mas de modo insuficiente, sob o ponto de vista global, e estabelece alguns objetivos ambientais, com relação ao controle dos efluentes gerados, como chorume e gases.

9.8.5 Sugestões de Melhoria

Pelo tamanho da organização e da infra-estrutura implantada no local, este aterro deveria estar em melhores condições que as apresentadas acima. A falta de uma camada impermeabilizante no fundo do depósito é o aspecto mais grave do processo, visto que o chorume, como o vazamento de chorume, impacto de maior significância numa operação de um aterro sanitário, é constante, apesar do sistema de drenagem e coleta. Devido a este fato, a administração do aterro deve incrementar seu sistema de monitoramento das águas subterrâneas, aplicando o maior rigor e freqüência possível.

Deverá ainda iniciar estudos de planos de remediação imediatamente, levando em consideração todos esses aspectos de potenciais impactos ambientais, isolando os receptores solo e água, principalmente.

Nesse sentido, seria muito válida a interrupção do recebimento de resíduos de serviços de saúde, infectantes, transferindo-os para um local de tratamento e disposição final mais adequados.

Como dito por CARVALHO (2002) acima, também seria interessante e muito importante o cálculo do balanço hídrico do local para uma avaliação mais apurada da vazão de percolado gerado pelo lixo, considerando o período de maior pluviosidade.

Já que o sistema de drenagem e captação dos gases é eficiente, poderia ainda ser instalada uma unidade de reaproveitamento do biogás, com a geração de energia e a venda de créditos de carbono para o exterior, a fim de se diminuir os custos de operação ou ainda se obter retorno do investimento aplicado.

Com a proximidade do término da vida útil deste aterro, devem ser realizados estudos de capacidade de carga das bermas, a fim de se avaliar a possibilidade de construir novas células de lixo sobre as existentes (Alteamento), bem como a pesquisa de uma área nova para disposição dos resíduos da região.

9.9 Aterro 09

O histórico do tratamento do lixo mostra que nunca houve o menor controle sobre a disposição dos resíduos deste município, desde 1969. Essa área começou a ser utilizada aos poucos com pequenos descartes de resíduos, que foi se intensificando até se tornar o lixão da cidade. O aterro está instalado num local a beira de um rio importante para a economia local. Na data da visita, o aterro encontrava-se com 7 m de altura.

Neste município, a receita para a manutenção dos serviços de limpeza urbana, provém de arrecadação municipal (embutida no IPTU).

No município, havia uma usina de reciclagem e central de seleção, desativada em 1995 por questões políticas.

A produção de resíduos sólidos, estimada pela administração do aterro, é de aproximadamente 27 t/dia (SCHUELER, 2005). O material patogênico é destinado ao incinerador de uma indústria, com capacidade para 12 t/dia.

No local, ocorrem poucas precipitações, numa média de pluviometria de 1.225 mm (INMET, 2005), sendo mais intensas no período do verão.

A frente de trabalho do aterro é composta por 3 operadores de máquinas, 2 motoristas, 6 ajudantes, 1 administrador e 2 vigias.

Os resultados das avaliações (IQR, IQA e IQS), baseados na análise dos dados apresentados a seguir, estão dispostos no Apêndice X.

9.9.1 Características do Local

O aterro encontra-se localizado numa área de capacidade de suporte do solo, adequada a carga depositada, com permeabilidade da ordem de $10^{-5} < k < 10^{-4}$ cm/s, sendo este predominantemente argiloso (SCHUELER, 2005).

O aterro está situado dentro do centro urbano, com habitações vizinhas, inclusive com um cemitério à montante, o que gera o risco de contaminação pelo necro-chorume. Além disso, está às margens de um rio importante para a economia local (Figura 9.40). O aquífero superficial sofreu variação de até aproximadamente 1 m de profundidade durante o ano monitorado por SCHUELER (2005).

Não há disponibilidade de material para recobrimento, que é de má qualidade.

As condições do sistema viário-trânsito-acesso são boas, por estrada asfaltada, visto o aterro estar localizado próximo aos centros geradores de resíduos.



Figura 9.40: Lixo depositado às margens de rio no aterro 09

Não existe qualquer isolamento visual ao redor, nem cobertura diária.

Quanto à legalização, essa área, de 25.000 m² foi alugada pela prefeitura, de uma empresa, que provavelmente lucra com esta receita, onde funcionava a antiga usina de reciclagem. Por ser inadequada para disposição de resíduos sólidos, nunca obteve a Licença Ambiental.

9.9.2 Infra-estrutura Implantada

A área do aterro já foi cercada, mas a cerca encontra-se hoje totalmente depredada, conseqüentemente, sem controle de acesso. Até existe uma guarita, mas sem balança. Os resíduos que chegam em caminhões, não passam por qualquer inspeção. Segundo a administração, pois só é permitida a entrada de RSU, porém foi constatado o despejo de material hospitalar.

O acesso à frente de trabalho é bom, ainda que com certas limitações em períodos chuvosos. A Administração do aterro possui a sua disposição os seguintes equipamentos: 1 trator-de-esteiras tipo D6, uma pá-mecânica e 1 caminhão basculante.

Não existe impermeabilização na base do aterro nem sistema de drenagem de chorume e gases. Também não há drenagem de águas pluviais definitiva ou provisória. O chorume gerado, depois de percolar pela massa de resíduos, contamina o solo e as águas subterrâneas, chegando ao rio (SCHUELER, 2005).



Figura 9.41: A inoperância dos equipamentos permitindo a presença de vetores no aterro 09

Ainda existe a suspeita da mistura deste chorume com o efluente proveniente do cemitério, o que causa um dano ambiental ainda mais drástico.

Não há monitoramentos das águas subterrâneas, dos efluentes e dos maciços de solo e lixo.

9.9.3 Condições Operacionais

Na frente de trabalho do aterro há presença de elementos dispersos pelo vento, pois o recobrimento é falho, e a compactação do lixo é feita com os equipamentos descritos acima, em 5 passadas, porém sem uma sistemática. Conseqüentemente, são muitos os vetores (Figura 9.41). Não foi evidenciado um foco sequer de queimadas.

Existe neste aterro, cerca de 5 famílias de catadores.

Conforme já dito, devido à ineficácia da inspeção na entrada, foram constatados resíduos de serviços de saúde, porém nenhum proveniente de indústrias.

Não há preocupação quanto à estimativa da vida útil deste aterro, visto a necessidade da sua desativação imediata, nem um plano de remediação.

A prefeitura está viabilizando de um terreno, no qual pretende implantar um complexo de reciclagem e compostagem com aterro sanitário e um centro de educação ambiental, cujo projeto já foi elaborado (MAHLER, 2004).

Um panorama geral deste aterro pode ser vislumbrado na Figura 9.42.



Figura 9.42: Vista geral do aterro 09

9.9.4 Gestão Ambiental

Com relação aos parâmetros ambientais, o único que está satisfatoriamente atendido é o relacionado elaboração de programas ambientais, com o estabelecimento de objetivos e metas, isto considerando a pretensão do município, bem como os projetos em desenvolvimento pela parceria com a universidade.

Neste contexto, se insere a implantação de um centro de educação ambiental, voltado para a sensibilização da população, principalmente dos estudantes da rede pública de ensino, quanto às questões referentes aos resíduos sólidos e a potencialização de materiais recicláveis, uma vez que, com o beneficiamento desses resíduos, será fomentada a instalação de várias empresas de reciclagem.

Porém, analisando o cenário atual, e considerando os propósitos de gestão, o atual depósito não garante uma operação ambientalmente correta, muito pelo contrário, visto a inexistência de qualquer tipo de controle de efluentes, gases e líquidos.

9.9.5 Sugestões de Melhoria

Este aterro é um exemplo de degradação ambiental. Portanto, suas operações devem ser interrompidas o mais brevemente possível, assim que o novo aterro estiver em condições de receber o lixo da cidade.

Conforme escrito no tópico 9.9.3, com a opção do local já definida, deverão ser consideradas as diretrizes geotécnicas e ambientais, incluindo o atendimento à legislação ambiental pertinente.

O projeto do novo local deverá ser composto pelas seguintes instalações:

- Unidade de triagem e compostagem;
- Unidade com pré-tratamento mecânico-biológico;
- Aterro sanitário;
- Unidade para tratamento de resíduos de serviços de saúde;
- Unidade de processamento de entulho;
- Centro de educação ambiental; e
- Pólo de beneficiamento de reciclagem.

Em se tratando de um novo projeto, será bem mais fácil e conveniente, que a administração deste complexo incorpore à sua rotina de trabalho, um sistema de gestão ambiental, baseado na ISO 14001, nem que para isso, seja necessária a contratação de uma empresa de consultoria especializada, a fim de garantir as operações de todas as instalações de forma continuamente correta, evitando danos ao meio ambiente.

9.10 Aterro 10

A visita deste local foi acompanhada por um técnico da prefeitura, que na medida do possível contribuiu com a coleta de dados, porém não tinha autorização para fornecer informações mais relevantes, mesmo assim relatou que nunca houve tratamento do lixo pela prefeitura. O depósito de lixo em estudo está bem escondido e próximo a rios e córregos. Na data da visita, encontrava-se com 4 taludes, dois com aproximadamente 25 m, já desativados, e dois com 15 m, em operação.

Neste município, a receita para a manutenção dos serviços de limpeza urbana, realizado por firma terceirizada, provém de arrecadação municipal.

No município existe apenas uma usina de reciclagem (privada), para plástico. Não há usinas de compostagem.

A produção de resíduos sólidos estimada é de 80 t/dia, incluindo material patogênico, que é lançado juntamente no aterro e a frente de trabalho é de apenas 1 vigia e 3 operadores de máquina.

No local, ocorrem precipitações, numa média anual de 1.380 mm, sendo mais concentradas no período do verão (INMET, 2005).

Os resultados das avaliações (IQR, IQA e IQS), baseados na análise dos dados apresentados a seguir, estão dispostos no Apêndice X.

9.10.1 Características do Local

O aterro encontra-se localizado numa área de capacidade de suporte do solo ruim, pois seu relevo, bem como de toda a cidade, é muito acidentado e, o solo, arenoso.

O aterro está afastado de núcleos habitacionais, porém há catadores que residem dentro do próprio lixão. Quanto a corpos d'água, existem 2 rios e vários córregos que passam perto do lixão, a bem menos de 200 m, uma nascente à montante e um córrego à jusante, onde são despejados resíduos diretamente. Não há informação sobre a profundidade do lençol freático, todavia pela presença de água superficial, é possível supor que o mesmo esteja alto na região do vazadouro.

Há disponibilidade de material para recobrimento, pois o terreno colinoso assim propicia, porém de má qualidade.

As condições do sistema viário-trânsito-acesso são muito ruins, em estrada de terra, com inúmeros buracos e irregularidades. A entrada dessa estrada está afastada do

centro urbano uns 10 km, em rodovia, porém de tráfego pouco intenso. Acredita-se que o transporte deixa a desejar, pois ao longo das vias, foram encontrados resíduos espalhados, caracterizando que os mesmos caíram dos caminhões.

O local é bem “escondido”, pois fica no interior de um vale. Porém a área é inadequada para esta finalidade. Trata-se de um terreno particular, alugado à Prefeitura. O início das operações se deu em janeiro de 2002, ainda que sem o devido licenciamento ambiental e a legalização.

9.10.2 Infra-estrutura Implantada

Não existe cercamento da área do depósito muito menos guarita. O acesso é totalmente descontrolado, sendo assim entram resíduos de todos os tipos e classes. As condições de acesso à frente de trabalho dependem do tempo, pois quando chove se tornam impraticáveis. No local só existe 1 trator de esteiras tipo D6, mesmo assim nem sempre funciona, devido à intermitência do manobrista.

Também não existe impermeabilização de base, muito menos sistemas de drenagem e coleta de chorume, de gases e de águas pluviais definitiva. A drenagem das águas pluviais provisória é falha, somente superficial, com captação à jusante, ao redor dos taludes e sem destino adequado.



Figura 9.43: Chorume lançado diretamente em córrego à jusante do aterro 10.

Conseqüentemente, não há tratamento do chorume, que é descarregado diretamente no solo e nos corpos d’água (Figura 9.43), nem qualquer tipo de monitoramento, seja de águas subterrâneas, águas superficiais, lixiviados, gases, estabilidade dos maciços de solo e de lixo. Recentemente foram coletadas amostras do chorume para análises, porém nenhuma informação a esse respeito foi dada.

9.10.3 Condições Operacionais

Na frente de trabalho do aterro há presença de elementos dispersos pelo vento, pois não é feito recobrimento do lixo nem uma compactação eficaz. Conseqüentemente são muitos os urubus, pássaros e moscas. No entanto, não foram evidenciados focos de queimadas.

Ainda que o vazadouro esteja afastado de núcleos habitacionais, há cerca de 50 catadores no local que inclusive residem sobre a massa de lixo, criando animais, como pode ser visto na Figura 9.44 abaixo.



Figura 9.44: Habitações de catadores sobre a massa de resíduos do aterro 10.

Conforme já dito, devido à falta de inspeção na entrada, são dispostos neste aterro resíduos de serviços de saúde, bem como industriais.

Segundo informação do Secretário de Meio Ambiente, a Prefeitura já possui um projeto de remediação em estudo, no qual estão sendo feitas análises das possíveis contaminações já causadas, a fim de se levantarem dados para sua elaboração. Nesse sentido, este local deverá ser fechado, mas ainda não se sabe quando. Não há também uma estimativa de vida útil, mas acredita-se não haver mais tempo e espaço disponíveis.

9.10.4 Gestão Ambiental

Com relação aos parâmetros ambientais, nada existe, conforme descrito acima, pois não há uma cultura de gestão municipal, além da permissividade com a degradação ambiental, que é grave, e da falta de interesse público para solucionar este problema.

9.10.5 Sugestões de Melhoria

Este lixão deve ser desativado imediatamente, para o início das obras de controle ambiental, bem como da remediação das áreas degradadas. Paralelamente, deverá ser escolhido um novo local em condições conformes aos critérios de seleção (vide tópico 6.3) e a legislação ambiental. No momento, existe uma possibilidade de ser construído um aterro sanitário nas proximidades, porém a Prefeitura alega não possuir verbas.

Quanto aos catadores, uma proposta viável seria, retirá-los imediatamente do local, proporcionando-os condições mais dignas de habitação em outro lugar, e cadastra-los como funcionários contratados pela Prefeitura, para trabalhar em centrais de triagem ou reciclagem, além de futuramente no aterro sanitário, após o devido treinamento, é claro.

Convém que, ao iniciar o novo aterro, sejam considerados os requisitos de gestão ambiental, como uma atitude pró-ativa, para que se possa garantir uma operação continuamente correta, de modo não causar prejuízos ao meio ambiente.

9.11 Aterro 11

A visita deste local foi acompanhada por um funcionário do aterro, relatando que antes da utilização desta área, o lixo era disposto num vazadouro de outro município, apenas sendo coberto esporadicamente. O aterro está instalado numa área plana, rodeada por morros. No dia da visita, estava com altura de 12 m, em 4 camadas de 3 m.

Neste município, a receita para a manutenção dos serviços de limpeza urbana, provém de arrecadação municipal (taxa de limpeza, juntamente com IPTU).

O município não possui usinas de reciclagem nem de compostagem.

A produção de resíduos sólidos, estimada pela administração, é de 50 m³/dia, de lixo compactado em caminhões compactadores de 6 m³, sem contar o material patogênico, que não é recebido no aterro. Portanto, considerando um valor de peso específico de lixo medianamente compactado de 5 kN/m³, pode-se estimar o peso do lixo recebido em torno de 25 t/dia.

No local, ocorrem precipitações, concentradas no verão, numa média de pluviometria anual de 1.300 mm (FARIA, 2002).

Na frente de trabalho existe 1 operador de máquinas, 5 ajudantes e 3 vigilantes.

Os resultados das avaliações (IQR, IQA e IQS), baseados na análise dos dados apresentados a seguir, estão dispostos no Apêndice X.

9.11.1 Características do Local

O aterro encontra-se localizado numa área de capacidade de suporte do solo boa, sendo este predominantemente argiloso. Foram apresentados relatórios de ensaios de permeabilidade e granulometria, conforme Figura 9.45, que mostra o solo composto de aproximadamente 48% de areia, 34% de argila e 18% de silte. O solo ao redor do aterro apresenta esta mesma composição, que permite boa escavabilidade e compactação.

A variação encontrada para a permeabilidade do solo da área do aterro foi de $4,6 \cdot 10^{-5}$ cm/s a $3,6 \cdot 10^{-6}$ cm/s. Este resultado mostrou que é possível utilizar este material para construir uma barreira protetora de 1,00 m de espessura. Portanto, a área destinada ao aterro sanitário atende a recomendação de permeabilidade, contudo não satisfazia a distância mínima entre a fundação e o nível máximo do lençol freático, que varia de 0,5 a 1,5 m. Desse modo, foi especificada, em projeto, a espessura de 1 m de solo compactado, para servir de barreira protetora, e uma rede de drenos, abaixo da camada de argila, para atender as recomendações normativas (FARIA, 2002).

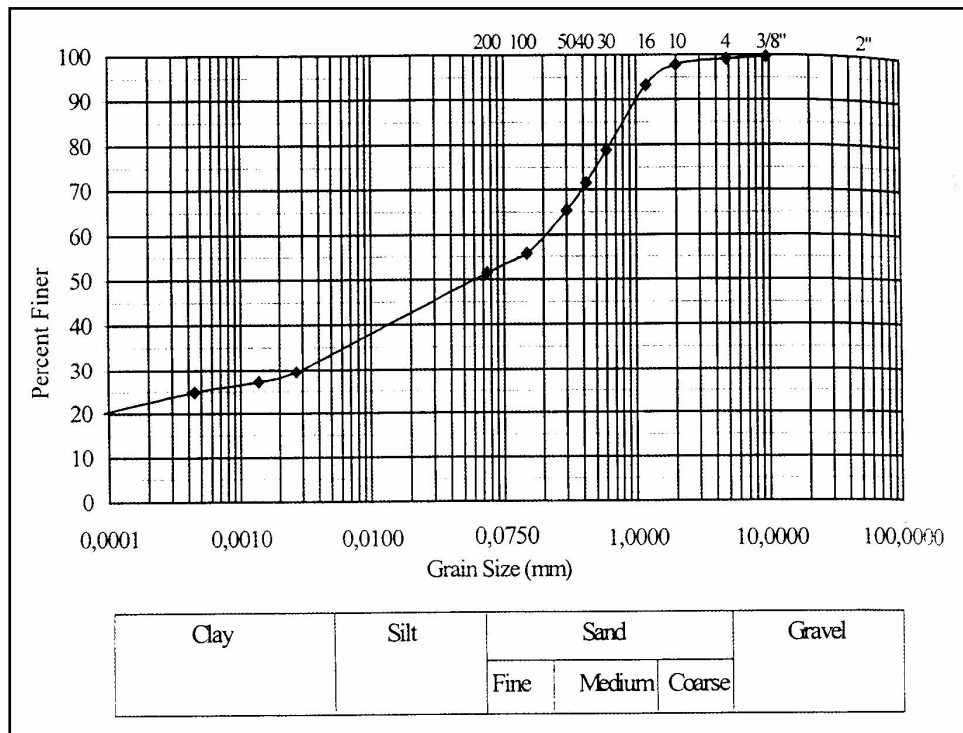


Figura 9.45: Curva granulométrica do solo do aterro 11 (FARIA, 2002).

O aterro está afastado de núcleos habitacionais, pois sua localização não contribui para o estabelecimento de urbanização próxima. Já quanto a corpos d'água, existe um córrego a menos de 200 m. Não há água encanada e o abastecimento se faz por carros-pipa, evitando assim o uso do lençol freático.

Há disponibilidade de material para recobrimento, de boa qualidade, que é retirado das encostas ao redor dos taludes do aterro.

As condições do sistema viário-trânsito-acesso são boas, com 600 m de estrada de terra batida, ligada à rodovia, onde existe uma guarita com funcionário, que controla o acesso. O local está afastado do centro urbano uns 11 km. A via de acesso apresenta tráfego intenso por se tratar de uma rodovia, mas o tráfego gerado pelo transporte dos resíduos não traz transtornos.

O isolamento visual da vizinhança é bom, fora do alcance de visão de quem passa na rodovia e o recobrimento do lixo é diário.

O início da Operação se deu em junho de 2000, com uma vida útil estimada de aproximadamente 30 anos. A área foi devidamente escolhida pela prefeitura, legalizada e licenciada, após cumprir às exigências do órgão de controle ambiental estadual.

9.11.2 Infra-estrutura Implantada

A área do aterro é totalmente cercada, com acesso controlado por guarita e segurança, porém sem balança. Os resíduos que chegam, através dos caminhões, passam apenas por inspeção de volume e classe, pois só entram RSU, sendo registradas essas informações (hora de entrada do caminhão e sua origem de coleta) de modo eficaz. A seguir o motorista é encaminhado ao local exato do despejo, o qual tem um tempo máximo de permanência na frente de trabalho de 5 min.

O entulho, também, é recebido no aterro, porém é exigido o formulário de manifesto fornecido pelo órgão de controle ambiental, em três vias, uma via do receptor, outra do transportador e outra do gerador (FARIA, 2002).

O acesso à frente de trabalho é bom, ainda que com limitações em períodos chuvosos. A Administração possui a sua disposição os seguintes equipamentos: 1 trator de esteiras, 1 pá-carregadeira, 1 retro-escavadeira e 2 caminhões-baú de 5 m³.

Quanto ao sistema de impermeabilização, é composto por um *liner* com manta de PEAD, drenos e 1 m de argila compactada em toda área de disposição. Com isso, foi possível construir um sistema de drenagem e coleta de chorume, que se encontra operacional, bem como para os gases.

A drenagem de gás é constituída por 11 drenos, de profundidade de 6 m e diâmetro de 0,5 m, preenchidos com brita nº 3, envoltos numa tubulação de ferro fundido perfurado, de 2 mm de espessura, que trabalha como uma camisa deslizante. A previsão para início de queima do biogás é de 1 ano. Essa drenagem tem sinalização para impedir que as máquinas possam danificá-las.

A drenagem de águas pluviais definitiva é suficiente, ligada ao córrego próximo, e constituída de valas laterais de largura de 1,0 m e profundidade de 0,6 m. Já a de águas pluviais provisória é composta por canaletas ao redor das células, porém esta não se encontra totalmente funcional, pois a manutenção dessas calhas é falha.

Foi elaborado um projeto para execução do sistema de tratamento de chorume, com filtro de bambu, filtro de pedras, tratamento fito-biológico (taboa), lagoa de estabilização, reservatório e coleta, sendo monitorado rotineiramente (Figura 9.46).

A primeira fase de tratamento do chorume é composta pelo filtro biológico, com diâmetro de 1,70 m e altura de 1,40 m, e a fitorremediação numa caixa com as dimensões (4,0 x 2,0 x 0,6) m. O efluente desta caixa é despejado na lagoa, de capacidade para 500 m³ de chorume, com dimensões de (23,0 x 17,0 x 1,3) m.



Figura 9.46: Sistema de tratamento fito-biológico de chorume no aterro 11.

A fitorremediação possibilita remover ou reduzir a periculosidade de poluentes, valendo-se do uso de vegetais, que atuam na degradação, no isolamento ou na imobilização dos contaminantes. Também pode ser utilizada, com restrições, em casos de contaminação por metais, pesticidas, solventes, explosivos, óleo cru, hidrocarbonetos poliaromáticos e chorume de aterros (EPA, 1998).

Em condições normais, com o desenvolvimento das bactérias é removida parte da matéria biodegradável pelo filtro biológico. O efluente do filtro biológico é direcionado para a fitorremediação, onde constituintes orgânicos e outros contaminantes são quebrados. O efluente é acumulado na lagoa, onde ocorre tratamento e evaporação.

Antes do início da operação do aterro sanitário foram retiradas duas amostras da qualidade da água do córrego mais próximo, para servir de referência da evolução do impacto ambiental. Na Tabela 9.3, pode-se ver que todas as concentrações diminuíram, com exceção de cloretos, que dobrou, e de coliformes, que se mantiveram constantes.

Abaixo da camada impermeabilizante de argila compactada no fundo do aterro foram construídos drenos para verificar a ocorrência de percolados. Amostras dessa água são analisadas, mas sem uma frequência estabelecida, portanto ineficazes.

O projeto de execução e monitoramento do aterro sanitário foi realizado em parceria com uma Universidade, que incluiria o controle das águas superficiais, previsão de uma camada impermeabilizante na base do aterro, sistemas de coleta de chorume e gases, além do tratamento do chorume.

Tabela 9.3: Análise da qualidade da água do córrego antes do início da operação do aterro 11 (FERREIRA *et al*, 2001, in FARIA, 2002)

Constituintes	Córrego	
	Out/1999	Mai/2001
Nitrogênio amoniacal (mg/l)	0,96	0,37
Cádmio (mg/l)	0,004	< 0,001
Cloreto (mg/l)	4	8
Cobre (mg/l)	0,016	0,010
Demanda bioquímica de oxigênio (DBO) (mg/l)	10	1
Surfactantes aniônicos (mg/l)	0,30	< 0,2
Demanda química de oxigênio (DQO) (mg/l)	41	30
Fósforo total (mg/l)	< 0,02	< 0,01
Nitrogênio kjeldahl (mg/l)	< 0,02	< 0,01
pH	7,4	7,8
Sólidos dissolvidos totais (SDT) (mg/l)	150	130
Sólidos suspensos totais (SST) (mg/l)	20	1
Sulfato (mg/l)	0,30	< 0,01
Zinco (mg/l)	0,029	0,01
Coliformes fecais (mpn/100ml)	170	170
Coliformes totais (mpn/100ml)	1.600	1.600

9.11.3 Condições Operacionais

Na frente de trabalho do aterro, uma cerca móvel é colocada, para impedir a presença de elementos dispersos pelo vento, porém não suficiente. O recobrimento do lixo é diário, com uma espessura de 0,15 m, e camada intermediária de 0,3 m.

O processo de aterramento do lixo é executado sob o método da área e a compactação é feita em 5 passadas com trator de esteiras, de baixo para cima, em camadas de 0,5 m, e com o caminhão basculante espalhando o material de recobrimento de cima para baixo, formando um talude de 1:3 (Figura 9.47).

Na época da visita, período chuvoso, próximo ao verão, havia urubus, fato justificado pela impossibilidade do recobrimento. Além disso, havia ainda moscas em grande quantidade. No entanto não foi evidenciado um foco sequer de queimadas, muito menos catadores e animais.

Conforme já dito, devido à inspeção na entrada, quanto à classe de resíduos, não são dispostos neste aterro resíduos de serviços de saúde nem industriais.

Quanto ao funcionamento dos sistemas de drenagem, a de chorume é suficiente e operante, coletando para a lagoa de estabilização. No caso das de águas pluviais, apenas a definitiva funciona bem, pois a provisória é sempre prejudicada pelas chuvas. A drenagem de gases é suficiente, porém não existe projeto de coleta e tratamento.



Figura 9.47: Execução de compactação e aterramento do lixo no aterro 11

O monitoramento sistema de tratamento do chorume começou em dezembro de 2000, seis meses após o início das operações no aterro, quando começou a geração de chorume, sendo as amostras colhidas, abaixo da camada de argila.

Segundo informações de projeto, o aterro tem vida útil até 2010.

9.11.4 Gestão Ambiental

Com relação aos parâmetros ambientais, esta Administração recebeu pontuação média, pois apresentam falhas no controle dos registros, bem como nas análises e nas medições realizadas no monitoramento dos efluentes, das águas e dos maciços. Por falar em monitoramento, este parâmetro não pontuou devido ainda às falhas de drenagem das águas pluviais, tudo isso afetando o requisito controle de operações.

A área é totalmente legalizada, bem como o aterro possui licenciamento ambiental, o que mostra o comprometimento da prefeitura em atender a todas às exigências relacionadas à legislação ambiental. O outro ponto satisfatório é a garantia dos recursos necessários para a realização das operações no aterro, como humanos, infra-estrutura e financeiros.

Os responsáveis pelas operações mostraram uma preocupação com os impactos que o aterro pode causar, desde antes do início do recebimento do lixo, como citado no tópico 9.11.2, porém falta estabelecer uma forma de coleta e tratamento para o biogás, que já está sendo gerado.

9.11.5 Sugestões de Melhoria

Este aterro deverá implementar melhorias no sentido de evitar a emissão dos gases, bem como manter um controle mais rigoroso na coleta de águas pluviais provisória, para não gerar incremento de lixiviados na massa de resíduos.

Ainda que não permitisse o vazamento de chorume e lixiviado no solo e nos corpos d'água próximos, deverá também melhorar a frequência das análises realizadas, bem como o ideal seria dispor nas instalações do aterro, os relatórios de monitoramento.

Foi constatado que nem sempre o aterro dispõe de pessoal técnico qualificado, fato que deveria ser repensado, pois em parte do tempo os mesmos estão na prefeitura.

É recomendado ainda que se inicie um estudo de demanda de biogás gerado para ver a viabilidade de ser instalado uma estação de geração de energia, mesmo que apenas para a utilização do aterro, evitando a emissão e a queima direta dos GEE.

Outra sugestão de melhoria, que poderia ser incrementada no aterro é a aquisição e a instalação de uma balança totalmente automatizada, e interligada diretamente com a Secretaria de Meio Ambiente, que pudesse fornecer em tempo real, bem como através da instalação de câmeras de vídeo, as informações necessárias para um controle efetivo de todo material descarregado.

A prefeitura poderia também formar cooperativas de catadores e implementar coleta seletiva no município, para que, através de uma usina de triagem e reciclagem, pudesse reaproveitar materiais hoje despejados, como papelão, vidro, plástico, PET e latas de alumínio. A fim de minimizar o volume de lixo, principalmente de material orgânico, depositado no aterro, poderia ser instalada uma usina de compostagem.

Por fim, a prefeitura poderia contratar os serviços de uma empresa especializada em gestão ambiental, a fim de realizar uma auditoria ambiental nas instalações do aterro sanitário, para que com base nos resultados, pudesse priorizar suas metas de controle e diminuição de poluição e potenciais danos causados ao meio ambiente.

9.12 Aterro 12

A visita deste local foi acompanhada por um representante da prefeitura, que relatou de forma sucinta o histórico do tratamento do lixo no município. Antes da utilização desta área, o lixo ser disposto num vazadouro desprovido de qualquer controle ou forma de tratamento, já desativado em 1990, sendo finalizado com uma cobertura de vegetação natural. Hoje, o aterro está instalado numa área plana cercada por alguns morros. No dia da visita, encontrava-se com altura de cerca de 40 m, sendo o maciço de lixo dividido em camadas de 3 m.

Neste município, não existe uma tarifação para limpeza urbana nem legislação específica. A receita para a manutenção desses serviços (coleta, varrição e destinação), terceirizados, provém de verba específica e constante de R\$ 250 mil por mês, que segundo os especialistas não é suficiente. Também não há usinas de reciclagem e compostagem.

A produção de resíduos sólidos, estimada pela administração do aterro, é de 60 t/dia, incluindo o material patogênico, que é descarregado, sem nenhum tratamento por incinerador.

No local, ocorrem chuvas concentradas no verão, resultando numa média pluviométrica anual de 1.800 mm (FARIA, 2002).

A frente de trabalho é composta por 2 vigilantes (portaria/balança) e 5 operadores de máquinas (empresa de engenharia terceirizada).

Os resultados das avaliações (IQR, IQA e IQS), baseados na análise dos dados apresentados a seguir, estão dispostos no Apêndice X.

9.12.1 Características do Local

O aterro encontra-se localizado numa área de capacidade de suporte e permeabilidade do solo desconhecida, sendo este predominantemente argiloso, e está afastado de núcleos habitacionais, pois sua localização não contribui para o estabelecimento de urbanização próxima. Já quanto a corpos d'água, existe um rio a menos de 200m, onde o chorume é derramado, além de córregos entre pastagens.

Ao lado da guarita foi aberto um poço para abastecer o aterro, com uma profundidade de 2,5m, então essa distância foi considerada da base do aterro até o lençol freático (FARIA, 2002).

Há disponibilidade de material para recobrimento, de boa qualidade, que é retirado das encostas ao redor dos taludes do aterro.

As condições do sistema viário-trânsito-acesso são razoáveis, por estrada de terra, prejudicada em dias de chuva. O acesso está afastado do centro urbano 4 km, sendo 3 km de estrada de terra, onde existe uma guarita com funcionário, que faz o controle. O tráfego é sempre desimpedido, porém há resíduos ao longo dessa estrada, que caem dos caminhões durante o transporte. Assim, o isolamento visual da vizinhança é bom, pois o aterro é afastado, porém seu aspecto é ruim.

O início da Operação se deu em 1991, com uma vida útil estimada de aproximadamente 20 anos. A área foi escolhida pela prefeitura, que está com o processo de legalização em trâmite, portanto não há licenciamento ambiental.

9.12.2 Infra-estrutura Implantada

A área do aterro é totalmente cercada por arame farpado, com guarita e balança na entrada. A inspeção dos resíduos é ineficaz, apesar do peso, hora e rota do caminhão ser registrado pelo porteiro, porém é permitida a entrada de resíduos de serviços de saúde e de lodos de esgotos (diretamente na lagoa de estabilização). A pesagem é feita na entrada e na saída, através de uma balança de 30 t.

O acesso à frente de trabalho é razoável, devido a certas limitações em períodos chuvosos. A Administração do aterro possui a sua disposição os seguintes equipamentos: 1 trator de esteiras D4 (não é o ideal), 1 retro-escavadeira, 1 caminhão-baú e 1 basculante.

Não há um sistema de impermeabilização, mas apenas uma camada de argila compactada, com 1 m de espessura em toda área de disposição. A drenagem do chorume foi feita em parte por um esquema semelhante à espinha de peixe c/ tubo perfurado e brita, porém há vários drenos, tanto para chorume quanto gás, que foram perfurados na massa de resíduos. Conseqüentemente, essa drenagem de gás não funciona bem, pois está sempre entupindo, devido à movimentação do lixo.

A drenagem das águas pluviais, tanto a definitiva como a provisória, também é insuficiente e não possui manutenção (Figura 9.48).



Figura 9.48: Drenagem de águas pluviais provisória em péssimo estado no aterro 12.

Não há também um sistema para tratamento de chorume. Este é coletado precariamente, conduzido por valas a céu aberto e lançado diretamente em lagoas de estabilização, sem qualquer tipo de cuidado, contaminando diretamente o solo e os corpos d'água próximos (Figura 9.49).



Figura 9.49: Lagoa de estabilização de chorume contaminando o solo e as águas subterrâneas no aterro 12.

9.12.3 Condições Operacionais

Nas condições de trabalho são péssimas. O recobrimento do lixo não é diário e não tem uma sistemática de procedimento, com relação à espessura. A compactação é feita em 2 ou 3 passadas, sem nenhuma forma de controle de qualidade. Devido a este fato, as chuvas de verão fizeram boa parte do lixo se espalhar por todo o aterro.

Na época da visita, período chuvoso de verão, havia urubus e outros pássaros e vetores, moscas em grande quantidade (Figura 9.50). No entanto não foi evidenciado um foco sequer de queimadas, nem catadores e animais.



Figura 9.50: Lixo descoberto e presença de urubus no aterro 12.

Este aterro ainda recebe material patogênico, depositado em célula sanitária específica, que recebe tratamento de estabilização a base de cal, porém foi constatado que este material é disposto aleatoriamente em qualquer lugar do aterro, inclusive às margens das lagoas de estabilização, um verdadeiro vazadouro de “qualquer coisa”.

A cal é um dos produtos alcalinos mais baratos, utilizada no tratamento de lodo de esgoto. O processo é denominado de estabilização, que pode usar a cal virgem, CaO , ou a cal hidratada Ca(OH)_2 . A cal virgem é mais utilizada a granel e para grandes quantidades, enquanto a cal hidratada é manipulada com maior facilidade. Quimicamente, além da fixação dos metais pesados, pode haver insolubilização do fósforo. A elevação do pH é também eficiente na eliminação de patógenos e indicadores. As *Salmonelas* são facilmente destruídas com qualquer dosagem, assim como cistos de protozoários. Os estreptococos são geralmente mais resistentes, mas

também são eliminados com o tratamento de cal. As larvas de helmintos também são relativamente de fácil eliminação, enquanto os ovos são mais resistentes devido a sua proteção natural (BETTIOL *et al*, 2000, *in* FARIA, 2002).

O monitoramento das águas subterrâneas, que foi interrompido por “falta de verbas”, era realizado de três em três meses através de dois poços, um à montante e outro à jusante e as análises indicaram o comprometimento das águas.

Segundo informações e projeto, a vida útil do aterro é de apenas mais 5 anos e até agora não há sequer um plano de fechamento e de recuperação da área degradada.

9.12.4 Gestão Ambiental

Com relação aos parâmetros ambientais, nada existe, conforme descrito acima (com exceção do controle dos registros de entrada de resíduos no aterro), pois não há uma cultura de gestão municipal, além da permissividade com a degradação ambiental, que é grave, e da falta de interesse público para solucionar este problema.

9.12.5 Sugestões de Melhoria

A área utilizada para dispor os resíduos é muito boa, com uma declividade que facilita a operação de construção das células pelo método da rampa, porém é muito mal utilizada, sendo o lixo espalhado por todos os lados e de qualquer maneira. Por isso, a prefeitura deveria elaborar um plano de emergência, que englobasse um melhor aproveitamento da área, o que garantiria uma sobrevivência de mais uns 15 anos.

Esse plano de emergência visaria o controle do aterro, aproximando-o de melhores condições, visto o descaso de até então, através de iniciativas de engenharia geotécnica e ambiental, como a realização das medições e monitoramentos de águas subterrâneas e superficiais, chorume, gases e estabilidade dos maciços de lixo e solo.

Como já possui balança, a prefeitura poderia interligá-la via automação de dados, com a Secretaria responsável, de modo fornecer em tempo real as informações necessárias para um controle efetivo de todo material descarregado.

É emergencial também a instalação de uma unidade para tratamento, com incinerador ou outra forma de tratamento térmico para os resíduos de serviços de saúde.

A prefeitura poderia também formar cooperativas de catadores e implementar coleta seletiva no município, destinando os recicláveis para uma usina de reciclagem, a fim de minimizar o volume de lixo transportado para o aterro.

9.13 Aterro 13

A visita deste local foi acompanhada pelo gerente do aterro, que relatou de forma sucinta seu histórico. Anteriormente ao início da operação, em 1998, o lixo era disposto em município vizinho. O aterro está instalado num vale, em local muito próximo a um rio e a lagoas. Na data da visita, encontrava-se com 15 m de altura no topo: a 1ª camada, de 10 m, já desativada, e a 2ª, em operação.

Neste município, a receita para a manutenção dos serviços de limpeza urbana (terceirizados), provém da arrecadação municipal, sem tarifação definida.

O município não possui usinas de reciclagem e de compostagem. A carga de resíduos sólidos recebida no aterro, estimada pela prefeitura, é de 20 t/dia, incluindo material patogênico, que é destinado ao incinerador, com capacidade para 200 kg/dia.

No local, a precipitação média anual é de 1.500 mm, sendo mais intensas no período do verão (FARIA, 2002).

Na frente de trabalho existem apenas 2 operadores de máquinas e 2 ajudantes. O vigia é funcionário da propriedade, que é particular (alugada à prefeitura).

Os resultados das avaliações (IQR, IQA e IQS), baseados na análise dos dados apresentados a seguir, estão dispostos no Apêndice X.

9.13.1 Características do Local

O aterro encontra-se localizado numa área de baixa capacidade de suporte do solo, este predominantemente argiloso. A inexistência de sondagem e de ensaios de permeabilidade levou a indicar este parâmetro por avaliação pessimista.

O aterro está localizado ao lado de um conjunto de habitações de baixa renda.

Quanto à proximidade de corpos d'água, o principal rio da região se encontra praticamente ao lado, além de uma barragem, e córregos à jusante dos taludes. Ao longo da estrada de acesso, existem dois lagos (piscinões), onde crianças tomam banho rotineiramente, com línguas negras e forte odor, caracterizando o despejo de chorume, como se pode ver na Figura 9.51.

A profundidade do lençol freático varia de 1,5 a 2,0 m, com o afloramento de água, dentro do vazadouro, pressupondo-se que o lençol freático esteja alto no local.

Há pouca disponibilidade de material para recobrimento, mas também o pessoal responsável pelo aterro não se dispõe a cobrir o lixo diariamente, devido à pequena quantidade depositada.



Figura 9.51: Crianças se banhando em lagoa contaminada pelo chorume do aterro 13.

As condições do sistema viário-trânsito-acesso são ruins, através de estrada de terra de 3 km, sem conservação adequada. O tráfego gerado pelo transporte dos resíduos traz transtornos, pois atravessa uma comunidade favelada.

O local é isolado da vizinhança, com o portão de acesso bem distante da área de operação. Porém, a área não é legalizada, bem menos licenciada

9.13.2 Infra-estrutura Implantada

A área do aterro é cercada de arame farpado, com acesso controlado por guarita, apenas durante o dia, mas sem balança. Os resíduos que chegam, através dos caminhões, não passam por qualquer inspeção de volume ou classe, nem são registradas quaisquer informações.

O acesso à frente de trabalho é ruim. A Administração do aterro possui a sua disposição 1 retro-escavadeira, 1 trator D4 (não é o ideal) e 1 caminhão basculante.

O lixão não possui qualquer forma de controle ou monitoramento, pois não há impermeabilização da base, drenagem de chorume (Figura 9.52), águas pluviais definitiva e provisória, gases, tratamento de chorume, monitoramento de águas subterrâneas, superficiais, lixiviados, gases nem estabilidade de maciços de solo e lixo.

Também nenhum projeto foi elaborado para esta finalidade. O que parece se caracterizar é uma forma de se esconder a realidade, vista pela administração municipal como um problema, e ainda aproveitando-se de uma situação de uso de um terreno particular, sem qualquer critério estabelecido ou evidências de regularização legal.



Figura 9.52: Vazamento de chorume em córrego próximo ao aterro 13.

9.13.3 Condições Operacionais

Não há critério ou sistemática para a realização da compactação do lixo que ainda é feita com tratores intermitentes, não recomendados. Há presença de elementos dispersos pelo vento e de muitos urubus (abatidos para alimento) e moscas, devido ao recobrimento ser feito de modo ineficaz e apenas uma vez por semana, bem como catadores e animais. A prefeitura não dispõe de um mínimo de pessoal para o aterro.



Figura 9.53: Lixo depositado a céu aberto sem nenhum controle no aterro 13.

Ainda, não há um projeto de remediação do local, extremamente degradado, como pode ser visto no solo a jusante do aterro na Figura 9.53 acima, nem uma estimativa de sua vida útil, muito menos um plano de fechamento do aterro.

9.13.4 Gestão Ambiental

Com relação aos parâmetros ambientais, nenhum é relevado, pois não há a menor vontade da administração em operar o aterro de acordo com as normas técnicas, regulamentos ou legislação pertinente.

9.13.5 Sugestões de Melhoria

Este lixão não tem o que ser melhorado, mas sim deve ser desativado por intermédio da construção de novo aterro em área devidamente escolhida, baseando-se nos critérios de seleção (vide tópico 6.3), bem como atendendo à legislação ambiental pertinente. Nesse sentido, a prefeitura do município, deverá buscar outro local para disposição dos seus resíduos. Para a área degradada, deverá ser elaborado um programa ambiental de remediação e recuperação.

Em contrapartida, como o município produz uma quantidade pequena de resíduos e, considerando a proximidade com outros municípios vizinhos, que dispõem de aterros maiores e em melhores condições, é aconselhável que se negocie com outras prefeituras a busca de uma solução comum para depositar seu lixo.

9.14 Aterro 14

A visita deste local foi acompanhada por um representante da prefeitura e um técnico da empresa contratada, que gerencia as operações no aterro, que relataram o histórico da disposição do lixo no local. Em 1965, começou como um lixão a céu aberto e em outubro de 2002 essa empresa passou a ser controlar a emissão de gases e chorume, e recebe parte do lixo da região metropolitana do Estado.

Com altura de 35 m (cota +67 m), se divide em células de (60 x 30 x 4) m.

A verba para a manutenção das operações deste aterro provém da arrecadação do município, destinada à companhia de limpeza urbana.

Em paralelo às atividades de tratamento e destinação final desses resíduos, há vários centros de triagem e reciclagem na capital do Estado, porém muitos desativados ou simplesmente ignorados pelo poder público, sob a alegação da “falta dos recursos”. O mesmo ocorre com as usinas de compostagem.

A produção de resíduos sólidos, estimada pela administração do aterro, é de 600 caminhões, o equivalente a 4.000 t/dia, apenas de resíduos sólidos urbanos, pois não é recebido material patogênico nem industrial.

No local, ocorrem precipitações, numa média 1.080 mm/ano (INMET, 2005).

Na frente de trabalho existem cerca de 100 empregados, dentre funcionários da prefeitura e da empresa contratada (dentre operadores de máquina, técnicos, administrativos, limpeza, apoio diversos, etc.).

Os resultados das avaliações (IQR, IQA e IQS), baseados na análise dos dados apresentados a seguir, estão dispostos no Apêndice X.

9.14.1 Características do Local

O aterro encontra-se localizado numa área de boa capacidade de suporte do solo, residual, com rocha logo a 2 m de profundidade, portanto com permeabilidade baixa.

Nas imediações do aterro, há um conjunto habitacional, com cerca de 230 mil habitantes, em residências de baixo padrão, principalmente na estrada de acesso à entrada. Com relação a corpos d'água, o aterro está entre três rios, porém, devido à altura do maciço, o lençol freático se encontra abaixo de 3 m da sua base, variando de 4 a 6 m de profundidade, e com diversos pontos de monitoramento no aterro e ao redor.

Há disponibilidade de material para recobrimento, porém de baixa qualidade, além disso, o lixo é recoberto também por material inerte.

As condições do sistema viário-trânsito-acesso são muito boas, em estrada asfaltada, em via asfaltada, em bom estado de conservação. Na entrada, uma guarita e portaria controlam o acesso ao aterro. O tráfego gerado pelo transporte dos resíduos não traz graves transtornos, visto sua localização afastada do centro urbano.

O isolamento visual da vizinhança é bom, com as células fechadas cobertas com gramíneas e cercadas por plantio de árvores, porém na frente de trabalho o cobrimento do lixo depositado não é diário.

Um outro problema que este aterro sofre é com relação à licença ambiental, pois este possui autorização para receber até uma quantidade diária determinada, porém, quando o outro aterro, que também atende à capital, é fechado pelas inúmeras brigas políticas entre os municípios da região metropolitana, este passa a receber todo o lixo gerado na capital do Estado, que acarreta constantes multas, aplicadas pelo órgão de controle ambiental estadual.

A atual administração do aterro iniciou suas atividades de controle na área, de 355 mil m², em outubro de 2002, com o objetivo de recuperar a área, transformando o local num aterro controlado. A estimativa da vida útil do aterro é de apenas mais 2 anos.

9.14.2 Infra-estrutura Implantada

A área do aterro é totalmente cercada, por muro de concreto de 3m de altura, e com portaria na entrada, totalmente operacional, com balança (Figura 9.54), onde é feita a inspeção dos resíduos, quanto ao volume e a classe, apenas sendo permitida a entrada de RSU (domiciliar e varrição) e material inerte, encaminhado ao bota-fora, sendo registradas as informações (peso, itinerário, etc.).



Figura 9.54: Controle de entrada e balança no aterro 14.

O acesso à frente de trabalho é bom, ainda que com certas limitações em períodos chuvosos. A Administração do aterro possui a sua disposição 4 tratores-deesteiras tipo D6, 1 retro-escavadeira 320, 1 rolo compactador, 5 caminhões basculante, 2 caminhões-pipa, 1 roçadeira e 3 pás mecânicas.

Só existe sistema de impermeabilização nas novas frentes de trabalho, composto por manta de PEAD (2 mm de espessura), tubulões perfurados, envoltos por brita nº 4, e uma camada de 50 cm de argila compactada. O sistema de drenagem nesta parte é composto por tubos de concreto perfurados, envoltos por bidim, brita nº 4 e areia.

Na parte antiga (lixão), não há impermeabilização de base, porém foram feitas obras canalização periférica para contenção dos vazamentos (Figura 9.55).



Figura 9.55: Escorregamento de cobertura de impermeabilização no aterro 14.

Já o sistema de drenagem e coleta de gases foi instalado tanto na parte antiga como na nova e é suficiente e operacional.

A drenagem de águas pluviais definitiva (Figura 9.56) se divide em duas partes: no lixão a captação é periférica, por gravidade; no controlado em malha de tubos, com cisterna geral. A provisória é composta por calhas que descarregam diretamente no rio.



Figura 9.56: Sistema de drenagem de águas pluviais definitiva no aterro 14.

Não existe um sistema para o tratamento do chorume, pois este é captado na cisterna específica e bombeado para recirculação no aterro (Figura 9.57).



Figura 9.57: Recirculação de chorume no aterro 14.

O monitoramento das operações do aterro é feito pela empresa responsável pelas operações e incluem as águas subterrâneas, águas superficiais, lixiviados, gases, estabilidade dos maciços de solo e de lixo.

9.14.3 Condições Operacionais

Na frente de trabalho do aterro há presença de elementos dispersos pelo vento, pois o recobrimento do lixo não é diário. Este recobrimento é feito com material classe II-b, proveniente de bota-foras de obras da prefeitura, e argila compactada, durante a operação (24h), mas a cada 4m.

A compactação do lixo é adequada, feita com tratores-de-esteiras e rolo compactador, conforme estipulações de projeto.

Devido ao não cobrimento diário do lixo, ocorre uma quantidade expressiva de urubus e moscas. No entanto, não foi evidenciado foco de queimadas, pois o sistema de drenagem de gases não permite, porém há cerca de 250 catadores (cadastrados pela prefeitura), trabalhando na frente de trabalho do aterro (Figura 9.58). A administração garante que não entram catadores não-cadastrados, mas acredita-se que este impedimento é imposto e assegurado pelos próprios catadores cadastrados, evitando a “concorrência”.



Figura 9.58: Frente de trabalho com catadores e urubus no aterro 14.

Quanto ao funcionamento dos sistemas de drenagem, todos são eficientes, com exceção da de águas provisórias.

A manutenção dos acessos internos é muito boa, feita com revestimento das vias com escória de ferro e brita nº 0.

A administração do aterro, juntamente com a prefeitura, estuda uma forma de remediação para a área degradada, após o encerramento das operações.

O plano de encerramento será basicamente o cobrimento de vegetação nativa, além dos devidos monitoramentos.

9.14.4 Gestão Ambiental

Com relação aos parâmetros da gestão ambiental, alguns foram atendidos, ainda que indiretamente, pois não há uma cultura de gestão ambiental neste aterro. Estes são relacionados à garantia dos recursos necessários às operações, ao controle dos registros e à questão de treinamento e comunicação, pois todos os funcionários que lá trabalham têm que passar por um treinamento inicial, dado pela empresa, treinamentos de atualização, bem como existe campanhas de conscientização, tanto com os funcionários quanto com a comunidade local.

Algumas metas são estabelecidas, porém sem uma consistência com todo o processo envolvido. Um outro problema grave se encontra no desrespeito constante às

determinações condicionantes da licença ambiental para o local, que, como já citado anteriormente, recebe mais lixo do que o determinado.

O parâmetro controle, medição e monitoramento ficou prejudicado pela falta de controle da administração com a utilização do material de recobrimento, a inexistência de um sistema para tratamento do chorume, bem como pela ineficiência da drenagem das águas pluviais provisórias.

9.14.5 Sugestões de Melhoria

A administração do aterro deve procurar incrementar seu método de recobrimento do lixo, com a utilização de um material mais apropriado e realizando-o diariamente, para evitar a proliferação de vetores.

Além disso, recuperar o sistema de drenagem das águas pluviais provisória, bem como realizar sua manutenção com maior regularidade.

Este aterro pode ser ampliado, através da adequação de uma área próxima, assim estendendo sua vida útil por aproximadamente mais 5 anos, conforme projeto em elaboração. No entanto, pelas limitações de acondicionamento de lixo no local, a prefeitura deverá estudar um novo local para disposição do seu lixo, o que já vem sendo feito, porém este estudo vem causando sérios constrangimentos entre população e governo, além de impasses políticos. Este problema é muito grave e se percebe que não vem sendo tratado com o devido merecimento pela administração pública.

Convém que, ao iniciar este novo aterro, sejam considerados os requisitos de gestão ambiental, como uma atitude pró-ativa, que garanta sua operação continuamente correta, de modo não causar prejuízos ao meio ambiente.

9.15 Aterro 15

A visita deste local foi acompanhada por um engenheiro da prefeitura, que na medida do possível contribuiu com a coleta de dados, relatando o histórico do tratamento do lixo, este que era vazado em local próximo, hoje coberto, com pequenas construções. O depósito de lixo em estudo está bem escondido, mas próximo a rios e córregos. Na data da visita, encontrava-se com 1 m de altura, disposto numa grande extensão horizontal.

Neste município, a receita para a manutenção dos serviços de limpeza urbana, realizado por firma terceirizada, provém da arrecadação municipal de impostos.

No município a obra da usina de reciclagem, financiada pelo Estado, foi concluída em 1997, mas a usina nunca funcionou. O município alegou que o Estado não havia passado seu comando. Nesta briga do poder público, foram desperdiçados US\$ 2,5 milhões (LUA, 1999). Não há usinas de compostagem.

A produção de resíduos sólidos estimada é de 250t/dia, apenas resíduos sólidos urbanos, e a frente de trabalho é 5 funcionários da prefeitura (1 gerente e 4 operadores de máquina).

Os resultados das avaliações (IQR, IQA e IQS), baseados na análise dos dados apresentados a seguir, estão dispostos no Apêndice X.

9.15.1 Características do Local

O aterro encontra-se localizado numa área de capacidade de suporte do solo adequada, porém de média permeabilidade, e está afastado de núcleos habitacionais (a população mais próxima encontra-se a 2 km de distância).

Quanto a corpos d'água, existem um rio 50 m à jusante, que provavelmente recebe o percolado do aterro, bem como num córrego, que contorna o lixão. Não há informação sobre a profundidade do lençol freático, todavia pela presença de água superficial, é possível supor que o mesmo esteja alto na região do vazadouro.

Há pouca disponibilidade de material para recobrimento, ainda de má qualidade.

As condições do sistema viário-trânsito-acesso são Péssimas, por intermédio de estrada de terra, alternada com asfalto toda esburacada e descontínua. Por esse motivo, o transporte do lixo deixa a desejar, pois ao longo do acesso, foram encontrados resíduos espalhados, caracterizando que os mesmos vazam constantemente dos caminhões.

O local é bem “escondido”, pois fica situado num vale, cercado de morros e vegetação. Porém a área é inadequada para esta finalidade. O início das operações se deu entre os anos de 2000 e 2001, ainda que sem o devido licenciamento ambiental e a legalização.

9.15.2 Infra-estrutura Implantada

Não existe cercamento da área do depósito muito menos guarita. O acesso é totalmente aberto, porém o gerente do aterro não permite a entrada de resíduos de serviços de saúde, que são encaminhados ao incinerador de um hospital público.

As condições de acesso à frente de trabalho são péssimas e, quando chove, se tornam impraticáveis. Os equipamentos utilizados na operação do aterro são os seguintes: 1 patrol, 2 tratores-de-esteiras tipo D6, 1 pá-mecânica modelo FH325 e 4 caminhões basculante (rotativos).

Não existe impermeabilização de base, sistemas de drenagem e coleta de chorume, de gases e de águas pluviais definitiva e provisória, um verdadeiro lixão a céu aberto, sem qualquer forma de controle de poluição.

Conseqüentemente, não há tratamento do chorume, que polui diretamente o solo e os corpos d'água, nem qualquer tipo de monitoramento, seja de águas subterrâneas, águas superficiais, lixiviados, gases, estabilidade dos maciços de solo e de lixo.

9.15.3 Condições Operacionais

Na frente de trabalho do aterro há presença de elementos dispersos pelo vento, pois não é feito recobrimento do lixo nem a compactação é eficaz (Figura 9.59). Conseqüentemente são muitos, dentre urubus e moscas, os vetores existentes. No entanto, não foram evidenciados focos de queimadas.

Ainda que o vazadouro esteja afastado de núcleos habitacionais, há catadores, cerca de 220, e criação de animais (Figura 9.60).

Mesmo sem cercamento e controle de entrada, não é permitida a disposição de resíduos de serviços de saúde nem industriais.

Segundo informação do Secretário de Meio Ambiente, a Prefeitura já possui um projeto de remediação, pois o lixão deve ser encerrado o mais breve possível, que consiste no cobrimento do local com espécies vegetais, ou seja, a fitorremediação. O

projeto de encerramento ainda incluirá a drenagem e a contenção do chorume, bem como os devidos monitoramentos. Porém, nada tem sido feito nesse sentido até o momento, apenas promessas.



Figura 9.59: Disposição de lixo sem cobertura e compactação no aterro 15



Figura 9.60: Catadores e animais sobre a massa de resíduos no aterro 15

9.15.4 Gestão Ambiental

Com relação aos parâmetros ambientais, praticamente nada existe, conforme descrito acima, com exceção do compromisso em executar uma obra de aterro sanitário, que há anos está parada, porém acredita-se que agora exista interesse do poder público, pois há prazos a cumprir nesse sentido.

Contudo, não há uma cultura de gestão ambiental na administração municipal, além da permissividade com a degradação, que é grave, e da falta de interesse para solucionar a situação.

9.15.5 Sugestões de Melhoria

Este lixão deve ser desativado imediatamente, para o início das obras de controle ambiental, bem como da remediação das áreas degradadas. Paralelamente, deverão ser retomadas as obras de construção do novo aterro sanitário. Uma saída para a “falta de verba” seria a concessão do local a uma empresa especializada no tratamento de resíduos, como é feito em outros municípios, ou a parceria para destinação do lixo em aterro sanitário próximo.

Quanto aos catadores, uma proposta viável seria, retirá-los imediatamente do local, proporcionando-os condições mais dignas de trabalho, e cadastrá-los para trabalhar em centrais de triagem ou reciclagem, além de futuramente no aterro sanitário, após o devido preparo.

Convém que o contrato de concessão condicione a empresa à certificação ISO 14001, garantindo a operação correta, sob o contexto da gestão ambiental.

Capítulo X

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Durante este estudo, foram observados os modelos de gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos em diversas localidades. O resultado de todas as observações é pragmático: cada cidade tem seu modelo ou sua filosofia em função das condições locais. Não existem dois modelos idênticos, e não convém copiar ou extrapolar. Algumas idéias básicas podem ser transmitidas de um lugar a outro para formular uma filosofia geral da gestão do lixo, visando principalmente aproveitar experiências já existentes e evitar repetição de erros.

No entanto, a dificuldade de obter definições precisas que melhorem a descrição de relevantes atribuições ou parâmetros para a instalação e operação de um aterro sanitário numa certa área, levou a trabalhar num sistema de tomada de decisões.

Segundo CASTRO & FEHR (1998), o modelo definitivo é próprio de cada contexto e depende de fatores culturais, sociais, populacionais, geográficos, econômicos e até de preferências pessoais. Neste sentido, foram estimados os indicadores lógicos para a construção da filosofia de gestão mais adequada aos municípios, objetos deste estudo, servindo também para outros em situação semelhante. O desafio das administrações locais consistirá em gerir corretamente o comportamento da população para caminhar, em um esforço de equipe, ao encontro da meta visada. Desse modo, o presente trabalho pode ser resumido na seguinte Tabela 10.1 abaixo.

Tabela 10.1: Resultado das Avaliações dos Índices de Qualidade nos Aterros.

Aterro	IQR	IQA	IQS	Classificação
01	6,62	6,86	5,76	Inadequada
02	2,31	2,36	1,94	Inadequada
03	6,15	6,43	5,53	Inadequada
04	9,62	9,50	8,71	Adequada
05	3,54	3,64	3,06	Inadequada
06	7,54	7,00	5,94	Inadequada
07	8,77	9,00	9,18	Ambiental
08	8,31	8,07	7,59	Controlada
09	2,77	2,64	2,35	Inadequada
10	1,08	1,07	0,88	Inadequada
11	9,08	8,86	7,88	Controlada
12	4,38	4,07	3,41	Inadequada
13	2,00	1,86	1,53	Inadequada
14	6,92	7,29	6,35	Controlada
15	2,54	2,50	2,12	Inadequada

Como se pode observar na Tabela 10.1, apenas um aterro alcançou a condição ambiental e outro a condição adequada, o que já era de se esperar, devido ao rigor maior da avaliação do IQS, comparada ao IQA e IQR. Outros três locais obtiveram classificação controlada e os dez restantes sendo classificados como inadequados.

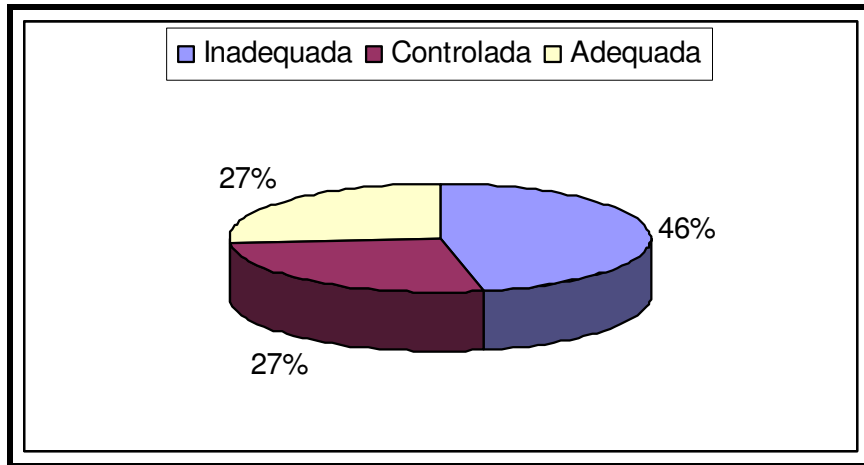


Figura 10.1: Distribuição da classificação dos aterros segundo o IQA/IQR.

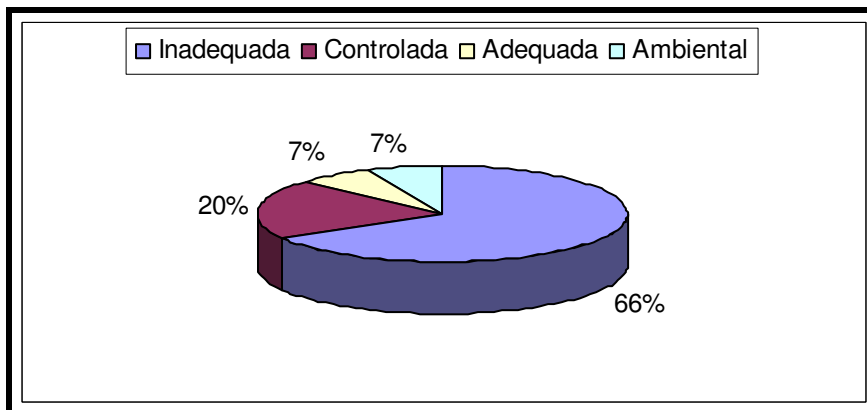


Figura 10.2: Distribuição da classificação dos aterros segundo o IQS.

Pelos critérios de classificação de aterros, utilizados pelo IQA e pelo IQR (Figura 10.1), 46% dos aterros avaliados estavam em situação inadequada, 27% em situação controlada e outros 27% em situação adequada. Já considerando os critérios de avaliação do IQS (Figura 10.2), o número de aterros, dos 15 visitados, em condições inadequadas, subiu para 66%, conseqüentemente os classificados em condições controladas caiu para 20% e adequadas para 7%, restando apenas 7% nas condições ambientais. Dessa forma, a metodologia proposta aumentou em 20% a quantidade de aterros inadequados (lixões), e reduzindo também 20% o número de aterros adequados, comprovando a hipótese, em que pelas metodologias anteriores, um aterro em condições adequadas não necessariamente mantinha suas operações ambientalmente corretas.

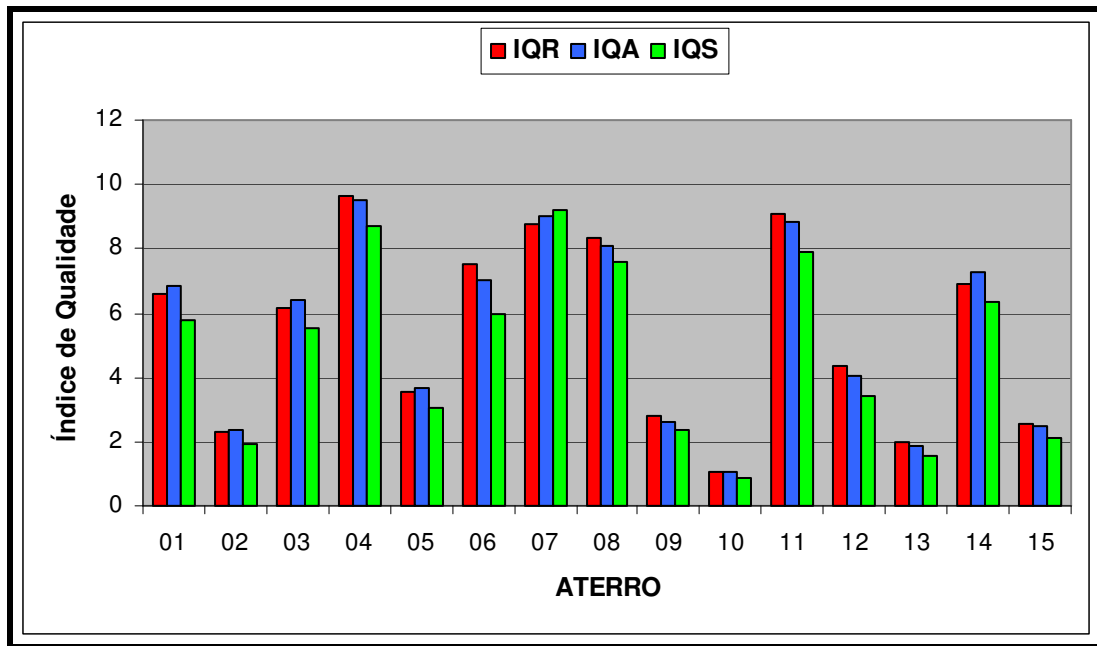


Figura 10.3: Visão geral das classificações dos aterros segundo IQR, IQA e IQS.

Através de uma visão geral, apresentada na Figura 10.3, é mais fácil se verificar como o IQS avalia as condições de operação de um aterro de forma mais restritiva, visto que para todos os casos, o índice encontrado foi menor que o das demais formas de avaliação, com exceção do aterro 07, devido à cultura da gestão ambiental inserida em todo o processo de tratamento e disposição dos resíduos a ele encaminhados. Este caso, assim como todos os demais serão discutidos na sequência.

- **Aterro 01:**

Conforme os critérios do IQS (vide Apêndice X), esta localidade foi classificada como em condições inadequadas, portanto com uma avaliação mais baixa que a das outras metodologias, IQR (6,62) e do IQA (6,86), que a classificaram em condições controladas. Já era esperado que este aterro estivesse abaixo do patamar das condições controladas, considerando o maior rigor da avaliação do IQS (5,76), devido principalmente ao despejo do percolato contaminado nos corpos d'água.

Um fato que chama atenção é que o índice do IQA ficou acima do IQR (Figura 10.4), porém tal constatação pode ser interpretada pelo fato do primeiro levar mais em consideração os parâmetros de monitoramento (águas, gases, chorume, estabilidades), que o segundo não avalia, sendo nestes encontradas falhas de funcionamento e manutenção no aterro.

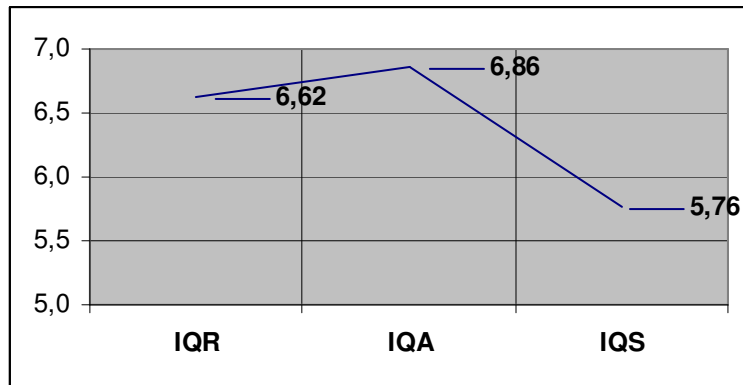


Figura 10.4: Comparativo entre os índices de qualidade do aterro 01.

- **Aterro 02:**

Conforme os critérios do IQS (vide Apêndice X), esta localidade foi classificada como em condições inadequadas, igualmente às demais metodologias, IQR (2,31) e IQA (2,36). Nesse sentido a avaliação pelo IQS (1,94) foi ainda mais baixa, visto seu grau de rigor maior que as outras (Figura 10.5). Este aterro recebeu tal pontuação, devido a não possuir impermeabilização, na base, drenagens e monitoramentos diversos, dentre outros problemas técnicos, além de nenhuma forma de gestão das atividades.

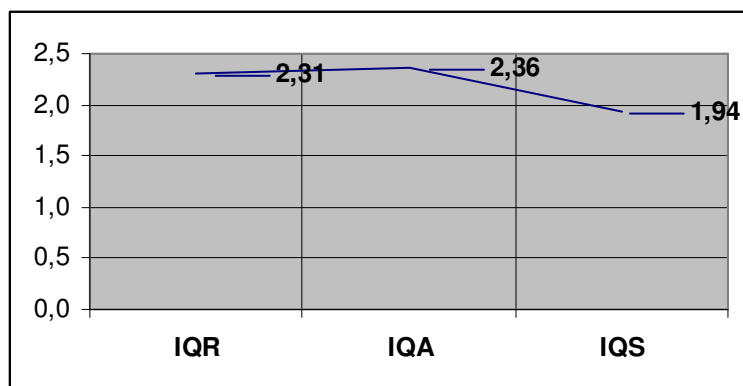


Figura 10.5: Comparativo entre os índices de qualidade do aterro 02.

Este foi um dos piores aterros visitados, pois além da convivência com a degradação ambiental, não há sequer um controle dessa contaminação, que é desordenada e irresponsável.

- **Aterro 03:**

Conforme os critérios do IQS (vide Apêndice X), esta localidade foi classificada como em condições inadequadas. As outras metodologias, porém, a classificaram como em condições controladas, tanto o IQR (6,15) como o IQA (6,43), mas muito próximos ao limite da inadequabilidade. O índice do IQA ficou acima do IQR, da mesma forma

que no aterro 01, pelo fato do primeiro considerar mais parâmetros de monitoramento, como de águas, gases, chorume e estabilidades (Figura 10.6).

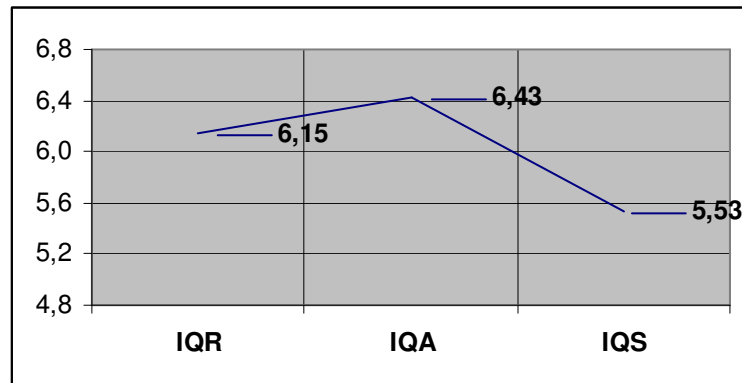


Figura 10.6: Comparativo entre os índices de qualidade do aterro 03.

Este exemplo comprova a hipótese levantada nesta dissertação, onde o resultado da avaliação pelo IQS (5,53) colocou este aterro na sua devida classificação, visto as condições de potenciais impactos ambientais já causados pelo histórico do aterro, o que não haveria condições de aceitá-lo como controlado. Dentre os impactos causados, pode-se citar o vazamento de chorume, a instabilidade dos maciços e a insuficiência dos sistemas de drenagem construídos.

- **Aterro 04:**

Conforme os critérios do IQS (vide Apêndice X), esta localidade foi classificada como em condições adequadas, da mesma forma que pelas outras metodologias, porém é de se perceber que apesar do IQR (9,62) e do IQA (9,50) terem ficado bem próximos à totalidade do atendimento aos seus parâmetros, o resultado da avaliação pelo IQS (8,71) pode causar estranheza (Figura 10.7).

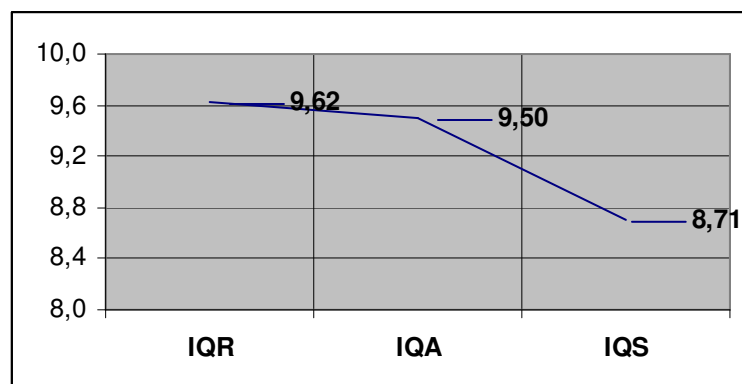


Figura 10.7: Comparativo entre os índices de qualidade do aterro 04.

Essa diferença foi causada principalmente pelas falhas apresentadas no sistema de monitoramento dos recalques. Um aterro mal monitorado geotecnicamente, pode

estar correndo risco de ruptura nos maciços de solo ou de lixo e essa inobservância pode causar sérios estragos. Além disso, não havia procedimentos como planos de atendimento às emergências, auditorias internas, etc.

- **Aterro 05:**

Conforme os critérios do IQS (vide Apêndice X), esta localidade foi classificada como em condições inadequadas, igualmente às demais metodologias, IQR (3,54) e IQA (3,64). Neste aterro, a avaliação pelo IQS (3,06) ficou bem próxima às demais, ainda que mais baixa, devido à similaridade da falta de condições operacionais nas três avaliações, mas por haver certos objetivos e metas de recuperação e adequação da área.

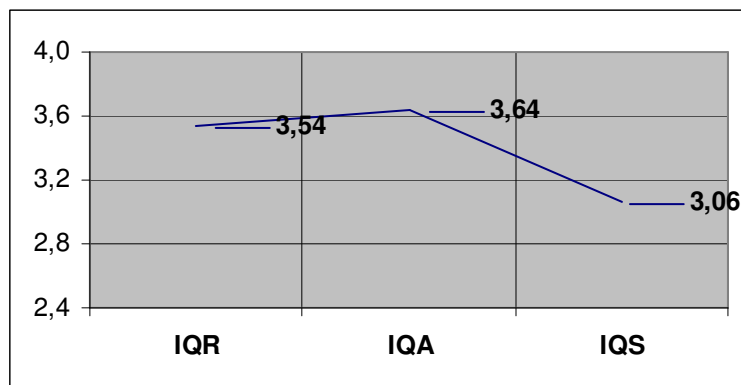


Figura 10.8: Comparativo entre os índices de qualidade do aterro 05.

Ainda assim, este aterro se encontra numa condição bem crítica, pois nada tem sido feito para melhoria do gerenciamento do lixo pela prefeitura (Figura 10.8). Há muitas idéias, mas nenhuma execução, o que tem causado danos ambientais consideráveis ao local.

- **Aterro 06:**

Conforme os critérios do IQS (vide Apêndice X), esta localidade foi classificada como em condições inadequadas. Pode-se observar que nos outros índices, a classificação foi diferente, pois a diferença entre os resultados foi bem significativa, visto que para o IQR, o aterro estaria quase em condições adequadas (7,54), para o IQA, o índice se encontrou no meio intervalo desta condição (7,00), e no IQS foi encontrado um índice beirando condições controladas (5,94), devido à falta de comprometimento ambiental, da administração, principalmente no que diz respeito ao controle e ao monitoramento de suas operações (Figura 10.9).

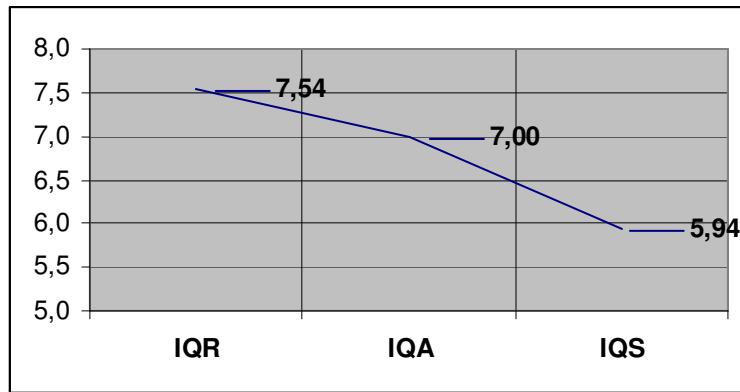


Figura 10.9: Comparativo entre os índices de qualidade do aterro 06.

Comparando as avaliações realizadas por FARIA (2002) e agora (Figura 10.10), é notável a melhora das condições deste aterro, em termos de IQR e IQA. Segundo estes critérios, o aterro conseguiu controlar suas operações nestes últimos três anos, ainda que classificado como inadequado pelo IQS. Neste aterro, um esforço um pouco maior poderá garantir uma condição controlada pela metodologia proposta nesta dissertação.

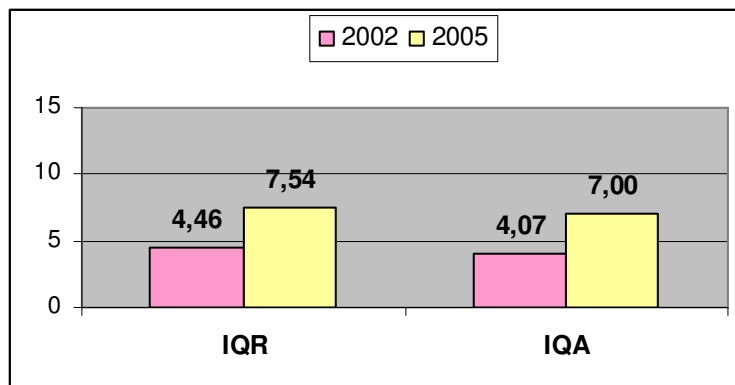


Figura 10.10: Quadro evolutivo do aterro 06, segundo o IQR e o IQA.

- **Aterro 07:**

Conforme os critérios do IQS (vide Apêndice X), esta localidade foi classificada como em condições ambientais. Nos outros índices, como ainda não havia esta classificação, do mesmo modo que receberam uma boa avaliação, foi considerada em condições adequadas.

Uma análise crítica desses índices aponta um fato interessante: apesar da metodologia do IQS ser mais restritiva que as demais, o mesmo local recebeu uma avaliação menor, tanto no IQR (8,77), como no IQA (9,00). Entre estes dois, a explicação se dá ao fato que no primeiro, a repetição na avaliação de determinados parâmetros (cobrimento) puxou o índice para baixo (Figura 10.11).

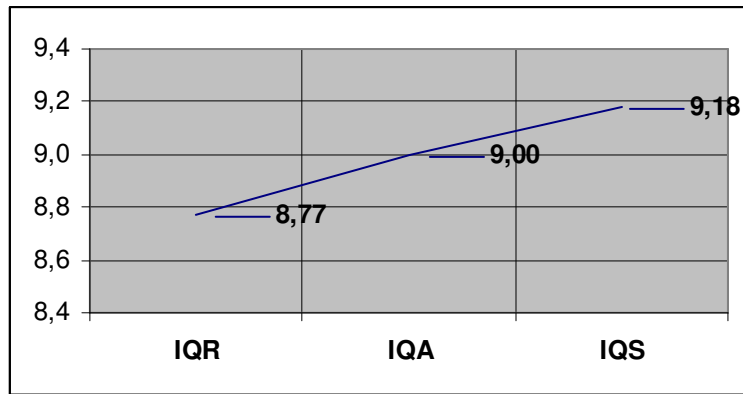


Figura 10.11: Comparativo entre os índices de qualidade do aterro 07.

Quanto ao valor encontrado no IQS (9,18), a explicação se dá nas considerações que envolvem os parâmetros de gestão, no qual a administração do aterro atende em total conformidade, visto o seu compromisso com a certificação ISO 14001.

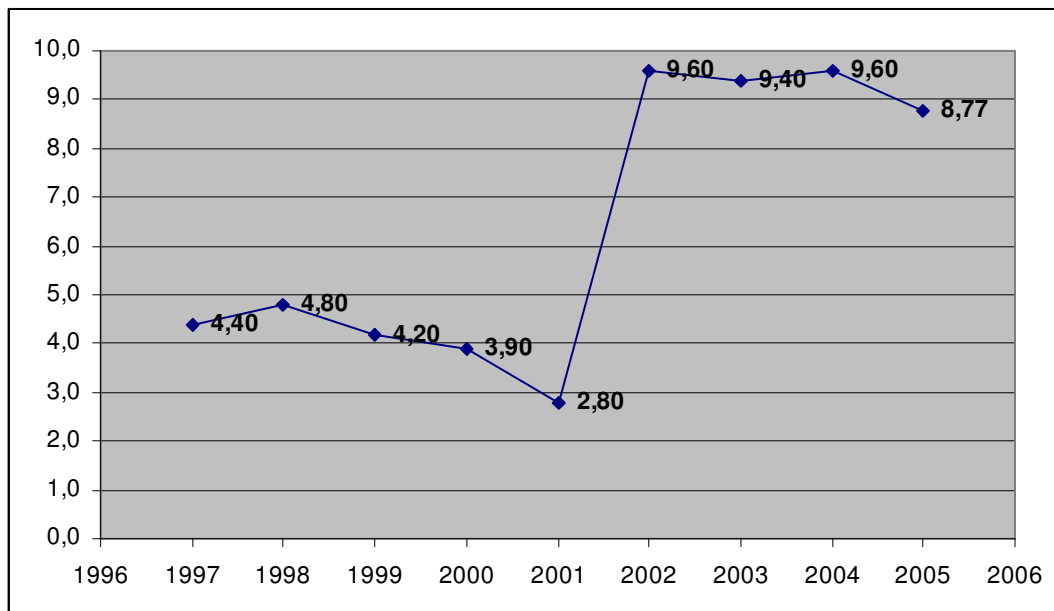


Figura 10.12: Quadro evolutivo do aterro 07, segundo o IQR (CETESB & LOUREIRO, 2005).

A Figura 10.12 acima apresenta a evolução das condições de operação do aterro 07. É notável a melhoria implementada a partir do ano de 2001, quando este aterro iniciou verdadeiramente suas atividades, após as obras realizadas pela empresa contratada pela prefeitura, que transformou o local, antigo depósito de uma comunidade de baixa renda, num dos maiores aterros sanitários do país, um exemplo de gestão e competência a serem seguidas por outras administrações.

• **Aterro 08:**

Conforme os critérios do IQS (vide Apêndice X), esta localidade foi classificada como em condições controladas. Este exemplo é excelente para comprovar a hipótese levantada desta dissertação, pois apesar das classificações do IQR (8,31) e do IQA (8,07) terem apontado condições adequadas ao aterro (Figura 10.13), observa-se que, devido a algumas falhas na operação, tais como a falta de uma camada impermeável no fundo, que possibilita o vazamento de percolados, a descarga de resíduos de serviços de saúde e a falta de um plano de remediação da área, este não pode ser considerado adequado, bem menos ambientalmente correto, o que afirma o IQS (7,59).

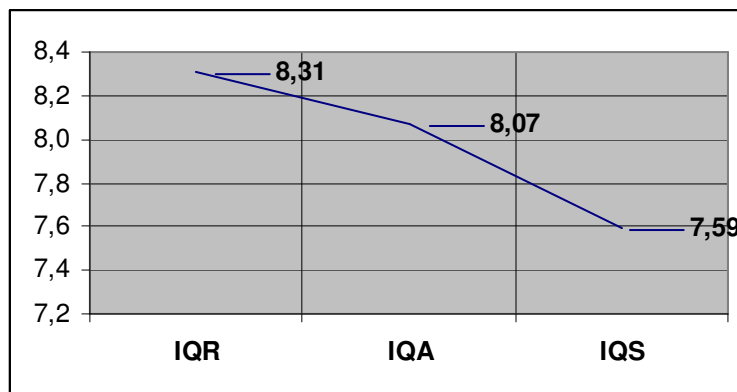


Figura 10.13: Comparativo entre os índices de qualidade do aterro 08.

Na verdade, o IQS apenas realizou o ajuste necessário, classificando o aterro da maneira mais verdadeira, visto que os outros resultaram em índices muito próximos à condição controlada. A Figura 10.14 apresenta a evolução das condições desse aterro.

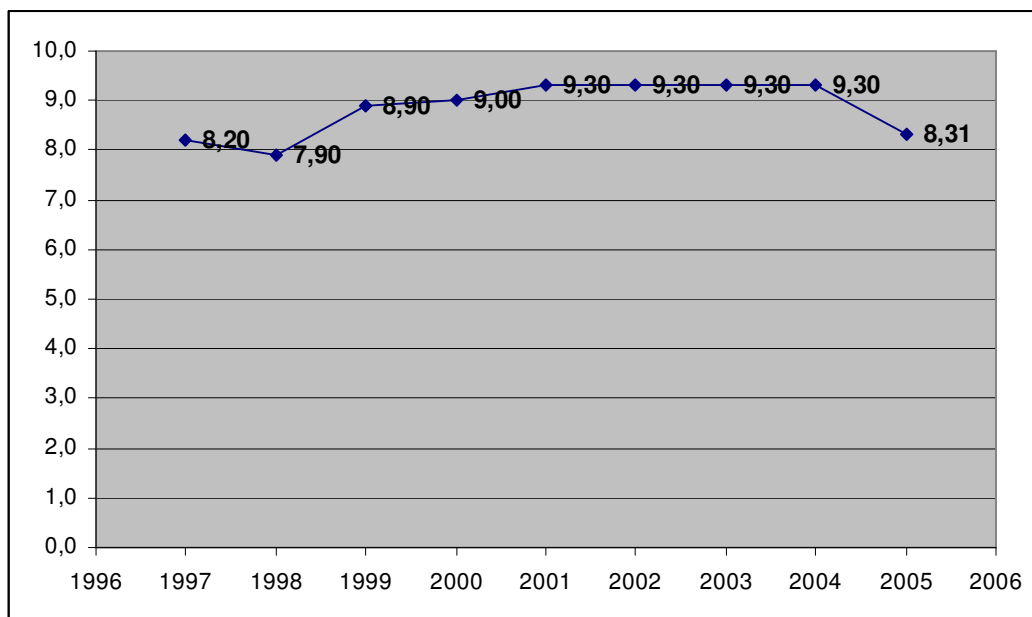


Figura 10.14: Quadro evolutivo do aterro 08, segundo o IQR (CETESB & LOUREIRO, 2005).

- **Aterro 09:**

Conforme os critérios do IQS (vide Apêndice X), esta localidade foi classificada como em condições inadequadas, igualmente às demais metodologias, IQR (2,77) e IQA (2,64). Neste aterro, a avaliação pelo IQS (2,35) ficou bem próxima às demais, ainda que mais baixa, pelos mesmos motivos, citados na análise dos resultados encontrados no aterro 05, ainda por haver muitas intenções e propostas de melhorias, porém nada de concreto, o que tem causado sérios impactos ambientais (Figura 10.15).

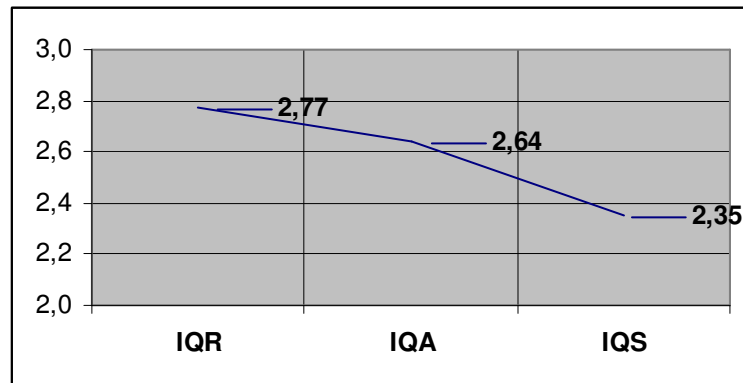


Figura 10.15: Comparativo entre os índices de qualidade do aterro 09.

No entanto, essas propostas são muito boas e totalmente relevantes e abrangentes, o que acarretou no indicador com alto grau de consistência no parâmetro de objetivos, metas e programas ambientais, apesar de nada existir relacionado a uma cultura de gestão ambiental sistêmica.

- **Aterro 10:**

Conforme os critérios do IQS (vide Apêndice X), esta localidade foi classificada como em condições inadequadas. A classificação dos outros índices foi bem parecida, visto que o local é desprovido de qualquer técnica aplicada, portanto tendo zero como indicador em praticamente todos os parâmetros. Assim, a diferença entre os resultados do IQR (1,08), IQA (1,07) e IQS (0,88) foi bem pequena (Figura 10.16).

Outro dado relevante para este aterro é que, comparando as avaliações realizadas por FARIA (2002) com as de agora (Figura 10.17), percebe-se que a administração municipal nada realizou em termos de melhorias para o local, considerando os valores ainda menores tanto no IQR como no IQA, nestes três anos.

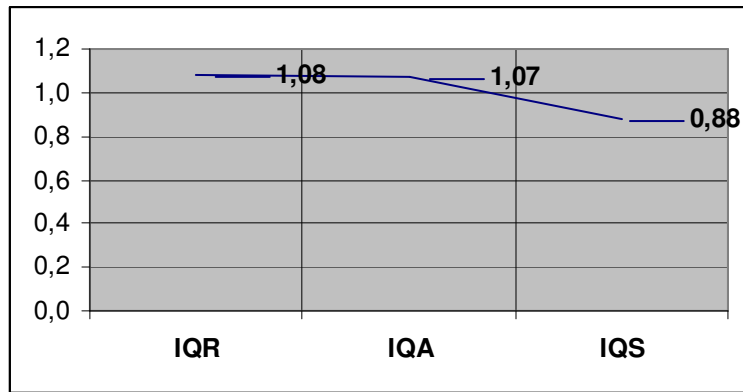


Figura 10.16: Comparativo entre os índices de qualidade do aterro 10.

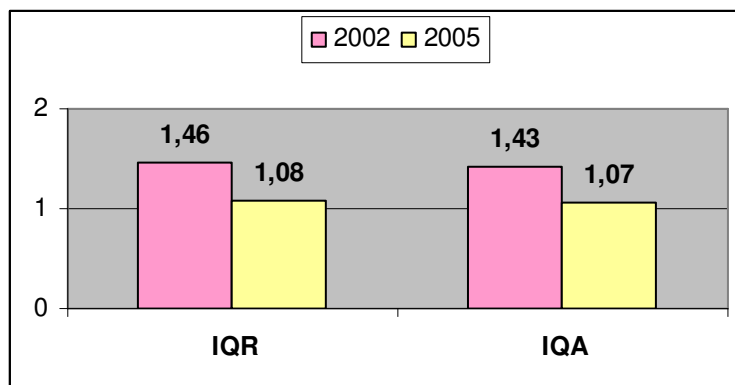


Figura 10.17: Quadro evolutivo do aterro 09, segundo o IQR e o IQA.

• **Aterro 11:**

Conforme os critérios do IQS (vide Apêndice X), esta localidade foi classificada como em condições controladas. Pode-se observar que nos outros índices, a classificação foi adequada, com uma diferença entre os resultados bem significativa, visto que para o IQR, o aterro estaria no médio intervalo desta condição (9,08), bem como para o IQA (8,86). Pode se observar os índices encontrados na Figura 10.18.

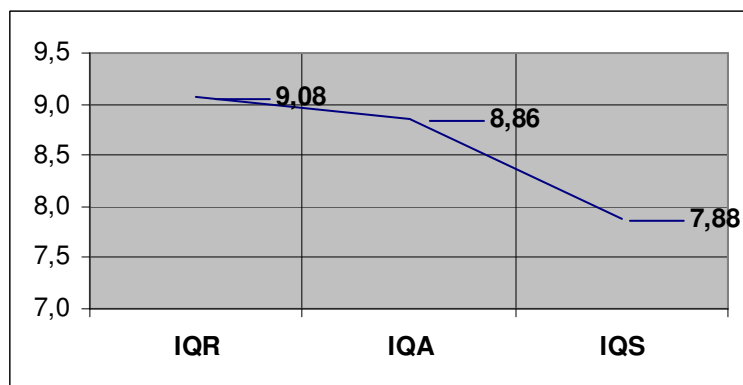


Figura 10.18: Comparativo entre os índices de qualidade do aterro 11.

No IQS foi encontrado um índice quase beirando condições adequadas (7,88), devido às falhas nos sistemas de monitoramento, principalmente, à falta de cultura de gestão ambiental da administração e às falhas na manutenção dos sistemas de drenagem das águas e dos acessos internos. Este exemplo é também excelente para se comprovar a hipótese desta dissertação, visto a classificação mais rigorosa imposta pelo IQS.

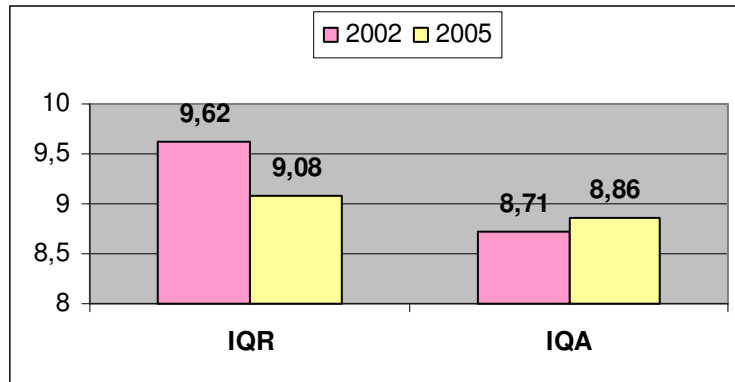


Figura 10.19: Quadro evolutivo do aterro 11, segundo o IQR e o IQA.

Comparando as avaliações realizadas por FARIA (2002) e agora, as condições deste aterro permaneceram estáveis em termos de IQA (Figura 10.19). Porém, considerando o IQR, a qualidade do aterro em questão caiu. Este fato se deve ao acréscimo de alguns parâmetros no IQA, que o IQR não contempla, tais como monitoramentos, planos de fechamento, etc. Ainda assim, este aterro mantém suas operações num nível elevado, considerando estes dois critérios.

- **Aterro 12:**

Conforme os critérios do IQS (vide Apêndice X), esta localidade foi classificada como em condições inadequadas.

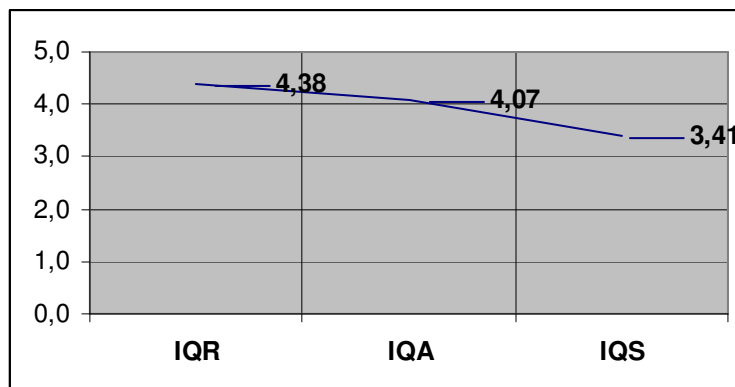


Figura 10.20: Comparativo entre os índices de qualidade do aterro 12.

Pode-se observar (Figura 10.20) que a diferença entre os índices encontrados foi pequena, visto a falta de compromisso da administração em atender às especificações técnicas, relacionadas à operação de aterros sanitários. Os resultados do IQR (4,38) e do IQA (4,07) foram mais próximos, com uma ligeira distância com relação ao encontrado pelo IQS (3,41).

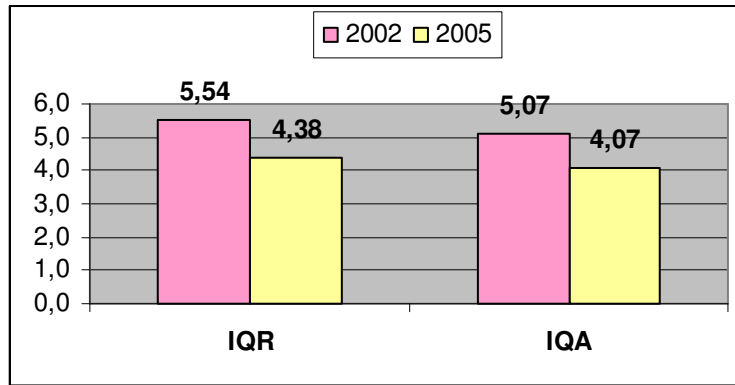


Figura 10.21: Quadro evolutivo do aterro 12, segundo o IQR e o IQA.

Comparando as avaliações realizadas por FARIA (2002) e agora (Figura 10.21), percebe-se uma leve queda na qualidade das operações deste aterro. Este é o reflexo da falta de gerenciamento adequado dos resíduos sólidos urbanos de um município.

- **Aterro 13:**

Conforme os critérios do IQS (vide Apêndice X), esta localidade foi classificada como em condições inadequadas, do mesmo modo que nos outros índices, com uma diferença bem pequena entre os resultados, sendo o IQR (2,00) e o IQA (1,86) maiores que o IQS (1,53), pela falta de condições de operação nesta localidade (Figura 10.22).

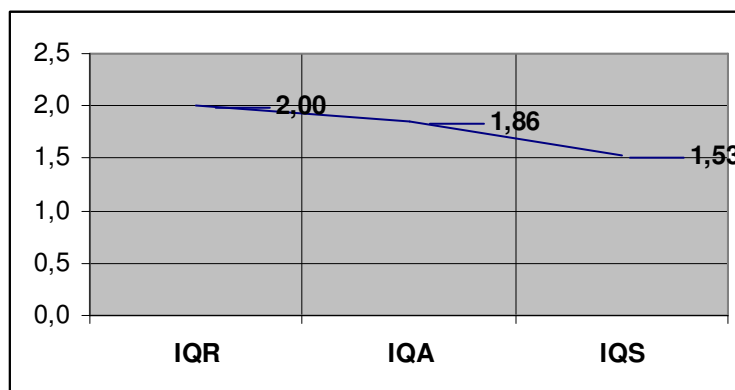


Figura 10.22: Comparativo entre os índices de qualidade do aterro 13.

A Figura 10.23 mostra um leve aumento dos índices IQR e IQA, em comparação com as avaliações realizadas por FARIA (2002), porém este acréscimo não pode ser

considerado uma melhora nas condições operacionais do aterro, visto que tais metodologias são caracterizadas por avaliações expeditas. Sendo assim, conclui-se que este aterro permaneceu nas mesmas condições inadequadas ao longo dos últimos anos.

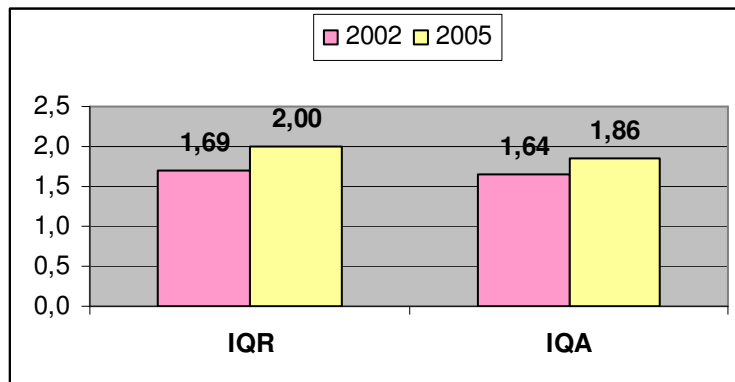


Figura 10.23: Quadro evolutivo do aterro 13, segundo o IQR e o IQA.

- **Aterro 14:**

Conforme os critérios do IQS (vide Apêndice X), esta localidade foi classificada como em condições controladas, do mesmo modo que pelo IQR (6,92) e pelo IQA (7,29). Ainda que pelo IQS (6,35) o aterro recebesse tal classificação, percebe-se que o índice em questão situa-se próximo ao limite das condições inadequadas (Figura 10.24). Porém, com alguns ajustes e correções operacionais, é garantida a condição controlada para este aterro, sem nenhum risco de inadequabilidade.

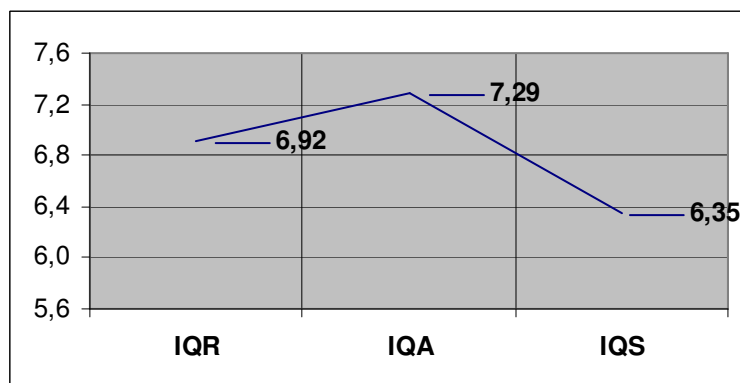


Figura 10.24: Comparativo entre os índices de qualidade do aterro 14.

Neste caso também, o IQA foi superior ao IQR pelo fato da administração realizar todos os monitoramentos com sucesso, fato melhor contemplado pela primeira avaliação. Já considerando os parâmetros da gestão ambiental, cabe a administração evitar o depósito de lixo em excesso, a fim de obedecer ao estipulado pela licença ambiental, evitando as multas pelo órgão de controle ambiental do Estado.

- **Aterro 15:**

Conforme os critérios do IQS (vide Apêndice X), esta localidade foi classificada como em condições inadequadas, igualmente às demais metodologias, IQR (2,54) e IQA (2,50). Neste aterro, a avaliação pelo IQS (2,12) ficou bem próxima às demais, ainda que mais baixa (Figura 10.25).

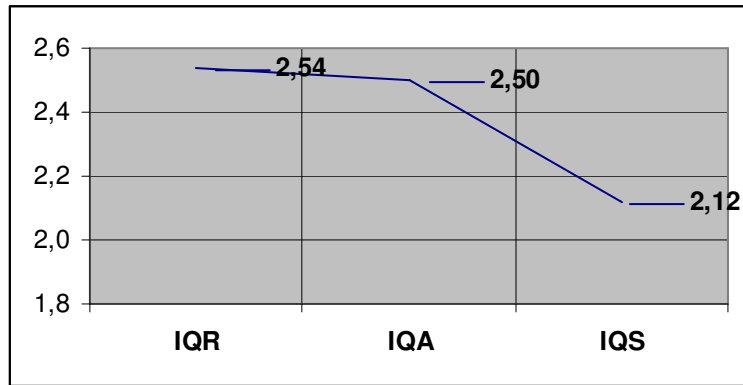


Figura 10.25: Comparativo entre os índices de qualidade do aterro 15.

Este é mais um exemplo do que não deve ser feito, ou seja, a disposição totalmente irregular de resíduos sólidos urbanos em locais inadequados, próximos a corpos d'água, contaminando seriamente os recursos naturais. Existem planos, projetos, metas, mas tudo só fica na intenção, enquanto isso, o meio ambiente sofre a degradação, que é contínua.

Capítulo XI

CONCLUSÕES

Seguindo uma das propostas de continuidade da linha de pesquisa do Grupo de Tratamento de Resíduos (GTRES), da Área de Geotecnia da COPPE, que suscitou a dissertação de mestrado desenvolvida por FARIA (2002), numa nova forma de classificação da disposição final dos resíduos sólidos, bem como aplicá-la em outros municípios do Estado do Rio de Janeiro, esta dissertação se propôs não somente a essas sugestões, mas teve ainda o objetivo de avaliar o grau de conformidade nos critérios de classificação dos aterros de resíduos sólidos urbanos sob o ponto de vista da gestão ambiental, baseando-se nos requisitos da Norma Internacional ISO 14001 (Requisitos para Certificação de Sistemas da Gestão Ambiental), a fim de que tal metodologia possibilitasse classificar um local de disposição em condições ambientalmente corretas.

Nesse sentido, a Norma ISO 14001 foi apresentada, através de seus requisitos, e analisada sob o ponto de vista dos processos realizados num aterro sanitário, de modo a serem estabelecidos parâmetros de classificação, possíveis de ser avaliados, mediante o atendimento aos critérios geotécnicos e ambientais, pertinentes à implantação, operação e desativação dos aterros, considerando ainda o desempenho ambiental desses processos, bem como suas interações com o meio ambiente.

Desse modo, foi possível comprovar as hipóteses levantadas no Capítulo VIII, a partir da aplicação da metodologia de avaliação do Índice de Qualidade no Sistema da Gestão Ambiental em Aterros de Resíduos Sólidos Urbanos (IQS), nos quinze casos estudados, através da pesquisa realizada.

Conforme exposto no Capítulo X, nem todos os exemplos permaneceram no mesmo intervalo de classificação das outras metodologias (IQR e IQA), sendo devidamente qualificados em condições inferiores, pois suas operações comprometiam a qualidade ambiental do local onde eram realizadas. Isso mostrou ainda que esta nova metodologia de classificação possui um caráter mais restritivo que as demais.

Foi também facilmente comprovado que a Norma ISO 14001 é uma ferramenta valiosa na avaliação dos aterros de resíduos, pois com o atendimento a seus requisitos, o cuidado ambiental não só impôs a manutenção de padrões de qualidade, mas também o resgate de padrões anteriores à intervenção no meio impactado, podendo esta ferramenta ser utilizada para a regulamentação da disposição de lixo em todo o Brasil.

Dessa forma, os conceitos relacionados à gestão ambiental puderam contribuir para a adequação da disposição final dos resíduos sólidos urbanos, através do compromisso das administrações dos aterros pelo alcance de objetivos ambientais, dentre os quais a redução da poluição e da concentração dos contaminantes, bem como pelo atendimento à legislação aplicável, o que certamente poderá garantir a qualidade ambiental desejada.

Ainda com relação ao uso de instrumentos de gestão, tais como auditorias ambientais, “selos verdes” e a própria certificação ISO 14001, é possível afirmar que sua utilização é de fundamental importância no que tange à melhoria ambiental dos aterros, pois pôde se observar que nos locais onde, de alguma forma, eles foram inseridos, suas condições de operação obtiveram os melhores índices de qualidade.

Com relação aos parâmetros geotécnicos pôde se observar sua importância em diversos aspectos da disposição final dos resíduos, pois é sobre o solo que os aterros inevitavelmente se assentarão e por ele poderão ser protegidos através da cobertura adequada do aterro. Além destes, são de fundamental importância para a garantia da qualidade ambiental, a adequada compactação dos *liners*, a profundidade dos lençóis, bem como a permeabilidade do solo de fundação, pois este é o caminho principal da frente de contaminante líquido, ou seja, o chorume. São considerados ainda os diversos sistemas de drenagem e monitoramento, bem como os devidos projetos de remediação e de encerramento dos aterros, pois todos estes envolvem conhecimentos em geotecnia.

Fazendo um levantamento do grau de participação destes parâmetros na avaliação do IQA (FARIA, 2002), tem-se que de 140 pontos, 79 estão relacionados à geotecnia, ou seja, 56,43%. Já com relação ao IQS, de um total de 170 pontos, 88 dependem dos conceitos geotécnicos, quer dizer, 51,76%. Nota-se uma leve redução do peso desses parâmetros, 4,67%, no contexto da nova avaliação, o que já era esperado devido à introdução dos novos conceitos da gestão ambiental, o que de forma alguma significa que aqueles deixaram de ser fundamentalmente importantes na nova metodologia de classificação.

Além disso, tal como a água, o solo/meio ambiente no novo século tem importância especial e cada vez de maior valor, assim o uso indiscriminado de espaços e de material de empréstimo para cobertura parcial ou final será cada vez mais observado com senso crítico, observando-se os aspectos não só ambientais, mais econômicos, sociais e financeiros.

Porém, ainda que esta proposta tenha alcançado o êxito esperado, existe uma restrição quanto ao seu uso. A metodologia de classificação de aterros IQS deve ser utilizada por pessoal devidamente qualificado, com conhecimento e experiência adequados, não só geotécnico, pois para garantir uma avaliação eficaz, convém que o avaliador tenha condições de analisar criticamente o grau de eficácia dos processos nos aterros, relacionando-os uns com os outros, tirando conclusões coerentes com as constatações e as evidências observadas, relativas aos conceitos da gestão ambiental.

Gestão e tecnologia estão relacionadas, pois a busca de soluções para o problema ambiental é também a busca de novos processos e conceitos, que possibilitam uma abordagem alternativa ao modelo atual. Novas técnicas possibilitam o desenvolvimento de novos processos, que, por sua vez, podem permitir o aparecimento de modelos melhores de gestão. Nesse sentido, pôde-se notar que a maioria das normas técnicas, relacionadas a resíduos, deve se adequar às necessidades atuais.

11.1 Considerações Finais

O mundo de hoje exige ações ambientalmente corretas para garantir a qualidade de vida para as gerações futuras, onde somente as boas atitudes em relação ao meio ambiente deverão prevalecer.

Nesse sentido, o desenvolvimento sustentável demanda reformas não somente de âmbito ecológico e ambiental, mas inclusive e principalmente de cunho social, econômico, espacial e cultural. Para garantir sua sustentabilidade é necessário mudar a compreensão da Terra; ressuscitar a responsabilidade ecológica e social das empresas; incentivar o micro-crédito por bancos populares; introduzir a cultura da reciclagem; regionalizar o desenvolvimento de acordo com os ecossistemas locais; usar todas as formas alternativas de energia; direcionar taxações e gastos governamentais para empresas de reciclagem; e incentivar a preferência pelo consumo de produtos naturais.

Na realidade, a redução de resíduos deveria estar inserida a mudança da mentalidade das pessoas, que fazem parte do processo de geração e têm papel fundamental no seu controle. Mas para isso, é necessário que sejam feitas campanhas de conscientização e incentivo a produção limpa, conseqüentemente à diminuição do lixo.

Dentro do contexto de gestão, a educação ambiental é etapa fundamental para melhoria contínua dessa qualidade de vida, pois só através da informação bem

vinculada e abrangente, poder-se-á conscientizar a sociedade em relação à geração de resíduos, suas conseqüências e responsabilidades.

Neste estudo, foi possível conhecer os extremos da realidade do gerenciamento municipal dos RSU. Foram visitados aterros exemplares, com responsabilidade ambiental e social intocável, como também verdadeiras catástrofes, exemplos do que não deve ser feito por administrações públicas, que escondem o lixo “embaixo do tapete” ao invés de investir em tecnologia para recuperar o dano ambiental causado.

É de se espantar tamanha convivência com a poluição e a degradação ambiental, onde os interesses políticos se sobrepujam às necessidades da população, a maior prejudicada pela má disposição de seus resíduos. O quadro é caótico e precisam ser tomadas ações emergenciais para que no futuro a situação não se torne irreversível ou financeiramente impraticável.

O aterro sanitário é figura imprescindível em qualquer sistema de gerenciamento de resíduos numa cidade, mas não é a única alternativa. Outros processos devem ser desenvolvidos em paralelo para um melhor resultado final. Este modelo deve ser repensado de modo estar sempre se adequando às futuras necessidades e às novas tecnologias disponíveis. Cada cidade é um novo contexto e a melhor solução para uma pode não ser adequada em outra.

Uma provável solução, mesmo que polêmica para as dificuldades encontradas, seria a administração plurimunicipal de centros integrados, cujo modelo operacional único permitiria que dois ou mais municípios administrassem de forma compartilhada a responsabilidade e a destinação final de seus resíduos, pois o lixo bem administrado é capaz de gerar renda e emprego.

Em pequenos e médios municípios, a formação de parcerias público-privadas, com a criação e a aplicação de instrumentos compartilhados de gestão e a implementação de ações conjuntas de preservação ambiental seria uma proposta viável.

Nesse sentido, a recém criada Lei Federal nº 11.107/2005 (Artigo 241 da Constituição Federal), que “dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcio público e dá outras providências”, poderá vir a constituir um grande avanço na prática da negociação e da formação de parcerias, entre as diferentes esferas do poder público (União, Estados e Municípios).

Rediscutir o papel do Estado, das organizações, da sociedade e suas inter-relações constitui o grande desafio da gestão ambiental. Espera-se que as administrações públicas, não somente as estudadas nesta dissertação, mas as que se enquadram nestes

casos, se preocupem realmente com a questão dos resíduos sólidos, para que as futuras gerações não sejam prejudicadas pelas ações de hoje, ou pela falta delas.

Existe uma luz no fim do túnel, com o aproveitamento racional do biogás dos aterros. Há um grande mercado de trabalho nesta área, não só para projeto e construção de novos aterros, mas na recuperação e transformação de lixões em aterros sanitários.

É fundamental que se tenha a consciência de que o lixo bem tratado pode gerar receitas, estas necessárias para as iniciativas advindas do desenvolvimento tecnológico, dentre as quais: a geração de energia, a reciclagem (diminuindo o uso da matéria-prima) e a venda de créditos de carbono aos países desenvolvidos (pela não emissão de gases de efeito estufa), o que viabilizará linhas de crédito para aquisição de equipamentos de controle de poluição, para implantação de novos aterros sanitários e para a construção de centrais e unidades de tratamento de resíduos.

11.2 Propostas de estudos

Espera-se que este trabalho sirva de estímulo a outras pesquisas, relacionadas à qualidade do gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos, em aterros sanitários ambientalmente corretos, com tecnologia adequada, e que os setores interessados forneçam o conhecimento suficiente para que os projetos desses aterros, considerados exemplos de preservação ambiental, sejam amplamente divulgados, para que outras administrações possam segui-los.

Nesse sentido, serão apresentadas, a seguir, algumas propostas para a continuidade do desenvolvimento desta linha de pesquisa:

- Analisar criticamente a metodologia do IQS, através da viabilidade da fusão dos parâmetros geotécnicos (localização, infra-estrutura e operações) com os de gestão, incorporados, de forma diminuir a quantidade de parâmetros do modelo, sem que a ausência de um prejudique o objetivo da avaliação como um todo, não apenas com a utilização da ISO 14001, mas inserindo também os conceitos relacionados à Norma de Excelência Ambiental ISO 14004 – Sistemas da Gestão Ambiental – Diretrizes Gerais Sobre Princípios, Sistemas e Técnicas de Apoio.
- É também proposta uma avaliação dos conceitos do Índice de Impacto de Resíduos na Saúde Pública – IIRSP (DEUS *et al*, 2004), bem como suas variáveis, de forma estabelecer uma metodologia de avaliação de qualidade que contemple, além da

conformidade aos parâmetros geotécnicos e ambientais, os aspectos relacionados à proliferação de doenças, causadas pela má disposição de resíduos sólidos urbanos. Esta ferramenta poderá ajudar na relação existente entre as características dos sistemas de limpeza urbana de comunidades, relacionados à saúde pública.

- Ainda com o objetivo de apoiar a melhoria dos aterros do Estado, propõe-se o estudo do monitoramento geotécnico de um destes aterros inadequados, com relação aos recalques secundários, incorporando estudos microbiológicos do lixo de forma a compreender melhor sua decomposição com o tempo.
- Por fim, durante a realização da revisão bibliográfica desta dissertação, nenhum material foi encontrado, com relação a um sistema de classificação da disposição de resíduos Classe I – perigosos. Portanto também se propõe o desenvolvimento de uma metodologia, semelhante a esta, voltada essencialmente para avaliação e classificação de aterros industriais, o que parece ser uma vertente inovadora desta linha de pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABES, 1999, **Programa de Pesquisa em Saneamento Básico - Metodologias e Técnicas de Minimização, Reciclagem e Reutilização de Resíduos Sólidos Urbanos**. Rio de Janeiro, RJ: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental;
- ABNT NBR 10004:1987, **Resíduos Sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro, RJ: Associação Brasileira de Normas Técnicas, Setembro, 48 p.;
- ABNT NBR 12807:1993, **Resíduos de Serviços de Saúde – Terminologia**. Rio de Janeiro, RJ: Associação Brasileira de Normas Técnicas, Janeiro;
- ABNT NBR 12808:1993, **Resíduos de Serviços de Saúde – Classificação**. Rio de Janeiro, RJ: Associação Brasileira de Normas Técnicas, Janeiro;
- ABNT NBR 12809:1993, **Manuseio de Resíduos de Serviços de Saúde – Procedimento**. Rio de Janeiro, RJ: Associação Brasileira de Normas Técnicas, Fevereiro;
- ABNT NBR 13895:1997, **Construção de Poços de Monitoramento e Amostragem – Procedimento**. Rio de Janeiro, RJ: Associação Brasileira de Normas Técnicas, Junho;
- ABNT NBR 13896:1997, **Aterros de Resíduos Não-perigosos – Critérios para Projetos, Implantação e Operação – Procedimento**. Rio de Janeiro, RJ: Associação Brasileira de Normas Técnicas, Junho;
- ABNT NBR ISO 14001:1996, **Sistemas de Gestão Ambiental – Especificação e Diretrizes para Uso**. Rio de Janeiro, RJ: Associação Brasileira de Normas Técnicas, Outubro, 14 p.;
- ABNT NBR ISO 14004:1996, **Sistemas de Gestão Ambiental – Diretrizes Gerais sobre Princípios, Sistemas e Técnicas de Apoio**. Rio de Janeiro, RJ: Associação Brasileira de Normas Técnicas, Outubro, 32 p.;
- ABNT NBR ISO 14004:2005, **Sistemas de Gestão Ambiental – Diretrizes Gerais sobre Princípios, Sistemas e Técnicas de Apoio**. Rio de Janeiro, RJ: Associação Brasileira de Normas Técnicas, Abril, 42 p.;

- ABNT NBR ISO 19011:2002, **Auditorias de Sistema de Gestão da Qualidade e/ou Ambiental – Diretrizes**. Rio de Janeiro, RJ: Associação Brasileira de Normas Técnicas, Novembro, 25 p.;
- ABRELPE, 2004, **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. São Paulo, SP: Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, Dezembro, 85 p.;
- ACURRIO, G., JARAMILLO, J., ZEPEDA, F., 1998, **Diagnostico de la Situación del Manejo de Residuos Sólidos Municipales en América Latina y el Caribe**. BID/OPS, ed. 2, p. 150;
- AGENDA 21, 1992, “Resumo”. **Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento – RIO’92**, Rio de Janeiro, RJ, Brasil;
- ALLEN, A. R., 2001, “Containment Landfills: the myth of sustainability”, **Engineering Geology**, v. 60, pp. 3-19;
- ALMEIDA, M. S. S., 2002, **Aterros de Disposição: Barreiras e Sistemas de Coleta de Efluentes**. Geotecnia de Resíduos e Sistemas de Controle Ambiental, Programa de Engenharia Civil, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ;
- ALMEIDA, M. S. S., 2002, **Gestão de Resíduos**. Geotecnia de Resíduos e Sistemas de Controle Ambiental, Programa de Engenharia Civil, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ;
- ALMEIDA, M. S. S., EHRLICH, M., BARBOSA, M. C., 2002, **Controle da Contaminação do Aterro de Gramacho**. Investigação e Remediação de Áreas Degradadas, Programa de Engenharia Civil, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ;
- AMARAL, S. P., 2003, **Sistemas de Gestão Ambiental Segundo a Série ISO 14000**, Gestão Ambiental, Programa de Planejamento Energético, COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, RJ;
- AMARAL, S. P., 2003, **Auditorias de Sistema de Gestão da Qualidade e/ou Ambiental - Norma ISO DIS 19011:2002**, Gestão Ambiental, Programa de Planejamento Energético, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, 2003;
- AMBRAM, R., 2000, **Gestão Ambiental na Indústria: Uma Análise do Comportamento do Setor Farmoquímico/Farmacêutico do Estado do Rio de Janeiro**. Dissertação de M.Sc., COPPE, UFRJ. Rio de Janeiro, RJ, Brasil;

- ANÔNIMO, 1989, NB-66: Referências Bibliográficas. Rio de Janeiro, RJ, Brasil, ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas;
- ARMSTRONG, M. D., ROWE, R. K., 1999, **Effect of Landfill Operations the Quality of Municipal Solid Waste Leachate**. Sardinia, Italy, pp. 81-88;
- ASSIS, J. C., 2001, **Brasil 21 – Uma Nova Ética para o Desenvolvimento**. 1ª ed., Rio de Janeiro, RJ, Revista CREA-RJ;
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. Disponível em: <<http://www.abes-dn.org.br>>. Acesso em: 19 mai. 2005;
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Disponível em: <<http://www.abnt.org.br>>. Acesso em: 27 set. 2005;
- AZEREDO, S. V., 2005, “Saneamento Ambiental: nova lei em debate”. **Revista CREA RJ**, n. 49 (Fev/Mar), pp. 22-24;
- BAMPA, J. L., 2004, “Programa RAI – Auditorias de Gestão Ambiental – PETROBRÁS”. **I Workshop de Resíduos Sólidos do Clube de Engenharia**, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 01 Dezembro;
- BANAS QUALIDADE. Falando de Qualidade, Gestão, Processos e Meio Ambiente. Disponível em: <www.banasqualidade.com.br>. Acesso em: 27 abr. 2005;
- BARBOSA, M. C., 1994, **Investigação Geoambiental do Depósito de Argila sob o Aterro de Gramacho**. Tese de D.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ;
- BARBOSA, M. C., 2002, **Estabilidade de Aterros de Resíduos Sólidos Urbanos**. Geotecnia de Resíduos e Sistemas de Controle Ambiental, Programa de Engenharia Civil, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ;
- BARBOSA, M. C., 2002, **Composição e Características Físicas de Resíduos Sólidos Urbanos**. Geotecnia de Resíduos e Sistemas de Controle Ambiental, Programa de Engenharia Civil, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ;
- BIDONE, F. R. A., POVINELLI, J., 1999, **Conceitos Básicos de Resíduos Sólidos**. Publicação EECS – USP: São Carlos, SP;
- BLOCK, M. R., 1997, **Implementing ISO 14001**, ASQC Quality Press, Milwaukee, USA;

- BLOCK, M. R., MARASH, I. R., 1999, **Integrating ISO 14001 into a Quality Management System**, ASQC Quality Press, Milwaukee, USA;
- BLOCK, M. R., 1999, **Identifying Enviromental Aspects and Impacts**, ASQC Quality Press, Milwaukee, USA;
- BRAGA, B., HESPANHOL, I., CONEJO, J. A. et al, **Introdução à Engenharia Ambiental**, 1ªed. São Paulo, SP, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária;
- BRITO FILHO, L. F., 2005, **Estudo de Gases em Aterros de Resíduos Sólidos Urbanos**. Dissertação de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil;
- CALDERONI, S., 1997, **Os Bilhões Perdidos no Lixo**. 1ª ed., São Paulo, Humanitas Editora USP;
- CAMARINHA, M., BRAYNER, S., 1993, **Manual de normas técnicas de editoração: teses, monografias, artigos, papers**. 2ª ed., Rio de Janeiro, Editora UFRJ;
- CARVALHO, A. R., 2002, **Determinação dos Parâmetros Geotécnicos dos Resíduos Sólidos do Aterro Sanitário de Santo André/SP**. Dissertação de M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil;
- CASTRO, M. S. M. V., FEHR, M., 1998, **Lixo – Análise Induz Modelo de Gestão**. In: Banco de Textos sobre Desenvolvimento Sustentável, Universidade Livre do Meio Ambiente, Uberlândia, MG;
- CEPOLLINA, M., KAIMOTO, L. S. A., LUDEMANN, S. M., 1994, “Investigação de Condicionantes Geotécnicos de Maciços Sanitários”. In: **Anais do X Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Fundações**, v. III, Foz do Iguaçu, pp. 979-986;
- CETESB, GTZ, 2000, **Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas**. São Paulo: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental e Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, 385 p.;
- CETESB/SEMA, 1999, **Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares – Relatório de 1998**. São Paulo, SP: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – Secretaria de Estado do Meio Ambiente;

- CETESB/SEMA, 2000, **Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares – Relatório de 1999**. São Paulo, SP: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – Secretaria de Estado do Meio Ambiente;
- CETESB/SEMA, 2001, **Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares – Relatório de 2000**. São Paulo, SP: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – Secretaria de Estado do Meio Ambiente;
- CETESB/SEMA, 2002, **Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares – Relatório de 2001**. São Paulo, SP: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – Secretaria de Estado do Meio Ambiente;
- CETESB/SEMA, 2003, **Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares – Relatório de 2002**. São Paulo, SP: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – Secretaria de Estado do Meio Ambiente;
- CETESB/SEMA, 2004, **Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares – Relatório de 2003**. São Paulo, SP: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – Secretaria de Estado do Meio Ambiente;
- CETESB/SEMA, 2005, **Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares – Relatório de 2004**. São Paulo, SP: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – Secretaria de Estado do Meio Ambiente;
- CHEHEBE, J. R. B., 1998, **Análise do Ciclo de Vida de Produtos – Ferramenta Gerencial da ISO 14000**, Editora Qualitymark, Rio de Janeiro, RJ, Brasil;
- CHRISTENSEN, T. H., KJELDSEN, P., 1989, **Basic Biochemical Processes in Landfills – Sanitary Landfilling: Process, Technology and Environmental Impact**. T. H. Christensen, R. Cossu & R. Stegman Editors;
- CLIMATE CHANGE AND GLOBAL WARMING. Global Dimming. Disponível em: <<http://www.globalissues.org/EnvIssues/GlobalWarming/globaldimming.asp?p=1#Whatisglobaldimming#Whatisglobaldimming>>. Acesso em: 28 out. 2005;
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em: 03 jun. 2005;
- COMPANHIA MUNICIPAL DE LIMPEZA URBANA – COMLURB, 1977, **Normas Técnicas**. Rio de Janeiro, RJ, Brasil, Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro;

- COMPANHIA MUNICIPAL DE LIMPEZA URBANA. Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.rio.rj.gov.br/comlurb>>. Acesso em: 14 jul. 2005;
- CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO. Disponível em: <<http://www.cnpq.br>>. Acesso em: 05 ago. 2005;
- CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E AGRONOMIA DO RIO DE JANEIRO. Disponível em: <http://creaapp.unisys.com.br:7777/portal/page?_pageid=51,56824&_dad=portal&_schema=PORTAL>. Acesso em: 22 mar. 2005;
- COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR. Publicações. Documentos. Banco de Teses. Disponível em: <<http://www.capes.gov.br>>. Acesso em: 13 dez. 2004;
- COSTA, R. G. S., 2003, **Estudos Geoambientais no Alto Curso da Sub-bacia do Rio Sarapuí (Período 1979-2002) Zona Oeste do Município do Rio de Janeiro/RJ**. Tese de D.Sc., Departamento de Geologia, UFRJ. Rio de Janeiro, RJ, Brasil;
- COUMOULOS, D. G., KORYALOS, T. P., 1998, “Prediction of Attenuation of Landfill Settlement Rates with Time”. In: **Proceedings of XIV International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering**, Hamburg, v. 3, pp. 1807-1811;
- COUTO, M. G., MAINIER, F. B., 2004, “A Importância do Conhecimento da Legislação Ambiental para Auditores Profissionais”. **I Simpósio Internacional de Ciências Integradas da UNAERP**, Guarujá, SP, Brasil, 24-26 Novembro;
- CSILLAG, J. M., 1995, **Análise do Valor – Metodologia do Valor**, 4ª ed., São Paulo, SP, Brasil, Editora Atlas S.A.;
- DANTAS, K. M. C., 2000, **Implantação de um Sistema de Gestão Ambiental em uma Empresa de Co-processamento de Resíduos em Fornos de Cimento – Estudo de Caso da Tecnosol Comércio e Serviços Ltda**. Dissertação de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil;
- D’AVIGNON, A. L. A., 2001, **A Inovação e o Sistema de Gestão Ambiental na Produção: O Caso da Maricultura na Enseada de Jurujuba**. Tese de D.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil;

- D'AVIGNON, A. L. A., PIERRE, C. V., KLIGERMAN D. C. et al, 2002, **Manual de Auditoria Ambiental**. 2ª ed., Qualitymark, Rio de Janeiro, RJ, Brasil;
- D'AVIGNON, A. L. A., LA ROVERE E. L. et al, 2002, **Manual de Auditoria Ambiental para Estações de Tratamento de Esgotos Domésticos**. Qualitymark, Rio de Janeiro, RJ, Brasil;
- DET NORSKE VERITAS – DNV, 2004, “ISO 14001:2004 – As Principais Mudanças”, **Informativo DNV**, n. 24 (Out/Dez), pp. 2;
- DEUS, A. B. S., CLARKE, R. T., LUCA, S. J., 2004, “Índice de Impacto dos Resíduos Sólidos Urbanos na Saúde Pública (IIRSP): Metodologia e Aplicação”, **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 9, n. 4 (Out/Dez), pp. 329-334;
- DI CREDDO, E. B., MAILLY, F., 2003, **Casos Históricos de Aplicação de Geossintéticos em Sistemas de Disposição de Resíduos Sólidos**. Suez Ambiental, São Paulo, SP, 10 p., Maio;
- EDIL, T. B., RANGUETTE, V. S., WUELLNER, W. W., 1990, **Settlement of Municipal Refuse. Geotechnics of Waste Fills – Theory And Practice**, STP 1070, Landva and knowless, ASTM, West Conshohocken, Pa., pp. 225-239;
- EDITORA QUÍMICA E DERIVADOS. Disponível em: <<http://www.qd.com.br>>. Acesso em 15 abr. 2005;
- EHRlich, M., ALMEIDA, M. S. S., BARBOSA, M. C., 1994, “Pollution Control of Gramacho Municipal Landfill”. **I International Congress on Environmental Geotechnics**, Edmonton, Canada, pp. 657-663;
- ELSEVIER. Disponível em: <<http://www.elsevier.nl>>. Acesso em: 10 out. 2004;
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA, 1997, **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2ª ed., Rio de Janeiro, RJ, Brasil, Centro Nacional de Pesquisa de Solos – CNPS;
- EMPRESA DE SANEAMENTO E TRATAMENTO DE RESÍDUOS. Disponível em: <<http://www.estre.com.br>>. Acesso em: 06 jul. 2005;

- EPAL ENGENHEIROS ASSOCIADOS S/C LTDA., 2004, **Projeto de Escavação para Exploração de Jazida - Aterro Sanitário de Santo André**. Serviço Municipal de Saneamento Ambiental de Santo André – SEMASA, pp. 5-6, Março;
- ESSENCIS SOLUÇÕES AMBIENTAIS S.A., 2004, **Redução das Emissões de Gases de Efeito Estufa**. Centro de Tratamento de Resíduos de Caieiras, São Paulo, SP;
- ESSENCIS SOLUÇÕES AMBIENTAIS S/A. Serviços. Disponível em: <<http://www.essencis.com.br/servicos.asp>>. Acesso em: 03 out. 2005;
- FARIA, F. S., 2002, **Índice da Qualidade de Aterros de Resíduos Urbanos - IQA**. Dissertação de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil;
- FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.fiesp.com.br/meio_ambiente>. Acesso em 16 ago. 2005;
- FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Súmula Ambiental**. Diretoria de Meio Ambiente. Disponível em: <www.firjan.org.br>. Acesso em: 02 fev. 2005;
- FELIPETTO, A. V. M., 2002, **Aterro Sanitário e Meio Ambiente**. SA Paulista, Nova Iguaçu, RJ;
- FELIPETTO, A. V. M., 2005, “Mercado de Carbono: Desenvolvimento Limpo pode atrair recursos – Rio se mobiliza para era o grande centro nacional de mercado de crédito de carbono”. **TN Projetos Sociais**, n. 4, pp. 38-39;
- FERREIRA, A. B. H., 1999, **Novo Dicionário Aurélio – Século XXI**. 3ª ed., Rio de Janeiro, RJ, Editora Nova Fronteira;
- FILHO, N. F., COELHO, L. R., 2002, **Aspectos Ambientais do Comércio Internacional**. FIESP, CIESP, São Paulo, SP;
- FIORILLO, C. A. P., 2001, **Curso de Direito Ambiental Brasileiro**. 2ª ed., São Paulo, SP, Ed. Saraiva;
- FIRJAN, 2000, **Proposta de Política Estadual de Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro, RJ: Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro, Fevereiro;

- FIRJAN, 2002, **A Gestão Ambiental nas Indústrias do Estado do Rio de Janeiro – Súmula Ambiental**. Rio de Janeiro, RJ: Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro, ed. especial;
- FREITAS, V. P., 2001, **Direito Administrativo e Meio Ambiente**. 3ª ed., Curitiba, PR, Juruá Editora;
- FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE. Disponível em: <<http://www.feema.rj.gov.br>>. Acesso em: 21 set. 2005;
- GABR, M. A., VALERO, S. N., 1995, “Geotechnical Properties of Municipal Solid Waste”. **Geotechnical Testing Journal**, pp.18-20;
- GLAZE, W. H., 1998, “Pouquíssimos dados, muitos modelos”, **Environmental Science & Technology News**, Maio, pp. 207A;
- GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Portal do Cidadão. Disponível em: <<http://www.governo.rj.gov.br>>. Acesso em 12 ou. 2005;
- GRUPO DE RESÍDUOS SÓLIDOS – UFPE. Disponível em: <<http://www.grs-ufpe.com.br/v3/asp/home.asp>>. Acesso em: 10 out. 2005;
- GUIMARÃES, C. H. D., 2003, **Avaliação de Risco Ambiental: Uso da Metodologia de Análise de Riscos na Gestão de Sítios Contaminados – Solos e Águas Subterrâneas**. Dissertação de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil;
- GUIMARÃES, L. T., 2000, **Utilização do Sistema de Informação Geográfica (SIG) para Identificação de Áreas Potenciais para Disposição de Resíduos na Bacia do Paquequer, Município de Teresópolis, Rio de Janeiro, RJ**. Dissertação de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil;
- GTZ/BMZ, 1996, **Guía de Protección Ambiental: Material Auxiliar para la Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales – Tomo I: Introducción, Planificación Supresectorial, Infraestructura**. Deutsche Gesellschaft Für Technische Zusammenarbeit, Edición en español, Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH, Braunschweig/Wiesbaden, Deutschland;

- GTZ/BMZ, 1996, **Guía de Protección Ambiental: Material Auxiliar para la Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales – Tomo II: Economía Agropecuaria, Minería y Energía, Actividades Industriales y Artesanales.** Deutsche Gesellschaft Für Technische Zusammenarbeit, Edición en español, Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH, Braunschweig/Wiesbaden, Deutschland;
- GTZ/BMZ, 1996, **Guía de Protección Ambiental: Material Auxiliar para la Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales – Tomo III: Catálogo de Estándares Ambientales.** Deutsche Gesellschaft Für Technische Zusammenarbeit, Edición en español, Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH, Braunschweig/Wiesbaden, Deutschland;
- GUSMÃO, A. C. F., JÚNIOR, L. C. M., 2003, **Gestão Ambiental na Indústria,** Editora Destaque, Rio de Janeiro, RJ, Brasil;
- HEITEFUSS, S., KEUFFEL-TÜRK, A., 1994, **Altlastenfakten 4: Erstbewertung von Altablagerungen bei Beweismiveau 1.** Ergänzende Bearbeitungshinweise zur Aufstellung Regionaler Prioritätenlisten und Regionaler Wartelisten Durch die Regionalen Bewertungs-kommissionen – 8S., 7 Abb;
- IAF, 2004, **IAF Transition Plan for EMS Certification from ISO 14001:1996 to ISO 14001:2004, Issue 1 – IAF Guidance Document 4:2004.** Cherrybrook, Australia: International Accreditation Forum, Inc;
- IBGE, 2000, **Censo demográfico. População Residente em Cada Unidade da Federação.** Rio de Janeiro, RJ: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística;
- IPT/CEMPRE, 2000, **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado.** 1ª ed. São Paulo, Brasil: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo;
- INSTITUTO BRASIL PNUMA. Informativo do Comitê Brasileiro do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Disponível em: <www.brasilpnuma.org.br>. Acesso em: 12 mar. 2005;
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 29 ago. 2005;
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br>>. Acesso em: 20 out. 2005;

- INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. Empresas Certificadas ISO 14001. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/gestao14001>>. Acesso em: 26 set. 2005;
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 9000/14000. Disponível em: <<http://www.iso.org>>. Acesso em: 09 set. 2005;
- JUCÁ, J. F. T., 2003, “Disposição Final dos Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil”. V **Congresso Brasileiro de Geotecnia Ambiental – REGEO’03**, CEPUCRS, Porto Alegre, RS, Brasil, 20-23 Maio;
- JÚNIOR, A. V., 2003, “Energias Renováveis, Remediação, Mudanças Climáticas, ISO 14001 – Novas Certificações”, **Revista Meio Ambiente Industrial**, 44^a ed., n^o 43, ano VIII, São Paulo, SP, Julho/Agosto;
- KAIMOTO, L. S. A., CEPOLLINA, M., 1996, “Considerações Sobre Alguns Condicionantes e Critérios Geotécnicos de Projetos Executivos de Aterros Sanitários”. In: **Anais do Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental**, Porto Alegre, pp. 51-54;
- KIPERSTOK, A., GONÇALVES, E., FERNANDES, J. V. G. et al, 2001, “Introduzindo Práticas de Produção mais Limpa em Sistema de Gestão Ambiental Certificáveis: Uma Proposta Prática”, **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 6, n. 3 (Jul/Set) e n. 4 (Out/Dez), pp. 157-164;
- KLIKSBERG, B., 2003, "Capital Social e Cultura: Claves Esquecidas do Desenvolvimento". In: **O Desenvolvimento Sustentável no Século XXI**, pp. 02-10, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 14-15 Maio;
- KNIGHT, A., HARRINGTON, H. J., **A Implementação da ISO 14000 – Como Atualizar o Sistema de Gestão Ambiental com Eficácia**, 1^a ed., Editora Atlas, São Paulo, SP, Brasil;
- LAMBE, T. W., WHITMAN, R. V., 1969, **Soil Mechanics**. John Wiley & Sons Inc., Massachusetts Institute of Technology, New York, USA;
- LEITE, L. E. H. B. C., FILHO, A. R., SALDANHA, P. C., 1979, “Determinação de Parâmetros de Projeto e Dados Operacionais para Execução de Aterros Sanitários”. **X Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, Manaus, AM, Brasil, 21-26, Janeiro;

- LEITE, L. E. C., MAHLER, C. F., 2005, “Avaliação do Potencial de Receitas Derivadas do Biogás de Aterros Sanitários”, **Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, III-204, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 18-23, Setembro;
- LIMA, G. S., 1999, **Seleção de Áreas para Aterros Sanitários: uma Proposta Baseada na Teoria da Análise do Valor e na Lógica Fuzzi**. Dissertação de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil;
- LIMA, L. M. Q., 2002, **Biorremediação de Lixões**. 1ª ed. Campinas, SP, Brasil, Grupo LM Tratamento de Resíduos Ltda.;
- LORA, E. S., 2000, **Prevenção e Controle da Poluição nos Setores Energético, Industrial e de Transportes**. 1ª ed., Brasília, DF, 2000, ANEEL;
- LOUREIRO, S. M., 2003, **Seleção de Áreas para Implantação de Aterros Sanitários – Critérios e Metodologias**. Gerenciamento de Resíduos Sólidos, Programa de Engenharia Civil, COPPE/UFRJ, Janeiro, 46 p.;
- LUA, D., 1999, “US\$50 milhões jogados no lixo. Das quinze usinas de reciclagem construídas no Estado, onze não funcionam e viraram carcaças de cimento e metal”. **Jornal do Brasil**, Editoria Cidade, 1ª edição, Dezembro, pp. 81;
- MACHADO, P. A. L., 2000, **Direito Ambiental Brasileiro**. 9ª ed., São Paulo, SP, Malheiros Editores;
- MAGRINI, A., 1990, “A Avaliação de Impactos Ambientais”. In: Margulis, S., **Meio Ambiente: Aspectos Técnicos e Econômicos**, 1ª edição, Capítulo 4, Rio de Janeiro, IPEA: Brasília, IPEA/PNUD;
- MAGRINI, A., 2001, “Política e Gestão Ambiental: Conceitos e Instrumentos”, **Revista Brasileira de Energia**, Junho, pp. 135-147;
- MAGRINI, A., 2003, **Gestão Ambiental**, Rio de Janeiro, RJ: Programa de Planejamento Energético, COPPE, UFRJ, 74 p.;
- MAHLER, C. F., OLIVEIRA, F. J. P., 1997, “Proposta de Monitoramento Ambiental para Operação de Aterros Sanitários”. **I Congresso Paraguayo de Ingenieria Geotécnica**, Asunción, Paraguay, pp. 453-465;

- MAHLER, C. F., ITURRI, E. A. Z., 1998, “The Finite Element Method Applied to the Study of Solid Waste Landfills – Proceedings”. **III International Congress on Environmental Geotechnics**, Lisbon, Portugal, pp. 89-94;
- MAHLER, C. F., LEITE, L. E. H. B. C., 1998, “Metodologia de Seleção de Áreas para Implantação de Aterros Sanitários”. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 3, n. 3 (Jul/Set) e n. 4 (Out/Dez), pp. 155-160;
- MAHLER, C. F., 2001, “Lixo: as alternativas para transformá-lo em fonte de renda e emprego”. **Revista CREA RJ**, n. 33 (Jan/Fev), pp. 10-13;
- MAHLER, C. F., 2003, “Pelos suas veias”. **Fórum Social Mundial**, Porto Alegre, RS, Brasil, 23-28 Janeiro;
- MAHLER, C. F., LIMA, G. S., 2003, “Applying Value Analysis and Fuzzy Logic to Select Areas for Installing Waste Fills”. **Environmental Monitoring and Assessment**, n. 84, pp. 129-140;
- MANASSERO, M., VAN IMPE, W. F., BOUAZZA. A., 1996, “Waste Disposal and Containment – Proceedings”. **II International Congress on Environmental Geotechnics**, Osaka, Japan, v. 3, pp. 1425-1474;
- MARIANO, M. O. H., JUCÁ, S. F. T., 1998, “Monitoramento de Recalques no Aterro de Resíduos Sólidos da Muribeca”. In: **Anais do XI Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica**, v. 3, pp. 1671-1678;
- MARQUES, C. S. A., AGUIAR, E. M., PEREIRA, M. A., 2003, “Sugestão para uma Proposta do Uso de Novas Ferramentas Tecnológicas de Informação para um Sistema de Gestão Ambiental – ISO 14000”, **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 8, n. 1 (Jan/Mar) e n. 2 (Abr/Jun), pp. 49-53;
- MENDONÇA, R. O., 2003, **Competitividade para Empresas Madeireiras na Certificação do Sistemas de Gestão Ambiental (SGA) segundo a NBR ISO 14001:1996**. Caçador, SC, 02, Julho, INMETRO;
- MILARÉ, E., 2005, **Direito do Ambiente**. 4ª ed., São Paulo, SP, Ed. Revista dos Tribunais;
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 14 set. 2005;

- MONTEIRO, A. E., SANTOS, R. R., LOUREIRO, S. M., 2003, **Análise da Aplicação da ISO 14000**. Gestão Ambiental, Programa de Planejamento Energético, COPPE/UFRJ, Setembro, 50 p.;
- MONTEIRO, V. E. D., 2003, **Análises Físicas, Químicas e Biológicas no Estudo do Comportamento do Aterro da Muribeca**. Tese de D.Sc., CTG/UFPE, Recife, PE, Brasil;
- MORAES, L. C. S., 2004, **Curso de Direito Ambiental**. 2ª ed., São Paulo, SP, Editora Atlas;
- MOREIRA, M. S., 2001, **Estratégia e Implementação de Sistema de Gestão Ambiental (Modelo ISO 14000)**. 1ª ed., Belo Horizonte, MG, Editora EDG;
- NETO, L. A., 2001, **Resíduos Sólidos: Definição, Características, Tratamento e Disposição Final**. Programa de Formação Profissional em Ciências Ambientais, Instituto de Biologia, NACD/EE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ;
- NOTÍCIAS CURTAS, 2004, “Projeto Biogás”. **Revista Engenharia**, n. 561 (Jan/Fev), ano 61, pp. 16;
- OLIVEIRA, A. I. A., 1999, **O Licenciamento Ambiental**. 1ª ed., São Paulo, SP, Iglu Editora;
- OLIVEIRA, C. L. S., MUSQUIM, V. S., 2002, **Aspectos da Política Municipal de Resíduos Sólidos do Município de Paracambi/RJ**, Projeto Final de Curso, Programa de Formação Profissional em Ciências Ambientais, NADC/UFRJ, Novembro, 101 p.;
- OLIVEIRA, F. J. S., JUCÁ, J. F. T., 2004, “Acúmulo de Metais Pesados e Capacidade de Impermeabilização do Solo Imediatamente Abaixo de uma Célula de um Aterro de Resíduos Sólidos”, **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 9, n. 3 (Jul/Set), pp. 211-217;
- OLIVEIRA, S., PASQUAL, A., 2004, “Avaliação de Parâmetros Indicadores de Poluição por Efluente Líquido em um Aterro Sanitário”, **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 9, n. 3 (Jul/Set), pp. 240-249;
- PINTO, C. S., 2000, **Curso Básico de Mecânica dos Solos**. São Paulo, SP, Editora Oficina de Textos;

- PNUD-ABC/SEMA, 1997, **Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - Resíduos Sólidos PS-RE-12**. Rio de Janeiro, RJ: Governo do Estado do Rio de Janeiro – Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Agosto;
- PREFEITURA DE PETRÓPOLIS. Disponível em: <<http://www.petropolis.rj.gov.br>>. Acesso em: 11 out. 2005;
- PREFEITURA DE SANTO ANDRÉ. Disponível em: <<http://www.santoandre.sp.gov.br>>. Acesso em: 11 out. 2005;
- PROGRAMA NACIONAL DE PESQUISA EM GEOQUÍMICA AMBIENTAL E GEOLOGIA MÉDICA – PGAGEM. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/pgagem/inicio.htm>>. Acesso em: 16 ago. 2005;
- QUEIROGA FILHO, J. F., 2003, **Modelo de Sistema de Gestão Ambiental para Unidades de Triagem e Compostagem de Lixo Urbano**. Dissertação de M.Sc., PPGEA/UFES, Vitória, ES, Brasil;
- REAL, J. L. G., 2005, **Riscos Ambientais em Aterros de Resíduos Sólidos com Ênfase na Emissão de Gases**. Dissertação de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil;
- REMEDIO, M. V., MANCINI, S. D., ZANIN, M, 2002, “Potencial de Reciclagem de Resíduos em um Sistema com Coleta de Lixo Comum”, **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 7, n. 1 (Jan/Mar) e n. 2 (Abr/Jun), pp. 58-69;
- RESÍDUOS SÓLIDOS ENGENHARIA LTDA. Disponível em: <<http://www.resol.com.br>>. Acesso em: 16 mai. 2005;
- REVISTA MEIO AMBIENTE INDUSTRIAL. Editora Tocalino. Disponível em: <www.meioambienteindustrial.com.br>. Acesso em: 02 abr. 2005;
- REVISTA MEIO AMBIENTE INDUSTRIAL, 2005, **Homenagem à Marca Histórica das 2000 Certificações em Conformidade com a Norma ISO 14001**. 55ª ed., ano X, São Paulo, SP, Maio/Junho;
- ROVERE, E. L. L., 2002, **Auditoria Ambiental**. Tópicos Especiais em Gestão Ambiental, Programa de Planejamento Energético, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ;

- ROWE, R. K., 2001, **Geotechnical and Geoenvironmental Engineering Handbook**. Ontario, Canadá, Kluwer Academic Publishers, Queen's University, Kingston;
- SA PAULISTA. Gestão de Resíduos. Disponível em: <<http://www.renovasol.com.br/home/default.asp>>. Acesso em: 09 out. 2005;
- SALES, R., 2001, **Auditoria ambiental e seus Aspectos Jurídicos**. 1ª ed., São Paulo, SP, LTr Editora Ltda.;
- SANTOS, D. A., 2001, "Alternativas Ambientais para o Lixão de São Gonçalo". **Revista CREA RJ**, n. 35 (Ago/Set), pp. 06-07;
- SAPOTEC GRUPO UMWELTSCHUTZ NORD. Disponível em: <<http://www.sapotec.com.br>>. Acesso em: 13 jan. 2005;
- SAPOTEC UMWELTSCHUTZ NORD GMBH & CO., 2004. **Tratamento Térmico de Solos – TERRATHERM®**;
- SAPOTEC UMWELTSCHUTZ NORD GMBH & CO., 2004. **Remediação de Solos – TERRAFERM®**;
- SAPOTEC UMWELTSCHUTZ NORD GMBH & CO., 2004. **Lavagem de Solos – TERRALAVAR®**;
- SCHALCH, V., 1992, **Análise Comparativa de Dois Aterros Sanitários Semelhantes e Correlações dos Parâmetros do Processo de Digestão Anaeróbia**. Tese de D.Sc., EE/USP, São Carlos, SP, Brasil;
- SCIENCE DIRECT. Editora Elsevier. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 27 mar. 2005;
- SÉGUIN, E., 2002, **Direito Ambiental: Nossa Casa Planetária**. 2ª ed., Rio de Janeiro, RJ, Editora Forense;
- SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM COMERCIAL. Disponível em: <<http://www.senac.com.br>>. Acesso em: 19 nov. 2004;
- SCHUELER, A. S., 2005, **Estudo de Caso e Proposta de Avaliação de Áreas Degradadas por Disposição de Resíduos Sólidos Urbanos**. Tese de D.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil;

- SILVA, I. C. R., FODOR, M., ENCINAS, S. M. S., 2003, **Aspectos da Produção, Coleta e Disposição dos Resíduos Sólidos Urbanos Produzidos em Itatiaia, Resende e Volta Redonda**. Projeto Final de Curso, Programa de Formação Profissional em Ciências Ambientais, NADC/UFRJ, Abril, 108 p.;
- SISINNO, C. L. S., 2002, **Destino dos Resíduos Sólidos Urbanos e Industriais no Estado do Rio de Janeiro: Avaliação da Toxicidade dos Resíduos e suas Implicações para o Ambiente e para a Saúde Humana**. Tese de D.Sc., ENSP/FIOCRUZ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil;
- SONKIN, L. C., POSSO, P. R., 2005, “Lixo Urbano: Onde Jogar?”. **Revista CREA RJ**, n. 53 (Ago/Set), pp. 12-17;
- SOWERS, G. F., 1973, “Settlement of Waste Disposal Fills”. In: **Proceedings of VIII International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering**, Moscow, URSS, pp. 207-210;
- SUEZ AMBIENTAL. MEIO AMBIENTE. Disponível em: <<http://www.suezambiental.com.br/meio-ambiente/frame-meio.htm>>. Acesso em: 05 jun. 2005;
- TCHOBANOGLIOUS, G., THEISEN, H., VIGIL, S., 1993, **Integrated Solid Waste Management – Engineering Principles and Management Issues**. McGraw-Hill Series in Water Resources and Environmental Engineering;
- TRATAMENTO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS DE BELFORD ROXO S.A. Disponível em: <<http://www.tribel.com.br/web/pt/institucional/index.htm>>. Acesso em: 08 out. 2005;
- VAN MEERTEN, J. J., SELLMEIJER, J. B., PEREBOOM, D., 1995, “Predictions of Landfill Settlements”. In: **Proceedings of Sardinia 95, 5th International Landfill Symposium**, Italy, v. 2, pp. 823-831;
- VARGAS, M., 1981, **Introdução à Mecânica dos Solos**. São Paulo, SP, Brasil, Editora Mc Graw Hill do Brasil, pp. 245-247;
- VICTER, W., 2005, **O Mercado de Créditos de Carbono, o Protocolo de Kyoto e o Estado do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, RJ, Agosto;

- VIDAL, I. G., 2003, “Durabilidade de geomembranas de PEAD em Aterros Sanitários e Obras de Proteção Ambiental”. **IV Simpósio Brasileiro de Geossintéticos**, Porto Alegre, RS, Brasil, 20-23, Maio;
- VIEIRA, L. S., 1975, “Relevo”. In: Romero, J. P. (ed.), **Manual da Ciência do Solo**, 1ª ed., capítulo 3, São Paulo, SP, Brasil, Editora Agronômica Ceres Ltda.;
- VILAR, O. M., 2003, **Geossintéticos em Aplicações Ambientais**, São Carlos, SP: Departamento de Geotecnia, Escola de Engenharia de São Carlos, USP, 18 p.;
- WALL, D. K., ZEISS, C., 1995, “Municipal Landfill Biodegradation and Settlement”. **Journal of Environmental Engineering**, ASCE, v. 121, n. 3, pp. 214-224;
- ZANON, A. S. M., EIGENHEER, E., NEVES, J. et al, 2002, **Lixo Hospitalar: Ficção Legal ou Realidade Sanitária?** 1ª ed. Rio de Janeiro, RJ, Brasil, Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Rio de Janeiro, Palavra e Companhia.

APÊNDICE I

Avaliação Internacional dos Parâmetros Ambientais em Aterros

Avaliação	Considerações sobre saúde, segurança e qualidade de vida da vizinhança	Proteção das águas subterrâneas	Proteção das águas superficiais	Gás dos aterros	Saúde e segurança
Sem proteção	<ul style="list-style-type: none"> - sem cobertura, talude íngreme, sem compactação do lixo, queimadas, urubus, vetores, agamia, sem de li da propriedade - caminhos descobertos - detritos espalhados pelo vento - problemas de erosão, visibilidade externa e interna 	<ul style="list-style-type: none"> - rocha, pedregulho, areia ou solos indefinidos - sem impermeabilização, sem drenagem de chorume - < 5m para o lençol freático abaixo do lixo ou desconhecimento - região chuvosa - sem monitoramento e sem controle do uso das águas subterrâneas 	<ul style="list-style-type: none"> - lixo em contato direto com lago, oceano, rio, alagado ou área úmidas - lixo em área inundada - escoamento superficial incontrolado e correndo em direção ao corpo de água superficial 	<ul style="list-style-type: none"> - rocha, pedregulho, areia ou solos indefinidos - sem impermeabilização - < 500m para construções ou área construídas 	<ul style="list-style-type: none"> - área ampla de lixo exposto, pouca ou sem compactação - queimadas - sem verificação e rejeição do lixo perigoso - sem procedimento de segurança, educação, ou controle dos trabalhadores - água empoçada - partículas pulverulentas no ar - inclinação de talude superior 4:1 - sem controle de animais ou vetores
Alguma proteção	<ul style="list-style-type: none"> - lixo compactado, mas sem cobertura e limites visíveis - vegetação mínima - inclinação de talude > 4:1 - controle mínimo de urubus e vetores - algum descontrole nos acessos internos - pouco detrito espalhado pelo vento - canais de erosão, algumas poças e visibilidade externa - sem queimada - caminhos descobertos 	<ul style="list-style-type: none"> - solos siltosos ou argilosos com espessura > 5m abaixo do lixo - > 5m para o lençol freático abaixo do lixo - sem impermeabilização ou drenagem de chorume - sem monitoramento, mas sem uso das águas subterrâneas uma distância de 1 km 	<ul style="list-style-type: none"> - lixo sem contato com água superficial, salvo em casos de inundações (1 vez a cada 5 anos) - escoamento superficial canalizado, mas correndo em direção ao corpo de água superficial 	<ul style="list-style-type: none"> - solos siltosos ou argilosos, sem impermeabilização - sem construções < 500m, se existir monitoramento de gás entre o aterro e a construção 	<ul style="list-style-type: none"> - área ampla de lixo exposto, lixo confinado em algumas áreas específicas, outras área cobertas - mínimo de verificação e rejeição do lixo indesejado ou perigoso - mínimo de educação ou controle dos trabalhadores, pouca segurança nos procedimentos - alguma área empoçada, mas sem trabalhadores - inclinação de talude < 4:1 - algum controle de animais e vetores

Avaliação	Considerações sobre saúde, segurança e qualidade de vida da vizinhança	Proteção das águas subterrâneas	Proteção das águas superficiais	Gás dos aterros	Saúde e segurança
Boa proteção	<ul style="list-style-type: none"> - taludes cobertos com vegetação, inclinação do talude < 3:1 - acessos limpos e detritos removidos semanalmente ou mais freqüentemente se necessário - sem erosão, vetores e urubus - sem queimada - lixo compactado e recoberto 	<ul style="list-style-type: none"> - impermeabilização artificial ou com solo argiloso - > 5m espessura da camada de solo abaixo do lixo - drenagem do chorume e tratamento - > 10m para o lençol freático abaixo do lixo - monitoramento da água subterrânea e sem uso das águas numa distância de 500m 	<ul style="list-style-type: none"> - totalmente isolado do corpo de água superficial (> 100m), área úmidas ou inundadas - drenagem de águas pluviais, com controle e tratamento da água do escoamento superficial em contato com o lixo - escoamento superficial controlado, seguindo para um tanque de sedimentação 	<ul style="list-style-type: none"> - impermeabilização artificial ou com solo argiloso (>1m) ou silte natural ou argila (>5m) - drenagem de gás natural-mente ou bombeada - > 300m para construções com monitoramento de gás nas construções e no solo entre as construções e o aterro 	<ul style="list-style-type: none"> - lixo confinado e totalmente recoberto - lixo compactado imediatamente - verificação e rejeição do lixo indesejado ou perigoso - sem queimadas e sem taludes íngremes - segurança para os trabalhadores educação e controle do procedimento no local
Excessiva proteção	<ul style="list-style-type: none"> - taludes cobertos com vegetação, inclinação do talude < 3:1 - acessos livres de lama, detrito e poeira - sem erosão, vetores e urubus - sem queimada e odor - lixo confinado, compactado imediatamente, recobrimento diário - controle de águas superficiais, sem alagamentos 	<ul style="list-style-type: none"> - impermeabilização artificial e/ou com solo argiloso > 1m - drenagem total do chorume e tratamento - sem uso da água subterrânea < 500m do aterro - monitoramento total da água subterrânea 	<ul style="list-style-type: none"> - Totalmente isolado de água superficial, área úmidas ou inundadas - drenagem total e tratamento do escoamento superficial - escoamento superficial segue para um tanque de sedimentação 	<ul style="list-style-type: none"> - impermeabilização com solo argiloso (>5m) - extração de gás para queima ou uso - > 300m para construções, monitoramento completo do gás nas construções e no solo - região de controle de uso no entorno de 1 km do aterro 	<ul style="list-style-type: none"> - lixo recoberto diariamente - lixo recebido confinado e compactado imediatamente - cuidadosa verificação e rejeição do lixo indesejado ou perigoso - sem queimadas - segurança e treinamento para os trabalhadores e procedimento operacional - poeira e vetores controlados na operação

APÊNDICE II**Matriz para Avaliação Inicial (HEITEFUSS *et al*, 1994)**

Volume de Antigos Aterros X Classe do Resíduo (M1)						
Volume X Classe	terra	Entulho	lixo domiciliar > 30 anos	Lixo domiciliar < 30 anos	lixo especial I	lixo especial II
< 1.000 m ³	0	5	10	15	35	45
1.000 - 5.000 m ³	1	7	14	19	37	47
5.000 - 10.000 m ³	2	10	18	23	39	49
10.000 - 20.000 m ³	3	13	22	27	41	51
20.000 - 50.000 m ³	4	15	26	31	43	53
50.000 - 100.000 m ³	5	17	29	34	45	54
100.000 - 500.000 m ³	5	19	32	37	47	55
> 500.000 m ³	5	20	35	40	49	55
Espessura da Base Impermeabilizada x Permeabilidade da Base (M2)						
Espessura X k	k < 10⁻⁶		10⁻⁴ > k > 10⁻⁶		k > 10⁻⁴	
> 10 m sobre o lençol freático	0		4		8	
2 - 10 m sobre o lençol freático	1		5		10	
0 - 2 m sobre o lençol freático	3		8		13	
Embaixo do lençol freático	9		12		15	
Instalações x Distância do Aterro (A 1-4)						
Instalação X Distância	> 1.000m		até 1.000m	até 500m	até 100m	A
ETA	0		15	25	25	1
Água protegida	0		0	12	25	2
Região abundante em água	0		0	0	10	3
Estação de águas minerais	0		0	12	25	4
Tipos de Uso X Distância do Aterro (B 1-3)						
Distância X Uso	casas/jardins/parques/agricultura		Comércio/ indústria	locais com trânsito		B
Sobre o aterro	25		20	10		1
Até 20 m	20		10	5		2
Até 100 m de distância	10		5	0		3
Regiões x Distância do Aterro (C 1-3)						
Regiões X Distância	> 1.000m		até 1.000m	até 500m	até 100m	C
Região inundável	0		0	0	5	1
Região possivelmente inundável	0		0	2	5	2
Parque protegido	0		0	0	4	3

APÊNDICE III

Modelo de Planilha Utilizada no Cálculo do IQR (CETESB, 1998)

ÍNDICE DA QUALIDADE DE ATERROS DE RESÍDUOS - IQR				
MUNICÍPIO:			DATA:	
LOCAL:			AGÊNCIA:	
BACIA HIDROGRÁFICA:			UGRHI:	
LICENÇA: L.I.: <input type="checkbox"/> L.O.: <input type="checkbox"/>			TÉCNICO:	
ÁREA OCUPADA:				

ÍTEM	SUB-ÍTEM	AValiação	PESO	PONTOS	
1 C A R A C T E R I S T I C A S D O L O C A L	CAPACIDADE DE SUPORTE DO SOLO	ADEQUADA	5		
		INADEQUADA	0		
	PROXIMIDADE DE NÚCLEOS HABITACIONAIS	LONGE > 500m		5	
		PRÓXIMO		0	
	PROXIMIDADE DE CORPOS DE ÁGUA	LONGE > 200m		3	
		PRÓXIMO		0	
	PROFUNDIDADE DO LENÇOL FREÁTICO	MAIOR 3m		4	
		DE 1 A 3m		2	
		DE 0 A 1m		0	
	PERMEABILIDADE DO SOLO	BAIXA		5	
		MÉDIA		2	
		ALTA		0	
	DISPONIBILIDADE DE MATERIAL PARA RECOBRIMENTO	SUFICIENTE		4	
		INSUFICIENTE		2	
		NENHUMA		0	
	QUALIDADE DO MATERIAL PARA RECOBRIMENTO	BOA		2	
		RUIM		0	
	CONDIÇÕES DE SISTEMA VIÁRIO, TRÂNSITO E ACESSO	BOAS		3	
		REGULARES		2	
		RUINS		0	
ISOLAMENTO VISUAL DA VIZINHANÇA	BOM		4		
	RUIM		0		
LEGALIDADE DE LOCALIZAÇÃO	LOCAL PERMITIDO		5		
	LOCAL PROIBIDO		0		
SUBTOTAL MÁXIMO			40		
2 I N F R A E S T R U T U R A I M P L A N T A D A	CERCAMENTO DA ÁREA	SIM	2		
		NÃO	0		
	PORTARIA / GUARITA	SIM	2		
		NÃO	0		
	IMPERMEABILIZAÇÃO DA BASE DO ATERRO	SIM / DESNECES.	5		
		NÃO	0		
	DRENAGEM DE CHORUME	SUFICIENTE	5		
		INSUFICIENTE	1		
		INEXISTENTE	0		
	DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS DEFINITIVA	SUFICIENTE	4		
		INSUFICIENTE	2		
		INEXISTENTE	0		
	DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS PROVISÓRIA	SUFICIENTE	2		
		INSUFICIENTE	1		
		INEXISTENTE	0		
	TRATOR DE ESTEIRAS OU COMPATIVEL	PERMANENTE	5		
		PERIÓDICAMENTE	2		
		INEXISTENTE	0		
	OUTROS EQUIPAMENTOS	SIM	1		
		NÃO	0		
SISTEMA DE TRATAMENTO DE CHORUME	SUFICIENTE	5			
	INSUF. / INEXIST.	0			
ACESSO À FRENTE DE TRABALHO	BOM	3			
	RUIM	0			
VIGILANTES	SIM	1			
	NÃO	0			
SISTEMA DE DRENAGEM DE GASES	SUFICIENTE	3			
	INSUFICIENTE	1			
	INEXISTENTE	0			
CONTROLE RECEBIMENTO DE CARGAS	SIM	2			
	NÃO	0			
MONITORIZAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	SUFICIENTE	3			
	INSUFICIENTE	2			
	INEXISTENTE	0			
ATENDIMENTO A ESTIPULAÇÕES DE PROJETO	SIM	2			
	PARCIALMENTE	1			
	NÃO	0			
SUBTOTAL MÁXIMO			45		

ÍTEM	SUB-ÍTEM	AValiação	PESO	PONTOS
3 C O N D I Ç O E S O P E R A C I O N A I S	ASPECTO GERAL	BOM	4	
		RUIM	0	
	OCORRÊNCIA DE LIXO A DESCOBERTO	NÃO	4	
		SIM	0	
	RECOBRIMENTO DO LIXO	ADEQUADO	4	
		INADEQUADO	1	
		INEXISTENTE	0	
	PRESEÇA DE URUBUS OU GAVOTAS	NÃO	1	
		SIM	0	
	PRESEÇA DE MOSCAS EM GRANDE QUANTIDADE	NÃO	2	
		SIM	0	
	PRESEÇA DE CATADORES	NÃO	3	
		SIM	0	
	CRIAÇÃO DE ANIMAIS (PORCOS, BOIS)	NÃO	3	
		SIM	0	
	DESCARGA DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE	NÃO	3	
		SIM	0	
	DESCARGA DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS	NÃO / ADEQUADA	4	
		SIM / INADEQ.	0	
	FUNCIONAMENTO DA DRENAGEM PLUVIAL DEFINITIVA	BOM	2	
REGULAR		1		
INEXISTENTE		0		
FUNCIONAMENTO DA DRENAGEM PLUVIAL PROVISÓRIA	BOM	2		
	REGULAR	1		
	INEXISTENTE	0		
FUNCIONAMENTO DA DRENAGEM DE CHORUME	BOM	3		
	REGULAR	2		
	INEXISTENTE	0		
FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE CHORUME	BOM	5		
	REGULAR	2		
	INEXISTENTE	0		
FUNCIONAMENTO DO SIST. DE MONITORIZAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	BOM	2		
	REGULAR	1		
	INEXISTENTE	0		
EFICIÊNCIA DA EQUIPE DE VIGILÂNCIA	BOA	1		
	RUIM	0		
MANUTENÇÃO DOS ACESSOS INTERNOS	BOAS	2		
	REGULARES	1		
	PESSIMAS	0		
SUBTOTAL MÁXIMO			45	

TOTAL MÁXIMO	130
---------------------	------------

IQR=SOMA DOS PONTOS / 13

IQR	AVALIAÇÃO
0 a 6,0	CONDIÇÕES INADEQUADAS
6,1 a 8,0	CONDIÇÕES CONTROLADAS
8,1 a 10	CONDIÇÕES ADEQUADAS

TOTAL DE CATADORES:	MENORES DE 14 ANOS:
---------------------	---------------------

APÊNDICE IV

Modelo de Planilha Utilizada no Cálculo do IQA (FARIA, 2002)

INDICE DA QUALIDADE DE ATERROS DE RESÍDUOS - IQA				
Município:		Licença (sim/não):		
Data:		Técnico:		
Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos
CARACTERÍSTICAS DO LOCAL	capacidade de suporte do solo	adequada	5	
		inadequada	0	
	permeabilidade do solo	baixa	5	
		média	2	
		alta	0	
	proximidade de núcleos hab.	longe > 500m	5	
		próximo	0	
	proximidade de corpos de água	longe > 200m	3	
		próximo	0	
	profundidade do lençol freático	maior 3m	4	
		de 1 a 3m	2	
		de 0 a 1m	0	
	disponibilidade de material para recobrimento	suficiente	4	
		insuficiente	2	
		nenhum	0	
	qualidade do mat. p/ recobrimento	boa	2	
ruim		0		
condições de sistema viário-trânsito-acesso	boas	3		
	regulares	2		
	ruins	0		
isolam. visual da vizinhança	bom	4		
	ruim	0		
legalidade de localização	loc. permit.	5		
	loc. proibida	0		
	sub-total 1	máximo	40	
INFRAESTRUTURA IMPLANTADA	cercamento da área	sim	2	
		não	0	
	portaria/guarita	sim	1	
		não	0	
	controle de recebimento de cargas	sim c/ balança	2	
		sim s/ balança	1	
		não	0	
	acesso à frente de trabalho	bom	2	
		ruim	0	
	trator de esteiras ou compatível	permanente	5	
		periodicam.	2	
		inexistente	0	
	outros equipamentos	sim	1	
		não	0	
	impermeabil. da base do aterro	sim/desneces.	5	
		não	0	
	drenagem de chorume	suficiente	5	
		insuficiente	1	
		inexistente	0	
	drenagem de águas pluviais definitiva	suficiente	4	
		insuficiente	2	
		inexistente	0	
	drenagem de águas pluviais provisória	suficiente	2	
		insuficiente	1	
		inexistente	0	
	drenagem de gases	suficiente	3	
		insuficiente	1	
		inexistente	0	
	sist. de tratam. de chorume	suficiente	5	
		insufi./inexist.	0	
	monitoramento de águas subterrâneas	suficiente	3	
		insuficiente	1	
	inexistente	0		
monitoramento das águas superf., lixiviados e gases	suficiente	3		
	insuficiente	1		
	inexistente	0		
monitoramento da estabil. maciços de solo e de lixo	suficiente	3		
	insuficiente	1		
	inexistente	0		
atendimento a estipulações de projeto	sim	2		
	parcialm.	1		
	não	0		
	sub-total 2	máximo	48	
CONDIÇÕES OPERACIONAIS	presença de elem. dispersos vento	não	1	
		sim	0	
	recobrimento diário do lixo	sim	4	
		não	0	
	compactação do lixo	adequada	4	
		inadequada	2	
		inexistente	0	
	presença de urubus-gaivotas	não	1	
		sim	0	
	pres. de mocas em grande quant.	não	2	
		sim	0	
	presença de queimadas	não	1	
		sim	0	
	presença de catadores	não	3	
		sim	0	
	criação de animais (bois etc.)	não	3	
		sim/proximid.	0	
	descarga de res. de serv. de saúde	não	3	
		sim	0	
	descarga de res. industriais	não/adequada	4	
		sim/inadequada	0	
	funcion. da drenagem de chorume	bom	3	
		regular	2	
		inexistente	0	
	funcion. da drenagem pluv. definitiva	bom	2	
		regular	1	
		inexistente	0	
	funcion. da drenagem pluv. provisória	bom	2	
		regular	1	
		inexistente	0	
	funcion. da drenagem de gases	bom	2	
		regular	1	
	inexistente	0		
funcion. do sist. de tratam. chorume	bom	5		
	regular	2		
	inexistente	0		
funcion. do sist. de monitor. das águas subt.	bom	2		
	regular	1		
	inexistente	0		
funcion. do sist. de monitor. das ág. sup., lix. e gas.	bom	2		
	regular	1		
	inexistente	0		
funcion. do monitor. da estab. dos maciços	bom	2		
	regular	1		
	inexistente	0		
medidas corretivas	sim/desnec.	2		
	não	0		
dados gerais sobre o aterro	sim	1		
	não/incompleto	0		
manutenção dos acessos internos	boas	2		
	regulares	1		
	péssimas	0		
plano de fechamento do aterro	sim	1		
	não	0		
	sub-total 3	máximo	52	
Total (1+2+3)			140	
IQA = Soma dos pontos / 14				
IQA		Avaliação		
0 a 6,0		Condições inadequadas		
6,01 a 8,0		Condições controladas		
8,01 a 10		Condições adequadas		

APÊNDICE V

Principais Normas Brasileiras Relacionadas à Dissertação

- CETESB P4.241:1982 – Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos urbanos;
- CETESB L1.030:1989 – Membranas impermeabilizantes e resíduos – Determinação da compacidade: Método de ensaio;
- NB 98:1966 – Armazenamento e manuseio de líquidos inflamáveis e combustíveis;
- NBR 5681:1980 – Controle tecnológico da execução de aterros em obras de edificações – Procedimento;
- NBR 7039:1987 – Pilhas e acumuladores elétricos – Terminologia;
- NBR 7229:1993 – Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos – Procedimento;
- NBR 7500:1994 – Símbolos de risco e manuseio para o transporte e armazenamento de materiais – Simbologia; (substituída pela NBR 7500:2005 – Identificação para o transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento de produtos);
- NBR 7501:2005 – Transporte de produtos perigosos – Terminologia;
- NBR 7503:2004 – Ficha de emergência e envelope para o transporte terrestre de produtos perigosos – Características, dimensões e preenchimento;
- NBR 7505-1:2000 – Armazenagem de líquidos inflamáveis e combustíveis – Parte 1: Armazenagem em tanques estacionários;
- NBR 7505-4:2000 – Armazenagem de líquidos inflamáveis e combustíveis – Parte 4: Proteção contra incêndio;
- NBR 8418:1983 – Apresentação de projetos de aterros para resíduos industriais perigosos – Procedimento;
- NBR 8419:1992 – Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos – Procedimento;
- NBR 8843:1996 – Aeroportos – Gerenciamento de resíduos sólidos;

- NBR 8849:1985 – Apresentação de projetos de aterros controlados de resíduos sólidos urbanos – Procedimento;
- NBR 8969:1985 – Poluição do ar – Terminologia;
- NBR 9191:1993 – Sacos plásticos para acondicionamento de lixo – Especificação (substituída pela NBR 9191:2002 – Sacos plásticos para acondicionamento de lixo – Requisitos e métodos de ensaio);
- NBR 9547:1997 – Material particulado em suspensão no ar ambiente – Determinação da concentração total pelo método do amostrador de grande volume;
- NBR 9648:1986 – Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário – Procedimento;
- NBR 9649:1986 – Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário – Procedimento;
- NBR-9690:1986 – Mantas de polímeros para impermeabilização (PVC) – Especificação;
- NBR 9800:1987 – Critérios para lançamento de efluentes líquidos industriais no sistema coletor público de esgoto sanitário – Procedimento;
- NBR 9814:1987 – Execução de rede coletora de esgoto sanitário – Procedimento;
- NBR 9896:1993 – Glossário de poluição das águas - Terminologia;
- NBR 9897:1987 – Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores – Procedimento;
- NBR 9898:1987 – Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores – Procedimento;
- NBR 10004:1987 – Resíduos sólidos – Classificação (substituída pela NBR 10004:2004 – Resíduos sólidos – Classificação);
- NBR 10005:1987 – Lixiviação de resíduos – Procedimento (substituída pela NBR 10005:2004 – Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos);
- NBR 10006:1987 – Solubilização de resíduos – Procedimento (substituída pela NBR 10006:2004 – Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos);

- NBR 10007:1987 – Amostragem de resíduos – Procedimento (substituída pela NBR 10007:2004 – Amostragem de resíduos – Procedimento);
- NBR 10151:1987 – Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade – Procedimento (substituída pela NBR 10151:2000 – Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade – Procedimento);
- NBR 10152:1987 – Níveis de ruído para conforto acústico;
- NBR 10157:1987 – Aterros de resíduos perigosos – Critérios para projeto, construção e operação – Procedimento;
- NBR 10182:1988 – Lavra de jazidas de minerais metálicos, não-metálicos e carvão;
- NBR 10561:1988 – Águas – Determinação de resíduo sedimentável (sólidos sedimentáveis) – Método de cone de Imhoff – Método de ensaio;
- NBR 10664:1989 – Águas – Determinação de resíduos (sólidos) – Método gravimétrico – Método de ensaio;
- NBR 10703:1989 – Degradação do solo – Terminologia;
- NBR 11174:1990 – Armazenamento de resíduos classes II – não inertes – e III – inertes – Procedimento;
- NBR 11175:1990 – Incineração de resíduos sólidos perigosos – Padrões de desempenho – Procedimento;
- NBR 11682:1991 – Estabilidade de taludes – Procedimento;
- NBR 12019:1990 – Efluentes gasosos em dutos e chaminés de fontes estacionárias – Determinação de material particulado – Método de ensaio;
- NBR 12065:1991 – Atmosfera, determinação da taxa de poeira sedimentável total – Método de ensaio;
- NBR 12235:1992 – Armazenamento de Resíduos Sólidos Perigosos (NB 1183);
- NBR 12266:1992 – Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana – Procedimento;
- NBR 12267:1992 – Normas para elaboração de Plano Diretor – Procedimento;
- NBR 12587:1992 – Cadastro de sistema de esgotamento sanitário – Procedimento;

- NBR 12810:1993 – Coleta de resíduos de serviços de saúde – Procedimento;
- NBR 12980:1993 – Coleta, varrição e acondicionamento de resíduos sólidos urbanos – Terminologia;
- NBR 12988:1993 – Líquidos livres – Verificação em amostra de resíduos – Método de ensaio;
- NBR 13028:1993 – Elaboração de projeto de disposição de rejeitos de beneficiamento, em barramento, em mineração - Procedimento;
- NBR 13029:1993 – Elaboração e apresentação de projeto de disposição de estéril, em pilha, em mineração - Procedimento;
- NBR 13030:1999 – Elaboração e apresentação de projeto de reabilitação de áreas degradadas pela mineração;
- NBR 13056:1993 – Filmes plásticos para sacos de acondicionamento de lixo – Verificação de transparência (substituída pela NBR 13056:2000 – Filmes plásticos – Verificação da transparência – Método de ensaio);
- NBR 13221:1994 – Transporte de resíduos – Procedimento (substituída pela NBR 13221:2005 – Transporte terrestre de resíduos);
- NBR 13333:1995 – Caçamba estacionária de 0,8 metros cúbicos, 1,2 metros cúbicos e 1,6 metros cúbicos para coleta de resíduos sólidos por coletores-compactadores de carregamento traseiro – Terminologia;
- NBR 13334:1995 – Caçamba estacionária de 0,8 metros cúbicos, 1,2 metros cúbicos e 1,6 metros cúbicos para coletas de resíduos sólidos por coletores-compactadores de carregamento traseiro – Dimensões – Padronização;
- NBR 13463:1995 – Coleta de resíduos sólidos – Classificação;
- NBR 13784:1997 – Detecção de Vazamento em Postos de Serviços;
- NBR 13786:2005 – Posto de Serviço – Seleção de Equipamentos para Sistemas para Instalações Subterrâneas de Combustíveis;
- NBR 13853:1997 – Coletores para resíduos de serviços de saúde perfurantes ou cortantes – Requisitos e métodos de ensaio;
- NBR 13.894:1997 - Tratamento no Solo (Landfarming) – Procedimento;

APÊNDICE VI**Quadro de Evolução de Normas e Guias ABNT/CB-38 Série ISO 14000**

ISO	TÍTULO	WD	CD	DIS	FDIS	Publicação ISO	NBR ISO	Elaboração CE	Consulta Nacional	Análise Votos CE	Aguardando Publicação	Publicação ABNT	
SUBCOMITÊ SC-001 – Sistemas de Gestão Ambiental													
14001	Sistemas de gestão ambiental – Especificação e diretrizes para uso					09/96	14001					10/96	
14001	Idem – revisão 1				08/04				09/04			12/04	
14004	Sistemas de gestão ambiental – Diretrizes gerais sobre princípios, sistemas e técnicas de apoio					09/96	14004					10/96	
14004	Idem – revisão 1				08/04			09/03	04/05				
SUBCOMITÊ SC-002 – Auditorias Ambientais e Investigações Correlatas													
14010	Diretrizes para auditoria ambiental – Princípios gerais	Norma cancelada e substituída pela ISO 19011						14010	Norma cancelada e substituída pela ISO 19011				
14011	Diretrizes para auditoria ambiental – Procedimentos de auditoria – Auditoria de sistema de gestão ambiental	Norma cancelada e substituída pela ISO 19011						14011	Norma cancelada e substituída pela ISO 19011				
14012	Diretrizes para auditoria ambiental – Critérios de qualificação para auditores ambientais	Norma cancelada e substituída pela ISO 19011						14012	Norma cancelada e substituída pela ISO 19011				
14015	Gestão Ambiental – Avaliação ambiental de locais e organizações (AVALOR)					11/01	14015					07/03	
19011	Diretrizes para auditorias de sistema da qualidade e/ou ambiental					10/02	19011					11/02	
SUBCOMITÊ SC-003 – Rotulagem Ambiental													
14020	Rótulos e declarações ambientais – Princípios gerais					08/98	14020					06/02	
14021	Rótulos e declarações ambientais – Autodeclarações ambientais (rotulagem ambiental – Tipo II)					09/99	14021					04/04	
14024	Rótulos e declarações ambientais – Rotulagem ambiental Tipo I – Princípios e procedimentos					04/99	14024					04/04	
14025	Rótulos e declarações ambientais – Declaração ambiental Tipo III – Princípios e procedimentos		CD.3 09/04				14025						
SUBCOMITÊ SC-004 – Avaliação de Desempenho Ambiental													
14031	Gestão Ambiental – Avaliação de desempenho ambiental – Diretrizes					11/99	14031					02/04	
TR 14032	Gestão Ambiental – Exemplos de avaliação de desempenho ambiental (ADA)					11/99	14032						
SUBCOMITÊ SC-005 – Análise do Ciclo de Vida													

14040	Gestão Ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Princípios e estrutura					06/97	14040						11/01
14040	Idem – revisão 1		CD.2 09/04				14040 Rev.1						
14041	Gestão Ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Definição de objetivo e escopo e análise do inventário					10/98	14041						05/04
14042	Gestão Ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Avaliação do impacto do ciclo de vida					03/00	14042						05/04
14043	Gestão Ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Interpretação do ciclo de vida					03/00	14043			05/04			04/05
14044	Gestão Ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Requisitos e orientações		CD.2 09/04										
TR 14047	Gestão Ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Exemplos ilustrativos de como aplicar a ISO 14042					10/03	TR 14047	09/04					
TS 14048	Gestão Ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Formato da apresentação de dados					04/02	14048						
14048	Gestão Ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Formato da apresentação de dados	09/04											
TR 14049	Gestão Ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Exemplos de aplicação da ISO 14041 para definição de objetivos e escopo e análise de inventário					03/00	TR 14049						
SUBCOMITÊ SC-006 – Termos e Definições													
14050	Gestão Ambiental - Vocabulário					05/98	14050						-
14050	Idem – revisão 1					05/02	14050 Rev.2						05/04
SUBCOMITÊ SC-007 – Projetos para o Ambiente													
TR 14062	Gestão Ambiental – Integração de aspectos ambientais no projeto e desenvolvimento de produto					11/02	TR 14062						05/04
SUBCOMITÊ SC-008 – Comunicação Ambiental													
14063	Gestão Ambiental – Comunicação ambiental – Diretrizes e exemplos			09/04			14063						
SUBCOMITÊ SC-009 – Mudanças Climáticas													
14064 parte 1	Gases de efeito estufa – Parte 1: Especificação para a quantificação, monitoramento e relato de emissões e remoções de entidades			09/04			14064 Parte 1						
14064 parte 2	Gases de efeito estufa – Parte 2: Especificação para a quantificação, monitoramento e relato de projetos de emissões e remoções			09/04			14064 Parte 2						

14064 parte 3	Gases de efeito estufa – Parte 3: Especificação e diretrizes para validação, verificação e certificação			09/04			14064 Parte 3					
14064 parte 4	Gases de efeito estufa – Parte 1: Especificação para organismos que provêm verificação e validação	09/04										
ISO CASCO												
Guide 61	Requisitos gerais para avaliação e acreditação de organismos de certificação/registo				08/96		GUIA 61					05/02
Guide 64	Guia para inclusão de aspectos ambientais em normas de produtos				03/97		GUIA 64					05/02
Guide 66	Requisitos gerais para organismos que operam avaliação e certificação/registo de sistemas de gestão ambiental				10/99		GUIA 66					12/01

LEGENDA:

ISO	International Organization for Standardization	Organização Internacional para Normalização
CASCO	Committee Assessment Conformity	Comitê de Avaliação da Conformidade
TC-207	Technical Committee of Environmental Management	Comitê Técnico de Gestão Ambiental
NBR		Norma Brasileira Registrada
TR	Technical Report	Relatório Técnico
TS	Technical Specifications	Especificações Técnicas
GUIDE		Guia
WD	Working Draft	Anteprojeto
CD	Committee Draft	Comitê de Projeto
DIS	Draft International Standards	Projeto de Norma Internacional
FDIS	Final Draft International Standards	Projeto Final de Norma Internacional
CE		Comissão de Estudos

APÊNDICE VII

Matriz de Avaliação Funcional dos Parâmetros da Gestão Ambiental

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	Soma	%	Pontuação
A	A1	A3	A3	A3	0	A2	H1	A1	A1	14	16,867	5
	B	B1	B2	B2	F2	G2	H3	I2	B2	7	8,434	3
		C	C2	C2	F1	G1	H2	C1	C1	7	8,434	2
			D	D3	D1	G1	H1	D2	J2	6	7,229	2
				E	F3	G2	H3	I3	E2	2	2,410	1
					F	0	F2	F2	F2	12	14,458	4
						G	G1	G2	G2	11	13,253	4
							H	H2	H2	14	16,867	5
								I	J3	5	6,024	2
									J	5	6,024	2
									Total	82	100,000	30

Funções dos requisitos da NBR ISO 14001:2004:

- A - Identificação de aspectos e impactos ambientais
- B - Objetivos, metas e programas ambientais
- C - Garantia dos recursos necessários
- D - Sistema de treinamento e comunicação
- E - Controle da documentação e registros
- F - Programa e planos de emergências
- G - Controle, monitoramento e medição de operações
- H - Atendimento aos requisitos legais e outros
- I - Programa de auditorias internas
- J - Análises críticas e ações corretiva e preventiva

Critério comparativo das funções:

- 3 pontos - função muito mais importante ou necessária que a outra
- 2 pontos - função mais importante ou necessária que a outra
- 1 pontos - função pouco mais importante ou necessária que a outra
- 0 pontos - função de igual importante ou necessidade que a outra

APÊNDICE VIII

Requisitos de Qualificação de Auditores (NBR ISO 19011:2002)

Tabela 3- aplicação de avaliação para auditor em um programa de auditoria interno hipotético

Áreas de competência	Passo 1 Atributos pessoais, e conhecimento e habilidades	Passo 2 Critério de avaliação	Passo 3 Método de avaliação
Atributos pessoais	Ético, mente aberta, diplomático, observador, perceptivo, versátil, tenaz Decisivo e autoconfiante.	Ter desempenho satisfatório no local de trabalho.	Avaliação de desempenho
Conhecimento e habilidades genéricos			
Princípios, procedimentos e técnicas de auditoria	Habilidade para conduzir uma auditoria de acordo com procedimentos internos em comunicação com colegas conhecidos do local de trabalho	Ter completado curso interno de treinamento de auditor Ter executado três auditorias como membro de uma equipe da Auditoria.	Análise crítica de registros de treinamento Observação Análise crítica de pares
Sistema de gestão e documentos de referência	Habilidade para aplicar as partes pertinentes do manual do sistema de gestão e seus procedimentos relacionados.	Ter lido e entendido os procedimentos do manual do sistema de gestão pertinentes aos objetivos, escopo e critério da auditoria.	Análise crítica de registro de treinamento Teste Entrevista
Situações organizacionais	Habilidade para atuar de forma eficaz dentro da cultura da organização e da estrutura organizacional e de informação.	Ter trabalhado para organização durante no mínimo um ano, em uma função de supervisão	Análise e crítica de registros de emprego
Leis, Regulamentos e outros requisitos aplicáveis	Habilidade para identificar e entender a aplicação das leis pertinentes e regulamentos relacionados aos processos, produtos e/ou descargas no ambiente.	Ter completado um curso de treinamento nas leis pertinentes às atividades e processo a serem auditados	Análise crítica de registros de treinamento
Conhecimento e habilidades específicos da qualidade			
Métodos e técnicas relacionadas com qualidade	Habilidade para descrever os métodos internos de controle da qualidade. Habilidade para diferenciar entre requisitos para testes ao longo do processo e finais.	Ter completado treinamento na aplicação de métodos de controle da qualidade. Ter demonstrado o uso no local de trabalho de procedimentos de testes ao longo do processo e finais.	Análise crítica de registros de treinamento Observação
Processos e produtos, incluindo serviços	Habilidade para identificar os produtos, seu processo de fabricação, especificação e seu uso final.	Ter trabalhado no planejamento da produção como funcionário administrativo do planejamento de processo. Ter trabalhado no departamento de assistência técnica.	Análise crítica de registros de emprego
Conhecimentos e habilidades ambientais específicas			
Método e técnicas de gestão ambiental	Habilidade para entender métodos para avaliar o desempenho ambiental	Ter completado treinamento em avaliação de desempenho ambiental	Análise crítica de registros de treinamento
Ciências e tecnologia ambiental	Habilidade para entender como a prevenção de poluição e os métodos de controle usado pela organização apontam os aspectos ambientais significativos da organização.	Ter seis meses de experiência profissional no controle e prevenção de poluição em um ambiente industrial semelhante.	Análise crítica de registros de empregos
Aspectos técnicos e ambientais de operações	Habilidade para reconhecer os aspectos ambientais da organização e seus impactos (por exemplo materiais, suas reações entre si e potenciais de impactos no ambiente em caso de derramamento ou liberação) Habilidade para avaliar os procedimentos de resposta de emergência aplicáveis em incidentes ambientais.	Ter completado um curso interno de treinamento em armazenamento de materiais, mistura, uso, disposição e seus impactos ambientais. Ter completado treinamento no Plano de resposta de Emergência e experiência como membro da equipe da resposta de emergência.	Análise crítica de registros de registros de treinamento, conteúdo do curso e resultados Análise crítica de registros de treinamento e de emprego

APÊNDICE IX

Modelo de Planilha Utilizada no Cálculo do IQS (LOUREIRO, 2005)

ÍNDICE DA QUALIDADE NO SGA EM ATERROS DE RSU - IQS				
Município:			Data:	
Local:			Técnico:	
Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos
CARACTERÍSTICAS DO LOCAL	capacidade de suporte do solo	adequada	5	
		inadequada	0	
	permeabilidade do solo	baixa	5	
		média	2	
		alta	0	
	proximidade de núcleos hab.	longe > 500m	5	
		próximo	0	
	proximidade de corpos de água	longe > 200m	3	
		próximo	0	
	profundidade do lençol freático	maior 3m	4	
		de 1 a 3m	2	
		de 0 a 1m	0	
	disponibilidade de material para recobrimento	suficiente	4	
		insuficiente	2	
		nenhum	0	
	qualidade do mat. p/ recobrimento	boa	2	
		ruim	0	
	condições de sistema viário-trânsito-acesso	boas	3	
		regulares	2	
		ruins	0	
	isolam. visual da vizinhança	bom	4	
		ruim	0	
	legalidade de localização	loc. permit.	5	
		loc. proibida	0	
		sub-total 1	máximo	40
INFRAESTRUTURA IMPLANTADA	cercamento da área	sim	2	
		não	0	
	portaria/quarita	sim	1	
		não	0	
	controle de recebimento de cargas	sim c/ balança	2	
		sim s/ balança	1	
		não	0	
	acesso à frente de trabalho	bom	2	
		ruim	0	
	trator de esteiras ou compatível	permanente	5	
		periódicam.	2	
		inexistente	0	
	outros equipamentos	sim	1	
		não	0	
	impermeabil. da base do aterro	sim/desneces.	5	
		não	0	
	drenagem de chorume	suficiente	5	
		insuficiente	1	
		inexistente	0	
	drenagem de águas pluviais definitiva	suficiente	4	
		insuficiente	2	
		inexistente	0	
	drenagem de águas pluviais provisória	suficiente	2	
		insuficiente	1	
		inexistente	0	
	drenagem de gases	suficiente	3	
		insuficiente	1	
		inexistente	0	
	sist. de tratam. de chorume	suficiente	5	
		insufi./inexist.	0	
monitoramento de águas subterrâneas	suficiente	3		
	insuficiente	1		
	inexistente	0		
monitoramento das águas superf., lixiviados e gases	suficiente	3		
	insuficiente	1		
	inexistente	0		
monitoramento da estabil. maciços de solo e de lixo	suficiente	3		
	insuficiente	1		
	inexistente	0		
atendimento a estipulações de projeto	sim	2		
	parcialm.	1		
	não	0		
	sub-total 2	máximo	48	
Total (1+2+3+4)			170	
IQS = Soma dos pontos / 17				
IQS		Avaliação		
0 a 6,00		Condições inadequadas		
6,01 a 8,00		Condições controladas		
8,01 a 9,00		Condições adequadas		
9,01 a 10		Condições ambientais		
CONDIÇÕES OPERACIONAIS	presença de elem. dispersos vento	não	1	
		sim	0	
	recobrimento do diário do lixo	sim	4	
		não	0	
	compactação do lixo	adequada	4	
		inadequada	2	
		inexistente	0	
	presença de urubus-gaivotas	não	1	
		sim	0	
	pres. de mocas em grande quant.	não	2	
		sim	0	
	presença de queimadas	não	1	
		sim	0	
	presença de catadores	não	3	
		sim	0	
	criação de animais (bois etc.)	não	3	
		sim/proximid.	0	
	descarga de res. de serv. de saúde	não	3	
		sim	0	
	descarga de res. industriais	não/adequada	4	
		sim/inadequada	0	
	funcion. da drenagem de chorume	bom	3	
		regular	2	
		inexistente	0	
	funcion. da drenagem pluv. definitiva	bom	2	
		regular	1	
		inexistente	0	
	funcion. da drenagem pluv. provisória	bom	2	
		regular	1	
		inexistente	0	
	funcion. da drenagem de gases	bom	2	
		regular	1	
		inexistente	0	
	funcion. do sist. de tratam. chorume	bom	5	
		regular	2	
		inexistente	0	
	funcion. do sist. de monitor. das águas subt.	bom	2	
		regular	1	
		inexistente	0	
	funcion. do sist. de monitor. das ág. sup., lix. e gas.	bom	2	
	regular	1		
	inexistente	0		
funcion. do monitor. da estab. dos maciços	bom	2		
	regular	1		
	inexistente	0		
medidas corretivas	sim/desnec.	2		
	não	0		
dados gerais sobre o aterro	sim	1		
	não/incompleto	0		
manutenção dos acessos internos	boas	2		
	regulares	1		
	péssimas	0		
plano de fechamento do aterro	sim	1		
	não	0		
	sub-total 3	máximo	52	
GESTÃO AMBIENTAL	ident. de aspectos e impactos ambientais	satisfatória	5	
		insuficiente	2	
		inexistente	0	
	objetivos, metas e programas ambientais	consistente	3	
		inconsistente	1	
		inexistente	0	
	garantia dos recursos necess.	suficientes	2	
		insuficientes	0	
	sist. de treinamento e comunicação	eficiente	2	
		ineficiente	0	
	controle de doc. e registros	sim	1	
		não	0	
	programa e planos de emergências	suficiente	4	
		insuficiente	2	
		inexistente	0	
	controle, monit. e med. de operações	eficaz	4	
		ineficaz	0	
	Atendimento aos req. legais e outros	sim	5	
		não	0	
	programa de auditorias internas	satisfatória	2	
	ineficaz	1		
	inexistente	0		
Análises críticas e ação corret. e prev	consistente	2		
	inconsistente	0		
	sub-total 4	máximo	30	

APÊNDICE X

Relatórios de Avaliação dos 15 Aterros Estudados (IQR, IQA e IQS)

ÍNDICE DA QUALIDADE DE ATERROS DE RESÍDUOS - IQR				
Município: ATERRO 01 (ver Apêndice XI)				
Licença (sim/não): NÃO				
Data: 22 / 06 / 2004				
Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos
CARACTERÍSTICAS DO LOCAL	capacidade de suporte do solo	adequada	5	5
		inadequada	0	
	proximidade de núcleos hab.	longe > 500m	5	5
		próximo	0	
	proximidade de corpos de água	longe > 200m	3	0
		próximo	0	
	profundidade do lençol freático	maior 3m	4	4
		de 1 a 3m	2	
	permeabilidade do solo	de 0 a 1m	0	5
		baixa	5	
	disponibilidade de material para recobrimento	média	2	4
		alta	0	
	qualidade do mat. p/ recobrimento	suficiente	4	2
		insuficiente	2	
	condições de sistema viário-trânsito-acesso	nenhum	0	3
		boas	3	
	isolam. visual da vizinhança	regulares	2	4
		ruins	0	
legalidade de localização	bom	4	5	
	ruim	0		
sub-total 1		máximo	40	37
INFRAESTRUTURA IMPLANTADA	cercamento da área	sim	2	2
		não	0	
	portaria/guarita	sim	2	2
		não	0	
	impermeabil. da base do aterro	sim/desneces.	5	0
		não	0	
	drenagem de chorume	suficiente	5	1
		insuficiente	1	
	drenagem de águas pluviais definitiva	insuficiente	0	0
		suficiente	4	
	drenagem de águas pluviais provisória	insuficiente	2	1
		inexistente	0	
	trator de esteiras ou compatível	inexistente	5	5
		permanente	2	
	outros equipamentos	inexistente	0	1
		sim	1	
	sist. de tratam. de chorume	sim	5	5
		não	0	
	acesso à frente de trabalho	suficiente	3	3
		insufi./inexist.	0	
	vigilantes	bom	3	3
		ruim	0	
	sistema de drenagem de gases	sim	1	1
		não	0	
	controle receb. de cargas	suficiente	3	1
		insuficiente	1	
	monitoramento de águas subterrâneas	inexistente	0	3
		sim	2	
atendimento a estipulações de projeto	parcialm.	3	1	
	não	1		
sub-total 2		máximo	45	28
CONDIÇÕES OPERACIONAIS	aspecto geral	bom	4	4
		ruim	0	
	ocorrência de lixo descob.	não	4	0
		sim	0	
	recobrimento do lixo	adequada	4	1
		inadequada	1	
	presença de urubus-gaivotas	inexistente	0	0
		não	1	
	pres. de mocas em grande quant.	sim	0	0
		não	2	
	presença de catadores	sim	0	0
		não	3	
	criação de animais (bois etc.)	sim	0	0
		não	3	
	descarga de res. de serv. de saúde	sim	0	3
		não	3	
	descarga de res. industriais	sim/inadequada	4	4
		não/adequada	0	
	funcion. da drenagem pluv. definitiva	bom	2	0
		regular	1	
	funcion. da drenagem pluv. provisória	inexistente	0	1
		bom	2	
	funcion. da drenagem de chorume	regular	1	2
		inexistente	2	
	funcion. do sist. de tratam. de chorume	inexistente	0	2
		bom	5	
	funcion. do sist. de monitor. das águas subt.	regular	2	2
		inexistente	0	
efic. da equipe de vigilância	boa	1	0	
	ruim	0		
manutenção dos acessos internos	boas	2	2	
	regulares	1		
sub-total 3	péssimas	0	45	21
	máximo			
Total (1+2+3)		máximo	130	86
IQR = Soma dos pontos / 13				6.62
IQR		Avaliação		
0 a 6,0		Condições inadequadas		
6.0 a 8.0		Condições controladas		
8.0 a 10		Condições adequadas		

ÍNDICE DA QUALIDADE DE ATERROS DE RESÍDUOS - IQA					ÍNDICE DA QUALIDADE DE ATERROS DE RESÍDUOS - IQA					
Município: ATERRO 01					Licença (sim/não): NÃO					
Data: 22 / 06 / 2004					Técnico: ver Apêndice XI					
Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos	Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos	
CARACTERÍSTICAS DO LOCAL	capacidade de suporte do solo	adequada	5	5	CONDIÇÕES OPERACIONAIS	presença de elem. dispersos vento	não	1	0	
		inadequada	0			sim	0			
	permeabilidade do solo	baixa	5	5		recobrimento diário do lixo	sim	4	0	0
		média	2			não	0			
	proximidade de núcleos hab.	alta	0	5		compactação do lixo	adequada	4	2	2
		longe > 500m	5				inadequada	2		
	próximo	0	inexistente	0						
	proximidade de corpos de água	longe > 200m	3	0		presença de urubus-gaivotas	não	1	0	0
		próximo	0			sim	0			
	profundidade do lençol freático	maior 3m	4	4		pres. de mocas em grande quant.	não	2	0	0
		de 1 a 3m	2			sim	0			
	disponibilidade de material para recobrimento	de 0 a 1m	0	4		presença de queimadas	não	1	1	1
		suficiente	4				sim	0		
	qualidade do mat. n/ recobrimento	insuficiente	2	4		presença de catadores	não	3	0	0
		nenhum	0				sim	0		
	condições de sistema viário-trânsito-acesso	boa	2	2		criação de animais (bois etc.)	não	3	0	0
ruim		0	sim/proximid.		0					
isolam. visual da vizinhança	boas	3	3	descarga de res. de serv. de saúde	não	3	3	3		
	regulares	2		sim	0					
legalidade de localização	ruins	0	4	descarga de res. industriais	não/adequada	4	4	4		
	loc. permit.	5			sim/inadequada	0				
sub-total 1	loc. proibida	0	5	funcion. da drenagem de chorume	bom	3	2	2		
	máximo	40		regular	2					
INFRAESTRUTURA IMPLANTADA	cercamento da área	sim	2	2	funcion. da drenagem pluv. definitiva	inexistente	0	0	0	
		não	0							
	portaria/guarita	sim	1	1		funcion. da drenagem pluv. provisória	bom			2
		não	0		regular		1			
	controle de recebimento de cargas	sim c/ balança	2	2	funcion. da drenagem de gases	inexistente	0	1	1	
		sim s/ balança	1			bom	2			
	acesso à frente de trabalho	não	0	2	funcion. do sist. de tratam. chorume	regular	1	2	2	
		bom	2			inexistente	0			
	trator de esteiras ou compatível	ruim	0	5	funcion. do sist. de monitor. das águas subt.	bom	2	2	2	
		permanente	5			regular	1			
	outros equipamentos impermeabil. da base do aterro	periodicam.	2	0	funcion. do sist. de monitor. das ág. sup., lix. e gas.	inexistente	0	2	2	
		inexistente	0			bom	2			
	drenagem de chorume	sim	1	1	funcion. do monitor. da estab. dos macicos	regular	1	2	2	
		não	0			inexistente	0			
	drenagem de águas pluviais definitiva	sim/desnec.	5	0	medidas corretivas	sim/desnec.	2	2	2	
		não	0			não	0			
	drenagem de águas pluviais provisória	suficiente	5	1	dados gerais sobre o aterro	sim	1	1	1	
		insuficiente	1			não/incompleto	0			
	drenagem de gases	inexistente	0	1	manutenção dos acessos internos	boas	2	2	2	
		suficiente	3			regulares	1			
	sist. de tratam. de chorume	insuficiente	1	5	plano de fechamento do aterro	péssimas	0	1	1	
		inexistente	0			sim	1			
	monitoramento de águas subterrâneas	suficiente	5	3	sub-total 3	máximo	52	28	28	
		insuficiente	1							
	monitoramento das águas superf., lixiviados e gases	inexistente	0	3	Total (1+2+3)		140	96	96	
		suficiente	3		IOA = Soma dos pontos / 14			6.86	6.86	
	monitoramento da estab. macicos de solo e de lixo	inexistente	0	3	IOA		Avaliação			
		suficiente	3		0 a 6,0		Condições inadequadas			
	atendimento a estipulações de projeto	insuficiente	1	1	6,01 a 8,0		Condições controladas			
		inexistente	0		8,01 a 10		Condições adequadas			
	sub-total 2	máximo	48	31						

ÍNDICE DA QUALIDADE NO SGA EM ATERROS DE RSU - IQS									
Município: ATERRO 01			Data: 22 / 06 / 2004						
Local: ver Apêndice XI			Técnico: ver Apêndice XI						
Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos	Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos
CARACTERÍSTICAS DO LOCAL	capacidade de suporte do solo	adequada	5	5	CONDIÇÕES OPERACIONAIS	presença de elem. dispersos vento	não	1	0
		inadequada	0				recobrimento do solo	sim	
	permeabilidade do solo	baixa	5	5		com pactação do lixo	adequada	4	2
		média	2				de res. de serv. de saúde	inadequada	
	proximidade de núcleos hab.	longe > 500m	5	5			inexistente	0	0
		próximo	0				presença de urubus-eaivotas	não	
	proximidade de cornos de água	longe > 200m	3	0			sim	0	0
		próximo	0				pres. de mocas em grande quant.	não	
	profundidade do lençol freático	maior 3m	4	4			sim	0	1
		de 1 a 3m	2				presença de queimadas	não	
	disponibilidade de material para recobrimento	de 0 a 1m	0	4			sim	0	0
		suficiente	4				criação de animais (bois etc.)	não	
	qualidade do mat. p/ recobrimento	insuficiente	2	2			sim/proximid.	0	3
		nenhum	0				descarga de res. industriais	não/adequada	
	condições de sistema viário-trânsito-acesso	boa	2	3			sim/inadequada	0	2
		regulares	3				funcion. da drenagem de chorume	hom	
	isolam. visual da vizinhança	ruins	0	4			regular	2	2
bom		4			funcion. da drenagem pluv. definitiva	hom	2	0	
legalidade de localização	ruim	0	5		regular	1	1		
	loc. permit.	5			funcion. da drenagem de efluentes	regular		1	1
	loc. proibida	0			inexistente	0	2		
	sub-total 1	máximo	40	37		hom		2	0
INFRAESTRUTURA IMPLANTADA	cercamento da área	sim	2	GESTÃO AMBIENTAL	funcion. do monitor. das águas subt.	regular	1	2	
		não	0			de monitor. das ág. sup. lix. e gas.	inexistente		0
	portaria/garita	sim	1		1		hom	2	2
		não	0				funcion. do monitor. da estab. dos macicos	regular	
	controle de recebimento de cargas	sim c/ balança	2		2		inexistente	0	2
		sim s/ balança	1				medidas corretivas	sim	
	acesso à frente de trabalho	não	0		2		não/incompleto	0	2
		bom	2				manutenção dos acessos internos	boas	
	tratores de esteiras ou compatível	ruim	0		5		regulares	1	2
		permanente	5				plano de fechamento do aterro	néssimas	
	outros equipamentos	periodicam.	2		1		sim	1	1
		inexistente	0					não	
	impermeabil. da base do aterro	sim	1		0		insufi./inexist.	0	3
		não	0				monitoramento de águas subterrâneas	insuficiente	
	drenagem de chorume	suficiente	5		1		insuficiente	0	3
		insuficiente	1				monitoramento das águas superf., lixiviados e efluentes	suficiente	
	drenagem de águas pluviais definitiva	inexistente	0		0		insuficiente	1	3
suficiente		4		monitoramento da estab. macicos de solo e de lixo		insuficiente	1	1	
drenagem de águas pluviais provisória	inexistente	0	1		inexistente	0	1		
	suficiente	2			atendimento a estipulações de projeto	sim		2	1
drenagem de efluentes	inexistente	0	1		parcialm.	1	1		
	suficiente	3				não		0	31
sist. de tratam. de chorume	inexistente	0	5	sub-total 2	máximo	48	31		
	suficiente	5							
monitoramento de águas subterrâneas	suficiente	3	3						
	insuficiente	1							
monitoramento das águas superf., lixiviados e efluentes	inexistente	0	3						
	suficiente	3							
monitoramento da estab. macicos de solo e de lixo	insuficiente	1	3						
	inexistente	0							
atendimento a estipulações de projeto	sim	2	1						
	parcialm.	1							
	não	0							
	sub-total 2	máximo	48	31					
Total (1+2+3+4)			170	98					
IOS = Soma dos pontos / 17			5,76						
IOS		Avaliação							
0 a 6,00		Condições inadequadas							
6,01 a 8,00		Condições controladas							
8,01 a 9,00		Condições adequadas							
9,01 a 10		Condições ambientais							
CONDIÇÕES OPERACIONAIS	funcion. da drenagem pluv. definitiva	hom	2	GESTÃO AMBIENTAL	ident. de aspectos e impactos ambientais	satisfatória	5	0	
	funcion. da drenagem pluv. provisória	regular	1			ambientes	insuficiente		2
	funcion. da drenagem de efluentes	inexistente	0			objetivos, metas e programas ambientais	inexistente	0	0
	funcion. do sist. de tratam. de chorume	hom	2			garantia dos recursos necess.	consistente	3	
	funcion. do sist. de monitor. das águas subt.	regular	1			sist. de treinamento e comunicação	inconsistente	1	0
	funcion. do sist. de monitor. das ág. sup. lix. e gas.	inexistente	0			controle de doc. e registros	inexistente	0	
	funcion. do monitor. da estab. dos macicos	hom	2			programa e planos de emergências	suficiente	4	0
	medidas corretivas	regular	1			controle. monit. e med. de operações	insuficiente	2	
	dados gerais sobre o aterro	inexistente	0			Atendimento aos req. legais e outros	eficaz	4	0
	manutenção dos acessos internos	boas	2			programa de auditorias internas	ineficaz	0	
	plano de fechamento do aterro	regulares	1			Análises críticas e ação corret. e prev.	inexistente	0	0
		néssimas	0			sub-total 4	consistente	2	
	sub-total 3	máximo	52		28		inconsistente	0	30
							máximo	30	

ÍNDICE DA QUALIDADE DE ATERROS DE RESÍDUOS - IQR					
Município: ATERRO 02 (ver Apêndice XI)					
Licença (sim/não): NÃO					
Data: 10 / 08 / 2004					
CARACTERÍSTICAS DO LOCAL	Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos
	capacidade de suporte do solo	adequada	5	0	
		inadequada	0		
	proximidade de núcleos hab.	longe > 500m	5	0	
		próximo	0		
	proximidade de corpos de água	longe > 200m	3	0	
		próximo	0		
	profundidade do lençol freático	maior 3m	4	2	
		de 1 a 3m	2		
		de 0 a 1m	0		
	permeabilidade do solo	baixa	5	0	
		média	2		
		alta	0		
	disponibilidade de material para recobrimento	suficiente	4	2	
		insuficiente	2		
		nenhum	0		
qualidade do mat. p/ recobrimento	boa	2	0		
	ruim	0			
condições de sistema viário-trânsito-acesso	boas	3	2		
	regulares	2			
	ruins	0			
isolam. visual da vizinhança	bom	4	0		
	ruim	0			
legalidade de localização	loc. permit.	5	5		
	loc. proibida	0			
sub-total 1			máximo	40	11
INFRAESTRUTURA IMPLANTADA	cercamento da área	sim	2	0	
		não	0		
	portaria/guarita	sim	2	2	
		não	0		
	impermeabil. da base do aterro	sim/desneces.	5	0	
		não	0		
	drenagem de chorume	suficiente	5	1	
		insuficiente	1		
		inexistente	0		
	drenagem de águas pluviais definitiva	suficiente	4	0	
		insuficiente	2		
		inexistente	0		
	drenagem de águas pluviais provisória	suficiente	2	0	
		insuficiente	1		
		inexistente	0		
	trator de esteiras ou compatível	permanente	5	5	
		periodicam.	2		
		inexistente	0		
	outros equipamentos	sim	1	0	
		não	0		
	sist. de tratam. de chorume	suficiente	5	0	
		insufi./inexist.	0		
	acesso à frente de trabalho	bom	3	0	
		ruim	0		
	vigilantes	sim	1	1	
		não	0		
	sistema de drenagem de gases	suficiente	3	1	
		insuficiente	1		
inexistente		0			
controle receb. de cargas	sim	2	2		
	não	0			
monitoramento de águas subterrâneas	suficiente	3	0		
	insuficiente	2			
	inexistente	0			
atendimento a estipulações de projeto	sim	2	0		
	parcialm.	1			
	não	0			
sub-total 2			máximo	45	12
CONDIÇÕES OPERACIONAIS	aspecto geral	bom	4	0	
		ruim	0		
	ocorrência de lixo descob.	não	4	0	
		sim	0		
	recobrimento do lixo	adequada	4	1	
		inadequada	1		
		inexistente	0		
	presença de urubus-gaivotas	não	1	0	
		sim	0		
	pres. de mocas em grande quant.	não	2	0	
		sim	0		
	presença de catadores	não	3	0	
		sim	0		
criação de animais (bois etc.)	não	3	0		
	sim	0			
descarga de res. de serv. de saúde	não	3	0		
	sim	0			
descarga de res. industriais	não/adequada	4	4		
	sim/inadequada	0			
funcion. da drenagem pluv. definitiva	bom	2	0		
	regular	1			
	inexistente	0			
funcion. da drenagem pluv. provisória	bom	2	0		
	regular	1			
	inexistente	0			
funcion. da drenagem de chorume	bom	3	2		
	regular	2			
	inexistente	0			
funcion. do sist. de tratam. chorume	bom	5	0		
	regular	2			
	inexistente	0			
funcion. do sist. de monitor. das águas subt.	bom	2	0		
	regular	1			
	inexistente	0			
efic. da equipe de vigilância	boa	1	0		
	ruim	0			
manutenção dos acessos internos	boas	2	0		
	regulares	1			
	péssimas	0			
sub-total 3			máximo	45	7
Total (1+2+3)			máximo	130	30
IQR = Soma dos pontos / 13					2,31
IQR		Avaliação			
0 a 6,0		Condições inadequadas			
6,0 a 8,0		Condições controladas			
8,0 a 10		Condições adequadas			

ÍNDICE DA QUALIDADE DE ATERROS DE RESÍDUOS - IQA					Índice da Qualidade de Aterros de Resíduos - IQA				
Município: ATERRO 02					Licença (sim/não): NÃO				
Data: 10 / 08 / 2004					Técnico: ver Apêndice XI				
Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos	Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos
CARACTERÍSTICAS DO LOCAL	capacidade de suporte do solo	adequada	5	0	CONDIÇÕES OPERACIONAIS	presença de elem. dispersos vento	não	1	0
		inadequada	0			sim	0		
	permeabilidade do solo	baixa	5	0		recobrimento diário do lixo	sim	4	0
		média	2			não	0		
	proximidade de núcleos hab.	alta	0	0		compactação do lixo	adequada	4	2
		longe > 500m	5			inadequada	2		
	proximidade de corpos de água	próximo	0	0			inexistente	0	0
		longe > 200m	3			presença de urubus-gaivotas	não	1	
	profundidade do lençol freático	próximo	0	2			sim	0	0
		maior 3m	4			pres. de mocas em grande quant.	não	2	
	disponibilidade de material para recobrimento	de 1 a 3m	2	2			sim	0	1
		de 0 a 1m	0			presença de queimadas	não	1	
	qualidade do mat. n/ recobrimento	suficiente	4	2			sim	0	0
		insuficiente	2			presença de catadores	não	3	
	condições de sistema viário-trânsito-acesso	nenhum	0	2			sim	0	0
		boas	3			criação de animais (bois etc.)	não	3	
	isolam. visual da vizinhança	regulares	2	2			sim/proximid.	0	0
		ruins	0			descarga de res. de serv. de saúde	não	3	
	legalidade de localização	bom	4	0			sim	0	4
		ruim	0			descarga de res. industriais	não/adequada	4	
sub-total 1	loc. permit.	5	5		sim/inadequada	0	2		
	loc. proibida	0		funcion. da drenagem de chorume	bom	3			
	máximo	40	11		regular	2	0		
cercamento da área	sim	2	0		inexistente	0		0	
	não	0		funcion. da drenagem pluv. definitiva	bom	2			
portaria/guarita	sim	1	1		regular	1	0		
	não	0		funcion. da drenagem pluv. provisória	regular	1			
controle de recebimento de cargas	sim c/ balança	2	2		inexistente	0	1		
	sim s/ balança	1		funcion. da drenagem de gases	regular	1			
acesso à frente de trabalho	não	0	0		inexistente	0	0		
	bom	2		funcion. do sist. de tratam. chorume	bom	2			
tratores esteiras ou compatível	ruim	0	5		regular	2	0		
	permanente	5		funcion. do sist. de monitor. das águas subt.	regular	1			
outros equipamentos	periodicam.	2	0		inexistente	0	1		
	inexistente	0		funcion. do sist. de monitor. das ág. sup., lix. e gas.	regular	1			
impermeabil. da base do aterro	sim	1	0		inexistente	0	0		
	não	0		funcion. do monitor. da estab. dos macicos	regular	1			
drenagem de chorume	sim/desneces.	5	0		inexistente	0	0		
	não	0		medidas corretivas	sim/desnec.	2			
drenagem de águas pluviais definitiva	suficiente	5	1		não	0	0		
	insuficiente	1		dados gerais sobre o aterro	sim	1			
drenagem de águas pluviais provisória	suficiente	4	0		não/incompleto	0	0		
	insuficiente	2		manutenção dos acessos internos	boas	2			
drenagem de gases	insuficiente	2	0		regulares	1	0		
	inexistente	0		plano de fechamento do aterro	péssimas	0			
sist. de tratam. de chorume	suficiente	3	1		sim	1	0		
	insuficiente	1		sub-total 3	não	0			
monitoramento de águas subterrâneas	inexistente	0	0		máximo	52	11		
	suficiente	3							
monitoramento das águas superf., lixiviados e gases	insuficiente	1	1						
	inexistente	0							
monitoramento da estabil. macicos de solo e de lixo	suficiente	3	0						
	insuficiente	1							
atendimento a estipulações de projeto	inexistente	0	0						
	sim	2							
sub-total 2	parcialm.	1	0						
	não	0							
	máximo	48	11						

Total (1+2+3)		140	33
IOA = Soma dos pontos / 14			2,36

IOA	Avaliação
0 a 6,0	Condições inadequadas
6,01 a 8,0	Condições controladas
8,01 a 10	Condições adequadas

ÍNDICE DA QUALIDADE NO SGA EM ATERROS DE RSU - IQS				
Município: ATERRO 02		Data: 10 / 08 / 2004		
Local: ver Apêndice XI		Técnico: ver Apêndice XI		
Item	Subitem	Avaliação	Peso	Pontos
CARACTERÍSTICAS DO LOCAL	capacidade de suporte do solo	adequada	5	0
		inadequada	0	
	permeabilidade do solo	baixa	5	0
		média	2	
		alta	0	
	proximidade de núcleos hab.	longe > 500m	5	0
		próximo	0	
	proximidade de corpos de água	longe > 200m	3	0
		próximo	0	
	profundidade do lençol freático	maior 3m	4	2
		de 1 a 3m	2	
	disponibilidade de material para recobrimento	de 0 a 1m	0	2
		suficiente	4	
	qualidade do mat. p/ recobrimento	insuficiente	2	0
		nenhum	0	
	condições de sistema viário-trânsito-acesso	boa	3	2
		ruins	0	
isolam. visual da vizinhança	regulares	2	0	
	ruim	0		
legalidade de localização	hom	4	5	
	loc. permitida	5		
	loc. proibida	0		
	subtotal 1	máximo	40	11
INFRAESTRUTURA IMPLANTADA	cercamento da área	sim	2	0
		não	0	
	portaria/garrita	sim	1	1
		não	0	
	controle de recebimento de cargas	sim c/ balança	2	2
		sim s/ balança	1	
	acesso à frente de trabalho	não	0	0
		hom	2	
	tratores esteiras ou compatível	ruim	0	5
		permanente	5	
	outros equipamentos	periodicam	2	0
		inexistente	0	
	impermeabil. da base do aterro	sim	1	0
		não	0	
	drenagem de chorume	sim/desneces.	5	0
		não	0	
	drenagem de águas pluviais definitiva	suficiente	5	1
		insuficiente	1	
	drenagem de águas pluviais provisória	insuficiente	0	0
		suficiente	4	
	drenagem de gases	insuficiente	2	0
		suficiente	0	
	sist. de tratam. de chorume	insuficiente	2	0
suficiente		0		
monitoramento de águas subterrâneas	insuficiente	1	0	
	suficiente	3		
monitoramento das águas superf., lixiviados e gases	insuficiente	1	1	
	suficiente	3		
monitoramento da estabilidade dos solos e de lixo	insuficiente	1	0	
	suficiente	3		
atendimento a estipulações de projeto	insuficiente	1	0	
	inexistente	0		
	sim	2	0	
	parcialm.	1		
	não	0		
	subtotal 2	máximo	48	11
Total (1+2+3+4)			170	33
IOS = Soma dos pontos / 17				1,94
IOS		Avaliação		
0 a 6,00		Condições inadequadas		
6,01 a 8,00		Condições controladas		
8,01 a 9,00		Condições adequadas		
9,01 a 10		Condições ambientais		
Item	Subitem	Avaliação	Peso	Pontos
CONDIÇÕES OPERACIONAIS	presença de elem. dispersos vento	não	1	0
		sim	0	
	recobrimento diário do lixo compactação do lixo	sim	4	0
		não	0	
	presença de urubus-eaivotas	adequada	4	2
		inadequada	2	
	pres. de mocas em grande quant.	inexistente	0	0
		sim	0	
	presença de queimadas	não	1	1
		sim	0	
	presença de catadores	não	3	0
		sim	0	
	criação de animais (bois etc.)	não	3	0
		sim/proximid.	0	
	descarga de res. de serv. de saúde	não	3	0
		sim	0	
	descarga de res. industriais	não/adequada	4	4
		sim/inadequada	0	
	função da drenagem de chorume	hom	3	2
		regular	2	
	função da drenagem pluv. definitiva	inexistente	0	0
		hom	2	
	função da drenagem pluv. provisória	regular	1	0
		inexistente	0	
	função da drenagem de gases	hom	2	1
		regular	1	
	função do sist. de tratam. chorume	inexistente	0	0
		hom	5	
	função do sist. de monitor. das águas subt.	regular	2	0
		inexistente	0	
	função do sist. de monitor. das ág. sup. lix. e gas.	hom	2	1
		regular	1	
	função do monitor. da estab. dos macios	inexistente	0	0
		hom	2	
	medidas corretivas	regular	1	0
		inexistente	0	
	dados gerais sobre o aterro	sim/desnec.	2	0
		não	0	
	manutenção dos acessos internos	sim	1	0
		não/incompleto	0	
plano de fechamento do aterro	boas	2	0	
	regulares	1		
plano de treinamento e comunicação	néssimas	0	0	
	sim	1		
controle de doc. e registros	não	0	0	
	sim	1		
programa e planos de emergências	sim	1	0	
	não	0		
controle. monit. e med. de operações	sim	4	0	
	inexistente	0		
Atendimento aos req. legais e outros	eficiente	2	0	
	ineficiente	0		
programa de auditorias internas	sim	1	0	
	não	0		
Análises críticas e ação corret e prev	sim	5	0	
	não	0		
subtotal 3	suficiente	4	0	
	insuficiente	2		
subtotal 4	eficaz	4	0	
	ineficaz	0		
subtotal 4	sim	5	0	
	não	0		
subtotal 4	satisfatória	2	0	
	insuficiente	0		
subtotal 4	consistente	3	0	
	inconsistente	1		
subtotal 4	inexistente	0	0	
	suficientes	2		
subtotal 4	eficiente	2	0	
	ineficiente	0		
subtotal 4	sim	1	0	
	não	0		
subtotal 4	suficiente	4	0	
	insuficiente	2		
subtotal 4	eficaz	4	0	
	ineficaz	0		
subtotal 4	sim	5	0	
	não	0		
subtotal 4	satisfatória	2	0	
	ineficaz	1		
subtotal 4	inexistente	0	0	
	consistente	2		
subtotal 4	inconsistente	0	0	
	máximo	30		

ÍNDICE DA QUALIDADE DE ATERROS DE RESÍDUOS - IQR				
Município: ATERRO 03 (ver Apêndice XI)				
Licença (sim/não): NÃO				
Data: 16 / 11 / 2004				
Item	Subitem	Avaliação	Peso	Pontos
CARACTERÍSTICAS DO LOCAL	capacidade de suporte do solo	adequada	5	0
		inadequada	0	
	proximidade de núcleos hab.	longe > 500m	5	0
		próximo	0	
	proximidade de corpos de água	longe > 200m	3	0
		próximo	0	
	profundidade do lençol freático	maior 3m	4	2
		de 1 a 3m	2	
		de 0 a 1m	0	
	permeabilidade do solo	baixa	5	5
		média	2	
		alta	0	
	disponibilidade de material para recobrimento	suficiente	4	4
		insuficiente	2	
		nenhum	0	
	qualidade do mat. p/ recobrimento	boa	2	0
ruim		0		
condições de sistema viário-trânsito-acesso	boas	3	2	
	regulares	2		
	ruins	0		
isolam. visual da vizinhança	bom	4	4	
	ruim	0		
legalidade de localização	loc. permit.	5	5	
	loc. proibida	0		
sub-total 1		máximo	40	22
INFRAESTRUTURA IMPLANTADA	cercamento da área	sim	2	0
		não	0	
	portaria/guarita	sim	2	2
		não	0	
	impermeabil. da base do aterro	sim/desneces.	5	0
		não	0	
	drenagem de chorume	suficiente	5	1
		insuficiente	1	
		inexistente	0	
	drenagem de águas pluviais definitiva	suficiente	4	2
		insuficiente	2	
		inexistente	0	
	drenagem de águas pluviais provisória	suficiente	2	1
		insuficiente	1	
		inexistente	0	
	trator de esteiras ou compatível	permanente	5	5
		periodicam.	2	
		inexistente	0	
	outros equipamentos	sim	1	1
		não	0	
	sist. de tratam. de chorume	suficiente	5	5
		insufi./inexist.	0	
	acesso à frente de trabalho	bom	3	3
		ruim	0	
vigilantes	sim	1	1	
	não	0		
sistema de drenagem de gases	suficiente	3	3	
	insuficiente	1		
	inexistente	0		
controle receb. de cargas	sim	2	2	
	não	0		
monitoramento de águas subterrâneas	suficiente	3	3	
	insuficiente	2		
	inexistente	0		
atendimento a estipulações de projeto	sim	2	1	
	parcialm.	1		
	não	0		
sub-total 2		máximo	45	30
Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos
CONDIÇÕES OPERACIONAIS	aspecto geral	bom	4	4
		ruim	0	
	ocorrência de lixo descob.	não	4	0
		sim	0	
	recobrimento do lixo	adequada	4	1
		inadequada	1	
		inexistente	0	
	presença de urubus-gaivotas	não	1	0
		sim	0	
	pres. de mocas em grande quant.	não	2	0
		sim	0	
	presença de catadores	não	3	0
		sim	0	
	criação de animais (bois etc.)	não	3	3
		sim	0	
	descarga de res. de serv. de saúde	não	3	3
		sim	0	
	descarga de res. industriais	não/adequada	4	4
		sim/inadequada	0	
		sim/adequada	0	
	funcion. da drenagem pluv. definitiva	bom	2	2
		regular	1	
		inexistente	0	
	funcion. da drenagem pluv. provisória	bom	2	2
regular		1		
inexistente		0		
funcion. da drenagem de chorume	bom	3	3	
	regular	2		
	inexistente	0		
funcion. do sist. de tratam. chorume	bom	5	2	
	regular	2		
	inexistente	0		
funcion. do sist. de monitor. das águas subt.	bom	2	2	
	regular	1		
	inexistente	0		
efic. da equipe de vigilância	boa	1	0	
	ruim	0		
manutenção dos acessos internos	boas	2	2	
	regulares	1		
	péssimas	0		
sub-total 3		máximo	45	28
Total (1+2+3)		máximo	130	80
IQR = Soma dos pontos / 13				6,15
IQR		Avaliação		
0 a 6,0		Condições inadequadas		
6,0 a 8,0		Condições controladas		
8,0 a 10		Condições adequadas		

ÍNDICE DA QUALIDADE DE ATERROS DE RESÍDUOS - IQA					Índice da Qualidade de Aterros de Resíduos - IQA				
Município: ATERRO 03					Licença (sim/não): NÃO				
Data: 16 / 11 / 2004					Técnico: ver Apêndice XI				
Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos	Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos
CARACTERÍSTICAS DO LOCAL	capacidade de suporte do solo	adequada	5	0	CONDIÇÕES OPERACIONAIS	presença de elem. dispersos vento	não	1	1
		inadequada	0			sim	0		
	permeabilidade do solo	baixa	5	5		recobrimento diário do lixo	sim	4	0
		média	2			não	0		
	proximidade de núcleos hab.	alta	0	0		compactação do lixo	adequada	4	0
		longe > 500m	5				inadequada	2	
	proximidade de corpos de água	próximo	0	0		presença de urubus-gaivotas	não	1	0
		longe > 200m	3				sim	0	
	profundidade do lençol freático	maior 3m	4	2		pres. de mocas em grande quant.	não	2	0
		de 1 a 3m	2				sim	0	
	disponibilidade de material para recobrimento	de 0 a 1m	0	4		presença de queimadas	não	1	1
		suficiente	4				sim	0	
	qualidade do mat. n/ recobrimento	insuficiente	2	0		presença de catadores	não	3	0
		nenhum	0				sim	0	
	condições de sistema viário-trânsito-acesso	boa	2	0		criação de animais (bois etc.)	não	3	3
		ruim	0				sim/proximid.	0	
isolam. visual da vizinhança	boas	3	2	descarga de res. de serv. de saúde	não	3	3		
	regulares	2			sim	0			
legalidade de localização	ruins	0	4	descarga de res. industriais	não/adequada	4	4		
	loc. permit.	5			sim/inadequada	0			
sub-total 1	loc. proibida	0	5	funcion. da drenagem de chorume	bom	3	3		
	máximo	40			regular	2			
INFRAESTRUTURA IMPLANTADA	cercamento da área	sim	2	0	funcion. da drenagem pluv. definitiva	inexistente	0	2	
		não	0			funcion. da drenagem pluv. provisória	bom		2
	portaria/guarita	sim	1	1	funcion. da drenagem de gases		regular	1	2
		não	0			inexistente	0		
	controle de recebimento de cargas	sim c/ balança	2	2	funcion. do sist. de tratam. chorume	bom	5	2	
		sim s/ balança	1			regular	2		
	acesso à frente de trabalho	não	0	5	funcion. do sist. de monitor. das águas subt.	inexistente	0	2	
		bom	2			funcion. do sist. de monitor. das ág. sup., lix. e gas.	bom		2
	tratores de esteiras ou compatível	permanente	5	1	funcion. do monitor. da estab. dos macicos		regular	1	2
		periodicam.	2			inexistente	0		
	outros equipamentos impermeabil. da base do aterro	inexistente	0	0	medidas corretivas	sim/desnec.	2	2	
		sim	1			não	0		
	drenagem de chorume	suficiente	5	1	dados gerais sobre o aterro	sim	1	1	
		insuficiente	1			não/incompleto	0		
	drenagem de águas pluviais definitivas	insuficiente	4	2	manutenção dos acessos internos	boas	2	2	
		inexistente	0			regulares	1		
	drenagem de águas pluviais provisórias	suficiente	2	1	plano de fechamento do aterro	péssimas	0	1	
		insuficiente	1			sim	1		
	drenagem de gases	inexistente	0	3	sub-total 3	máximo	52	35	
		suficiente	3			sim	1		
	sist. de tratam. de chorume	insuficiente	1	5	Total (1+2+3)		140	90	
		inexistente	0		IOA = Soma dos pontos / 14		6.43		
	monitoramento de águas subterrâneas	suficiente	3	3	IOA		Avaliação		
		insuficiente	1		0 a 6,0		Condições inadequadas		
	monitoramento das águas superf., lixiviados e gases	insuficiente	1	3	6,01 a 8,0		Condições controladas		
		inexistente	0		8,01 a 10		Condições adequadas		
	monitoramento da estabil. macicos de solo e de lixo	suficiente	3	3					
		insuficiente	1						
	atendimento a estipulações de projeto	inexistente	0	1					
		sim	2						
	sub-total 2	parcialm.	1	48					
		não	0						
				33					

ÍNDICE DA QUALIDADE NO SGA EM ATERROS DE RSU - IQS					ÍNDICE DA QUALIDADE NO SGA EM ATERROS DE RSU - IQS				
Município: ATERRO 03			Data: 16 / 11 / 2004		Município: ATERRO 03			Data: 16 / 11 / 2004	
Local: ver Apêndice XI			Técnico: ver Apêndice XI		Local: ver Apêndice XI			Técnico: ver Apêndice XI	
Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos	Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos
CARACTERÍSTICAS DO LOCAL	capacidade de suporte do solo	adequada	5	0	CONDIÇÕES OPERACIONAIS	presença de elem. dispersos vento	não	1	1
		inadequada	0			sim	0		
	permeabilidade do solo	baixa	5	5		recobrimento diário do lixo	sim	4	0
		média	2			com pactação do lixo	não	0	
		alta	0			adequada	4		
	proximidade de núcleos hab.	longe > 500m	5	0		presença de urubus-eaivotas	inadequada	2	0
		próximo	0			inexistente	0		
	proximidade de cornos de água	longe > 200m	3	0		presença de queimadas	não	1	0
		próximo	0			sim	0		
	profundidade do lençol freático	maior 3m	4	2		pres. de mocas em grande quant.	não	2	0
		de 1 a 3m	2			sim	0		
	disponibilidade de material para recobrimento	de 0 a 1m	0	4		presença de catadores	não	1	1
		suficiente	4			presença de criacão de animais (bois etc.)	sim	0	
		insuficiente	2			não	3		
	qualidade do mat. p/ recobrimento	nenhum	0	0		descarga de res. de serv. de saúde	sim/proximid.	0	3
		boa	2			não	3		
	condições de sistema viário-trânsito-acesso	ruim	0	2		descarga de res. industriais	sim	0	4
boas		3	funcion. da drenagem de chorume		não/adequada	4			
regulares		2	sim/inadequada		0				
isolam. visual da vizinhança	ruins	0	4	funcion. da drenagem de chorume	hom	3	3		
	bom	4		funcion. da drenagem pluv. definitiva	regular	2			
	ruim	0		inexistente	0				
legalidade de localização	loc. permit.	5	5	funcion. da drenagem pluv. provisória	hom	2	2		
	loc. proibida	0		funcion. da drenagem de gases	regular	1			
sub-total 1	máximo	40	22	funcion. do sist. de tratam. chorume	inexistente	0	2		
INFRAESTRUTURA IMPLANTADA	cercamento da área	sim	2	funcion. do sist. de monitor. das águas subt.	hom	2		2	
	portaria/ guarita	não	0	funcion. do sist. de monitor. das águas subt. de sup. lix. e gas.	regular	1			
	controle de recebimento de cargas	sim	1	1	funcion. do monitor. da estab. dos macicos	inexistente	0	2	
		não	0		medidas corretivas	hom	2		
	acesso à frente de trabalho	sim s/ balança	1	2	dados gerais sobre o aterro	sim	1	1	
		não	0		manutenção dos acessos internos	não/incompleto	0		
	tratores de esteiras ou compatível	hom	2	2	plano de fechamento do aterro	boas	2	2	
		ruim	0		monit. de águas subterrâneas	regulares	1		
	tratores de esteiras ou compatível	permanente	5	5	monit. de águas superf. lixiviados e gases	néssimas	0	2	
		períodica	2		monit. de águas superf. lixiviados e gases	inexistentes	0		
	outros equipamentos	inexistente	0	1	sist. de treinamento e comunicação	eficiente	2	0	
		sim	1		controle de doc. e registros	ineficiente	0		
	impermeabil. da base do aterro	não	0	0	programa e planos de emergências	sim	1	1	
		sim/desneces.	5		programa e planos de emergências	não	0		
	drenagem de chorume	suficiente	5	1	controle. monit. e med. de operações	não	0	0	
		insuficiente	1		Atendimento aos req. legais e outros	eficaz	4		
	drenagem de águas pluviais definitiva	inexistente	0	2	programa de auditorias internas	ineficaz	0	0	
suficiente		4	Análises críticas e ação corret. e prev.		ineficaz	0			
drenagem de águas pluviais provisória	suficiente	2	1	sub-total 4	máximo	30	4		
	insuficiente	2							
drenagem de gases	inexistente	0	3						
	suficiente	3							
sist. de tratam. de chorume	inexistente	1	5						
	suficiente	5							
monitoramento de águas subterrâneas	insuficiente	1	3						
	suficiente	3							
monitoramento das águas superf. lixiviados e gases	inexistente	0	3						
	suficiente	3							
monitoramento da estab. macicos de solo e de lixo	inexistente	1	3						
	suficiente	3							
atendimento a estipulações de projeto	inexistente	0	1						
	sim	2							
atendimento a estipulações de projeto	parcialm.	1	1						
	não	0							
sub-total 2	máximo	48	33						
Total (1+2+3+4)			170	94					
IOS = Soma dos pontos / 17				5.53					
IOS		Avaliação							
0 a 6.00		Condições inadequadas							
6.01 a 8.00		Condições controladas							
8.01 a 9.00		Condições adequadas							
9.01 a 10		Condições ambientais							

ÍNDICE DA QUALIDADE DE ATERROS DE RESÍDUOS - IQR				
Município: ATERRO 04 (ver Apêndice XI)				
Licença (sim/não): SIM				
Data: 16 / 11 / 2004				
Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos
CARACTERÍSTICAS DO LOCAL	capacidade de suporte do solo	adequada	5	5
		inadequada	0	
	proximidade de núcleos hab.	longe > 500m	5	5
		próximo	0	
	proximidade de corpos de água	longe > 200m	3	3
		próximo	0	
	profundidade do lençol freático	maior 3m	4	2
		de 1 a 3m	2	
		de 0 a 1m	0	
	permeabilidade do solo	baixa	5	5
		média	2	
		alta	0	
	disponibilidade de material para recobrimento	suficiente	4	4
		insuficiente	2	
		nenhum	0	
	qualidade do mat. p/ recobrimento	boa	2	2
		ruim	0	
	condições de sistema viário-trânsito-acesso	boas	3	3
regulares		2		
ruins		0		
isolam. visual da vizinhança	bom	4	4	
	ruim	0		
legalidade de localização	loc. permit.	5	5	
	loc. proibida	0		
sub-total 1		máximo	40	38
INFRAESTRUTURA IMPLANTADA	cercamento da área	sim	2	2
		não	0	
	portaria/guarita	sim	2	2
		não	0	
	impermeabil. da base do aterro	sim/desneces.	5	5
		não	0	
	drenagem de chorume	suficiente	5	5
		insuficiente	1	
		inexistente	0	
	drenagem de águas pluviais definitiva	suficiente	4	4
		insuficiente	2	
		inexistente	0	
	drenagem de águas pluviais provisória	suficiente	2	2
		insuficiente	1	
		inexistente	0	
	trator de esteiras ou compatível	permanente	5	5
		periodicam.	2	
		inexistente	0	
	outros equipamentos	sim	1	1
		não	0	
	sist. de tratam. de chorume	suficiente	5	5
		insufi./inexist.	0	
	acesso à frente de trabalho	bom	3	3
		ruim	0	
	vigilantes	sim	1	1
		não	0	
	sistema de drenagem de gases	suficiente	3	3
		insuficiente	1	
inexistente		0		
controle receb. de cargas	sim	2	2	
	não	0		
monitoramento de águas subterrâneas	suficiente	3	3	
	insuficiente	2		
	inexistente	0		
atendimento a estipulações de projeto	sim	2	2	
	parcialm.	1		
	não	0		
sub-total 2		máximo	45	45
Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos
CONDIÇÕES OPERACIONAIS	aspecto geral	bom	4	4
		ruim	0	
	ocorrência de lixo descob.	não	4	4
		sim	0	
	recobrimento do lixo	adequada	4	4
		inadequada	1	
		inexistente	0	
	presença de urubus-gaivotas	não	1	1
		sim	0	
	pres. de mocas em grande quant.	não	2	0
		sim	0	
	presença de catadores	não	3	3
		sim	0	
	criação de animais (bois etc.)	não	3	3
		sim	0	
	descarga de res. de serv. de saúde	não	3	3
		sim	0	
	descarga de res. industriais	não/adequada	4	4
		sim/inadequada	0	
		sim/adequada	0	
	funcion. da drenagem pluv. definitiva	bom	2	2
		regular	1	
		inexistente	0	
	funcion. da drenagem pluv. provisória	bom	2	2
		regular	1	
		inexistente	0	
	funcion. da drenagem de chorume	bom	3	2
		regular	2	
		inexistente	0	
	funcion. do sist. de tratam. chorume	bom	5	5
regular		2		
inexistente		0		
funcion. do sist. de monitor. das águas subt.	bom	2	2	
	regular	1		
	inexistente	0		
efic. da equipe de vigilância	boa	1	1	
	ruim	0		
manutenção dos acessos internos	boas	2	2	
	regulares	1		
	péssimas	0		
sub-total 3		máximo	45	42
Total (1+2+3)		máximo	130	125
IQR = Soma dos pontos / 13				9,62
IQR		Avaliação		
0 a 6,0		Condições inadequadas		
6,0 a 8,0		Condições controladas		
8,0 a 10		Condições adequadas		

ÍNDICE DA QUALIDADE DE ATERROS DE RESÍDUOS - IQA					Índice da Qualidade de Aterros de Resíduos - IQA				
Município: ATERRO 04					Licença (sim/não): SIM				
Data: 16 / 11 / 2004					Técnico: ver Apêndice XI				
Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos	Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos
CARACTERÍSTICAS DO LOCAL	capacidade de suporte do solo	adequada	5	5	CONDIÇÕES OPERACIONAIS	presença de elem. dispersos vento	não	1	1
		inadequada	0			sim	0		
	permeabilidade do solo	baixa	5	5		recobrimento diário do lixo	sim	4	4
		média	2			não	0		
		alta	0			compactação do lixo	adequada	4	
	proximidade de núcleos hab.	longe > 500m	5	inadequada		2			
		próximo	0	inexistente		0			
	proximidade de corpos de água	longe > 200m	3	3		presença de urubus-gaiotas	não	1	1
		próximo	0			sim	0		
	profundidade do lençol freático	maior 3m	4	2		pres. de mocas em grande quant.	não	2	0
		de 1 a 3m	2			sim	0		
		de 0 a 1m	0			disponibilidade de material para recobrimento	não	1	
		suficiente	4	sim		0			
		insuficiente	2	4		presença de catadores	não	3	3
	nenhum	0	sim		0				
qualidade do mat. p/ recobrimento	boa	2	2	criação de animais (bois etc.)	não	3	3		
	ruim	0		sim/proximid.	0				
condições de sistema viário-trânsito-acesso	boas	3	3	descarga de res. de serv. de saúde	não	3	3		
	regulares	2		sim	0				
	ruins	0		descarga de res. industriais	não/adequada	4		4	
isolam. visual da vizinhança	bom	4	sim/inadequada	0					
	ruim	0	4	funcion. da drenagem de chorume	bom	3	3		
legalidade de localização	loc. permit.	5		regular	2				
	loc. proibida	0	inexistente	0					
sub-total 1	máximo	40	38	funcion. da drenagem pluv. definitiva	bom	2	2		
				regular	1	inexistente		0	
cercamento da área	sim	2	2	funcion. da drenagem pluv. provisória	bom	2	2		
	não	0		regular	1	inexistente		0	
portaria/guarita	sim	1	1	funcion. da drenagem de gases	bom	2	2		
	não	0		regular	1	inexistente		0	
controle de recebimento de cargas	sim c/ balança	2	2	funcion. do sist. de tratam. chorume	bom	5	5		
	sim s/ balança	1		regular	2				
	não	0	inexistente	0					
acesso à frente de trabalho	bom	2	2	funcion. do sist. de monitor. das águas subt.	bom	2	2		
	ruim	0		regular	1	inexistente		0	
trator de esteiras ou compatível	permanente	5	5	funcion. do sist. de monitor. das ág. sup., lix. e gas.	bom	2	1		
	periodicam.	2		regular	1	inexistente		0	
	inexistente	0	outros equipamentos	sim	1	1			
	sim	1	não	0					
impermeabil. da base do aterro	sim/desneces.	5	5	monitoramento de águas subterrâneas	sim/desneces.	5	5		
	não	0		não	0				
drenagem de chorume	suficiente	5	5	drenagem de águas pluviais definitiva	suficiente	5	4		
	insuficiente	1		insuficiente	1	inexistente		0	
	inexistente	0		drenagem de águas pluviais provisória	suficiente	2		2	
drenagem de águas pluviais definitiva	suficiente	4	insuficiente	1	inexistente	0			
	insuficiente	1	2	drenagem de gases	suficiente	3	3		
	inexistente	0		insuficiente	1	inexistente		0	
drenagem de águas pluviais provisória	suficiente	2	2	sist. de tratam. de chorume	suficiente	5		5	
	insuficiente	1		insufi./inexist.	0				
	inexistente	0	monitoramento de águas superf., lixiviados e gases	suficiente	3	3			
drenagem de gases	suficiente	3	insuficiente	1	inexistente		0		
	insuficiente	1	monitoramento da estabil. macicos de solo e de lixo	suficiente	3		3		
	inexistente	0	insuficiente	1	inexistente	0			
sist. de tratam. de chorume	suficiente	5	5	atendimento a estipulações de projeto	sim	2	2		
	insufi./inexist.	0		parcialm.	1	não		0	
monitoramento de águas subterrâneas	suficiente	3	3	sub-total 2	máximo	48		46	
	insuficiente	1							
	inexistente	0							
monitoramento das águas superf., lixiviados e gases	suficiente	3	3						
	insuficiente	1							
monitoramento da estabil. macicos de solo e de lixo	suficiente	3	3						
	insuficiente	1							
	inexistente	0							
atendimento a estipulações de projeto	sim	2	2						
	parcialm.	1							
	não	0							
sub-total 2	máximo	48	46						

Total (1+2+3) 140 **133**
IOA = Soma dos pontos / 14 **9,50**

IOA	Avaliação
0 a 6,0	Condições inadequadas
6,01 a 8,0	Condições controladas
8,01 a 10	Condições adequadas

ÍNDICE DA QUALIDADE NO SGA EM ATERROS DE RSU - IQS					ÍNDICE DA QUALIDADE NO SGA EM ATERROS DE RSU - IQS				
Município: ATERRO 04			Data: 16 / 11 / 2004		Município: ATERRO 04			Data: 16 / 11 / 2004	
Local: ver Apêndice XI			Técnico: ver Apêndice XI		Local: ver Apêndice XI			Técnico: ver Apêndice XI	
Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos	Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos
CARACTERÍSTICAS DO LOCAL	capacidade de suporte do solo	adequada	5	5	CONDIÇÕES OPERACIONAIS	presença de elem. dispersos vento	não	1	1
		inadequada	0				sim	0	
	permeabilidade do solo	baixa	5	5		recobrimento diário do lixo	sim	4	4
		média	2				não	0	
		alta	0			compactação do lixo	adequada	4	4
							inadequada	2	
	proximidade de núcleos hab.	longe > 500m	5	5			inexistente	0	
		próximo	0				presença de urubus-eaiyotas	não	1
	proximidade de cornos de água	longe > 200m	3	3			sim	0	
		próximo	0				pres. de mocas em grande quant.	não	2
	profundidade do lençol freático	maior 3m	4	2			sim	0	
		de 1 a 3m	2				presença de queimadas	não	1
		de 0 a 1m	0				sim	0	
	disponibilidade de material para recobrimento	suficiente	4	4		presença de catadores	não	3	3
		insuficiente	2				sim	0	
		nenhum	0			criação de animais (hois etc.)	não	3	3
	qualidade do mat. n/ recobrimento	boa	2	2			sim/proximid	0	
	ruim	0			descarga de res. de serv. de saúde	não	3	3	
condições de sistema viário-trânsito-acesso	boas	3	3		sim	0			
	regulares	2			descarga de res. industriais	não/adequada	4	4	
	ruins	0			sim/inadequada	0			
isolam. visual da vizinhança	hom	4	4	funcion. da drenagem de chorume	hom	3	3		
	ruim	0				regular		2	
lealdade de localização	loc. permit	5	5		inexistente	0			
	loc. proibida	0			funcion. da drenagem pluv. definitiva	hom	2	2	
sub-total 1	máximo	40	38		regular	1			
cercamento da área	sim	2	2		inexistente	0			
	não	0			funcion. da drenagem pluv. provisória	hom	2	2	
portaria/ guarita	sim	1	1		regular	1			
	não	0				inexistente	0		
controle de recebimento de cargas	sim c/ balança	2	2	funcion. da drenagem de gases	hom	5	5		
	sim s/ balança	1				regular		2	
	não	0			inexistente	0			
acesso à frente de trabalho	hom	2	2	funcion. do sist. de tratam. chorume	hom	2	2		
	ruim	0				regular		1	
tratores de esteiras ou compatível	permanente	5	5		inexistente	0			
	periodicam	2			funcion. do sist. de monitor. das águas subt.	hom	2	2	
	inexistente	0			regular	1			
outros equipamentos impermeabil. da base do aterro	sim	1	1		inexistente	0			
	não	0			funcion. do sist. de monitor. das ág. sup., lix. e gas.	hom	2	2	
	sim/desneces.	5	5		regular	1			
	não	0				inexistente	0		
drenagem de chorume	suficiente	5	5	funcion. do monitor. da estab. dos macicos	hom	2	2		
	insuficiente	1				regular		1	
	inexistente	0			inexistente	0			
drenagem de águas pluviais definitiva	suficiente	4	4	medidas corretivas	sim/desnec.	2	2		
	insuficiente	2				não		0	
	inexistente	0		dados gerais sobre o aterro	sim	1	1		
drenagem de águas pluviais provisória	suficiente	2	2		não/incompleto	0			
	insuficiente	1			manutenção dos acessos internos	boas	2	2	
	inexistente	0			regulares	1			
drenagem de gases	suficiente	3	3		péssimas	0			
	insuficiente	1			plano de fechamento do aterro	sim	1	1	
	inexistente	0			não	0			
sist. de tratam. de chorume	suficiente	5	5	sub-total 3	máximo	52	49		
	insuficiente	0			ident. de aspectos e impactos ambientais	satisfatória	5	2	
monitoramento de águas subterrâneas	suficiente	3	3		insuficiente	2			
	insuficiente	1			objetivos, metas e programas ambientais	inexistente	0		
	inexistente	0			consistente	3	3		
monitoramento das águas superf., lixiviados e gases	suficiente	3	3		inconsistente	1			
	insuficiente	1			garantia dos recursos necess.	inexistentes	0	2	
	inexistente	0			suficientes	2			
monitoramento da estab. macicos de solo e de lixo	suficiente	3	1	sist. de treinamento e comunicação	eficiente	2	2		
	insuficiente	1				ineficiente		0	
	inexistente	0		controle de doc. e registros	sim	1	1		
atendimento a estipulações de projeto	sim	2	2		não	0			
	parcialm	1			programa e planos de emergências	suficiente	4	0	
	não	0			insuficiente	2			
sub-total 2	máximo	48	46	controle. monit. e med. de operações	eficaz	4	0		
					ineficaz	0			
Total (1+2+3+4)			170	148	Atendimento aos req. legais e outros	sim	5	5	
IOS = Soma dos pontos / 17				8,71		não	0		
IOS		Avaliação			programa de auditorias internas	satisfatória	2	0	
0 a 6,00		Condições inadequadas				ineficaz	1		
6,01 a 8,00		Condições controladas			Análises críticas e ação corret. e prev	inexistente	0	0	
8,01 a 9,00		Condições adequadas				consistente	2		
9,01 a 10		Condições ambientais			sub-total 4	máximo	30	15	

ÍNDICE DA QUALIDADE DE ATERROS DE RESÍDUOS - IQR					
Município: ATERRO 05 (ver Apêndice XI)					
Licença (sim/não): Não					
Data: 18 / 11 / 2004					
CARACTERÍSTICAS DO LOCAL	Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos
	capacidade de suporte do solo	adequada	5	5	5
		inadequada	0		
	proximidade de núcleos hab.	longe > 500m	5	5	5
		próximo	0		
	proximidade de corpos de água	longe > 200m	3	0	0
		próximo	0		
	profundidade do lençol freático	maior 3m	4	0	0
		de 1 a 3m	2		
		de 0 a 1m	0		
	permeabilidade do solo	baixa	5	2	2
		média	2		
		alta	0		
	disponibilidade de material para recobrimento	suficiente	4	4	4
		insuficiente	2		
		nenhum	0		
qualidade do mat. p/ recobrimento	boa	2	2	2	
	ruim	0			
condições de sistema viário-trânsito-acesso	boas	3	3	3	
	regulares	2			
	ruins	0			
isolam. visual da vizinhança	bom	4	4	4	
	ruim	0			
legalidade de localização	loc. permit.	5	5	5	
	loc. proibida	0			
sub-total 1			máximo	40	30
INFRAESTRUTURA IMPLANTADA	cercamento da área	sim	2	0	0
		não	0		
	portaria/guarita	sim	2	2	2
		não	0		
	impermeabil. da base do aterro	sim/desneces.	5	0	0
		não	0		
	drenagem de chorume	suficiente	5	0	0
		insuficiente	1		
		inexistente	0		
	drenagem de águas pluviais definitiva	suficiente	4	0	0
		insuficiente	2		
		inexistente	0		
	drenagem de águas pluviais provisória	suficiente	2	0	0
		insuficiente	1		
		inexistente	0		
	trator de esteiras ou compatível	permanente	5	5	5
		periodicam.	2		
		inexistente	0		
	outros equipamentos	sim	1	1	1
		não	0		
	sist. de tratam. de chorume	suficiente	5	0	0
		insufi./inexist.	0		
	acesso à frente de trabalho	bom	3	0	0
		ruim	0		
	vigilantes	sim	1	1	1
		não	0		
sistema de drenagem de gases	suficiente	3	1	1	
	insuficiente	1			
	inexistente	0			
controle receb. de cargas	sim	2	0	0	
	não	0			
monitoramento de águas subterrâneas	suficiente	3	0	0	
	insuficiente	2			
	inexistente	0			
atendimento a estipulações de projeto	sim	2	0	0	
	parcialm.	1			
	não	0			
sub-total 2			máximo	45	10
CONDIÇÕES OPERACIONAIS	aspecto geral	bom	4	0	0
		ruim	0		
	ocorrência de lixo descob.	não	4	0	0
		sim	0		
	recobrimento do lixo	adequada	4	1	1
		inadequada	1		
		inexistente	0		
	presença de urubus-gaivotas	não	1	0	0
		sim	0		
	pres. de mocas em grande quant.	não	2	0	0
		sim	0		
	presença de catadores	não	3	0	0
		sim	0		
criação de animais (bois etc.)	não	3	0	0	
	sim	0			
descarga de res. de serv. de saúde	não	3	0	0	
	sim	0			
descarga de res. industriais	não/adequada	4	4	4	
	sim/inadequada	0			
funcion. da drenagem pluv. definitiva	bom	2	0	0	
	regular	1			
	inexistente	0			
funcion. da drenagem pluv. provisória	bom	2	0	0	
	regular	1			
	inexistente	0			
funcion. da drenagem de chorume	bom	3	0	0	
	regular	2			
	inexistente	0			
funcion. do sist. de tratam. chorume	bom	5	0	0	
	regular	2			
	inexistente	0			
funcion. do sist. de monitor. das águas subt.	bom	2	0	0	
	regular	1			
	inexistente	0			
efic. da equipe de vigilância	boa	1	0	0	
	ruim	0			
manutenção dos acessos internos	boas	2	1	1	
	regulares	1			
	péssimas	0			
sub-total 3			máximo	45	6
Total (1+2+3)			máximo	130	46
IQR = Soma dos pontos / 13					3,54
IQR		Avaliação			
0 a 6,0		Condições inadequadas			
6,0 a 8,0		Condições controladas			
8,0 a 10		Condições adequadas			

ÍNDICE DA QUALIDADE DE ATERROS DE RESÍDUOS - IQA					ÍNDICE DA QUALIDADE DE ATERROS DE RESÍDUOS - IQA				
Município: ver Apêndice XI					Licença (sim/não): Não				
Data: 18 / 11 / 2004					Técnico: ver Apêndice XI				
Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos	Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos
CARACTERÍSTICAS DO LOCAL	capacidade de suporte do solo	adequada	5	5	presença de elem. dispersos vento	não	1	1	1
		inadequada	0			sim	0		
	permeabilidade do solo	baixa	5	2	recobrimento diário do lixo	sim	4	0	0
		média	2		não	0			
	proximidade de núcleos hab.	alta	0	5	compactação do lixo	adequada	4	2	2
		longe > 500m	5			inadequada	2		
	proximidade de corpos de água	próximo	0	0	presença de urubus-gaivotas	não	1	0	0
		longe > 200m	3			sim	0		
	profundidade do lençol freático	maior 3m	4	0	pres. de mocas em grande quant.	não	2	0	0
		de 1 a 3m	2			sim	0		
	disponibilidade de material para recobrimento	de 0 a 1m	0	4	presença de queimadas	não	1	1	1
		suficiente	4			sim	0		
	qualidade do mat. n/ recobrimento	insuficiente	2	2	presença de catadores	não	3	0	0
		nenhum	0			sim	0		
	condições de sistema viário-trânsito-acesso	boa	2	3	criação de animais (bois etc.)	não	3	0	0
ruim		0	sim/proximid.			0			
isolam. visual da vizinhança	boas	3	4	descarga de res. de serv. de saúde	não	3	0	0	
	regulares	2			sim	0			
legalidade de localização	ruins	0	5	descarga de res. industriais	não/adequada	4	4	4	
	loc. permit.	5			sim/inadequada	0			
sub-total 1	loc. proibida	0	40	funcion. da drenagem de chorume	bom	3	0	0	
	máximo	40			regular	2			
INFRAESTRUTURA IMPLANTADA	cercamento da área	sim	2	0	funcion. da drenagem pluv. definitiva	inexistente	0	0	0
		não	0			funcion. da drenagem pluv. provisória	bom		
	portaria/guarita	sim	1	1	funcion. da drenagem de gases		regular	1	0
		não	0			funcion. do sist. de tratam. chorume	inexistente	0	
	controle de recebimento de cargas	sim c/ balança	2	0	funcion. do sist. de monitor. das águas subt.		bom	2	0
		sim s/ balança	1			funcion. do sist. de monitor. das ág. sup., lix. e gas.	regular	1	
	acesso à frente de trabalho	não	0	0	funcion. do monitor. da estab. dos macicos		inexistente	0	2
		bom	2			medidas corretivas	sim/desnec.	2	
	trator de esteiras ou compatível	ruim	0	5	dados gerais sobre o aterro		não	0	0
		permanente	5			manutenção dos acessos internos	sim	1	
	esteiras ou compatível	periodicam.	2	0	plano de fechamento do aterro		não/incompleto	0	1
		inexistente	0			funcion. da drenagem de águas pluviais definitiva	boas	2	
	outros equipamentos impermeabil. da base do aterro	sim	1	1	drenagem de águas pluviais definitiva		regulares	1	0
		não	0			drenagem de águas pluviais provisória	péssimas	0	
	drenagem de chorume	sim/desnec.	5	0	drenagem de águas pluviais definitiva		inexistente	0	0
		não	0			drenagem de águas pluviais provisória	suficiente	2	
	drenagem de águas pluviais definitiva	suficiente	5	0	drenagem de gases		insuficiente	1	1
		insuficiente	1			sist. de tratam. de chorume	inexistente	0	
	drenagem de águas pluviais definitiva	insuficiente	4	0	monitoramento de águas subterrâneas		suficiente	3	0
		inexistente	0			monitoramento das águas superf., lixiviados e gases	insuficiente	1	
	drenagem de águas pluviais provisória	suficiente	2	0	monitoramento da estabil. macicos de solo e de lixo		suficiente	3	0
		insuficiente	1			atendimento a estipulações de projeto	insuficiente	1	
	drenagem de gases	inexistente	0	1	sub-total 2		inexistente	0	8
		suficiente	2			sim	2		
	sist. de tratam. de chorume	insuficiente	1	0	sub-total 3	parcialm.	1	0	0
		inexistente	0			não	0		
	monitoramento de águas subterrâneas	suficiente	3	0	Total (1+2+3)	máximo	48	51	51
		insuficiente	1			140	IOA = Soma dos pontos / 14		
	monitoramento das águas superf., lixiviados e gases	suficiente	3	0	IOA			0 a 6.0	48
		insuficiente	1			3.64	6.01 a 8.0		
	monitoramento da estabil. macicos de solo e de lixo	suficiente	3	0	8.01 a 10			Condições controladas	Condições adequadas
		insuficiente	1						
	atendimento a estipulações de projeto	inexistente	0	0	IOA	0 a 6.0	48	8	Avaliação
		inexistente	0						

ÍNDICE DA QUALIDADE NO SGA EM ATERROS DE RSU - IQS				
Município: ATERRO 05			Data: 18 / 11 / 2004	
Local: ver Apêndice XI			Técnico: ver Apêndice XI	
Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos
CARACTERÍSTICAS DO LOCAL	capacidade de suporte do solo	adequada	5	5
		inadequada	0	
	permeabilidade do solo	baixa	5	2
		média	2	
		alta	0	
	proximidade de núcleos hab.	longe > 500m	5	5
		próximo	0	
	proximidade de corpos de água	longe > 200m	3	0
		próximo	0	
	profundidade do lençol freático	maior 3m	4	0
		de 1 a 3m	2	
	disponibilidade de material para recobrimento	de 0 a 1m	0	4
		suficiente	4	
		insuficiente	2	
	qualidade do mat. p/ recobrimento	boa	2	2
		ruim	0	
	condições de sistema viário-trânsito-acesso	boas	3	3
regulares		2		
ruins		0		
isolam. visual da vizinhança	bom	4	4	
	ruim	0		
legalidade de localização	loc. permit.	5	5	
	loc. proibida	0		
sub-total 1		máximo	40	30
INFRAESTRUTURA IMPLANTADA	cercamento da área	sim	2	0
		não	0	
	portaria/ guarita	sim	1	1
		não	0	
	controle de recebimento de cargas	sim c/ balança	2	0
		sim s/ balança	1	
	acesso à frente de trabalho	bom	2	0
		ruim	0	
	tratores ou esteiras ou compatível	permanente	5	5
		periodicam.	2	
	outros equipamentos	sim	1	1
		não	0	
	impermeabil. da base do aterro	sim/desneces.	5	0
		não	0	
	drenagem de chorume	suficiente	5	0
		insuficiente	1	
	drenagem de águas pluviais definitiva	insuficiente	0	0
		suficiente	4	
	drenagem de águas pluviais provisória	suficiente	2	0
		insuficiente	1	
	drenagem de gases	insuficiente	0	1
		suficiente	3	
	sist. de tratam. de chorume	suficiente	5	0
insufi./inexist.		0		
monitoramento de águas subterrâneas	suficiente	3	0	
	insuficiente	1		
monitoramento das águas superf., lixiviados e gases	suficiente	3	0	
	insuficiente	1		
monitoramento da estabil. macios de solo e de lixo	suficiente	3	0	
	insuficiente	1		
atendimento a estipulações de projeto	sim	2	0	
	parcialm.	1		
de projeto	sim	2	0	
	não	0		
sub-total 2		máximo	48	8
Total (1+2+3+4)			170	52
IOS = Soma dos pontos / 17			3,06	
IOS		Avaliação		
0 a 6,00		Condições inadequadas		
6,01 a 8,00		Condições controladas		
8,01 a 9,00		Condições adequadas		
9,01 a 10		Condições ambientais		
Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos
CONDIÇÕES OPERACIONAIS	presença de elem. dispersos vento	não	1	1
		sim	0	
	recobrimento diário do lixo	sim	4	0
		não	0	
	compactação do lixo	adequada	4	2
		inadequada	2	
	presença de urubus-eaivotas	sim	0	0
		não	2	
	pres. de mocas em grande quant.	sim	0	0
		não	2	
	presença de queimadas	sim	0	1
		não	1	
	presença de catadores	sim	3	0
		não	0	
	criação de animais (bois etc.)	sim/proximid.	0	0
		não	3	
	descarga de res. de serv. de saúde	sim	0	0
		não	3	
	descarga de res. industriais	não/adequada	4	4
		sim/inadequada	0	
	função da drenagem de chorume	bom	3	0
		regular	2	
	função da drenagem pluv. definitiva	bom	2	0
		regular	1	
	função da drenagem pluv. provisória	bom	2	1
		regular	1	
	função da drenagem de gases	bom	5	0
		regular	2	
	função do sist. de tratam. chorume	bom	2	0
		regular	1	
	função do sist. de monitor. das águas subt.	bom	2	0
		regular	1	
	função do sist. de monitor. das ág. sup. lix. e gas.	bom	2	0
		regular	1	
	função do monitor. da estab. dos macios	bom	2	0
		regular	1	
	medidas corretivas	sim/desnec.	2	2
		não	0	
	dados gerais sobre o aterro	sim	1	0
		não/incompleto	0	
	manutenção dos acessos internos	boas	2	1
		regulares	1	
plano de fechamento do aterro	sim	1	1	
	não	0		
sub-total 3		máximo	52	13
ident. de aspectos e impactos ambientais	satisfatória	5	0	
	insuficiente	2		
objetivos, metas e programas ambientais	consistente	3	1	
	inconsistente	1		
garantia dos recursos necess.	suficientes	2	0	
	insuficientes	0		
sist. de treinamento e comunicação	eficiente	2	0	
	ineficiente	0		
controle de doc. e registros	sim	1	0	
	não	0		
programa e planos de emergências	suficiente	4	0	
	insuficiente	2		
controle, monit. e med. de operações	eficaz	4	0	
	ineficaz	0		
Atendimento aos req. legais e outros	sim	5	0	
	não	0		
programa de auditorias internas	satisfatória	2	0	
	ineficaz	1		
Análises críticas e ação corret. e prev.	consistente	2	0	
	inconsistente	0		
sub-total 4		máximo	30	1

ÍNDICE DA QUALIDADE DE ATERROS DE RESÍDUOS - IQR					
Município: ATERRO 06 (ver Apêndice XI)					
Licença (sim/não): NÃO					
Data: 18 / 11 / 2004					
CARACTERÍSTICAS DO LOCAL	Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos
	capacidade de suporte do solo	adequada	5	0	
		inadequada	0		
	proximidade de núcleos hab.	longe > 500m	5	5	
		próximo	0		
	proximidade de corpos de água	longe > 200m	3	0	
		próximo	0		
	profundidade do lençol freático	maior 3m	4	4	
		de 1 a 3m	2		
		de 0 a 1m	0		
	permeabilidade do solo	baixa	5	2	
		média	2		
		alta	0		
	disponibilidade de material para recobrimento	suficiente	4	4	
		insuficiente	2		
		nenhum	0		
qualidade do mat. p/ recobrimento	boa	2	2		
	ruim	0			
condições de sistema viário-trânsito-acesso	boas	3	3		
	regulares	2			
	ruins	0			
isolam. visual da vizinhança	bom	4	4		
	ruim	0			
legalidade de localização	loc. permit.	5	5		
	loc. proibida	0			
sub-total 1			máximo	40	29
INFRAESTRUTURA IMPLANTADA	cercamento da área	sim	2	2	
		não	0		
	portaria/guarita	sim	2	2	
		não	0		
	impermeabil. da base do aterro	sim/desneces.	5	5	
		não	0		
	drenagem de chorume	suficiente	5	5	
		insuficiente	1		
		inexistente	0		
	drenagem de águas pluviais definitiva	suficiente	4	4	
		insuficiente	2		
		inexistente	0		
	drenagem de águas pluviais provisória	suficiente	2	1	
		insuficiente	1		
		inexistente	0		
	trator de esteiras ou compatível	permanente	5	5	
		periodicam.	2		
		inexistente	0		
	outros equipamentos	sim	1	1	
		não	0		
	sist. de tratam. de chorume	suficiente	5	0	
		insufi./inexist.	0		
	acesso à frente de trabalho	bom	3	3	
		ruim	0		
	vigilantes	sim	1	1	
		não	0		
sistema de drenagem de gases	suficiente	3	3		
	insuficiente	1			
	inexistente	0			
controle receb. de cargas	sim	2	0		
	não	0			
monitoramento de águas subterrâneas	suficiente	3	0		
	insuficiente	2			
	inexistente	0			
atendimento a estipulações de projeto	sim	2	1		
	parcialm.	1			
	não	0			
sub-total 2			máximo	45	33
CONDIÇÕES OPERACIONAIS	aspecto geral	bom	4	4	
		ruim	0		
	ocorrência de lixo descob.	não	4	4	
		sim	0		
	recobrimento do lixo	adequada	4	4	
		inadequada	1		
		inexistente	0		
	presença de urubus-gaivotas	não	1	0	
		sim	0		
	pres. de mocas em grande quant.	não	2	0	
		sim	0		
	presença de catadores	não	3	3	
		sim	0		
criação de animais (bois etc.)	não	3	3		
	sim	0			
descarga de res. de serv. de saúde	não	3	3		
	sim	0			
descarga de res. industriais	não/adequada	4	4		
	sim/inadequada	0			
	sim/adequada	0			
funcion. da drenagem pluv. definitiva	bom	2	2		
	regular	1			
	inexistente	0			
funcion. da drenagem pluv. provisória	bom	2	1		
	regular	1			
	inexistente	0			
funcion. da drenagem de chorume	bom	3	3		
	regular	2			
	inexistente	0			
funcion. do sist. de tratam. chorume	bom	5	2		
	regular	2			
	inexistente	0			
funcion. do sist. de monitor. das águas subt.	bom	2	0		
	regular	1			
	inexistente	0			
efic. da equipe de vigilância	boa	1	1		
	ruim	0			
manutenção dos acessos internos	boas	2	2		
	regulares	1			
	péssimas	0			
sub-total 3			máximo	45	36
Total (1+2+3)			máximo	130	98
IQR = Soma dos pontos / 13					7,54
IQR		Avaliação			
0 a 6,0		Condições inadequadas			
6,0 a 8,0		Condições controladas			
8,0 a 10		Condições adequadas			

ÍNDICE DA QUALIDADE DE ATERROS DE RESÍDUOS - IQA					Índice da Qualidade de Aterros de Resíduos - IQA												
Município: ATERRO 06					Licença (sim/não): NÃO												
Data: 18 / 11 / 2004					Técnico: ver Apêndice XI												
Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos	Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos								
CARACTERÍSTICAS DO LOCAL	capacidade de suporte do solo	adequada	5	0	CONDIÇÕES OPERACIONAIS	presença de elem. dispersos vento	não	1	0								
		inadequada	0				sim	0									
	permeabilidade do solo	baixa	5	2		recobrimento do diário do lixo	sim	4	4								
		média	2				não	0									
	proximidade de núcleos hab.	longe > 500m	5	5		compactação do lixo	adequada	4	4								
		próximo	0				inadequada	2									
	proximidade de corpos de água	longe > 200m	3	0		presença de urubus-gaivotas	não	1	0								
		próximo	0				sim	0									
	profundidade do lençol freático	maior 3m	4	4		pres. de mocas em grande quant.	não	2	0								
		de 1 a 3m	2				sim	0									
	disponibilidade de material para recobrimento	de 0 a 1m	0	4		presença de queimadas	não	1	1								
		suficiente	4				sim	0									
	qualidade do mat. n/ recobrimento	insuficiente	2	4		presença de catadores	não	3	3								
		nenhum	0				sim	0									
	condições de sistema viário-trânsito-acesso	boa	2	2		criação de animais (bois etc.)	não	3	3								
		ruim	0				sim/proximid.	0									
	isolam. visual da vizinhança	boas	3	3		descarga de res. de serv. de saúde	não	3	3								
		regulares	2				sim	0									
legalidade de localização	ruins	0	4	descarga de res. industriais	não/adequada	4	4										
	bom	4			sim/inadequada	0											
sub-total 1	ruim	0	40	29	funcion. da drenagem de chorume	bom	3	3									
	loc. permit.	5			regular	2											
	loc. proibida	0			inexistente	0	2										
	máximo				bom	2											
INFRAESTRUTURA IMPLANTADA	cercamento da área	sim	2	2	funcion. da drenagem pluv. definitiva	regular	1	2									
		não	0			inexistente	0										
	portaria/guarita	sim	1	1	funcion. da drenagem pluv. provisória	bom	2	1									
		não	0			regular	1										
	controle de recebimento de cargas	sim c/ balança	2	1	funcion. da drenagem de gases	inexistente	0	2									
		sim s/ balança	1			bom	2										
	acesso à frente de trabalho	não	0	2	funcion. do sist. de tratam. chorume	regular	2	2									
		bom	2			inexistente	0										
	trator de esteiras ou compatível	ruim	0	5	funcion. do sist. de monitor. das águas subt.	bom	2	0									
		permanente	5			regular	1										
	outros equipamentos	periodicam.	2	5	funcion. do sist. de monitor. das ág. sup., lix. e gas.	inexistente	0	0									
		inexistente	0			bom	2										
	impermeabil. da base do aterro	sim	1	5	funcion. do monitor. da estab. dos macicos	regular	1	0									
		não	0			inexistente	0										
	drenagem de chorume	sim/desneces.	5	4	medidas corretivas	bom	2	2									
		não	0			sim/desnec.	2										
	drenagem de águas pluviais definitiva	suficiente	5	4	dados gerais sobre o aterro	não	0	1									
		insuficiente	1			sim	1										
	drenagem de águas pluviais provisória	suficiente	4	1	manutenção dos acessos internos	não/incompleto	0	2									
		insuficiente	2			boas	2										
	drenagem de gases	inexistente	0	3	plano de fechamento do aterro	regulares	1	1									
		suficiente	3			sim	1										
	sist. de tratam. de chorume	insuficiente	1	0	sub-total 3	não	0	38									
		inexistente	0			máximo	52										
	monitoramento de águas subterrâneas	inexistente	0	0													
		suficiente	3														
	monitoramento das águas superf., lixiviados e gases	insuficiente	1	0													
		inexistente	0														
	monitoramento da estabil. macicos de solo e de lixo	suficiente	3	0													
		insuficiente	1														
atendimento a estipulações de projeto	inexistente	0	1														
	sim	2															
sub-total 2	parcialm.	1	48	31													
	não	0															
	máximo																
					<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Total (1+2+3)</td> <td>140</td> <td>98</td> </tr> <tr> <td colspan="2">IOA = Soma dos pontos / 14</td> <td></td> <td>7,00</td> </tr> </table>					Total (1+2+3)		140	98	IOA = Soma dos pontos / 14			7,00
Total (1+2+3)		140	98														
IOA = Soma dos pontos / 14			7,00														
					<table border="1"> <tr> <th>IOA</th> <th>Avaliação</th> </tr> <tr> <td>0 a 6,0</td> <td>Condições inadequadas</td> </tr> <tr> <td>6,01 a 8,0</td> <td>Condições controladas</td> </tr> <tr> <td>8,01 a 10</td> <td>Condições adequadas</td> </tr> </table>					IOA	Avaliação	0 a 6,0	Condições inadequadas	6,01 a 8,0	Condições controladas	8,01 a 10	Condições adequadas
IOA	Avaliação																
0 a 6,0	Condições inadequadas																
6,01 a 8,0	Condições controladas																
8,01 a 10	Condições adequadas																

ÍNDICE DA QUALIDADE NO SGA EM ATERROS DE RSU - IQS				
Município: ATERRO 06		Data: 18 / 11 / 2004		
Local: ver Apêndice XI		Técnico: ver Apêndice XI		
Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos
CARACTERÍSTICAS DO LOCAL	capacidade de suporte do solo	adequada	5	0
		inadequada	0	
	permeabilidade do solo	baixa	5	2
		média	2	
		alta	0	
	proximidade de núcleos hab.	longe > 500m	5	5
		próximo	0	
	proximidade de corpos de água	longe > 200m	3	0
		próximo	0	
	profundidade do lençol freático	maior 3m	4	4
		de 1 a 3m	2	
		de 0 a 1m	0	
	disponibilidade de material para recobrimento	suficiente	4	4
		insuficiente	2	
		nenhum	0	
	qualidade do mat. p/ recobrimento	boa	2	2
		ruim	0	
condições de sistema viário-trânsito-acesso	boas	3	3	
	regulares	2		
	ruins	0		
isolam. visual da vizinhança	bom	4	4	
	ruim	0		
lealdade de localização	loc. permit.	5	5	
	loc. proibida	0		
	sub-total 1	máximo	40	29
INFRAESTRUTURA IMPLANTADA	cerçamento da área	sim	2	2
		não	0	
	portaria/guarnita	sim	1	1
		não	0	
	controle de recebimento de cargas	sim c/ balança	2	1
		sim s/ balança	1	
		não	0	
	acesso à frente de trabalho	bom	2	2
		ruim	0	
	trator de esteiras ou compatível	permanente	5	5
		periodicam.	2	
		inexistente	0	
	outros equipamentos	sim	1	1
		não	0	
	impermeabil. da base do aterro	sim/desneces.	5	5
		não	0	
	drenagem de chorume	suficiente	5	5
		insuficiente	1	
		inexistente	0	
	drenagem de águas pluviais definitiva	suficiente	4	4
		insuficiente	2	
		inexistente	0	
	drenagem de águas pluviais provisória	suficiente	2	1
		insuficiente	1	
		inexistente	0	
	drenagem de efluentes	suficiente	3	3
		insuficiente	1	
		inexistente	0	
	sist. de tratam. de chorume	suficiente	5	0
		insufi./inexist.	0	
monitoramento de águas subterrâneas	suficiente	3	0	
	insuficiente	1		
	inexistente	0		
monitoramento das águas superf. lixiviados e efluentes	suficiente	3	0	
	insuficiente	1		
	inexistente	0		
monitoramento da estabilidade dos solos e de lixo	suficiente	3	0	
	insuficiente	1		
	inexistente	0		
atendimento a estipulações de projeto	sim	2	1	
	parcialm.	1		
	não	0		
	sub-total 2	máximo	48	31
Total (1+2+3+4)			170	101
IOS = Soma dos pontos / 17				5,94
IOS		Avaliação		
0 a 6,00		Condições inadequadas		
6,01 a 8,00		Condições controladas		
8,01 a 9,00		Condições adequadas		
9,01 a 10		Condições ambientais		
Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos
CONDIÇÕES OPERACIONAIS	presença de elem. dispersos vento	não	1	0
		sim	0	
	recobrimento diário do lixo	sim	4	4
		não	0	
	compactação do lixo	adequada	4	4
		inadequada	2	
		inexistente	0	
	presença de urubus-eaivotas	não	1	0
		sim	0	
	pres. de moças em grande quant.	não	2	0
		sim	0	
	presença de queimadas	não	1	1
		sim	0	
	presença de catadores	não	3	3
		sim	0	
	criação de animais (bois etc.)	sim/proximid.	0	0
		não	3	
	descarga de res. de serv. de saúde	sim	0	3
		não	3	
	descarga de res. industriais	não/adequada	4	4
		sim/inadequada	0	
	funcion. da drenagem de chorume	bom	3	3
		regular	2	
		inexistente	0	
	funcion. da drenagem pluv. definitiva	bom	2	2
		regular	1	
		inexistente	0	
	funcion. da drenagem pluv. provisória	bom	2	1
		regular	1	
		inexistente	0	
	funcion. da drenagem de efluentes	bom	2	2
		regular	1	
		inexistente	0	
	funcion. do sist. de tratam. chorume	bom	5	2
		regular	2	
		inexistente	0	
	funcion. do sist. de monitor. das águas subterr.	regular	1	0
		inexistente	0	
	funcion. do sist. de monitor. das águas superf. e efluentes	bom	2	0
		regular	1	
	inexistente	0		
funcion. do monitor. da estabilidade dos maciços	bom	2	0	
	regular	1		
	inexistente	0		
medidas corretivas	sim/desnec.	2	2	
	não	0		
dados gerais sobre o aterro	sim	1	1	
	não/incompleto	0		
manutenção dos acessos internos	boas	2	2	
	regulares	1		
	péssimas	0		
plano de fechamento do aterro	sim	1	1	
	não	0		
	sub-total 3	máximo	52	38
GESTÃO AMBIENTAL	ident. de aspectos e impactos ambientais	satisfatória	5	0
		insuficiente	2	
		inexistente	0	
	objetivos, metas e programas ambientais	consistente	3	1
		inconsistente	1	
		inexistente	0	
	garantia dos recursos necess.	suficientes	2	2
		insuficientes	0	
	sist. de treinamento e comunicação	eficiente	2	0
		ineficiente	0	
	controle de doc. e registros	sim	1	0
		não	0	
	programa e planos de emergências	suficiente	4	0
		insuficiente	2	
		inexistente	0	
	controle. monit. e med. de operações	eficaz	4	0
		ineficaz	0	
	Atendimento aos req. legais e outros	sim	5	0
		não	0	
	programa de auditorias internas	satisfatória	2	0
ineficaz		1		
	inexistente	0		
Análises críticas e ação corret. e prev.	consistente	2	0	
	inconsistente	0		
	sub-total 4	máximo	30	3

ÍNDICE DA QUALIDADE DE ATERROS DE RESÍDUOS - IQR					
Município: ATERRO 07 (ver Apêndice XI)					
Licença (sim/não): SIM					
Data: 22 / 11 / 2004					
CARACTERÍSTICAS DO LOCAL	Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos
	capacidade de suporte do solo	adequada	5	5	0
		inadequada	0		
	proximidade de núcleos hab.	longe > 500m	5	0	0
		próximo	0		
	proximidade de corpos de água	longe > 200m	3	0	0
		próximo	0		
	profundidade do lençol freático	maior 3m	4	4	0
		de 1 a 3m	2		
		de 0 a 1m	0		
	permeabilidade do solo	baixa	5	5	0
		média	2		
		alta	0		
	disponibilidade de material para recobrimento	suficiente	4	4	0
		insuficiente	2		
		nenhum	0		
	qualidade do mat. p/ recobrimento	boa	2	2	0
		ruim	0		
condições de sistema viário-trânsito-acesso	boas	3	3	0	
	regulares	2			
	ruins	0			
isolam. visual da vizinhança	bom	4	4	0	
	ruim	0			
legalidade de localização	loc. permit.	5	5	0	
	loc. proibida	0			
sub-total 1			máximo	40	32
INFRAESTRUTURA IMPLANTADA	cercamento da área	sim	2	2	0
		não	0		
	portaria/guarita	sim	2	2	0
		não	0		
	impermeabil. da base do aterro	sim/desneces.	5	5	0
		não	0		
	drenagem de chorume	suficiente	5	5	0
		insuficiente	1		
		inexistente	0		
	drenagem de águas pluviais definitiva	suficiente	4	4	0
		insuficiente	2		
		inexistente	0		
	drenagem de águas pluviais provisória	suficiente	2	2	0
		insuficiente	1		
		inexistente	0		
	trator de esteiras ou compatível	permanente	5	5	0
		periodicam.	2		
		inexistente	0		
	outros equipamentos	sim	1	1	0
		não	0		
	sist. de tratam. de chorume	suficiente	5	5	0
		insufi./inexist.	0		
	acesso à frente de trabalho	bom	3	3	0
		ruim	0		
	vigilantes	sim	1	1	0
		não	0		
	sistema de drenagem de gases	suficiente	3	3	0
		insuficiente	1		
inexistente		0			
controle receb. de cargas	sim	2	2	0	
	não	0			
monitoramento de águas subterrâneas	suficiente	3	3	0	
	insuficiente	2			
	inexistente	0			
atendimento a estipulações de projeto	sim	2	2	0	
	parcialm.	1			
	não	0			
sub-total 2			máximo	45	45
CONDIÇÕES OPERACIONAIS	aspecto geral	bom	4	4	0
		ruim	0		
	ocorrência de lixo descob.	não	4	0	0
		sim	0		
	recobrimento do lixo	adequada	4	1	0
		inadequada	1		
		inexistente	0		
	presença de urubus-gaivotas	não	1	0	0
		sim	0		
	pres. de mocas em grande quant.	não	2	2	0
		sim	0		
	presença de catadores	não	3	3	0
		sim	0		
criação de animais (bois etc.)	não	3	3	0	
	sim	0			
descarga de res. de serv. de saúde	não	3	3	0	
	sim	0			
descarga de res. industriais	não/adequada	4	4	0	
	sim/inadequada	0			
	inexistente	0			
funcion. da drenagem pluv. definitiva	bom	2	2	0	
	regular	1			
	inexistente	0			
funcion. da drenagem pluv. provisória	bom	2	2	0	
	regular	1			
	inexistente	0			
funcion. da drenagem de chorume	bom	3	3	0	
	regular	2			
	inexistente	0			
funcion. do sist. de tratam. chorume	bom	5	5	0	
	regular	2			
	inexistente	0			
funcion. do sist. de monitor. das águas subt.	bom	2	2	0	
	regular	1			
	inexistente	0			
efic. da equipe de vigilância	boa	1	1	0	
	ruim	0			
manutenção dos acessos internos	boas	2	2	0	
	regulares	1			
	péssimas	0			
sub-total 3			máximo	45	37
Total (1+2+3)			máximo	130	114
IQR = Soma dos pontos / 13					8,77
IQR		Avaliação			
0 a 6,0		Condições inadequadas			
6,0 a 8,0		Condições controladas			
8,0 a 10		Condições adequadas			

ÍNDICE DA QUALIDADE DE ATERROS DE RESÍDUOS - IQA					Índice da Qualidade de Aterros de Resíduos - IQA					
Município: ATERRO 07					Licença (sim/não): SIM					
Data: 22 / 11 / 2004					Técnico: ver Apêndice XI					
Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos	Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos	
CARACTERÍSTICAS DO LOCAL	capacidade de suporte do solo	adequada	5	5	CONDIÇÕES OPERACIONAIS	presença de elem. dispersos vento	não	1	0	
		inadequada	0				sim	0		
	permeabilidade do solo	baixa	5	5		recobrimento diário do lixo	sim	4	0	
		média	2				não	0		
	proximidade de núcleos hab.	alta	0	0		compactação do lixo	adequada	4	4	
		longe > 500m	5				inadequada	2		
	proximidade de corpos de água	próximo	0	0			inexistente	0	0	
		longe > 200m	3			presença de urubus-gaivotas	não	1		0
	profundidade do lençol freático	próximo	0	4			sim	0	2	
		maior 3m	4			pres. de mocas em grande quant.	não	2		1
	disponibilidade de material para recobrimento	de 1 a 3m	2	4			sim	0	3	
		de 0 a 1m	0			presença de queimadas	não	1		1
	qualidade do mat. n/ recobrimento	suficiente	4	4			sim	0	3	
		insuficiente	2			presença de catadores	não	3		3
	condições de sistema viário-trânsito-acesso	nenhum	0	3			sim	0	3	
		boas	3			criação de animais (bois etc.)	não	3		3
	isolam. visual da vizinhança	regulares	2	4			sim	0	4	
		ruins	0			descarga de res. industriais	não/adequada	4		4
	legalidade de localização	bom	4	5			sim/inadequada	0	3	
		loc. permit.	5			funcion. da drenagem de chorume	bom	3		3
sub-total 1	loc. proibida	0	32		regular	2	2			
	máximo	40			inexistente	0		2		
INFRAESTRUTURA IMPLANTADA	cercamento da área	sim	2	CONDIÇÕES OPERACIONAIS	funcion. da drenagem pluv. definitiva	bom	2		2	
		não	0			regular	1	2		
	portaria/guarita	sim	1		1		inexistente		0	2
		não	0			funcion. da drenagem pluv. provisória	bom	2	2	
	controle de recebimento de cargas	sim c/ balança	2		2		regular	1		2
		sim s/ balança	1				inexistente	0	2	
	acesso à frente de trabalho	não	0		2	funcion. da drenagem de gases	bom	2		2
		bom	2				regular	1	5	
	tratores esteiras ou compatível	ruim	0		5		inexistente	0		2
		permanente	5			funcion. do sist. de tratam. chorume	bom	5	2	
	outros equipamentos	periodicam.	2		1		regular	2		2
		inexistente	0			funcion. do sist. de monitor. das águas subt.	inexistente	0	2	
	impermeabil. da base do aterro	sim	1		5		bom	2		2
		não	0			funcion. do sist. de monitor. das ág. sup., lix. e gas.	regular	1	2	
	drenagem de chorume	sim/desneces.	5		5		bom	2		2
		não	0			medidas corretivas	regular	1	2	
	drenagem de águas pluviais definitiva	suficiente	5		4		inexistente	0		2
		insuficiente	1			funcion. do monitor. da estab. dos macicos	bom	2	2	
	drenagem de águas pluviais provisória	insuficiente	2		4		regular	1		2
		inexistente	0			medidas corretivas	inexistente	0	2	
	drenagem de gases	suficiente	4		2	dados gerais sobre o aterro	sim	1		1
		insuficiente	2				não/incompleto	0	2	
	sist. de tratam. de chorume	inexistente	0		3	manutenção dos acessos internos	boas	2		2
		suficiente	3				regulares	1	1	
	monitoramento de águas subterrâneas	insuficiente	1		3	plano de fechamento do aterro	sim	1		1
		inexistente	0				não	0	46	
	monitoramento das águas superf., lixiviados e gases	suficiente	3		3	sub-total 3	máximo	52		140
		insuficiente	1						126	
	monitoramento da estabil. macicos de solo e de lixo	inexistente	0		3	Total (1+2+3)				
		suficiente	3			IOA = Soma dos pontos / 14				
atendimento a estipulações de projeto	insuficiente	1	2	IOA						
	inexistente	0		Avaliação						
sub-total 2	sim	2	48	0 a 6,0						
	parcialm.	1		Condições inadequadas						
		não	0	6,01 a 8,0						
		máximo	48	Condições controladas						
				8,01 a 10						
				Condições adequadas						

ÍNDICE DA QUALIDADE NO SGA EM ATERROS DE RSU - IQS				
Município: ATERRO 07			Data: 22 / 11 / 2004	
Local: ver Apêndice XI			Técnico: ver Apêndice XI	
Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos
CARACTERÍSTICAS DO LOCAL	capacidade de suporte do solo	adequada	5	5
		inadequada	0	
	permeabilidade do solo	baixa	5	5
		média	2	
		alta	0	
	proximidade de núcleos hab.	longe > 500m	5	0
		próximo	0	
	proximidade de corpos de água	longe > 200m	3	0
		próximo	0	
	profundidade do lençol freático	maior 3m	4	4
		de 1 a 3m	2	
	disponibilidade de material para recobrimento	de 0 a 1m	0	4
		suficiente	4	
	qualidade do mat. p/ recobrimento	insuficiente	2	4
		nenhum	0	
condições de sistema viário-trânsito-acesso	boa	2	2	
	ruim	0		
isolam. visual da vizinhança	boas	3	3	
	regulares	2		
legalidade de localização	ruins	0	4	
	boa	4		
sub-total 1	ruim	0	5	
	loc. permitida	5		
	loc. proibida	0		
	máximo	40	32	
INFRAESTRUTURA IMPLANTADA	cercamento da área	sim	2	2
		não	0	
	portaria/guarnita	sim	1	1
		não	0	
	controle de recebimento de cargas	sim c/ balança	2	2
		sim s/ balança	1	
	acesso à frente de trabalho	não	0	2
		boa	2	
	trator de esteiras ou compatível	ruim	0	5
		permanente	5	
	outros equipamentos	períodico	2	5
		inexistente	0	
	impermeabil. da base do aterro	sim	1	1
		não	0	
	drenagem de chorume	sim/desneces.	5	5
		não	0	
	drenagem de águas pluviais definitiva	suficiente	5	5
		insuficiente	1	
	drenagem de águas pluviais provisória	insuficiente	0	4
		suficiente	4	
	drenagem de gases	insuficiente	2	4
		inexistente	0	
	sist. de tratam. de chorume	suficiente	2	2
		insuficiente	1	
	monitoramento de águas subterrâneas	inexistente	0	3
		suficiente	3	
	monitoramento das águas superf., lixiviados e gases	insuficiente	1	3
		inexistente	0	
	monitoramento da estabil. maciços de solo e de lixo	suficiente	3	3
		insuficiente	1	
	atendimento a estipulações de projeto	inexistente	0	2
		sim	2	
sub-total 2	parcialm.	1	48	
	não	0		
	máximo	48	48	
Total (1+2+3+4)			170	156
IOS = Soma dos pontos / 17				9,18
IOS		Avaliação		
0 a 6,00		Condições inadequadas		
6,01 a 8,00		Condições controladas		
8,01 a 9,00		Condições adequadas		
9,01 a 10		Condições ambientais		
CONDIÇÕES OPERACIONAIS	presença de elem. dispersos vento	não	1	0
		sim	0	
	recobrimento do diário do lixo	sim	4	0
		não	0	
	compactação do lixo	adequada	4	4
		inadequada	2	
		inexistente	0	
	presença de urubus-caivotas	não	1	0
		sim	0	
	pres. de mocas em grande quant.	não	2	2
		sim	0	
	presença de queimadas	não	1	1
		sim	0	
	presença de catadores	não	3	3
		sim	0	
	criação de animais (bois etc.)	não	3	3
		sim/proximid.	0	
	descarga de res. de serv. de saúde	não	3	3
		sim	0	
	descarga de res. industriais	não/adequada	4	4
		sim/inadequada	0	
	funcion. da drenagem de chorume	boa	3	3
		regular	2	
		inexistente	0	
	funcion. da drenagem pluv. definitiva	boa	2	2
		regular	1	
		inexistente	0	
	funcion. da drenagem pluv. provisória	boa	2	2
		regular	1	
		inexistente	0	
	funcion. do sist. de tratam. chorume	boa	5	5
		regular	2	
	inexistente	0		
funcion. do sist. de monitor. das águas subt.	boa	2	2	
	regular	1		
	inexistente	0		
funcion. do sist. de monitor. das ág. sup. lix. e gas.	boa	2	2	
	regular	1		
	inexistente	0		
funcion. do monitor. da estab. dos maciços	boa	2	2	
	regular	1		
	inexistente	0		
medidas corretivas	sim/desnec.	2	2	
	não	0		
dados gerais sobre o aterro	sim	1	1	
	não/incompleto	0		
manutenção dos acessos internos	boas	2	2	
	regulares	1		
	néssimas	0		
plano de fechamento do aterro	sim	1	1	
	não	0		
	máximo	52	46	
GESTÃO AMBIENTAL	ident. de aspectos e impactos ambientais	satisfatória	5	5
		insuficiente	2	
	objetivos, metas e programas ambientais	inexistente	0	3
		consistente	3	
	garantia dos recursos necess.	inconsistente	1	2
		suficientes	2	
	sist. de treinamento e comunicação	insuficientes	0	2
		eficiente	2	
	controle de doc. e registros	ineficaz	0	1
		sim	1	
		não	0	
	programa e planos de emergências	suficiente	4	4
insuficiente		2		
	inexistente	0		
controle, monit. e med. de operações	eficaz	4	4	
	ineficaz	0		
atendimento aos req. legais e outros	sim	5	5	
	não	0		
programa de auditorias internas	satisfatória	2	2	
	ineficaz	1		
	inexistente	0		
Análises críticas e ação corret. e prev.	inexistente	2	2	
	inconsistente	0		
	máximo	30	30	

ÍNDICE DA QUALIDADE DE ATERROS DE RESÍDUOS - IQR					
Município: ATERRO 08 (ver Apêndice XI)					
Licença (sim/não): SIM					
Data: 22 / 11 / 2004					
CARACTERÍSTICAS DO LOCAL	Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos
	capacidade de suporte do solo	adequada	5	5	0
		inadequada	0		
	proximidade de núcleos hab.	longe > 500m	5	0	0
		próximo	0		
	proximidade de corpos de água	longe > 200m	3	0	0
		próximo	0		
	profundidade do lençol freático	maior 3m	4	4	0
		de 1 a 3m	2		
		de 0 a 1m	0		
	permeabilidade do solo	baixa	5	2	0
		média	2		
		alta	0		
	disponibilidade de material para recobrimento	suficiente	4	4	0
		insuficiente	2		
nenhum		0			
qualidade do mat. p/ recobrimento	boa	2	2	0	
	ruim	0			
condições de sistema viário-trânsito-acesso	boas	3	3	0	
	regulares	2			
	ruins	0			
isolam. visual da vizinhança	bom	4	4	0	
	ruim	0			
legalidade de localização	loc. permit.	5	5	0	
	loc. proibida	0			
sub-total 1			máximo	40	29
INFRAESTRUTURA IMPLANTADA	cercamento da área	sim	2	2	0
		não	0		
	portaria/guarita	sim	2	2	0
		não	0		
	impermeabil. da base do aterro	sim/desneces.	5	0	0
		não	0		
	drenagem de chorume	suficiente	5	5	0
		insuficiente	1		
		inexistente	0		
	drenagem de águas pluviais definitiva	suficiente	4	2	0
		insuficiente	2		
		inexistente	0		
	drenagem de águas pluviais provisória	suficiente	2	2	0
		insuficiente	1		
		inexistente	0		
	trator de esteiras ou compatível	permanente	5	5	0
		periodicam.	2		
		inexistente	0		
	outros equipamentos	sim	1	1	0
		não	0		
	sist. de tratam. de chorume	suficiente	5	5	0
		insufi./inexist.	0		
	acesso à frente de trabalho	bom	3	3	0
ruim		0			
vigilantes	sim	1	1	0	
	não	0			
sistema de drenagem de gases	suficiente	3	3	0	
	insuficiente	1			
	inexistente	0			
controle receb. de cargas	sim	2	2	0	
	não	0			
monitoramento de águas subterrâneas	suficiente	3	3	0	
	insuficiente	2			
	inexistente	0			
atendimento a estipulações de projeto	sim	2	2	0	
	parcialm.	1			
	não	0			
sub-total 2			máximo	45	38
CONDIÇÕES OPERACIONAIS	aspecto geral	bom	4	4	0
		ruim	0		
	ocorrência de lixo descob.	não	4	4	0
		sim	0		
	recobrimento do lixo	adequada	4	4	0
		inadequada	1		
		inexistente	0		
	presença de urubus-gaivotas	não	1	0	0
		sim	0		
	pres. de mocas em grande quant.	não	2	2	0
		sim	0		
	presença de catadores	não	3	3	0
		sim	0		
criação de animais (bois etc.)	não	3	3	0	
	sim	0			
descarga de res. de serv. de saúde	não	3	0	0	
	sim	0			
descarga de res. industriais	não/adequada	4	4	0	
	sim/inadequada	0			
	inexistente	0			
funcion. da drenagem pluv. definitiva	bom	2	2	0	
	regular	1			
	inexistente	0			
funcion. da drenagem pluv. provisória	bom	2	2	0	
	regular	1			
	inexistente	0			
funcion. da drenagem de chorume	bom	3	3	0	
	regular	2			
	inexistente	0			
funcion. do sist. de tratam. chorume	bom	5	5	0	
	regular	2			
	inexistente	0			
funcion. do sist. de monitor. das águas subt.	bom	2	2	0	
	regular	1			
	inexistente	0			
efic. da equipe de vigilância	boa	1	1	0	
	ruim	0			
manutenção dos acessos internos	boas	2	2	0	
	regulares	1			
	péssimas	0			
sub-total 3			máximo	45	41
Total (1+2+3)			máximo	130	108
IQR = Soma dos pontos / 13					8,31
IQR		Avaliação			
0 a 6,0		Condições inadequadas			
6,0 a 8,0		Condições controladas			
8,0 a 10		Condições adequadas			

ÍNDICE DA QUALIDADE DE ATERROS DE RESÍDUOS - IQA					ÍNDICE DA QUALIDADE DE ATERROS DE RESÍDUOS - IQA					
Município: ATERRO 08					Licença (sim/não): SIM					
Data: 22 / 11 / 2004					Técnico: ver Apêndice XI					
Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos	Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos	
CARACTERÍSTICAS DO LOCAL	capacidade de suporte do solo	adequada	5	5	CONDIÇÕES OPERACIONAIS	presença de elem. dispersos vento	não	1	0	
		inadequada	0				sim	0		
	permeabilidade do solo	baixa	5	2		recobrimento diário do lixo	sim	4	4	
		média	2				não	0		
		alta	0	0		compactação do lixo	adequada	4	2	
	proximidade de núcleos hab.	longe > 500m	5				inadequada	2		
		próximo	0	0			inexistente	0		
	proximidade de corpos de água	longe > 200m	3				presença de urubus-gaivotas	não	1	0
		próximo	0	4			sim	0		
	profundidade do lençol freático	maior 3m	4				pres. de moscas em grande quant.	não	2	2
		de 1 a 3m	2			sim	0			
		de 0 a 1m	0	4		presença de queimadas	não	1	1	
	disponibilidade de material para recobrimento	suficiente	4				sim	0		
		insuficiente	2	2		presença de catadores	não	3	3	
		nenhum	0				sim	0		
	qualidade do mat. p/ recobrimento	boa	2	3		criação de animais (bois etc.)	não	3	3	
	ruim	0			sim/proximid.	0				
condições de sistema viário-trânsito-acesso	boas	3	3	descarga de res. de serv. de saúde	não	3	0			
	regulares	2			sim	0				
	ruins	0	4	descarga de res. industriais	não/adequada	4	4			
isolam. visual da vizinhança	bom	4			sim/inadequada	0				
	ruim	0	5	funcion. da drenagem de chorume	bom	3	3			
legalidade de localização	loc. permit.	5			regular	2				
	loc. proibida	0	29		inexistente	0				
sub-total 1	máximo	40			funcion. da drenagem pluv. definitiva	bom	2	2		
				regular	1					
INFRAESTRUTURA IMPLANTADA	cercamento da área	sim	2	CONDIÇÕES OPERACIONAIS		inexistente	0	2		
		não	0			funcion. da drenagem pluv. provisória	bom		2	2
	portaria/guarita	sim	1		1		regular	1		
		não	0				funcion. da drenagem de gases	bom	2	2
	controle de recebimento de cargas	sim c/ balança	2		2		regular	1		
		sim s/ balança	1				funcion. do sist. de tratam. chorume	inexistente	0	5
		não	0		2		bom	2		
	acesso à frente de trabalho	bom	2				funcion. do sist. de monitor. das águas subt.	regular	1	2
		ruim	0			inexistente	0			
	trator de esteiras ou compatível	permanente	5		5	funcion. do sist. de monitor. das águas subt. ág. sup., lix. e gas.	bom	2	2	
		periodicam.	2				regular	1		
		inexistente	0		1		inexistente	0		
	outros equipamentos	sim	1				funcion. do monitor. da estab. dos macicos	bom	2	2
		não	0		0		regular	1		
	impermeabil. da base do aterro	sim/desneces.	5				medidas corretivas	sim/desnec.	2	0
		não	0				não	0		
	drenagem de chorume	suficiente	5		5	dados gerais sobre o aterro	sim	1	1	
		insuficiente	1				não/incompleto	0		
		inexistente	0		2	manutenção dos acessos internos	boas	2	2	
	drenagem de águas pluviais definitiva	suficiente	4				regulares	1		
		insuficiente	2		2		péssimas	0		
		inexistente	0				plano de fechamento do aterro	sim	1	1
	drenagem de águas pluviais provisória	suficiente	3		3		não	0		
		insuficiente	1				sub-total 3	máximo	52	43
		inexistente	0		3	Total (1+2+3)				
	drenagem de gases	suficiente	5				140	113		
	sist. de tratam. de chorume	insufi./inexist.	0		3	IOA = Soma dos pontos / 14				
	monitoramento de águas subterrâneas	suficiente	3					8,07		
		insuficiente	1		3					
	monitoramento das águas superf., lixiviados e gases	suficiente	3							
		insuficiente	1		3					
	monitoramento da estab. macicos de solo e de lixo	suficiente	3							
	insuficiente	1	2							
atendimento a estipulações de projeto	sim	2								
	parcialm.	1	41							
	não	0								
sub-total 2	máximo	48								

ÍNDICE DA QUALIDADE NO SGA EM ATERROS DE RSU - IQS					
Município: ATERRO 08			Data: 22 / 11 / 2004		
Local: ver Apêndice XI			Técnico: ver Apêndice XI		
Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos	
CARACTERÍSTICAS DO LOCAL	capacidade de suporte do solo	adequada	5	5	
		inadequada	0		
	permeabilidade do solo	baixa	5	2	
		média	2		
	proximidade de núcleos hab.	longe > 500m	5	0	
		próximo	0		
	proximidade de corpos de água	longe > 200m	3	0	
		próximo	0		
	profundidade do lençol freático	maior 3m	4	4	
		de 1 a 3m	2		
	disponibilidade de material para recobrimento	de 0 a 1m	0	4	
		suficiente	4		
	qualidade do mat. p/ recobrimento	insuficiente	2	2	
		nenhum	0		
	condições de sistema viário-trânsito-acesso	boa	2	3	
		ruim	0		
	isolam. visual da vizinhança	boas	3	4	
regulares		2			
lealdade de localização	ruins	0	5		
	boas	5			
	loc. permitida	5			
	loc. proibida	0			
	sub-total 1	máximo	40	29	
INFRAESTRUTURA IMPLANTADA	cercamento da área	sim	2	2	
		não	0		
	portaria/garita	sim	1	1	
		não	0		
	controle de recebimento de cargas	sim c/ balança	2	2	
		sim s/ balança	1		
	acesso à frente de trabalho	não	0	2	
		boas	2		
	tratores de esteiras ou compatível	ruim	0	5	
		permanente	5		
	outros equipamentos	periodicam.	2	1	
		inexistente	0		
	impermeabil. da base do aterro	sim	1	0	
		não	0		
	drenagem de chorume	sim/desneces.	5	5	
		não	0		
	drenagem de águas pluviais definitiva	suficiente	5	2	
		insuficiente	1		
	drenagem de águas pluviais provisória	insuficiente	0	2	
		suficiente	4		
	drenagem de eases	insuficiente	2	3	
		suficiente	3		
	sist. de tratam. de chorume	insuficiente	1	5	
		suficiente	5		
	monitoramento de águas subterrâneas	insuficiente	3	3	
		insuficiente	1		
	monitoramento das águas superf., lixiviados e eases	insuficiente	0	3	
suficiente		3			
monitoramento da estabilidade dos maciços de solo e de lixo	insuficiente	1	3		
	suficiente	3			
atendimento a estipulações de projeto	insuficiente	0	2		
	sim	2			
	parcialm.	1			
	não	0			
	sub-total 2	máximo	48	41	
Total (1+2+3+4)			170	129	
IOS = Soma dos pontos / 17				7.59	
IOS		Avaliação			
0 a 6.00		Condições inadequadas			
6.01 a 8.00		Condições controladas			
8.01 a 9.00		Condições adequadas			
9.01 a 10		Condições ambientais			
CONDIÇÕES OPERACIONAIS	presença de elem. dispersos vento	não	1	0	
		sim	0		
	recobrimento diário do lixo compactação do lixo	sim	4	4	
		não	0		
	presença de urubus-eaivotas	adequada	4	2	
		inadequada	2		
	presença de nres. de mocas em grande quant.	inexistente	0	1	
		não	1		
	presença de catadores	sim	0	3	
		não	3		
	criação de animais (bois etc.)	sim/proximid.	0	3	
		não	3		
	descarga de res. de serv. de saúde	sim	0	4	
		não/adequada	4		
	descarga de res. industriais	sim/inadequada	0	3	
		boas	3		
	funcion. da drenagem de chorume	regular	2	2	
		inexistente	0		
	funcion. da drenagem pluv. definitiva	boas	2	2	
		regular	1		
	funcion. da drenagem de eases	provisória	0	5	
		boas	2		
	funcion. do sist. de tratam. chorume	regular	1	2	
		inexistente	0		
	funcion. do sist. de monitor. das águas subt.	regular	2	2	
		inexistente	0		
	funcion. do sist. de monitor. das águas superf. e eases	regular	1	2	
		inexistente	0		
	funcion. do monitor. da estab. dos maciços	boas	2	0	
		regular	1		
	medidas corretivas	sim/desnec.	2	1	
		não	0		
	dados gerais sobre o aterro	sim	1	2	
		não/incompleto	0		
	manutenção dos acessos internos	boas	2	2	
		regulares	1		
	plano de fechamento do aterro	boas	2	1	
		regulares	1		
		ruins	0		
		sim	1		
		não	0		
		sub-total 3	máximo	52	43
	GESTÃO AMBIENTAL	ident. de aspectos e impactos ambientais	satisfatória	5	2
		insuficiente	2		
objetivos, metas e programas ambientais		inexistente	0	1	
		consistente	3		
parantia dos recursos necess.		inexistente	1	2	
		suficientes	2		
sist. de treinamento e comunicação		insuficientes	0	0	
		eficiente	2		
controle de doc. e registros		sim	1	1	
		ineficiente	0		
programa e planos de emergência		não	0	0	
		suficiente	4		
controle. monit. e med. de operações		insuficiente	2	4	
		eficaz	4		
atendimento aos req. legais e outros		ineficaz	0	5	
		sim	5		
programa de auditorias internas	não	0	1		
	satisfatória	2			
Análises críticas e ação corret. e prev.	ineficaz	1	0		
	inexistente	0			
	consistente	2			
	inconsistente	0			
	sub-total 4	máximo	30	16	

ÍNDICE DA QUALIDADE DE ATERROS DE RESÍDUOS - IQR						
Município: ATERRO 09 (ver Apêndice XI)						
Licença (sim/não): Não						
Data: 21 / 12 / 2004						
CARACTERÍSTICAS DO LOCAL	Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos	
	capacidade de suporte do solo	adequada	5	5	0	
		inadequada	0			
	proximidade de núcleos hab.	longe > 500m	5	0	0	
		próximo	0			
	proximidade de corpos de água	longe > 200m	3	0	0	
		próximo	0			
	profundidade do lençol freático	maior 3m	4	2	0	
		de 1 a 3m	2			
		de 0 a 1m	0			
	permeabilidade do solo	baixa	5	2	0	
		média	2			
		alta	0			
	disponibilidade de material para recobrimento	suficiente	4	2	0	
		insuficiente	2			
		nenhum	0			
	qualidade do mat. p/ recobrimento	boa	2	0	0	
ruim		0				
condições de sistema viário-trânsito-acesso	boas	3	3	0		
	regulares	2				
	ruins	0				
isolam. visual da vizinhança	bom	4	0	0		
	ruim	0				
legalidade de localização	loc. permit.	5	5	0		
	loc. proibida	0				
sub-total 1		máximo	40	19		
INFRAESTRUTURA IMPLANTADA	cercamento da área	sim	2	0	0	
		não	0			
	portaria/guarita	sim	2	2	0	0
		não	0			
	impermeabil. da base do aterro	sim/desneces.	5	0	0	0
		não	0			
	drenagem de chorume	suficiente	5	0	0	0
		insuficiente	1			
		inexistente	0			
	drenagem de águas pluviais definitiva	suficiente	4	0	0	0
		insuficiente	2			
		inexistente	0			
	drenagem de águas pluviais provisória	suficiente	2	0	0	0
		insuficiente	1			
		inexistente	0			
	trator de esteiras ou compatível	permanente	5	5	0	0
		periodicam.	2			
		inexistente	0			
	outros equipamentos	sim	1	1	0	0
		não	0			
	sist. de tratam. de chorume	suficiente	5	0	0	0
		insufi./inexist.	0			
	acesso à frente de trabalho	bom	3	3	0	0
		ruim	0			
	vigilantes	sim	1	0	0	0
		não	0			
	sistema de drenagem de gases	suficiente	3	0	0	0
insuficiente		1				
inexistente		0				
controle receb. de cargas	sim	2	0	0	0	
	não	0				
monitoramento de águas subterrâneas	suficiente	3	0	0	0	
	insuficiente	2				
	inexistente	0				
atendimento a estipulações de projeto	sim	2	0	0	0	
	parcialm.	1				
	não	0				
sub-total 2		máximo	45	11		
CONDIÇÕES OPERACIONAIS	aspecto geral	bom	4	0	0	
		ruim	0			
	ocorrência de lixo descob.	não	4	0	0	0
		sim	0			
	recobrimento do lixo	adequada	4	1	0	0
		inadequada	1			
		inexistente	0			
	presença de urubus-gaivotas	não	1	0	0	0
		sim	0			
	pres. de mocas em grande quant.	não	2	0	0	0
		sim	0			
	presença de catadores	não	3	0	0	0
		sim	0			
criação de animais (bois etc.)	não	3	0	0	0	
	sim	0				
descarga de res. de serv. de saúde	não	3	0	0	0	
	sim	0				
descarga de res. industriais	não/adequada	4	4	0	0	
	sim/inadequada	0				
funcion. da drenagem pluv. definitiva	bom	2	0	0	0	
	regular	1				
	inexistente	0				
funcion. da drenagem pluv. provisória	bom	2	0	0	0	
	regular	1				
	inexistente	0				
funcion. da drenagem de chorume	bom	3	0	0	0	
	regular	2				
	inexistente	0				
funcion. do sist. de tratam. chorume	bom	5	0	0	0	
	regular	2				
	inexistente	0				
funcion. do sist. de monitor. das águas subt.	bom	2	0	0	0	
	regular	1				
	inexistente	0				
efic. da equipe de vigilância	boa	1	0	0	0	
	ruim	0				
manutenção dos acessos internos	boas	2	1	0	0	
	regulares	1				
	péssimas	0				
sub-total 3		máximo	45	6		
Total (1+2+3)		máximo	130	36		
IQR = Soma dos pontos / 13				2,77		
IQR		Avaliação				
0 a 6,0		Condições inadequadas				
6,0 a 8,0		Condições controladas				
8,0 a 10		Condições adequadas				

ÍNDICE DA QUALIDADE DE ATERROS DE RESÍDUOS - IQA					Índice da Qualidade de Aterros de Resíduos - IQA				
Município: ATERRO 09					Licença (sim/não): Não				
Data: 21 / 12 / 2004					Técnico: ver Apêndice XI				
Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos	Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos
CARACTERÍSTICAS DO LOCAL	capacidade de suporte do solo	adequada	5	5	CONDIÇÕES OPERACIONAIS	presença de elem. dispersos vento	não	1	0
		inadequada	0				sim	0	
	permeabilidade do solo	baixa	5	2		recobrimento do diário do lixo	sim	4	0
		média	2				não	0	
	proximidade de núcleos hab.	longe > 500m	5	0		compactação do lixo	adequada	4	2
		próximo	0				inadequada	2	
	proximidade de corpos de água	longe > 200m	3	0		presença de urubus-gaivotas	não	1	0
		próximo	0				sim	0	
	profundidade do lençol freático	maior 3m	4	2		pres. de mocas em grande quant.	não	2	0
		de 1 a 3m	2				sim	0	
	disponibilidade de material para recobrimento	de 0 a 1m	0	2		presença de queimadas	não	1	1
		suficiente	4				sim	0	
	qualidade do mat. n/ recobrimento	insuficiente	2	2		presença de catadores	não	3	0
		nenhum	0				sim	0	
	condições de sistema viário-trânsito-acesso	boa	2	0		criação de animais (bois etc.)	não	3	0
		ruim	0				sim/proximid.	0	
	isolam. visual da vizinhança	boas	3	3		descarga de res. de serv. de saúde	não	3	0
		regulares	2				sim	0	
	legalidade de localização	ruins	0	0		descarga de res. industriais	não/adequada	4	4
		bom	4				sim/inadequada	0	
sub-total 1	ruim	0	40	19	funcion. da drenagem de chorume	bom	3	0	
	loc. permit.	5			regular	2			
	loc. proibida	0			inexistente	0	0		
	máximo	40	19	funcion. da drenagem pluv. definitiva	bom	2		0	
INFRAESTRUTURA IMPLANTADA	cercamento da área	sim	2	0	funcion. da drenagem pluv. provisória	regular	1		0
		não	0			inexistente	0		
	portaria/guarita	sim	1	1	funcion. da drenagem de gases	bom	2	0	
		não	0			regular	1		
	controle de recebimento de cargas	sim c/ balança	2	0	funcion. do sist. de tratam. chorume	regular	2	0	
		sim s/ balança	1			inexistente	0		
	acesso à frente de trabalho	não	0	2	funcion. do sist. de monitor. das águas subt.	bom	2	0	
		bom	2			regular	1		
	trator de esteiras ou compatível	ruim	0	5	funcion. do sist. de monitor. das ág. sup., lix. e gas.	regular	1	0	
		permanente	5			inexistente	0		
		periodicam.	2	0	funcion. do monitor. da estab. dos macicos	bom	2	0	
		inexistente	0			regular	1		
	outros equipamentos	sim	1	1	medidas corretivas	sim/desnec.	2	0	
		não	0			não	0		
	impermeabil. da base do aterro	sim/desneces.	5	0	dados gerais sobre o aterro	sim	1	0	
		não	0			não/incompleto	0		
	drenagem de chorume	suficiente	5	0	manutenção dos acessos internos	boas	2	1	
		insuficiente	1			regulares	1		
	drenagem de águas pluviais definitiva	suficiente	4	0	plano de fechamento do aterro	sim	1	1	
		insuficiente	2			não	0		
	drenagem de águas pluviais provisória	suficiente	2	0	sub-total 3	máximo	52	9	
		insuficiente	1						
	drenagem de gases	suficiente	3	0					
		insuficiente	1						
	sist. de tratam. de chorume	suficiente	5	0					
		insuficiente	1						
	monitoramento de águas subterrâneas	suficiente	3	0					
		insuficiente	1						
	monitoramento das águas superf., lixiviados e gases	suficiente	3	0					
		insuficiente	1						
monitoramento da estab. macicos de solo e de lixo	suficiente	3	0						
	insuficiente	1							
atendimento a estipulações de projeto	sim	2	0						
	parcialm.	1							
	não	0	9						
	máximo	48							

Total (1+2+3)		140	37
IOA = Soma dos pontos / 14			2,64

IOA	Avaliação
0 a 6,0	Condições inadequadas
6,01 a 8,0	Condições controladas
8,01 a 10	Condições adequadas

ÍNDICE DA QUALIDADE NO SGA EM ATERROS DE RSU - IQS				
Município: ATERRO 09			Data: 21 / 12 / 2004	
Local: ver Apêndice XI			Técnico: ver Apêndice XI	
Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos
CARACTERÍSTICAS DO LOCAL	capacidade de suporte do solo	adequada	5	5
		inadequada	0	
	permeabilidade do solo	baixa	5	2
		média	2	
		alta	0	
	proximidade de núcleos hab.	longe > 500m	5	0
		próximo	0	
	proximidade de corpos de água	longe > 200m	3	0
		próximo	0	
	profundidade do lençol freático	maior 3m	4	2
		de 1 a 3m	2	
	disponibilidade de material para recobrimento	de 0 a 1m	0	2
		suficiente	4	
	qualidade do mat. p/ recobrimento	insuficiente	2	2
		nenhum	0	
	condições de sistema viário-trânsito-acesso	boa	2	0
		ruim	0	
isolam. visual da vizinhança	boas	3	3	
	regulares	2		
legalidade de localização	ruins	0	0	
	bom	4		
localização	ruim	0	5	
	loc. permit.	5		
	loc. proibida	0		
	sub-total 1	máximo	40	19
INFRAESTRUTURA IMPLANTADA	cercamento da área	sim	2	0
		não	0	
	portaria/guarnita	sim	1	1
		não	0	
	controle de recebimento de cargas	sim c/ balança	2	0
		sim s/ balança	1	
	acesso à frente de trabalho	não	0	2
		bom	2	
	trator de esteiras ou compatível	ruim	0	5
		permanente	5	
		periodicam.	2	
	outros equipamentos	inexistente	0	1
		sim	1	
	impermeabil. da base do aterro	não	0	0
		sim/desneces.	5	
	drenagem de chorume	suficiente	5	0
		insuficiente	1	
	drenagem de águas pluviais definitiva	insuficiente	0	0
		suficiente	4	
	drenagem de águas pluviais provisória	insuficiente	2	0
		suficiente	0	
	drenagem de gases	insuficiente	1	0
		suficiente	3	
	sist. de tratam. de chorume	insuficiente	1	0
		insufi./inexist.	0	
	monitoramento de águas subterrâneas	suficiente	3	0
		insuficiente	1	
	monitoramento das águas superf., lixiviados e gases	insuficiente	0	0
		suficiente	3	
	monitoramento da estabil. macicos de solo e de lixo	insuficiente	1	0
		insuficiente	0	
	atendimento a estipulações de projeto	sim	2	0
parcialm.		1		
	não	0		
	sub-total 2	máximo	48	9
Total (1+2+3+4)			170	40
IOS = Soma dos pontos / 17				2,35
IOS		Avaliação		
0 a 6,00		Condições inadequadas		
6,01 a 8,00		Condições controladas		
8,01 a 9,00		Condições adequadas		
9,01 a 10		Condições ambientais		
Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos
CONDIÇÕES OPERACIONAIS	presença de elem. dispersos vento	não	1	0
		sim	0	
	recobrimento do lixo	sim	4	0
		não	0	
	compactação do lixo	adequada	4	2
		inadequada	2	
		inexistente	0	
	presença de urubus-caivotas	não	1	0
		sim	0	
	pres. de mocas em grande quant.	não	2	0
		sim	0	
	presença de queimadas	não	1	1
		sim	0	
	presença de catadores	não	3	0
		sim	0	
	criação de animais (bois etc.)	não	3	0
		sim/proximid.	0	
	descarga de res. de serv. de saúde	não	3	0
		sim	0	
	descarga de res. industriais	não/adequada	4	4
		sim/inadequada	0	
	funcion. da drenagem de chorume	bom	3	0
		regular	2	
	funcion. da drenagem pluv. definitiva	insuficiente	0	0
		bom	2	
	funcion. da drenagem pluv. provisória	regular	1	0
		insuficiente	0	
	funcion. da drenagem de gases	bom	2	0
		regular	1	
	funcion. do sist. de tratam. chorume	insuficiente	0	0
		bom	2	
	funcion. do sist. de monitor. das águas subt.	regular	1	0
		insuficiente	0	
	funcion. do sist. de monitor. das ág. sup. lix. e gas.	bom	2	0
		regular	1	
	funcion. do monitor. da estab. dos macicos	insuficiente	0	0
		bom	2	
	medidas corretivas	sim/desnec.	2	0
		não	0	
	dados gerais sobre o aterro	sim	1	0
		não/incompleto	0	
	manutenção dos acessos internos	boas	2	1
regulares		1		
plano de fechamento do aterro	necessimas	0	1	
	sim	1		
	não	0		
	sub-total 3	máximo	52	9
GESTÃO AMBIENTAL	ident. de aspectos e impactos ambientais	satisfatória	5	0
		insuficiente	2	
	objetivos, metas e programas ambientais	insuficiente	0	3
		consistente	3	
		inconsistente	1	
	garantia dos recursos necess.	insuficiente	0	0
	suficientes	2		
	sist. de treinamento e comunicação	eficiente	2	0
	ineficiente	0		
	controle de doc. e registros	sim	1	0
		não	0	
	programa e planos de emergências	suficiente	4	0
		insuficiente	2	
		ineficiente	0	
	controle, monit. e med. de operações	eficaz	4	0
ineficaz		0		
Atendimento aos req. legais e outros	sim	5	0	
	não	0		
programa de auditorias internas	satisfatória	2	0	
	ineficaz	1		
Análises críticas e ação corret. e prev.	insuficiente	0	0	
	consistente	2		
	inconsistente	0		
	sub-total 4	máximo	30	3

ÍNDICE DA QUALIDADE DE ATERROS DE RESÍDUOS - IQA					Índice da Qualidade de Aterros de Resíduos - IQA				
Município: ATERRO 10					Licença (sim/não): NÃO				
Data: 21 / 12 / 2004					Técnico: ver Apêndice XI				
Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos	Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos
CARACTERÍSTICAS DO LOCAL	capacidade de suporte do solo	adequada	5	0	CONDIÇÕES OPERACIONAIS	presença de elem. dispersos vento	não	1	0
		inadequada	0				sim	0	
	permeabilidade do solo	baixa	5	0		recobrimento diário do lixo	sim	4	0
		média	2				não	0	
	proximidade de núcleos hab.	alta	0	5		compactação do lixo	adequada	4	2
		longe > 500m	5				inadequada	2	
	proximidade de corpos de água	próximo	0	0			inexistente	0	0
		longe > 200m	3				presença de urubus-gaivotas	não	
	profundidade do lençol freático	próximo	0	0			sim	0	0
		maior 3m	4				pres. de mocas em grande quant.	não	
	disponibilidade de material para recobrimento	de 1 a 3m	2	0			sim	0	0
		de 0 a 1m	0				presença de queimadas	não	
	qualidade do mat. n/ recobrimento	suficiente	4	2			sim	0	0
		insuficiente	2				presença de catadores	não	
	condições de sistema viário-trânsito-acesso	nenhum	0	0			sim	0	0
		boas	3				criação de animais (bois etc.)	não	
	isolam. visual da vizinhança	regulares	2	0			sim/proximid.	0	0
		ruins	0				descarga de res. de serv. de saúde	não	
	legalidade de localização	bom	4	0			sim	0	0
		ruim	0				descarga de res. industriais	não/adequada	
sub-total 1	máximo	40	7		sim/inadequada	0	0		
cercamento da área	sim	2	0	funcion. da drenagem de chorume	bom	3		0	
	não	0				regular	2		
portaria/guarita	sim	1	0		inexistente	0	0		
	não	0			funcion. da drenagem pluv. definitiva	bom		2	
controle de recebimento de cargas	sim c/ balança	2	0		regular	1	1		
	sim s/ balança	1				inexistente		0	
acesso à frente de trabalho	não	0	0		funcion. da drenagem pluv. provisória	regular	1	0	
	bom	2				inexistente	0		
tratores esteiras ou compatível	ruim	0	2		funcion. da drenagem de gases	bom	2	0	
	permanente	5				regular	1		
outros equipamentos	periodicam.	2	2		inexistente	0	0		
	inexistente	0			funcion. do sist. de tratam. chorume	regular		2	
impermeabil. da base do aterro	sim	1	0		inexistente	0	0		
	não	0			funcion. do sist. de monitor. das águas subt.	bom		2	
drenagem de chorume	sim/desneces.	5	0		regular	1	0		
	não	0			funcion. do sist. de monitor. das ág. sup., lix. e gas.	bom		2	
drenagem de águas pluviais definitiva	suficiente	5	0		regular	1	0		
	insuficiente	1			funcion. do monitor. da estab. dos macicos	inexistente		0	
drenagem de águas pluviais provisória	suficiente	4	0		sim/desnec.	2	0		
	insuficiente	2			medidas corretivas	não		0	
drenagem de gases	inexistente	0	1		sim	1	0		
	suficiente	2			dados gerais sobre o aterro	não/incompleto		0	
sist. de tratam. de chorume	insuficiente	1	0		boas	2	0		
	inexistente	0			manutenção dos acessos internos	regulares		1	
monitoramento de águas subterrâneas	inexistente	0	1		péssimas	0	0		
	suficiente	3			plano de fechamento do aterro	sim		1	
monitoramento das águas superf., lixiviados e gases	insuficiente	1	0		não	0	1		
	inexistente	0			sub-total 3	máximo		52	4
monitoramento da estabil. macicos de solo e de lixo	suficiente	3	0	Total (1+2+3)		140	15		
	insuficiente	1		IOA = Soma dos pontos / 14			1,07		
atendimento a estipulações de projeto	inexistente	0	0	IOA		Avaliação			
	sim	2		0 a 6,0		Condições inadequadas			
sub-total 2	máximo	48	4	6,01 a 8,0		Condições controladas			
				8,01 a 10		Condições adequadas			

ÍNDICE DA QUALIDADE NO SGA EM ATERROS DE RSU - IQS				
Município: ATERRO 10			Data: 21 / 12 / 2004	
Local: ver Apêndice XI			Técnico: ver Apêndice XI	
Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos
CARACTERÍSTICAS DO LOCAL	capacidade de suporte do solo	adequada	5	0
		inadequada	0	
	permeabilidade do solo	baixa	5	0
		média	2	
		alta	0	
	proximidade de núcleos hab.	longe > 500m	5	5
		próximo	0	
	proximidade de corpos de água	longe > 200m	3	0
		próximo	0	
	profundidade do lençol freático	maior 3m	4	0
		de 1 a 3m	2	
	disponibilidade de material para recobrimento	de 0 a 1m	0	2
		suficiente	4	
	qualidade do mat. p/ recobrimento	insuficiente	2	0
		nenhum	0	
condições de sistema viário-trânsito-acesso	boa	2	0	
	ruim	0		
isolam. visual da vizinhança	boas	3	0	
	regulares	2		
legalidade de localização	ruins	0	0	
	loc. permit.	5		
	loc. proibida	0		
	sub-total 1	máximo	40	7
INFRAESTRUTURA IMPLANTADA	cercamento da área	sim	2	0
		não	0	
	portaria/guarnita	sim	1	0
		não	0	
	controle de recebimento de cargas	sim c/ balança	2	0
		sim s/ balança	1	
	acesso à frente de trabalho	não	0	0
		boa	2	
	trator de esteiras ou compatível	ruim	0	2
		permanente	5	
	outros equipamentos	períodico	2	0
		inexistente	0	
	impermeabil. da base do aterro	sim	1	0
		não	0	
	drenagem de chorume	sim/desneces.	5	0
		não	0	
	drenagem de águas pluviais definitivas	suficiente	5	0
		insuficiente	1	
	drenagem de águas pluviais provisórias	insuficiente	0	0
		suficiente	4	
	drenagem de gases	insuficiente	2	1
		inexistente	0	
	sist. de tratam. de chorume	suficiente	2	0
		insuficiente	1	
	monitoramento de águas subterrâneas	insuficiente	1	1
		inexistente	0	
	monitoramento das águas superf., lixiviados e gases	suficiente	3	0
		insuficiente	1	
	monitoramento da estabil. macicos de solo e de lixo	insuficiente	0	0
		suficiente	3	
atendimento a estipulações de projeto	insuficiente	1	0	
	sim	2		
	parcialm.	1	0	
	não	0		
	sub-total 2	máximo	48	4
Total (1+2+3+4)			170	15
IOS = Soma dos pontos / 17				0,88
IOS		Avaliação		
0 a 6,00		Condições inadequadas		
6,01 a 8,00		Condições controladas		
8,01 a 9,00		Condições adequadas		
9,01 a 10		Condições ambientais		

Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos
CONDIÇÕES OPERACIONAIS	presença de elem. dispersos vento	não	1	0
		sim	0	
	recobrimento do lixo	sim	4	0
		não	0	
	compactação do lixo	adequada	4	2
		inadequada	2	
		inexistente	0	
	presença de urubus-caivotas	não	1	0
		sim	0	
	pres. de mocas em grande quant.	não	2	0
		sim	0	
	presença de queimadas	não	1	0
		sim	0	
	presença de catadores	não	3	0
		sim	0	
	criação de animais (bois etc.)	não	3	0
		sim/proximid.	0	
	descarga de res. de serv. de saúde	não	3	0
		sim	0	
	descarga de res. industriais	não/adequada	4	0
		sim/inadequada	0	
	funcion. da drenagem de chorume	boa	3	0
		regular	2	
		inexistente	0	
	funcion. da drenagem pluv. definitiva	boa	2	0
		regular	2	
	funcion. da drenagem pluv. provisória	boa	2	1
		regular	1	
		inexistente	0	
	funcion. da drenagem de gases	boa	2	0
regular		1		
	inexistente	0		
funcion. do sist. de tratam. chorume	boa	5	0	
	regular	2		
	inexistente	0		
funcion. do sist. de monitor. das águas subt.	boa	2	0	
	regular	1		
	inexistente	0		
funcion. do sist. de monitor. das ág. sup. lix. e gas.	boa	2	0	
	regular	1		
	inexistente	0		
funcion. do monitor. da estab. dos macicos	boa	2	0	
	regular	1		
	inexistente	0		
medidas corretivas	sim/desnec.	2	0	
	não	0		
dados gerais sobre o aterro	sim	1	0	
	não/incompleto	0		
manutenção dos acessos internos	boas	2	0	
	regulares	1		
	nessimas	0		
plano de fechamento do aterro	sim	1	1	
	não	0		
	sub-total 3	máximo	52	4
GESTÃO AMBIENTAL	ident. de aspectos e impactos ambientais	satisfatória	5	0
		insuficiente	2	
	objetivos, metas e programas ambientais	inexistente	0	0
		consistente	3	
	garantia dos recursos necess.	inconsistente	1	0
		inexistente	0	
	sist. de treinamento e comunicação	suficientes	2	0
		insuficientes	0	
	controle de doc. e registros	eficiente	2	0
		ineficiente	0	
	programa e planos de emergências	sim	1	0
		não	0	
	controle. monit. e med. de operações	sim	1	0
		não	0	
	Atendimento aos req. legais e outros	eficaz	4	0
ineficaz		0		
programa de auditorias internas	sim	5	0	
	não	0		
Análises críticas e ação corret. e prev.	satisfatória	2	0	
	ineficaz	1		
	inexistente	0		
	consistente	2	0	
	inconsistente	0		
	sub-total 4	máximo	30	0

ÍNDICE DA QUALIDADE DE ATERROS DE RESÍDUOS - IQR					
Município: ATERRO 11 (ver Apêndice XI)					
Licença (sim/não): SIM					
Data: 22 / 12 / 2004					
CARACTERÍSTICAS DO LOCAL	Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos
	capacidade de suporte do solo	adequada	5	5	
		inadequada	0		
	proximidade de núcleos hab.	longe > 500m	5	5	
		próximo	0		
	proximidade de corpos de água	longe > 200m	3	0	
		próximo	0		
	profundidade do lençol freático	maior 3m	4	2	
		de 1 a 3m	2		
		de 0 a 1m	0		
	permeabilidade do solo	baixa	5	5	
		média	2		
		alta	0		
	disponibilidade de material para recobrimento	suficiente	4	4	
		insuficiente	2		
		nenhum	0		
qualidade do mat. p/ recobrimento	boa	2	2		
	ruim	0			
condições de sistema viário-trânsito-acesso	boas	3	3		
	regulares	2			
	ruins	0			
isolam. visual da vizinhança	bom	4	4		
	ruim	0			
legalidade de localização	loc. permit.	5	5		
	loc. proibida	0			
sub-total 1			máximo	40	35
INFRAESTRUTURA IMPLANTADA	cercamento da área	sim	2	2	
		não	0		
	portaria/guarita	sim	2	2	
		não	0		
	impermeabil. da base do aterro	sim/desneces.	5	5	
		não	0		
	drenagem de chorume	suficiente	5	5	
		insuficiente	1		
		inexistente	0		
	drenagem de águas pluviais definitiva	suficiente	4	4	
		insuficiente	2		
		inexistente	0		
	drenagem de águas pluviais provisória	suficiente	2	1	
		insuficiente	1		
		inexistente	0		
	trator de esteiras ou compatível	permanente	5	5	
		periodicam.	2		
		inexistente	0		
	outros equipamentos	sim	1	1	
		não	0		
	sist. de tratam. de chorume	suficiente	5	5	
		insufi./inexist.	0		
	acesso à frente de trabalho	bom	3	3	
		ruim	0		
	vigilantes	sim	1	1	
		não	0		
sistema de drenagem de gases	suficiente	3	3		
	insuficiente	1			
	inexistente	0			
controle receb. de cargas	sim	2	2		
	não	0			
monitoramento de águas subterrâneas	suficiente	3	3		
	insuficiente	2			
	inexistente	0			
atendimento a estipulações de projeto	sim	2	2		
	parcialm.	1			
	não	0			
sub-total 2			máximo	45	44
CONDIÇÕES OPERACIONAIS	aspecto geral	bom	4	4	
		ruim	0		
	ocorrência de lixo descob.	não	4	4	
		sim	0		
	recobrimento do lixo	adequada	4	4	
		inadequada	1		
		inexistente	0		
	presença de urubus-gaivotas	não	1	0	
		sim	0		
	pres. de mocas em grande quant.	não	2	0	
		sim	0		
	presença de catadores	não	3	3	
		sim	0		
criação de animais (bois etc.)	não	3	3		
	sim	0			
descarga de res. de serv. de saúde	não	3	3		
	sim	0			
descarga de res. industriais	não/adequada	4	4		
	sim/inadequada	0			
	sim/adequada	0			
funcion. da drenagem pluv. definitiva	bom	2	2		
	regular	1			
	inexistente	0			
funcion. da drenagem pluv. provisória	bom	2	1		
	regular	1			
	inexistente	0			
funcion. da drenagem de chorume	bom	3	3		
	regular	2			
	inexistente	0			
funcion. do sist. de tratam. chorume	bom	5	5		
	regular	2			
	inexistente	0			
funcion. do sist. de monitor. das águas subt.	bom	2	1		
	regular	1			
	inexistente	0			
efic. da equipe de vigilância	boa	1	1		
	ruim	0			
manutenção dos acessos internos	boas	2	1		
	regulares	1			
	péssimas	0			
sub-total 3			máximo	45	40
Total (1+2+3)			máximo	130	119
IQR = Soma dos pontos / 13					9,08
IQR		Avaliação			
0 a 6,0		Condições inadequadas			
6,0 a 8,0		Condições controladas			
8,0 a 10		Condições adequadas			

ÍNDICE DA QUALIDADE DE ATERROS DE RESÍDUOS - IQA									
Município: ATERRO 11					Licença (sim/não): SIM				
Data: 22 / 12 / 2004					Técnico: ver Apêndice XI				
Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos	Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos
CARACTERÍSTICAS DO LOCAL	capacidade de suporte do solo	adequada	5	5	CONDIÇÕES OPERACIONAIS	presença de elem. dispersos vento	não	1	0
		inadequada	0				sim	0	
	permeabilidade do solo	baixa	5	5		recobrimento diário do lixo	sim	4	4
		média	2			não	0		
	proximidade de núcleos hab.	alta	0	5		compactação do lixo	adequada	4	4
		longe > 500m	5			inadequada	2		
		próximo	0			inexistente	0		
	proximidade de corpos de água	longe > 200m	3	0		presença de urubus-gaivotas	não	1	0
		próximo	0			sim	0		
	profundidade do lençol freático	maior 3m	4	2		pres. de mocas em grande quant.	não	2	0
		de 1 a 3m	2			sim	0		
		de 0 a 1m	0			presença de queimadas	não	1	1
	disponibilidade de material para recobrimento	suficiente	4	4		presença de catadores	sim	0	
		insuficiente	2			não	3		
	qualidade do mat. p/ recobrimento	nenhum	0	2		criação de animais (bois etc.)	sim	0	3
		boa	2			não	3		
condições de sistema viário-trânsito-acesso	ruim	0	3	descarga de res. de serv. de saúde	sim/proximid.	0	3		
	boas	3		não	3				
isolam. visual da vizinhança	regulares	2	4	descarga de res. industriais	não/adequada	4	4		
	ruins	0		sim/inadequada	0				
legalidade de localização	bom	4	4	funcion. da drenagem de chorume	bom	3	3		
	ruim	0		regular	2				
sub-total 1	loc. permit.	5	5		inexistente	0	2		
	loc. proibida	0		funcion. da drenagem pluv. definitiva	bom	2			
INFRAESTRUTURA IMPLANTADA		máximo	40	35	funcion. da drenagem pluv. provisória	regular	1	2	
	cercamento da área	sim	2	2	funcion. da drenagem de gases	regular	1		2
		não	0		funcion. do sist. de tratam. chorume	inexistente	0	5	
	portaria/guarita	sim	1	1	funcion. do sist. de monitor. das águas subt.	bom	2		1
		não	0		funcion. do sist. de monitor. das ág. sup., lix. e gas.	regular	1		
	controle de recebimento de cargas	sim c/ balança	2	1	funcion. do monitor. da estab. dos macicos	regular	1	1	
		sim s/ balança	1		medidas corretivas	inexistente	0		2
		não	0		dados gerais sobre o aterro	sim	1	1	
	acesso à frente de trabalho	bom	2	2	manutenção dos acessos internos	não/incompleto	0		1
		ruim	0			plano de fechamento do aterro	boas	2	
	tratores esteiras ou compatível	permanente	5	5	sub-total 3	sub-total 3	regulares	1	1
		periodicam.	2			máximo	52	46	
		inexistente	0						
	outros equipamentos	sim	1	1	Total (1+2+3)		140	127	
		não	0		IOA = Soma dos pontos / 14		8.86		
	impermeabil. da base do aterro	sim/desneces.	5	5	IOA		Avaliação		
		não	0		0 a 6,0		Condições inadequadas		
	drenagem de chorume	suficiente	5	5	6,01 a 8,0		Condições controladas		
		insuficiente	1		8,01 a 10		Condições adequadas		
	drenagem de águas pluviais definitiva	inexistente	0	4					
		suficiente	4						
	drenagem de águas pluviais provisória	insuficiente	2	1					
		inexistente	0						
	drenagem de gases	suficiente	3	3					
		insuficiente	1						
	sist. de tratam. de chorume	inexistente	0	5					
		suficiente	5						
	monitoramento de águas subterrâneas	insuficiente	1	3					
		inexistente	0						
	monitoramento das águas superf., lixiviados e gases	suficiente	3	3					
		insuficiente	1						
	monitoramento da estab. macicos de solo e de lixo	suficiente	3	3					
		insuficiente	1						
	atendimento a estipulações de projeto	inexistente	0	2					
		sim	2						
	sub-total 2	parcialm.	1	48					
não		0							
	máximo	48	46						

ÍNDICE DA QUALIDADE NO Sistema de Gestão Ambiental EM ATERROS DE RSU - IQS				
Município: ATERRO 11			Data: 22 / 12 / 2004	
Local: ver Apêndice XI			Técnico: ver Apêndice XI	
Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos
CARACTERÍSTICAS DO LOCAL	capacidade de suporte do solo	adequada	5	5
		inadequada	0	
	permeabilidade do solo	baixa	5	5
		média	2	
		alta	0	
	proximidade de núcleos hab.	longe > 500m	5	5
		próximo	0	
	proximidade de corpos de água	longe > 200m	3	0
		próximo	0	
	profundidade do lençol freático	maior 3m	4	2
		de 1 a 3m	2	
	disponibilidade de material para recobrimento	de 0 a 1m	0	4
		suficiente	4	
	qualidade do mat. n/ recobrimento	insuficiente	2	2
		nenhum	0	
	condições de sistema viário-trânsito-acesso	boa	2	3
		ruim	0	
regulares		2		
isolam. visual da vizinhança	boas	3	3	
	ruim	0		
legalidade de localização	loc. permit.	4	4	
	loc. proibida	0		
	sub-total 1	máximo	40	35
INFRAESTRUTURA IMPLANTADA	cercamento da área	sim	2	2
		não	0	
	portaria/garita	sim	1	1
		não	0	
	controle de recebimento de cargas	sim c/ balança	2	1
		sim s/ balança	1	
	acesso à frente de trabalho	não	0	2
		boa	2	
	tratores esteiras ou compatível	ruim	0	5
		permanente	5	
	outros equipamentos	periodicam.	2	5
		inexistente	0	
	impermeabil. da base do aterro	sim	1	1
		não	0	
	drenagem de chorume	sim/desneces.	5	5
		não	0	
	drenagem de águas pluviais definitiva	suficiente	5	4
		insuficiente	1	
	drenagem de águas pluviais provisória	insuficiente	1	1
		suficiente	2	
	drenagem de gases	insuficiente	0	3
		suficiente	3	
	sist. de tratam. de chorume	insuficiente	1	5
		suficiente	5	
	monitoramento de águas subterrâneas	insufi./inexist.	0	3
		suficiente	3	
	monitoramento das águas superf. lixiviados e gases	insuficiente	1	3
suficiente		3		
monitoramento da estabil. maciços de solo e de lixo	insuficiente	1	3	
	suficiente	3		
atendimento a estipulações de projeto	insuficiente	0	2	
	sim	2		
	parcialm.	1	2	
	não	0		
	sub-total 2	máximo	48	46
Total (1+2+3+4)			170	138
IOS = Soma dos pontos / 17				7,88
IOS		Avaliação		
0 a 6,00		Condições inadequadas		
6,01 a 8,00		Condições controladas		
8,01 a 9,00		Condições adequadas		
9,01 a 10		Condições ambientais		

Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos
CONDIÇÕES OPERACIONAIS	presença de elem. dispersos vento	não	1	0
		sim	0	
	recobrimento diário do lixo	sim	4	
		não	0	
	compactação do lixo	adequada	4	4
		inadequada	2	
		inexistente	0	
	presença de urubus-eaiivotas	não	1	0
		sim	0	
	pres. de mocas em grande quant.	não	2	0
		sim	0	
	presença de queimadas	não	1	1
		sim	0	
	presença de catadores	não	3	3
		sim	0	
	criação de animais (bois etc.)	não	3	3
		sim/proximid.	0	
	descarga de res. de serv. de saúde	não	3	3
		sim	0	
	descarga de res. industriais	não/adequada	4	4
		sim/inadequada	0	
	funcion. da drenagem de chorume	boa	3	3
		regular	2	
		inexistente	0	
	funcion. da drenagem pluv. definitiva	boa	2	2
		regular	1	
		inexistente	0	
	funcion. da drenagem pluv. provisória	boa	2	1
		regular	1	
		inexistente	0	
	funcion. da drenagem de gases	boa	2	2
		regular	1	
		inexistente	0	
	funcion. do sist. de tratam. de chorume	boa	5	5
		regular	2	
		inexistente	0	
	funcion. do sist. de monitor. das águas subterrâneas	boa	2	1
		regular	1	
		inexistente	0	
	funcion. do sist. de monitor. das águas subterrâneas e gases	boa	2	1
		regular	1	
		inexistente	0	
	funcion. do monitor. da estabil. dos maciços	boa	2	1
		regular	1	
		inexistente	0	
	medidas corretivas	sim/desnec.	2	2
não		0		
dados gerais sobre o aterro	sim	1	1	
	não/incompleto	0		
manutenção dos acessos internos	boas	2	1	
	regulares	1		
	néssimas	0		
plano de fechamento do aterro	sim	1	1	
	não	0		
	sub-total 3	máximo	52	46
GESTÃO AMBIENTAL	ident. de aspectos e impactos ambientais	satisfatória	5	2
		insuficiente	2	
	objetivos, metas e programas ambientais	inexistente	0	1
		consistentes	3	
	garantia dos recursos necess.	inexistente	1	2
		suficientes	2	
	sist. de treinamento e comunicação	insuficientes	0	0
		eficientes	2	
	controle de doc. e registros	ineficiente	0	0
		sim	1	
		não	0	
	programa e planos de emergências	suficiente	4	0
		insuficiente	2	
		inexistente	0	
	controle, monit. e med. de operações	eficaz	4	0
		ineficaz	0	
	Atendimento aos req. legais e outros	sim	5	5
não		0		
programa de auditorias internas	satisfatória	2	0	
	ineficaz	1		
	inexistente	0		
Análises críticas e ação corret e prev	consistente	2	0	
	inconsistente	0		
	sub-total 4	máximo	30	11

ÍNDICE DA QUALIDADE DE ATERROS DE RESÍDUOS - IQR					
Município: ATERRO 12 (ver Apêndice XI)					
Licença (sim/não): NÃO					
Data: 22 / 12 / 2004					
CARACTERÍSTICAS DO LOCAL	Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos
	capacidade de suporte do solo	adequada	5	0	0
		inadequada	0		
	proximidade de núcleos hab.	longe > 500m	5	5	5
		próximo	0		
	proximidade de corpos de água	longe > 200m	3	0	0
		próximo	0		
	profundidade do lençol freático	maior 3m	4	2	2
		de 1 a 3m	2		
		de 0 a 1m	0		
	permeabilidade do solo	baixa	5	0	0
		média	2		
		alta	0		
	disponibilidade de material para recobrimento	suficiente	4	4	4
		insuficiente	2		
nenhum		0			
qualidade do mat. p/ recobrimento	boa	2	2	2	
	ruim	0			
condições de sistema viário-trânsito-acesso	boas	3	2	2	
	regulares	2			
	ruins	0			
isolam. visual da vizinhança	bom	4	4	4	
	ruim	0			
legalidade de localização	loc. permit.	5	0	0	
	loc. proibida	0			
sub-total 1			máximo	40	19
INFRAESTRUTURA IMPLANTADA	cercamento da área	sim	2	2	2
		não	0		
	portaria/guarita	sim	2	2	2
		não	0		
	impermeabil. da base do aterro	sim/desneces.	5	0	0
		não	0		
	drenagem de chorume	suficiente	5	1	1
		insuficiente	1		
		inexistente	0		
	drenagem de águas pluviais definitiva	suficiente	4	2	2
		insuficiente	2		
		inexistente	0		
	drenagem de águas pluviais provisória	suficiente	2	1	1
		insuficiente	1		
		inexistente	0		
	trator de esteiras ou compatível	permanente	5	5	5
		periodicam.	2		
		inexistente	0		
	outros equipamentos	sim	1	1	1
		não	0		
	sist. de tratam. de chorume	suficiente	5	0	0
		insufi./inexist.	0		
	acesso à frente de trabalho	bom	3	0	0
		ruim	0		
	vigilantes	sim	1	1	1
não		0			
sistema de drenagem de gases	suficiente	3	1	1	
	insuficiente	1			
	inexistente	0			
controle receb. de cargas	sim	2	2	2	
	não	0			
monitoramento de águas subterrâneas	suficiente	3	2	2	
	insuficiente	2			
	inexistente	0			
atendimento a estipulações de projeto	sim	2	1	1	
	parcialm.	1			
	não	0			
sub-total 2			máximo	45	21
CONDIÇÕES OPERACIONAIS	aspecto geral	bom	4	0	0
		ruim	0		
	ocorrência de lixo descob.	não	4	0	0
		sim	0		
	recobrimento do lixo	adequada	4	1	1
		inadequada	1		
		inexistente	0		
	presença de urubus-gaivotas	não	1	0	0
		sim	0		
	pres. de mocas em grande quant.	não	2	0	0
		sim	0		
	presença de catadores	não	3	3	3
		sim	0		
	criação de animais (bois etc.)	não	3	3	3
		sim	0		
descarga de res. de serv. de saúde	não	3	0	0	
	sim	0			
descarga de res. industriais	não/adequada	4	4	4	
	sim/inadequada	0			
funcion. da drenagem pluv. definitiva	bom	2	1	1	
	regular	1			
	inexistente	0			
funcion. da drenagem pluv. provisória	bom	2	1	1	
	regular	1			
	inexistente	0			
funcion. da drenagem de chorume	bom	3	2	2	
	regular	2			
	inexistente	0			
funcion. do sist. de tratam. chorume	bom	5	0	0	
	regular	2			
	inexistente	0			
funcion. do sist. de monitor. das águas subt.	bom	2	1	1	
	regular	1			
	inexistente	0			
efic. da equipe de vigilância	boa	1	0	0	
	ruim	0			
manutenção dos acessos internos	boas	2	1	1	
	regulares	1			
	péssimas	0			
sub-total 3			máximo	45	17
Total (1+2+3)			máximo	130	57
IQR = Soma dos pontos / 13					4,38
IQR		Avaliação			
0 a 6,0		Condições inadequadas			
6,0 a 8,0		Condições controladas			
8,0 a 10		Condições adequadas			

ÍNDICE DA QUALIDADE DE ATERROS DE RESÍDUOS - IQA				
Município: ATERRO 12			Licença (sim/não): NÃO	
Data: 22 / 12 / 2004			Técnico: ver Apêndice XI	
Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos
CARACTERÍSTICAS DO LOCAL	capacidade de suporte do solo	adequada	5	0
		inadequada	0	
	permeabilidade do solo	baixa	5	0
		média	2	
	proximidade de núcleos hab.	alta	0	5
		longe > 500m	5	
	proximidade de corpos de água	próximo	0	0
		longe > 200m	3	
	profundidade do lençol freático	maior 3m	4	2
		de 1 a 3m	2	
	disponibilidade de material para recobrimento	de 0 a 1m	0	4
		suficiente	4	
		insuficiente	2	
	qualidade do mat. p/ recobrimento	nenhum	0	2
		boa	2	
	condições de sistema viário-trânsito-acesso	ruim	0	2
boas		3		
regulares		2		
isolam. visual da vizinhança	ruins	0	4	
	bom	4		
legalidade de localização	ruim	0	0	
	loc. permit.	5		
	loc. proibida	0		
	sub-total 1	máximo	40	19
INFRAESTRUTURA IMPLANTADA	cercamento da área	sim	2	2
		não	0	
	portaria/guarita	sim	1	1
		não	0	
	controle de recebimento de cargas	sim c/ balança	2	2
		sim s/ balança	1	
	acesso à frente de trabalho	não	0	0
		bom	2	
	tratores de esteiras ou compatível	ruim	0	5
		permanente	5	
		periodicam.	2	
	outros equipamentos	inexistente	0	1
		sim	1	
	impermeabil. da base do aterro	não	0	0
		sim/desneces.	5	
	drenagem de chorume	não	0	1
		suficiente	5	
	drenagem de águas pluviais definitiva	insuficiente	1	2
		inexistente	0	
	drenagem de águas pluviais provisória	suficiente	4	1
		insuficiente	2	
		inexistente	0	
	drenagem de gases	suficiente	2	1
		insuficiente	1	
	drenagem de chorume	inexistente	0	1
		suficiente	3	
	sist. de tratam. de chorume	insuficiente	1	0
		inexistente	0	
	monitoramento de águas subterrâneas	suficiente	3	1
		insuficiente	1	
	monitoramento das águas superf., lixiviados e gases	inexistente	0	0
		suficiente	3	
insuficiente		1		
monitoramento da estabil. macicos de solo e de lixo	inexistente	0	0	
	suficiente	3		
atendimento a estipulações de projeto	sim	2	1	
	parcialm.	1		
	não	0		
	sub-total 2	máximo	48	18
Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos
CONDIÇÕES OPERACIONAIS	presença de elem. dispersos vento	não	1	0
		sim	0	
	recobrimento diário do lixo	sim	4	0
		não	0	
	compactação do lixo	adequada	4	2
		inadequada	2	
	presença de urubus-gaivotas	inexistente	0	0
		não	1	
	pres. de mocas em grande quant.	sim	0	0
		não	2	
	presença de queimadas	sim	0	1
		não	1	
	presença de catadores	sim	0	3
		não	3	
	criação de animais (bois etc.)	sim/proximid.	0	3
		não	3	
	descarga de res. de serv. de saúde	sim	0	0
		não/adequada	4	
	descarga de res. industriais	sim/inadequada	0	4
		bom	3	
	funcion. da drenagem de chorume	regular	2	2
		inexistente	0	
	funcion. da drenagem pluv. definitiva	bom	2	1
		regular	1	
	funcion. da drenagem pluv. provisória	inexistente	0	1
		bom	2	
	funcion. da drenagem de gases	regular	1	1
		inexistente	0	
	funcion. do sist. de tratam. chorume	bom	5	0
		regular	2	
	funcion. do sist. de monitor. das águas subt.	inexistente	0	1
		bom	2	
funcion. do sist. de monitor. das ág. sup., lix. e gas.	regular	1	0	
	inexistente	0		
funcion. do monitor. da estab. dos macicos	bom	2	0	
	regular	1		
medidas corretivas	inexistente	0	0	
	sim/desnec.	2		
dados gerais sobre o aterro	não	0	0	
	sim	1		
manutenção dos acessos internos	não/incompleto	0	1	
	boas	2		
plano de fechamento do aterro	regulares	1	0	
	péssimas	0		
	sim	1	0	
	não	0		
	sub-total 3	máximo	52	20
Total (1+2+3)			140	57
IOA = Soma dos pontos / 14				4.07
IOA		Avaliação		
0 a 6.0		Condições inadequadas		
6.01 a 8.0		Condições controladas		
8.01 a 10		Condições adequadas		

ÍNDICE DA QUALIDADE NO SGA EM ATERROS DE RSU - IQS				
Município: ATERRO 12			Data: 22 / 12 / 2004	
Local: ver Apêndice XI			Técnico: ver Apêndice XI	
Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos
CARACTERÍSTICAS DO LOCAL	capacidade de suporte do solo	adequada	5	0
		inadequada	0	
	permeabilidade do solo	baixa	5	0
		média	2	
		alta	0	
	proximidade de núcleos hab.	longe > 500m	5	5
		próximo	0	
	proximidade de corpos de água	longe > 200m	3	0
		próximo	0	
	profundidade do lençol freático	maior 3m	4	2
		de 1 a 3m	2	
	disponibilidade de material para recobrimento	de 0 a 1m	0	4
		suficiente	4	
	qualidade do mat. p/ recobrimento	insuficiente	2	2
		nenhum	0	
condições de sistema viário-trânsito-acesso	boa	2	2	
	ruim	0		
isolam. visual da vizinhança	boas	3	2	
	regulares	2		
legalidade de localização	ruins	0	4	
	bom	4		
sub-total 1	ruim	0	0	
	loc. permit.	5		
	loc. proibida	0		
	máximo	40	19	
INFRAESTRUTURA IMPLANTADA	cercamento da área	sim	2	2
		não	0	
	portaria/guarnita	sim	1	1
		não	0	
	controle de recebimento de cargas	sim c/ balança	2	2
		sim s/ balança	1	
	acesso à frente de trabalho	não	0	0
		bom	2	
	trator de esteiras ou compatível	ruim	0	5
		permanente	5	
	outros equipamentos	períodico	2	1
		inexistente	0	
	impermeabil. da base do aterro	sim	1	0
		não	0	
	drenagem de chorume	sim/desneces.	5	1
		não	0	
	drenagem de águas pluviais definitivas	suficiente	5	2
		insuficiente	1	
	drenagem de águas pluviais provisória	insuficiente	0	1
		suficiente	4	
	drenagem de gases	insuficiente	2	1
		inexistente	0	
	sist. de tratam. de chorume	insuficiente	1	0
		insufi./inexist.	0	
	monitoramento de águas subterrâneas	suficiente	3	1
		insuficiente	1	
	monitoramento das águas superf., lixiviados e gases	insuficiente	0	0
		suficiente	3	
	monitoramento da estabil. maciços de solo e de lixo	insuficiente	1	0
		inexistente	0	
atendimento a estipulações de projeto	sim	2	1	
	parcialm.	1		
	não	0		
sub-total 2	máximo	48	18	
Total (1+2+3+4)			170	58
IOS = Soma dos pontos / 17				3,41
IOS		Avaliação		
0 a 6,00		Condições inadequadas		
6,01 a 8,00		Condições controladas		
8,01 a 9,00		Condições adequadas		
9,01 a 10		Condições ambientais		
CONDIÇÕES OPERACIONAIS	presença de elem. dispersos vento	não	1	0
		sim	0	
	recobrimento do lixo	sim	4	0
		não	0	
	compactação do lixo	adequada	4	2
		inadequada	2	
		inexistente	0	
	presença de urubus-caivotas	não	1	0
		sim	0	
	pres. de mocas em grande quant.	não	2	0
		sim	0	
	presença de queimadas	não	1	1
		sim	0	
	presença de catadores	não	3	3
		sim	0	
	criação de animais (bois etc.)	não	3	0
		sim/proximid.	0	
	descarga de res. de serv. de saúde	não	3	0
		sim	0	
	descarga de res. industriais	não/adequada	4	4
		sim/inadequada	0	
	funcion. da drenagem de chorume	bom	3	2
		regular	2	
		inexistente	0	
	funcion. da drenagem pluv. definitiva	bom	2	1
		regular	1	
		inexistente	0	
	funcion. da drenagem pluv. provisória	bom	2	1
		regular	1	
		inexistente	0	
funcion. do sist. de tratam. chorume	bom	5	0	
	regular	2		
	inexistente	0		
funcion. do sist. de monitor. das águas subt.	bom	2	1	
	regular	1		
	inexistente	0		
funcion. do sist. de monitor. das ág. sup. lix. e gas.	bom	2	0	
	regular	1		
	inexistente	0		
funcion. do monitor. da estab. dos maciços	bom	2	0	
	regular	1		
	inexistente	0		
medidas corretivas	sim/desnec.	2	0	
	não	0		
dados gerais sobre o aterro	sim	1	0	
	não/incompleto	0		
manutenção dos acessos internos	boas	2	1	
	regulares	1		
	néssimas	0		
plano de fechamento do aterro	sim	1	0	
	não	0		
sub-total 3	máximo	52	20	
GESTÃO AMBIENTAL	ident. de aspectos e impactos ambientais	satisfatória	5	0
		insuficiente	2	
		inexistente	0	
	objetivos, metas e programas ambientais	consistente	3	0
		inconsistente	1	
		inexistente	0	
	garantia dos recursos necess.	suficientes	2	0
		insuficientes	0	
	sist. de treinamento e comunicação	eficiente	2	0
		ineficiente	0	
	controle de doc. e registros	sim	1	1
		não	0	
	programa e planos de emergências	suficiente	4	0
		insuficiente	2	
		inexistente	0	
controle, monit. e med. de operações	eficaz	4	0	
	ineficaz	0		
Atendimento aos req. legais e outros	sim	5	0	
	não	0		
programa de auditorias internas	satisfatória	2	0	
	ineficaz	1		
	inexistente	0		
Análises críticas e ação corret. e prev.	consistente	2	0	
	inconsistente	0		
sub-total 4	máximo	30	1	

ÍNDICE DA QUALIDADE DE ATERROS DE RESÍDUOS - IQR					
Município: ATERRO 13 (ver Apêndice XI)					
Licença (sim/não): NÃO					
Data: 22 / 12 / 2004					
CARACTERÍSTICAS DO LOCAL	Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos
	capacidade de suporte do solo	adequada	5	0	0
		inadequada	0		
	proximidade de núcleos hab.	longe > 500m	5	0	0
		próximo	0		
	proximidade de corpos de água	longe > 200m	3	0	0
		próximo	0		
	profundidade do lençol freático	maior 3m	4	0	0
		de 1 a 3m	2		
		de 0 a 1m	0		
	permeabilidade do solo	baixa	5	0	0
		média	2		
		alta	0		
	disponibilidade de material para recobrimento	suficiente	4	2	2
		insuficiente	2		
nenhum		0			
qualidade do mat. p/ recobrimento	boa	2	0	0	
	ruim	0			
condições de sistema viário-trânsito-acesso	boas	3	2	2	
	regulares	2			
isolam. visual da vizinhança	ruins	0	4	4	
	bom	4			
legalidade de localização	loc. permit.	5	0	0	
	loc. proibida	0			
sub-total 1			máximo	40	8
INFRAESTRUTURA IMPLANTADA	cercamento da área	sim	2	2	2
		não	0		
	portaria/guarita	sim	2	2	2
		não	0		
	impermeabil. da base do aterro	sim/desneces.	5	0	0
		não	0		
	drenagem de chorume	suficiente	5	0	0
		insuficiente	1		
		inexistente	0		
	drenagem de águas pluviais definitiva	suficiente	4	0	0
		insuficiente	2		
		inexistente	0		
	drenagem de águas pluviais provisória	suficiente	2	1	1
		insuficiente	1		
		inexistente	0		
	trator de esteiras ou compatível	permanente	5	2	2
		periodicam.	2		
		inexistente	0		
	outros equipamentos	sim	1	1	1
		não	0		
	sist. de tratam. de chorume	suficiente	5	0	0
		insufi./inexist.	0		
	acesso à frente de trabalho	bom	3	0	0
		ruim	0		
	vigilantes	sim	1	0	0
		não	0		
	sistema de drenagem de gases	suficiente	3	0	0
insuficiente		1			
inexistente		0			
controle receb. de cargas	sim	2	0	0	
	não	0			
monitoramento de águas subterrâneas	suficiente	3	0	0	
	insuficiente	2			
	inexistente	0			
atendimento a estipulações de projeto	sim	2	0	0	
	parcialm.	1			
	não	0			
sub-total 2			máximo	45	8
CONDIÇÕES OPERACIONAIS	aspecto geral	bom	4	0	0
		ruim	0		
	ocorrência de lixo descob.	não	4	0	0
		sim	0		
	recobrimento do lixo	adequada	4	1	1
		inadequada	1		
		inexistente	0		
	presença de urubus-gaivotas	não	1	0	0
		sim	0		
	pres. de mocas em grande quant.	não	2	0	0
		sim	0		
	presença de catadores	não	3	0	0
		sim	0		
	criação de animais (bois etc.)	não	3	3	3
		sim	0		
descarga de res. de serv. de saúde	não	3	0	0	
	sim	0			
descarga de res. industriais	não/adequada	4	4	4	
	sim/inadequada	0			
funcion. da drenagem pluv. definitiva	bom	2	0	0	
	regular	1			
	inexistente	0			
funcion. da drenagem pluv. provisória	bom	2	1	1	
	regular	1			
	inexistente	0			
funcion. da drenagem de chorume	bom	3	0	0	
	regular	2			
	inexistente	0			
funcion. do sist. de tratam. chorume	bom	5	0	0	
	regular	2			
	inexistente	0			
funcion. do sist. de monitor. das águas subt.	bom	2	0	0	
	regular	1			
	inexistente	0			
efic. da equipe de vigilância	boa	1	0	0	
	ruim	0			
manutenção dos acessos internos	boas	2	1	1	
	regulares	1			
	péssimas	0			
sub-total 3			máximo	45	10
Total (1+2+3)			máximo	130	26
IQR = Soma dos pontos / 13					2,00
IQR		Avaliação			
0 a 6,0		Condições inadequadas			
6,0 a 8,0		Condições controladas			
8,0 a 10		Condições adequadas			

ÍNDICE DA QUALIDADE DE ATERROS DE RESÍDUOS - IQA					ÍNDICE DA QUALIDADE DE ATERROS DE RESÍDUOS - IQA				
Município: ATERRO 13					Licença (sim/não): NÃO				
Data: 22 / 12 / 2004					Técnico: ver Apêndice XI				
Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos	Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos
CARACTERÍSTICAS DO LOCAL	capacidade de suporte do solo	adequada	5	0	CONDIÇÕES OPERACIONAIS	presença de elem. dispersos vento	não	1	0
		inadequada	0				sim	0	
	permeabilidade do solo	baixa	5	0		recobrimento diário do lixo	sim	4	0
		média	2				não	0	
		alta	0	0		compactação do lixo	adequada	4	2
	proximidade de núcleos hab.	longe > 500m	5				inadequada	2	
		próximo	0	0			inexistente	0	0
	proximidade de corpos de água	longe > 200m	3				presença de urubus-gaivotas	não	
		próximo	0	0			sim	0	0
	profundidade do lençol freático	maior 3m	4				pres. de mocas em grande quant.	não	
		de 1 a 3m	2	0			sim	0	0
		de 0 a 1m	0				presença de queimadas	não	
	disponibilidade de material para recobrimento	suficiente	4	2			sim	0	0
		insuficiente	2				presença de catadores	não	
		nenhum	0	0			sim	0	3
	qualidade do mat. p/ recobrimento	boa	2				criação de animais (bois etc.)	não	
	ruim	0	2		sim/proximid.	0	0		
condições de sistema viário-trânsito-acesso	boas	3			descarga de res. de serv. de saúde	não		3	
	regulares	2	0		sim	0	4		
	ruins	0			descarga de res. industriais	não/adequada		4	
isolam. visual da vizinhança	bom	4	4		sim/inadequada	0	0		
	ruim	0			funcion. da drenagem de chorume	bom		3	
legalidade de localização	loc. permit.	5	0		regular	2	0		
	loc. proibida	0				inexistente		0	
sub-total 1	máximo	40	8	funcion. da drenagem pluv. definitiva	bom	2	0		
					regular	1			
INFRAESTRUTURA IMPLANTADA	cercamento da área	sim	2	2		inexistente	0	1	
		não	0			funcion. da drenagem pluv. provisória	bom		2
	portaria/guarita	sim	1	1		regular	1	0	
		não	0				inexistente		0
	controle de recebimento de cargas	sim c/ balança	2	0		funcion. da drenagem de gases	bom	0	
		sim s/ balança	1			regular	1		
		não	0	0		inexistente	0	0	
	acesso à frente de trabalho	bom	2			funcion. do sist. de tratam. chorume	bom		2
		ruim	0	2		regular	2	0	
	trator de esteiras ou compatível	permanente	5				inexistente		0
		periodicam.	2	0		funcion. do sist. de monitor. das águas subt.	bom	0	
		inexistente	0				regular		1
	outros equipamentos	sim	1	1		de monitor. das ág. sup., lix. e gas.	inexistente	0	
		não	0			funcion. do monitor. da estab. dos macicos	bom		2
	impermeabil. da base do aterro	sim/desneces.	5	0		regular	1	0	
		não	0				inexistente		0
	drenagem de chorume	suficiente	5	0		medidas corretivas	sim/desnec.	0	
		insuficiente	1				não		0
		inexistente	0	0		dados gerais sobre o aterro	sim	0	
	drenagem de águas pluviais definitiva	suficiente	4				não/incompleto		0
		insuficiente	2	1		manutenção dos acessos internos	boas	1	
		inexistente	0				regulares		2
	drenagem de águas pluviais provisória	suficiente	3	0			péssimas	0	
		insuficiente	1			plano de fechamento do aterro	sim	1	0
		inexistente	0	0		não	0	0	
	drenagem de gases	suficiente	5			sub-total 3	máximo		52
		insuficiente	1	0	Total (1+2+3)				
		inexistente	0					140	26
	sist. de tratam. de chorume	suficiente	3	0	IOA = Soma dos pontos / 14				
		insuficiente	1						1,86
		inexistente	0	0					
	monitoramento de águas subterrâneas	suficiente	3						
	insuficiente	1	0						
	inexistente	0							
monitoramento das águas superf., lixiviados e gases	suficiente	3	0						
	insuficiente	1							
	inexistente	0	0						
monitoramento da estab. macicos de solo e de lixo	suficiente	3							
	insuficiente	1	0						
	inexistente	0							
atendimento a estipulações de projeto	sim	2	0						
	parcialm.	1							
	não	0	7						
sub-total 2	máximo	48							

ÍNDICE DA QUALIDADE NO SGA EM ATERROS DE RSU - IQS											
Município: ATERRO 13					Data: 22 / 12 / 2004						
Local: ver Apêndice XI					Técnico: ver Apêndice XI						
Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos	Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos		
CARACTERÍSTICAS DO LOCAL	capacidade de suporte do solo	adequada	5	0	CONDIÇÕES OPERACIONAIS	presença de elem. dispersos vento	não	1	0		
		inadequada	0				recobrimento diário do lixo	sim		0	
	permeabilidade do solo	baixa	5	0			compactação do lixo	sim	4	0	
		média	2				compactação do lixo	não	0		
		alta	0				adequada	4	2		
	proximidade de núcleos hab.	longe > 500m	5	0			inadequada	2			
		próximo	0					inexistente	0		
	proximidade de corpos de água	longe > 200m	3	0		presença de umbrus-caivotas	não	1	0		
		próximo	0				pres. de moças em grande quant.	sim		0	
	profundidade do lençol freático	maior 3m	4	0		presença de queimadas	não	1	0		
		de 1 a 3m	2				presença de catadores	sim		0	
		de 0 a 1m	0			criação de animais (bois etc.)	não	3	3		
	disponibilidade de material para recobrimento	suficiente	4	2		descarga de res. de serv. de saúde	sim/proximid.	0			
		insuficiente	2				descarga de res. industriais	não	3	0	
		nenhum	0			de serv. de saúde	sim	0			
	qualidade do mat. p/ recobrimento	boa	2	0		descarga de res. industriais	não/adequada	4	4		
ruim		0			funcion. da drenagem de chorume	sim/inadequada	0				
condições de sistema viário-trânsito-acesso	boas	3	2	funcion. da drenagem de chorume	boa	3	0				
	regulares	2			funcion. da drenagem de chorume	regular		2			
	ruins	0			inexistente	0	1				
isolam. visual da vizinhança	boa	4	4	funcion. da drenagem de chorume	boa	2					
	ruim	0			funcion. da drenagem de chorume	regular	1	0			
legalidade de localização	loc. permit.	5	0	funcion. da drenagem de chorume	inexistente	0					
	loc. proibida	0			funcion. da drenagem de chorume	regular	1				
sub-total 1	máximo	40	8	sub-total 3	máximo	52	11				
INFRAESTRUTURA IMPLANTADA	cercamento da área	sim	2	GESTÃO AMBIENTAL	ident. de aspectos e impactos ambientais	satisfatória	5	0			
		não	0			objetivos, metas e programas ambientais	insuficiente		2		
	portaria/garita	sim	1		0	garantia dos recursos necess.	insuficiente		0		
		não	0				sist. de treinamento e comunicação		eficiente	2	
	controle de recebimento de cargas	sim c/ balança	2			0	controle de doc. e registros		ineficiente	0	
		sim s/ balança	1						programa e planos de emergência	sim	1
		não	0						não	0	
	acesso à frente de trabalho	boa	2			0	programa e planos de emergência		insuficiente	2	0
		ruim	0						controle, monit. e med. de operações	eficaz	
	tratores e esteiras ou compatível	permanente	5			2			inefcaz	0	0
		periodicam	2						Atendimento aos req. legais e outros	sim	
		inexistente	0						não	0	0
	outros equipamentos	sim	1			1	programa de auditorias internas		satisfatória	2	
		não	0						Análises críticas e ação corret e prev	inefcaz	1
	impermeabil. da base do aterro	sim/desneces.	5			0	sub-total 4		máximo	30	0
		não	0								
	drenagem de chorume	suficiente	5			0					
		insuficiente	1								
		inexistente	0								
	drenagem de águas pluviais definitiva	suficiente	4			0					
		insuficiente	2								
		inexistente	0								
	drenagem de águas pluviais provisória	suficiente	2			1					
		insuficiente	1								
		inexistente	0								
	drenagem de gases	suficiente	3			0					
insuficiente		1									
	inexistente	0									
sist. de tratam. de chorume	suficiente	5	0								
	insuficiente	0									
monitoramento de águas subterrâneas	suficiente	3	0								
	insuficiente	1									
	inexistente	0									
monitoramento das águas superf. e eases	suficiente	3	0								
	insuficiente	1									
	inexistente	0									
monitoramento da estabil. macicos de solo e de lixo	suficiente	3	0								
	insuficiente	1									
	inexistente	0									
atendimento a estimulações de projeto	sim	2	0								
	parcialm	1									
	não	0									
sub-total 2	máximo	48	7								
Total (1+2+3+4)			170	26							
IOS = Soma dos pontos / 17				1.53							
IOS		Avaliação									
0 a 6.00		Condições inadeguadas									
6.01 a 8.00		Condições controladas									
8.01 a 9.00		Condições adequadas									
9.01 a 10		Condições ambientais									

ÍNDICE DA QUALIDADE DE ATERROS DE RESÍDUOS - IQR				
Município: ATERRO 14 (ver Apêndice XI)				
Licença (sim/não): SIM				
Data: 26 / 01 / 2005				
Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos
CARACTERÍSTICAS DO LOCAL	capacidade de suporte do solo	adequada	5	5
		inadequada	0	
	proximidade de núcleos hab.	longe > 500m	5	0
		próximo	0	
	proximidade de corpos de água	longe > 200m	3	0
		próximo	0	
	profundidade do lençol freático	maior 3m	4	4
		de 1 a 3m	2	
		de 0 a 1m	0	
	permeabilidade do solo	baixa	5	5
		média	2	
		alta	0	
	disponibilidade de material para recobrimento	suficiente	4	4
		insuficiente	2	
		nenhum	0	
	qualidade do mat. p/ recobrimento	boa	2	0
		ruim	0	
	condições de sistema viário-trânsito-acesso	boas	3	3
regulares		2		
ruins		0		
isolam. visual da vizinhança	bom	4	4	
	ruim	0		
legalidade de localização	loc. permit.	5	5	
	loc. proibida	0		
sub-total 1		máximo	40	30
INFRAESTRUTURA IMPLANTADA	cercamento da área	sim	2	2
		não	0	
	portaria/guarita	sim	2	2
		não	0	
	impermeabil. da base do aterro	sim/desneces.	5	0
		não	0	
	drenagem de chorume	suficiente	5	5
		insuficiente	1	
		inexistente	0	
	drenagem de águas pluviais definitiva	suficiente	4	4
		insuficiente	2	
		inexistente	0	
	drenagem de águas pluviais provisória	suficiente	2	1
		insuficiente	1	
		inexistente	0	
	trator de esteiras ou compatível	permanente	5	5
		periodicam.	2	
		inexistente	0	
	outros equipamentos	sim	1	1
		não	0	
	sist. de tratam. de chorume	suficiente	5	0
		insufi./inexist.	0	
	acesso à frente de trabalho	bom	3	3
		ruim	0	
	vigilantes	sim	1	1
		não	0	
	sistema de drenagem de gases	suficiente	3	3
		insuficiente	1	
inexistente		0		
controle receb. de cargas	sim	2	2	
	não	0		
monitoramento de águas subterrâneas	suficiente	3	3	
	insuficiente	2		
	inexistente	0		
atendimento a estipulações de projeto	sim	2	2	
	parcialm.	1		
	não	0		
sub-total 2		máximo	45	34
Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos
CONDIÇÕES OPERACIONAIS	aspecto geral	bom	4	4
		ruim	0	
	ocorrência de lixo descob.	não	4	0
		sim	0	
	recobrimento do lixo	adequada	4	1
		inadequada	1	
		inexistente	0	
	presença de urubus-gaivotas	não	1	0
		sim	0	
	pres. de mocas em grande quant.	não	2	0
		sim	0	
	presença de catadores	não	3	0
		sim	0	
	criação de animais (bois etc.)	não	3	3
		sim	0	
	descarga de res. de serv. de saúde	não	3	3
		sim	0	
	descarga de res. industriais	não/adequada	4	4
		sim/inadequada	0	
		sim/adequada	0	
	funcion. da drenagem pluv. definitiva	bom	2	2
		regular	1	
		inexistente	0	
	funcion. da drenagem pluv. provisória	bom	2	1
		regular	1	
		inexistente	0	
	funcion. da drenagem de chorume	bom	3	3
		regular	2	
		inexistente	0	
	funcion. do sist. de tratam. chorume	bom	5	0
regular		2		
inexistente		0		
funcion. do sist. de monitor. das águas subt.	bom	2	2	
	regular	1		
	inexistente	0		
efic. da equipe de vigilância	boa	1	1	
	ruim	0		
manutenção dos acessos internos	boas	2	2	
	regulares	1		
	péssimas	0		
sub-total 3		máximo	45	26
Total (1+2+3)		máximo	130	90
IQR = Soma dos pontos / 13				6,92
IQR		Avaliação		
0 a 6,0		Condições inadequadas		
6,0 a 8,0		Condições controladas		
8,0 a 10		Condições adequadas		

ÍNDICE DA QUALIDADE DE ATERROS DE RESÍDUOS - IQA					Índice da Qualidade de Aterros de Resíduos - IQA				
Município: ATERRO 14					Licença (sim/não): SIM				
Data: 26 / 01 / 2005					Técnico: ver Apêndice XI				
Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos	Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos
CARACTERÍSTICAS DO LOCAL	capacidade de suporte do solo	adequada	5	5	CONDIÇÕES OPERACIONAIS	presença de elem. dispersos vento	não	1	0
		inadequada	0				sim	0	
	permeabilidade do solo	baixa	5	5		recobrimento do diário do lixo	sim	4	0
		média	2				não	0	
	proximidade de núcleos hab.	longe > 500m	5	0		compactação do lixo	adequada	4	4
		próximo	0				inadequada	2	
	proximidade de corpos de água	longe > 200m	3	0		presença de urubus-gaivotas	não	1	0
		próximo	0				sim	0	
	profundidade do lençol freático	maior 3m	4	4		pres. de mocas em grande quant.	não	2	0
		de 1 a 3m	2				sim	0	
	disponibilidade de material para recobrimento	de 0 a 1m	0	4		presença de queimadas	não	1	1
		suficiente	4				sim	0	
	qualidade do mat. n/ recobrimento	insuficiente	2	4		presença de catadores	não	3	0
		nenhum	0				sim	0	
	condições de sistema viário-trânsito-acesso	boa	2	0		criação de animais (bois etc.)	não	3	3
		ruim	0				sim/proximid.	0	
	isolam. visual da vizinhança	boas	3	3		descarga de res. de serv. de saúde	não	3	3
		regulares	2				sim	0	
	legalidade de localização	ruins	0	4		descarga de res. industriais	não/adequada	4	4
		bom	4				sim/inadequada	0	
sub-total 1	ruim	0	40	30	funcion. da drenagem de chorume	bom	3	3	
	loc. permit.	5			regular	2			
	loc. proibida	0			inexistente	0			
INFRAESTRUTURA IMPLANTADA	cercamento da área	máximo	2	2	funcion. da drenagem pluv. definitiva	bom	2	2	
		sim	2		regular	1			
	portaria/guarita	não	0	1	funcion. da drenagem pluv. provisória	inexistente	0	1	
		sim	1			bom	2		
	controle de recebimento de cargas	não	0	2	funcion. da drenagem de gases	regular	1	2	
		sim c/ balança	2			inexistente	0		
	acesso à frente de trabalho	sim s/ balança	1	2	funcion. do sist. de tratam. chorume	bom	5	0	
		não	0			regular	2		
	tratores esteiras ou compatível	bom	2	2	funcion. do sist. de monitor. das águas subt.	inexistente	0	2	
		ruim	0			funcion. do sist. de monitor. das ág. sup., lix. e gas.	regular		1
	outros equipamentos	sim	1	1	funcion. do monitor. da estab. dos macicos	bom	2	2	
		não	0			regular	1		
	impermeabil. da base do aterro	insuficiente	1	5	medidas corretivas	inexistente	0	2	
		suficiente	5			sim/desnec.	2		
	drenagem de chorume	insuficiente	1	4	dados gerais sobre o aterro	não	0	1	
		suficiente	4			sim	1		
	drenagem de águas pluviais definitiva	insuficiente	2	1	manutenção dos acessos internos	não/incompleto	0	2	
		suficiente	2			boas	2		
	drenagem de águas pluviais provisória	insuficiente	1	3	plano de fechamento do aterro	regulares	1	1	
		suficiente	3			sim	1		
	drenagem de gases	insuficiente	1	3	sub-total 3	não	0	35	
		inexistente	0			máximo	52		
	sist. de tratam. de chorume	insuficiente	1	3	Total (1+2+3)		140	102	
		suficiente	3			IOA = Soma dos pontos / 14			7,29
	monitoramento de águas subterrâneas	insuficiente	1	3					
		suficiente	3						
	monitoramento das águas superf., lixiviados e gases	insuficiente	1	3					
		inexistente	0						
	monitoramento da estabil. macicos de solo e de lixo	inexistente	0	3					
		suficiente	3						
atendimento a estipulações de projeto	insuficiente	1	2						
	inexistente	0							
sub-total 2	sim	2	48	37					
	parcialm.	1							
	não	0							
	máximo	48							

ÍNDICE DA QUALIDADE NO SGA EM ATERROS DE RSU - IQS				
Município: ATERRO 14			Data: 26 / 01 / 2005	
Local: ver Apêndice XI			Técnico: ver Apêndice XI	
Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos
CARACTERÍSTICAS DO LOCAL	capacidade de suporte do solo	adequada	5	5
		inadequada	0	
	permeabilidade do solo	baixa	5	5
		média	2	
		alta	0	
	proximidade de núcleos hab.	longe > 500m	5	0
		próximo	0	
	proximidade de corpos de água	longe > 200m	3	0
		próximo	0	
	profundidade do lençol freático	maior 3m	4	4
		de 1 a 3m	2	
	disponibilidade de material para recobrimento	de 0 a 1m	0	4
		suficiente	4	
	qualidade do mat. p/ recobrimento	insuficiente	2	4
		nenhum	0	
	condições de sistema viário-trânsito-acesso	boa	2	0
		ruim	0	
isolam. visual da vizinhança	boas	3	3	
	regulares	2		
legalidade de localização	ruins	0	4	
	bom	4		
sub-total 1	ruim	0	5	
	loc. permitida	5		
	loc. proibida	0		
	máximo	40	30	
INFRAESTRUTURA IMPLANTADA	cercamento da área	sim	2	2
		não	0	
	portaria/guarnita	sim	1	1
		não	0	
	controle de recebimento de cargas	sim c/ balança	2	2
		sim s/ balança	1	
	acesso à frente de trabalho	não	0	2
		bom	2	
	tratores de esteiras ou compatível	ruim	0	5
		permanente	5	
		períodico	2	
	outros equipamentos	inexistente	0	1
		sim	1	
	impermeabil. da base do aterro	não	0	0
		sim/desneces.	5	
	drenagem de chorume	suficiente	5	5
		insuficiente	1	
		inexistente	0	
	drenagem de águas pluviais definitiva	suficiente	4	4
		insuficiente	2	
		inexistente	0	
	drenagem de águas pluviais provisória	suficiente	2	1
		insuficiente	1	
		inexistente	0	
	drenagem de gases	suficiente	3	3
		insuficiente	1	
	sist. de tratam. de chorume	inexistente	0	0
		suficiente	5	
	monitoramento de águas subterrâneas	insuficiente	3	3
		insuficiente	1	
	monitoramento das águas superf., lixiviados e gases	inexistente	0	3
		suficiente	3	
insuficiente		1		
monitoramento da estabil. maciços de solo e de lixo	insuficiente	1	3	
	inexistente	0		
atendimento a estipulações de projeto	sim	2	2	
	parcialm.	1		
	não	0		
sub-total 2	máximo	48	37	
Total (1+2+3+4)			170	108
IOS = Soma dos pontos / 17				6.35
IOS		Avaliação		
0 a 6.00		Condições inadequadas		
6.01 a 8.00		Condições controladas		
8.01 a 9.00		Condições adequadas		
9.01 a 10		Condições ambientais		
CONDIÇÕES OPERACIONAIS	presença de elem. dispersos vento	não	1	0
		sim	0	
	recobrimento do lixo	sim	4	0
		não	0	
	compactação do lixo	adequada	4	4
		inadequada	2	
		inexistente	0	
	presença de urubus-caivotas	não	1	0
		sim	0	
	pres. de mocas em grande quant.	não	2	0
		sim	0	
	presença de queimadas	não	1	1
		sim	0	
	presença de catadores	não	3	0
		sim	0	
	criação de animais (bois etc.)	não	3	3
		sim/proximid.	0	
	descarga de res. de serv. de saúde	não	3	3
		sim	0	
	descarga de res. industriais	não/adequada	4	4
		sim/inadequada	0	
	funcion. da drenagem de chorume	bom	3	3
		regular	2	
	funcion. da drenagem pluv. definitiva	inexistente	0	2
		bom	2	
	funcion. da drenagem pluv. provisória	regular	1	1
		inexistente	0	
	funcion. da drenagem de gases	bom	2	2
		regular	1	
	funcion. do sist. de tratam. chorume	inexistente	0	0
		bom	2	
		regular	2	
	funcion. do sist. de monitor. das águas subt.	inexistente	0	2
		regular	1	
	funcion. do sist. de monitor. das ág. sup. lix. e gas.	bom	2	2
regular		1		
funcion. do monitor. da estab. dos maciços	inexistente	0	2	
	bom	2		
medidas corretivas	sim/desnec.	2	2	
	não	0		
dados gerais sobre o aterro	sim	1	1	
	não/incompleto	0		
manutenção dos acessos internos	boas	2	2	
	regulares	1		
plano de fechamento do aterro	necessárias	0	1	
	sim	1		
	não	0		
sub-total 3	máximo	52	35	
GESTÃO AMBIENTAL	ident. de aspectos e impactos ambientais	satisfatória	5	0
		insuficiente	2	
	objetivos, metas e programas ambientais	inexistente	0	1
		consistente	3	
		inconsistente	1	
	garantia dos recursos necess.	inexistente	0	2
		suficientes	2	
	sist. de treinamento e comunicação	insuficientes	0	2
		eficiente	2	
	controle de doc. e registros	eficiente	0	1
		sim	1	
	programa e planos de emergências	não	0	0
		sim	5	
	controle, monit. e med. de operações	eficaz	4	0
		ineficaz	0	
Atendimento aos req. legais e outros	sim	5	0	
	não	0		
programa de auditorias internas	satisfatória	2	0	
	ineficaz	1		
Análises críticas e ação corret. e prev.	inexistente	0	0	
	consistente	2		
sub-total 4	máximo	30	6	

ÍNDICE DA QUALIDADE DE ATERROS DE RESÍDUOS - IQR					
Município: ATERRO 15 (ver Apêndice XI)					
Licença (sim/não): Não					
Data: 18 / 02 / 2005					
CARACTERÍSTICAS DO LOCAL	Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos
	capacidade de suporte do solo	adequada	5	5	5
		inadequada	0		
	proximidade de núcleos hab.	longe > 500m	5	5	5
		próximo	0		
	proximidade de corpos de água	longe > 200m	3	0	0
		próximo	0		
	profundidade do lençol freático	maior 3m	4	0	0
		de 1 a 3m	2		
		de 0 a 1m	0		
	permeabilidade do solo	baixa	5	2	2
		média	2		
		alta	0		
	disponibilidade de material para recobrimento	suficiente	4	2	2
		insuficiente	2		
		nenhum	0		
qualidade do mat. p/ recobrimento	boa	2	0	0	
	ruim	0			
condições de sistema viário-trânsito-acesso	boas	3	0	0	
	regulares	2			
isolam. visual da vizinhança	ruins	0	4	4	
	bom	4			
legalidade de localização	loc. permit.	5	0	0	
	loc. proibida	0			
sub-total 1		máximo	40	18	
INFRAESTRUTURA IMPLANTADA	cercamento da área	sim	2	0	0
		não	0		
	portaria/guarita	sim	2	0	0
		não	0		
	impermeabil. da base do aterro	sim/desneces.	5	0	0
		não	0		
	drenagem de chorume	suficiente	5	0	0
		insuficiente	1		
		inexistente	0		
	drenagem de águas pluviais definitiva	suficiente	4	0	0
		insuficiente	2		
		inexistente	0		
	drenagem de águas pluviais provisória	suficiente	2	0	0
		insuficiente	1		
		inexistente	0		
	trator de esteiras ou compatível	permanente	5	5	5
		periodicam.	2		
		inexistente	0		
	outros equipamentos	sim	1	1	1
		não	0		
	sist. de tratam. de chorume	suficiente	5	0	0
		insufi./inexist.	0		
	acesso à frente de trabalho	bom	3	0	0
		ruim	0		
	vigilantes	sim	1	0	0
		não	0		
sistema de drenagem de gases	suficiente	3	0	0	
	insuficiente	1			
	inexistente	0			
controle receb. de cargas	sim	2	0	0	
	não	0			
monitoramento de águas subterrâneas	suficiente	3	0	0	
	insuficiente	2			
	inexistente	0			
atendimento a estipulações de projeto	sim	2	0	0	
	parcialm.	1			
	não	0			
sub-total 2		máximo	45	6	
CONDIÇÕES OPERACIONAIS	aspecto geral	bom	4	0	0
		ruim	0		
	ocorrência de lixo descob.	não	4	0	0
		sim	0		
	recobrimento do lixo	adequada	4	1	1
		inadequada	1		
		inexistente	0		
	presença de urubus-gaivotas	não	1	0	0
		sim	0		
	pres. de mocas em grande quant.	não	2	0	0
		sim	0		
	presença de catadores	não	3	0	0
		sim	0		
criação de animais (bois etc.)	não	3	0	0	
	sim	0			
descarga de res. de serv. de saúde	não	3	3	3	
	sim	0			
descarga de res. industriais	não/adequada	4	4	4	
	sim/inadequada	0			
funcion. da drenagem pluv. definitiva	bom	2	0	0	
	regular	1			
	inexistente	0			
funcion. da drenagem pluv. provisória	bom	2	0	0	
	regular	1			
	inexistente	0			
funcion. da drenagem de chorume	bom	3	0	0	
	regular	2			
	inexistente	0			
funcion. do sist. de tratam. chorume	bom	5	0	0	
	regular	2			
	inexistente	0			
funcion. do sist. de monitor. das águas subt.	bom	2	0	0	
	regular	1			
	inexistente	0			
efic. da equipe de vigilância	boa	1	1	1	
	ruim	0			
manutenção dos acessos internos	boas	2	0	0	
	regulares	1			
	péssimas	0			
sub-total 3		máximo	45	9	
Total (1+2+3)		máximo	130	33	
IQR = Soma dos pontos / 13				2,54	
IQR		Avaliação			
0 a 6,0		Condições inadequadas			
6,0 a 8,0		Condições controladas			
8,0 a 10		Condições adequadas			

ÍNDICE DA QUALIDADE DE ATERROS DE RESÍDUOS - IQA					Índice da Qualidade de Aterros de Resíduos - IQA				
Município: ATERRO 15					Licença (sim/não): Não				
Data: 18 / 02 / 2005					Técnico: ver Apêndice XI				
Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos	Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos
CARACTERÍSTICAS DO LOCAL	capacidade de suporte do solo	adequada	5	5	CONDIÇÕES OPERACIONAIS	presença de elem. dispersos vento	não	1	0
		inadequada	0				sim	0	
	permeabilidade do solo	baixa	5	2		recobrimento diário do lixo	sim	4	0
		média	2				não	0	
	proximidade de núcleos hab.	alta	0	5		compactação do lixo	adequada	4	2
		longe > 500m	5				inadequada	2	
	proximidade de corpos de água	próximo	0	0			inexistente	0	0
		longe > 200m	3				presença de urubus-gaivotas	não	
	profundidade do lençol freático	próximo	0	0			sim	0	0
		maior 3m	4				pres. de mocas em grande quant.	não	
	disponibilidade de material para recobrimento	de 1 a 3m	2	0			sim	0	1
		de 0 a 1m	0				presença de queimadas	não	
	qualidade do mat. n/ recobrimento	suficiente	4	2			sim	0	0
		insuficiente	2				presença de catadores	não	
	condições de sistema viário-trânsito-acesso	nenhum	0	0			sim	0	0
		boa	2				criação de animais (bois etc.)	não	
	isolam. visual da vizinhança	ruim	0	4			sim/proximid.	0	3
		boas	3				descarga de res. de serv. de saúde	não	
	legalidade de localização	regulares	2	0			sim	0	4
		ruins	0				descarga de res. industriais	não/adequada	
sub-total 1	bom	4	4		sim/inadequada	0	0		
	ruim	0			funcion. da drenagem de chorume	bom		3	
cercamento da área	loc. permit.	5	0		regular	2	0		
	loc. proibida	0				inexistente		0	
portaria/guarita	máximo	40	18		bom	2	0		
					funcion. da drenagem pluv. definitiva	regular		1	
controle de recebimento de cargas	sim	2	0		inexistente	0	0		
	não	0			funcion. da drenagem pluv. provisória	bom		2	
acesso à frente de trabalho	sim s/ balança	1	0		regular	1	0		
	não	0				inexistente		0	
tratores esteiras ou compatível	bom	2	0		bom	2	0		
	ruim	0			funcion. da drenagem de gases	regular		1	
outros equipamentos	permanente	5	5		inexistente	0	0		
	periodicam.	2			funcion. do sist. de tratam. chorume	bom		5	
impermeabil. da base do aterro	inexistente	0	1		regular	2	0		
	sim	1				inexistente		0	
drenagem de chorume	sim	1	1		bom	2	0		
	não	0			funcion. do monitor. da estab. dos macicos	regular		1	
drenagem de águas pluviais definitiva	sim/desneces.	5	0		inexistente	0	0		
	não	0			medidas corretivas	bom		2	
drenagem de águas pluviais provisória	suficiente	5	0		regular	1	0		
	insuficiente	1			dados gerais sobre o aterro	inexistente		0	
drenagem de gases	insuficiente	1	0		boas	2	0		
	inexistente	0			manutenção dos acessos internos	regulares		1	
sist. de tratam. de chorume	inexistente	0	0		péssimas	0	1		
	suficiente	3			plano de fechamento do aterro	sim		1	
monitoramento de águas subterrâneas	insuficiente	1	0		não	0	11		
	inexistente	0			sub-total 3	máximo		52	
monitoramento das águas superf., lixiviados e gases	suficiente	3	0	Total (1+2+3)		140	35		
	insuficiente	1		IOA = Soma dos pontos / 14			2,50		
monitoramento da estabil. macicos de solo e de lixo	inexistente	0	0	IOA		Avaliação			
	suficiente	3		0 a 6,0		Condições inadequadas			
atendimento a estipulações de projeto	insuficiente	1	0	6,01 a 8,0		Condições controladas			
	inexistente	0		8,01 a 10		Condições adequadas			
sub-total 2	máximo	48	6						

ÍNDICE DA QUALIDADE NO SGA EM ATERROS DE RSU - IQS				
Município: ATERRO 15			Data: 18 / 02 / 2005	
Local: ver Apêndice XI			Técnico: ver Apêndice XI	
Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos
CARACTERÍSTICAS DO LOCAL	capacidade de suporte do solo	adequada	5	5
		inadequada	0	
	permeabilidade do solo	baixa	5	2
		média	2	
		alta	0	
	proximidade de núcleos hab.	longe > 500m	5	5
		próximo	0	
	proximidade de corpos de água	longe > 200m	3	0
		próximo	0	
	profundidade do lençol freático	maior 3m	4	0
		de 1 a 3m	2	
	disponibilidade de material para recobrimento	de 0 a 1m	0	2
		suficiente	4	
	qualidade do mat. p/ recobrimento	insuficiente	2	0
		nenhum	0	
condições de sistema viário-trânsito-acesso	boa	2	0	
	ruim	0		
isolam. visual da vizinhança	boas	3	0	
	regulares	2		
legalidade de localização	ruins	0	4	
	bom	4		
sub-total 1	ruim	0	0	
	loc. permitida	5		
	loc. proibida	0	18	
INFRAESTRUTURA IMPLANTADA	cercamento da área	sim	2	0
		não	0	
	portaria/guarnita	sim	1	0
		não	0	
	controle de recebimento de cargas	sim c/ balança	2	0
		sim s/ balança	1	
	acesso à frente de trabalho	não	0	0
		bom	2	
	trator de esteiras ou compatível	ruim	0	5
		permanente	5	
	outros equipamentos	períodico	2	1
		inexistente	0	
	impermeabil. da base do aterro	sim	1	0
		não	0	
	drenagem de chorume	suficiente	5	0
		insuficiente	1	
	drenagem de águas pluviais definitiva	insuficiente	0	0
		suficiente	4	
	drenagem de águas pluviais provisória	insuficiente	2	0
		suficiente	0	
	drenagem de gases	insuficiente	1	0
		suficiente	3	
	sist. de tratam. de chorume	insuficiente	1	0
		insufi./inexist.	0	
	monitoramento de águas subterrâneas	suficiente	3	0
		insuficiente	1	
	monitoramento das águas superf., lixiviados e gases	insuficiente	0	0
		suficiente	3	
	monitoramento da estabil. macicos de solo e de lixo	insuficiente	1	0
		insuficiente	0	
atendimento a estipulações de projeto	sim	2	0	
	parcialm.	1		
	não	0	0	
sub-total 2		máximo	48	6
Total (1+2+3+4)			170	36
IOS = Soma dos pontos / 17				2,12
IOS		Avaliação		
0 a 6,00		Condições inadequadas		
6,01 a 8,00		Condições controladas		
8,01 a 9,00		Condições adequadas		
9,01 a 10		Condições ambientais		
CONDIÇÕES OPERACIONAIS	presença de elem. dispersos vento	não	1	0
		sim	0	
	recobrimento do lixo	sim	4	0
		não	0	
	compactação do lixo	adequada	4	2
		inadequada	2	
		inexistente	0	0
	presença de urubus-caivotas	não	1	0
		sim	0	
	pres. de mocas em grande quant.	não	2	0
		sim	0	
	presença de queimadas	não	1	1
		sim	0	
	presença de catadores	não	3	0
		sim	0	
	criação de animais (bois etc.)	não	3	0
		sim/proximid.	0	
	descarga de res. de serv. de saúde	não	3	3
		sim	0	
	descarga de res. industriais	não/adequada	4	4
		sim/inadequada	0	
	funcion. da drenagem de chorume	bom	3	0
		regular	2	
		inexistente	0	0
	funcion. da drenagem pluv. definitiva	bom	2	0
		regular	1	
		inexistente	0	0
	funcion. da drenagem pluv. provisória	bom	2	0
		regular	1	
		inexistente	0	0
funcion. do sist. de tratam. chorume	bom	5	0	
	regular	2		
	inexistente	0	0	
funcion. do sist. de monitor. das águas subt.	bom	2	0	
	regular	1		
	inexistente	0	0	
funcion. do sist. de monitor. das ág. sup. lix. e gas.	bom	2	0	
	regular	1		
	inexistente	0	0	
funcion. do monitor. da estab. dos macicos	bom	2	0	
	regular	1		
	inexistente	0	0	
medidas corretivas	sim/desnec.	2	0	
	não	0		
dados gerais sobre o aterro	sim	1	0	
	não/incompleto	0		
manutenção dos acessos internos	boas	2	0	
	regulares	1		
	nessimas	0	0	
plano de fechamento do aterro	sim	1	1	
	não	0		
sub-total 3		máximo	52	11
GESTÃO AMBIENTAL	ident. de aspectos e impactos ambientais	satisfatória	5	0
		insuficiente	2	
	objetivos, metas e programas ambientais	inexistente	0	1
		consistente	3	
	garantia dos recursos necess.	inconsistente	1	0
		suficientes	2	
	sist. de treinamento e comunicação	insuficientes	0	0
		eficiente	2	
	controle de doc. e registros	eficiente	0	0
		sim	1	
		não	0	0
	programa e planos de emergências	sim	4	0
		insuficiente	2	
	controle, monit. e med. de operações	ineficaz	0	0
		eficaz	4	
Atendimento aos req. legais e outros	ineficaz	0	0	
	sim	5		
	não	0	0	
programa de auditorias internas	satisfatória	2	0	
	ineficaz	1		
	inexistente	0	0	
Análises críticas e ação corret. e prev.	inexistente	2	0	
	inconsistente	0		
sub-total 4		máximo	30	1

APÊNDICE XI**Aterros de Resíduos Estudados Nesta Dissertação****Aterro 1. Muribeca/PE.****Data da Avaliação: 22/06/2004**

Localização: Jaboatão dos Guararapes - Região Metropolitana do Recife	
Endereço: Avenida dos Guararapes, s/ n° - Prazeres	
Responsável (guia): Adalton (operações) / Eduardo Maia (UFPE)	Altitude: 4 m.
Distância da capital: 15 km	
Entorno: Base Aérea, Aeroporto Internacional dos Guararapes	
Principais atividades econômicas: indústria, cultura, turismo e pólo tecnológico.	
População: 630.008 habitantes	Área Total: 256 km ²
Densidade demográfica: 2.460 hab/km ²	
Gerenciamento dos resíduos: EMLURB Empresa de Manutenção e Limpeza Urbana do Recife	

Aterro 2.**Data da Avaliação: 10/08/2004**

Localização: Não disponível	
Endereço: Não disponível	
Responsável (guia): Não disponível	Altitude: Não disponível
Distância da capital: 26 km.	
Entorno: Não disponível	
Principais atividades econômicas: serviços, comércio, administração pública e indústria de Transformação	
População: 459.451 habitantes	Área Total: 134,5 km ²
Densidade demográfica: 3.416 hab/km ²	
Gerenciamento dos resíduos: Não disponível	

Aterro 3.**Data da Avaliação: 16/11/2004**

Localização: Não disponível	
Endereço: Não disponível	
Responsável (guia): Não disponível	Altitude: 2 m
Distância da capital: 20 km	
Entorno: Não disponível	
Principais atividades econômicas: indústria, comércio, agricultura e pólo petroquímico	
População: 775.456 habitantes	Área Total: 468,37 km ²
Densidade demográfica: 1.655,6 hab/km ²	
Gerenciamento dos resíduos: Não disponível	

Aterro 4. CTR Adrianópolis/RJ.**Data da Avaliação: 16/11/2004**

Localização: Nova Iguaçu, Baixada Fluminense - Grande Rio	
Endereço: Estrada de Adrianópolis, 5.213 - Santa Rita	
Responsável (guia): Henrique (responsável) / Priscila (técnica)	Altitude: 22 m
Distância da capital: município vizinho	
Entorno: vale montanhoso coberto por arbustos pequenos	
Principais atividades econômicas: indústria e comércio	
População: 920.599 habitantes	Área total: 520,5 km ²
Densidade demográfica: 1.768,7 hab/km ²	
Gerenciamento dos resíduos: SA Paulista	

Aterro 5.**Data da Avaliação: 18/11/2004**

Localização: Não disponível	
Endereço: Não disponível	
Responsável (guia): Não disponível	Altitude: 9 m
Distância da capital: 60 km.	
Entorno: Não disponível	
Principais atividades econômicas: indústria, comércio, agricultura, pesca e pecuária	
População: 205.830 habitantes	Área Total: 386,8 km ²
Densidade demográfica: 532 hab/km ²	
Gerenciamento dos resíduos: Não disponível	

Aterro 6. Petrópolis/RJ.**Data da Avaliação: 18/11/2004**

Localização: Pedro do Rio – Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro	
Endereço: Rodovia BR-040 km 49,5 (sentido Rio) - Distrito de Pedro do Rio	
Responsável (guia): Hamilton (gerente)	Altitude: 809 m
Distância da capital: 66 km	
Entorno: BR-040, Secretário, Condomínio Vale do Barão, Serra dos Órgãos	
Principais atividades econômicas: indústria, cultura, comércio e pólo tecnológico.	
População: 292.624 habitantes	Área Total: 811 km ²
Densidade demográfica: 360 hab/km ²	
Gerenciamento dos resíduos: COMDEPE Companhia de Desenvolvimento de Petrópolis	

Aterro 7. CTR Caieiras/SP.**Data da Avaliação: 22/11/2004**

Localização: Caieiras, Região Metropolitana de São Paulo/SP	
Endereço: Rodovia dos Bandeirantes, km 33	
Responsável (guia): Luzia Galdeano (Gerente)	Altitude: 785 m
Distância da capital: 40 km	
Entorno: área montanhosa coberta por vegetação	
Principais atividades econômicas: pecuária, lavoura, extração vegetal e silvicultura	
População: 87.717 habitantes	Área Total: 96 km ²
Densidade demográfica: 913,7 hab/km ²	
Gerenciamento dos resíduos: ESSENCIS Soluções Ambientais	

Aterro 8. Santo André/SP.**Data da Avaliação: 22/11/2004**

Localização: Santo André, Região do Grande ABC Paulista	
Endereço: Rua Fernando Costa, s/ nº - Parque Gerassi	
Responsável (guia): Iracélis (gerente)	Altitude: 780 m
Distância da capital: 30 km	
Entorno: Morro Espírito Santo, oleoduto Petrobrás à jusante	
Principais atividades econômicas: pecuária, lavoura, extração vegetal e silvicultura	
População: 665.923 habitantes	Área Total: 175 km ²
Densidade demográfica: 3.805,3 hab/km ²	
Gerenciamento dos resíduos: SEMASA Secretaria de Meio Ambiente de Santo André	

Aterro 9. Paracambi/RJ.**Data da Avaliação: 21/12/2004**

Localização: Paracambi – Região Metropolitana do Rio de Janeiro	
Endereço: Centro da Cidade, entre o Rio dos Macacos o Cemitério Municipal	
Responsável (guia):	Altitude: 50 m.
Distância da capital: 70 km.	
Entorno: estrada, cemitério, rio e habitações	
Principais atividades econômicas: indústria têxtil e comércio	
População: 43.000 habitantes	Área Total: 179,8 km ²
Densidade demográfica: 240 hab/km ²	
Gerenciamento dos resíduos: COMDEP Companhia de Desenvolvimento de Paracambi	

Aterro 10.**Data da Avaliação: 21/12/2004**

Localização: Não disponível	
Endereço: Não disponível	
Responsável (guia): Não disponível	Altitude: 381 m
Distância da capital: 118 km	
Entorno: Não disponível	
Principais atividades econômicas: industrial, comercial, serviços e agro-negócios	
População: 186.000 habitantes	Área Total: 516 km ²
Densidade demográfica: 360 hab/km ²	
Gerenciamento dos resíduos: Não disponível	

Aterro 11.**Data da Avaliação: 22/12/2004**

Localização: Não disponível	
Endereço: Não disponível	
Responsável (guia): Não disponível	Altitude: 388 m
Distância da capital: 120 km	
Entorno: Não disponível	
Principais atividades econômicas: agricultura, pecuária, silvicultura e exploração florestal, pesca, indústrias extrativas, indústria de transformação, produção e distribuição de eletricidade, gás e água, construção e comércio	
População: 22.118 habitantes	Área Total: 504,6 km ²
Densidade demográfica: 43,8 hab/km ²	
Gerenciamento dos resíduos: Não disponível	

Aterro 12.**Data da Avaliação: 22/12/2004**

Localização: Não disponível	
Endereço: Não disponível	
Responsável (guia): Não disponível	Altitude: 407 m
Distância da capital: 160 km	
Entorno: Não disponível	
Principais atividades econômicas: indústria-pólo metal, mecânico, química, fina-reciclagem de plástico, comércio variado, agricultura e agropecuária	
População: 115.086 habitantes	Área total: 1.114 km ²
Densidade demográfica: 103,3 hab/km ²	
Gerenciamento dos resíduos: Não disponível	

Aterro 13.**Data da Avaliação: 22/12/2004**

Localização: Não disponível	
Endereço: Não disponível	
Responsável (guia): Não disponível	Altitude: 390 m
Distância da capital: 172 km	
Entorno: Não disponível	
Principais atividades econômicas: indústria, turismo e agropecuária	
População: 24.739 habitantes	Área total: 225 km ²
Densidade demográfica: 110 hab/km ²	
Gerenciamento dos resíduos: Não disponível	

Aterro 14.**Data da Avaliação: 26/01/2005**

Localização: Não disponível	
Endereço: Não disponível	
Responsável (guia): Não disponível	Altitude: 32 m
Distância da capital: Não disponível	
Entorno: Não disponível	
Principais atividades econômicas: comércio, indústria e turismo	
População: 14.391.282 habitantes	Área Total: 1.205,8 km ²
Densidade demográfica: 11.935 hab/km ²	
Gerenciamento dos resíduos: Não disponível	

Aterro 15. Belford Roxo/RJ.**Data da Avaliação: 18/02/2005**

Localização: Belford Roxo, Baixada Fluminense - Grande Rio	
Endereço: Estrada São Bento, s/ n°, Recanto Babi	
Responsável (guia): Manoel Lopes (gerente)	Altitude: ND
Distância da capital: ND	
Entorno: Rio Botas e Córrego das Velas	
Principais atividades econômicas: indústria e comércio	
População: 540.000 habitantes	Área Total: 79 km ²
Densidade demográfica: 6.835,4 hab/km ²	
Gerenciamento dos resíduos: SERVIFLU (Prefeitura de Belford Roxo)	

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)