

USP

Campus de São Carlos

AVALIAÇÃO DE ÁREAS PARA DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS:
PROPOSTA DE PLANILHA PARA GERENCIAMENTO
AMBIENTAL APLICADO A ATERRO SANITÁRIO INDUSTRIAL

AUTOR: SERGIO MASSARU KATAOKA

ORIENTADOR: PROF. DR. LÁZARO VALENTIN ZUQUETTE

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO



ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

EXEMPLAR REVISTO

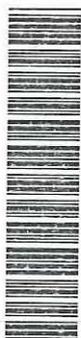
Data de entrada no Serviço: 21/6/2000

Ass.: [Assinatura]

AVALIAÇÃO DE ÁREAS PARA DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS: PROPOSTA DE PLANILHA PARA GERENCIAMENTO AMBIENTAL APLICADO A ATERRO SANITÁRIO INDUSTRIAL

Sergio Massaru Kataoka

31100110031



DEDALUS - Acervo - EESC

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Geotecnia

ORIENTADOR: Prof. Dr. Lázaro Valentin Zuquette



São Carlos

2000

Class.	TESE ✓
Cutt.	6592
Tombo	T 141/00
Sysno	1084425

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento
da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

K19a Kataoka, Sergio Massaru
Avaliação de áreas para disposição de resíduos :
proposta de planilha para gerenciamento ambiental
aplicado a aterro sanitário industrial / Sergio
Massaru Kataoka. -- São Carlos, 2000.

Dissertação (Mestrado) -- Escola de Engenharia de
São Carlos-Universidade de São Paulo, 2000.

Área: Geotecnia.

Orientador: Prof. Dr. Lázaro Valentin Zuquette.

1. Aterro sanitário. 2. Resíduo perigoso.
3. Gerenciamento ambiental. I. Título.

*Aos meus pais Susumo e Seiko, que sempre
deram apoio e condições para a finalização
de mais esta etapa de estudos*

*A minha esposa e companheira Ana Paula,
pelo incentivo e apoio durante a execução
deste trabalho.*

Agradecimentos

Ao Professor Lázaro Valentin Zuquette, pela orientação, apoio e grande incentivo durante a elaboração deste trabalho.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela bolsa de estudo concedida.

A todos os colegas, professores e funcionários do Departamento de Geotecnia da EESC/USP pela colaboração.

A todos os profissionais com os quais tive oportunidade de trabalhar no início de minha carreira profissional, em especial ao Professor Alfredo J. S. Bjornberg e Engenheiro Fábio L. R. Abreu.

À Biblioteca da CETESB e funcionários que auxiliaram na coleta de dados e informações para a execução deste trabalho.

À SASA - Sistemas Ambientais e ECOSSISTEMA pela atenção recebida e disponibilização de informações à respeito do trabalho desenvolvido.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	i
LISTA DE TABELAS	v
RESUMO	ix
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO	01
2. CONCEITOS GERAIS	06
2.1. RESÍDUOS SÓLIDOS	06
2.2. ATERRO SANITÁRIO	07
2.3. MEIO AMBIENTE	07
2.4. IMPACTO AMBIENTAL	08
2.5. ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL E RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL	08
2.6. CONTAMINANTE E CONTAMINAÇÃO	09
2.7. POLUIÇÃO	09
3. CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS	11
3.1. CLASSIFICAÇÃO US EPA	11
3.2. CLASSIFICAÇÃO BRASILEIRA - ABNT	14
3.3. CLASSIFICAÇÃO REINO UNIDO	17
3.4. OUTRAS PROPOSTAS DE CLASSIFICAÇÃO	20
4. FORMAS DE DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS	22
4.1. MÉTODOS TÉRMICOS	22

4.1.1. Incineração	22
4.1.2. Pirólise	24
4.2. DISPOSIÇÃO NO MEIO FÍSICO	24
4.2.1. Aterros	24
4.2.2. Tratamento no Meio Físico	25
4.2.3. Empilhamento de Resíduos	26
4.2.4. Represamento Superficial	27
4.2.5. Poço de Injeção Profunda	28
4.2.6. Disposição em Aberturas Subterrâneas de Mineração	30
4.3. DISPOSIÇÃO NO OCEANO	31
4.4. PRINCIPAIS MÉTODOS DE DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS NO BRASIL	32
5. TIPOS DE ATERROS SANITÁRIOS	34
5.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS	34
5.2. ATERRO SEM CONFINAMENTO	35
5.3. ATERROS SELADOS OU CONFINADOS	36
5.3.1. Aterro Sanitário para Resíduos Sólidos Urbanos	37
5.3.2. Aterro para Resíduos Perigosos	41
6. PROBLEMAS RELACIONADOS AOS ATERROS SANITÁRIOS	43
7. CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS	48
7.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	48
7.2. CICLO HIDROLÓGICO	49
7.3. PROCESSOS DE TRANSPORTE E MIGRAÇÃO DE POLUENTES EM MEIOS POROSOS	51
8. ATERRO SANITÁRIO INDUSTRIAL	63
8.1. TIPOS DE SISTEMAS DE PROTEÇÃO	63
8.2. EXIGÊNCIAS TÉCNICAS E LEGAIS PARA INSTALAÇÃO.....	70
8.2.1. Estudo de Impacto Ambiental / Relatório de Impacto Ambiental	73
8.2.2. Fiscalização na Execução da Obra	75
8.2.3. Dispositivos de Monitoramento	78
8.3. ESTUDOS NECESSÁRIOS	85

8.3.1. Seleção de Área para Implantação de um Aterro Sanitário Industrial	85
8.3.2. Metodologia para Seleção de Áreas	91
8.3.3. Projeto	95
9. PROPOSTA PARA GERENCIAMENTO AMBIENTAL	100
9.1. CONSIDERAÇÕES BÁSICAS	100
9.2. GERENCIAMENTO AMBIENTAL PARA ATIVIDADE DE GERAÇÃO E DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS	103
9.3. PLANILHA PARA GERENCIAMENTO AMBIENTAL DE ATERRO SANITÁRIO INDUSTRIAL	107
9.3.1. Dados Cadastrais do Aterro Industrial	107
9.3.2. Descrição do Projeto do Aterro Industrial	107
9.3.3. Caracterização do Meio Físico	108
9.3.4. Caracterização do Meio Biológico	111
9.3.5. Caracterização do Meio Sócio-econômico	111
9.3.6. Caracterização dos Resíduos	112
9.3.7. Sistemas de Controle Ambiental	112
10. METODOLOGIA PARA EXECUÇÃO DO TRABALHO	114
10.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	114
10.2. COLETA DE DADOS	115
10.3. PROPOSTA PARA AVALIAÇÃO DOS ATERROS	116
11. LEVANTAMENTO DAS INFORMAÇÕES	128
11.1. EIA/RIMA SASA - SISTEMAS AMBIENTAIS e COMÉRCIO LTDA	128
11.2. EIA/RIMA CAVO - COMPANHIA AUXILIAR de VIAÇÃO e OBRAS	158
11.3. EIA/RIMA BASF S.A.	192
12. ANÁLISE DOS RESULTADOS	222
12.1. ANÁLISE DOS RESULTADOS EIA/RIMA SASA	222
12.2. ANÁLISE DOS RESULTADOS EIA/RIMA CAVO	237
12.3. ANÁLISE DOS RESULTADOS . EIA/RIMA BASF S.A.	251

13. CONCLUSÕES	266
14. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	269
15. ANEXOS	278

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 - Fluxograma para classificação de resíduos sólidos. Fonte: ROCCA <i>et al.</i> (1993)	19
FIGURA 02 - Perfil esquemático de poço de injeção profunda em arenito. Fonte: WARNER & LEHR (1977) <i>apud</i> HASAN (1995)	30
FIGURA 03 - Classificação dos aterros quanto aos métodos de operação (O'LEARY & CANTER, 1986). (a) Método de operação em trincheira ou vala, (b) Método de operação em rampa ou escavação progressiva e (c) Método de operação em área	39
FIGURA 04 - Configurações típicas de aterros e modos de operação para disposição dos resíduos. (a) Aterro em cavas cobertas, (b) Aterro em trincheiras, (c) Aterro em rampa, (d) Aterro em vales, (e) Aterro em superfície. Segundo SHARMA & LEWIS (1994)	40
FIGURA 05 - Representação esquemática de alguns dos vários caminhos do fluxo de contaminantes de um sítio de disposição de resíduos (aterro sanitário) Fonte: YONG <i>et al.</i> (1992)	43
FIGURA 06 - Ciclo hidrológico. Fonte: MARSILY (1986)	50
FIGURA 07 - Deslocamento longitudinal no aquífero de uma pluma de contaminante indicando a evolução de concentrações (parte inferior) e a distribuição em área da mesma (parte superior). Fonte: CUSTÓDIO & CARRERA (1992)	56

FIGURA 08 - Dispersão microscópica no solo. (a) Efeito da distribuição da velocidade através de um único poro; (b) Efeito da variação no tamanho dos poros e (c) Efeito da tortuosidade no escoamento do fluxo. Fonte: FREEZE & CHERRY (1979)	57
FIGURA 09 - Dispersão mecânica em escala regional. Fonte: SCHACKELFORD (1993)	58
FIGURA 10 - Demonstração de atração eletrostática em processo de troca de íons. Fonte YONG <i>et al.</i> (1992)	59
FIGURA 11 - Sistema de revestimento simples. (a) Seção transversal de revestimento de proteção simples com geomembrana (BOUAZZA & VAN IMPE, 1998), e (b) Seção transversal de sistema de proteção simples com barreira mineral (AMMAN & MARTINENGI, 1993 <i>apud</i> BOUAZZA & VAN IMPE, 1998)	65
FIGURA 12 - Sistema de revestimento de proteção basal duplo. (a) Seção transversal com sistema de revestimento de proteção duplo - geomembrana (BOUAZZA & VAN IMPE, 1998) e (b) Outra concepção de sistema de revestimento de proteção duplo (MANASSERO <i>et al.</i> 1997 <i>apud</i> BOUAZZA & VAN IMPE, 1998)	66
FIGURA 13 - Perfil esquemático do sistema de revestimento de proteção com camada asfáltica (SCAPOZZA & AMANN, 1998)	68
FIGURA 14 - Sistemas de revestimento de proteção de base e cobertura (KOERNER, 1993). (a) Seção transversal de aterro mostrando os vários componentes dos sistemas de revestimento de proteção duplo e (b) Seção transversal mostrando sistema de remoção de gás gerado no aterro	70
FIGURA 15 - Falhas construtivas nos revestimentos de base dos aterros. (a) Esquemática de danos na geomembrana causados por elementos	

	da drenagem. (b) Trincas de ressecamento no sistema de revestimento constituído por argila compactada	78
FIGURA 16 -	Esquemas do tipos tipos de sistemas de monitoramento propostos por BAGCHI (1990). (a) Esquema de instrumento típico de monitoramento do gradiente da lixívia no aterro-horizontal, (b) Outra concepção de monitoramento do gradiente da lixívia no aterro-vertical. (c) Sugestão de colocação de lisímetro de base, (d) Detalhe construtivo de lisímetro de sucção, (e) Detalhe do medidor de umidade de neutrons, (f) Detalhe construtivo de um tensiômetro, (g) Detalhe construtivo de sonda de detecção de gás, (h) (i) Detalhes construtivos de poços de monitoramento, (j) Detalhes construtivos de instrumentos para drenagem de gás	85
FIGURA 17 -	Fluxograma envolvendo as informações fundamentais para se chegar à classificação das áreas quanto à susceptibilidade à contaminação e poluição das águas superficiais. Fonte: LEITE & ZUQUETTE, (1996)	87
FIGURA 18 -	Processo de seleção de áreas Fonte: BAECHER (1975) <i>apud</i> WOOD <i>et al.</i> (1984)	92
FIGURA 19 -	Análise dos subprocessos na seleção de áreas. Fonte: BAECHER (1975) <i>apud</i> WOOD <i>et al.</i> (1984)	93
FIGURA 20 -	Relação entre vários níveis de objetivos - objetivo hierárquico parcial. Fonte: BAECHER (1975) <i>apud</i> WOOD <i>et al.</i> (1984)	94
FIGURA 21 -	Planilha proposta pela secretaria do Meio Ambiente para avaliação de aterros sanitários através de pontuação do Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos - IQR	102
FIGURA 22 -	Fluxograma proposto para gerenciamento ambiental para atividade de tratamento e disposição de resíduos gerados pela comunidade - Avaliação da necessidade de novas instalações	104

FIGURA 23 - Fluxograma proposto para gerenciamento ambiental para atividade de tratamento e disposição de resíduos gerados pela comunidade - Estudos prévios para seleção das melhores áreas	105
FIGURA 24 - Fluxograma proposto para gerenciamento ambiental para atividade de tratamento e disposição de resíduos gerados pela comunidade - Detalhamento dos estudos e aspectos legais a serem cumpridos	106

LISTA DE TABELAS

TABELA 01 - Compilação de dados apresentados por HASAN (1995) mostrando o início das principais regulamentações de proteção ao meio ambiente em alguns Países	02
TABELA 02 - Definições das propriedades características de um resíduo perigoso. Fonte: ABNT - NBR 10.004 (1987) - “ Resíduos Sólidos - Classificação”	15
TABELA 03 - Resumo da classificação de resíduos utilizada no Reino Unido (ATTEWELL, 1995)	18
TABELA 04 - Lista de radionuclídeos mais comuns e suas meia vida. Fonte: ZUQUETTE & GANDOLFI (1990)	21
TABELA 05 - Componentes de resíduos perigosos produzidos por atividades industrial, comercial e agrícola encontradas em resíduos sólidos municipais e seus principais efeitos à saúde do Homem. (modificado de SHARMA & LEWIS, 1994)	44
TABELA 06 - Estimativa do volume de água disponível no mundo segundo MARSILY (1986)	48
TABELA 07 - Composição do sistema de revestimento “liner” para aterros de resíduos municipais na Tailândia (AHSFORD & HUSAIN, 1996 <i>apud</i> BOUAZZA & VAN IMPE, 1998)	66

TABELA 08 - Exigências típicas de revestimento de proteção utilizadas em diferentes Países (BOUAZZA & VAN IMPE, 1977 <i>apud</i> BOUAZZA & VAN IMPE, 1998)	67
TABELA 09 - Quadro comparativo das condições mínimas exigidas para o estudo do meio físico abordadas pelas normas brasileiras no processo de seleção de áreas para implantação de aterros sanitários/industriais.....	72
TABELA 10 - Resumo dos tipos de monitoramento para um aterro sanitário proposto por BAGCHI (1990)	79
TABELA 11 - Relação entre atributos e classes para seleção de áreas para disposição de resíduos em aterros sanitários. Fonte: ZUQUETTE (1993)	88
TABELA 12 - Resumo dos principais resultados da campanha de ensaios <i>in situ</i> em resíduos de aterro sanitário de resíduos sólidos urbanos (CARVALHO & VILAR, 1998)	98
TABELA 13 - Resumo dos resultados dos ensaios de compactação utilizando diferentes equipamentos e métodos de compactação (MARQUES <i>et al.</i> , 1998)	99
TABELA 14 - Análise do projeto	117
TABELA 15 - Análise do meio físico	118
TABELA 16 - Análise do meio biológico	122
TABELA 17 - Análise do meio sócio-econômico	123
TABELA 18 - Caracterização dos resíduos	124
TABELA 19 - Sistemas de controle ambiental	125

TABELA 20 - Análise de todos os itens da planilha	126
TABELA 21 - Análise do projeto SASA	222
TABELA 22 - Análise do meio físico SASA	224
TABELA 23 - Análise do meio biológico SASA	229
TABELA 24 - Análise do meio sócio-econômico SASA	230
TABELA 25 - Caracterização dos resíduos SASA	231
TABELA 26 - Sistemas de controle ambiental SASA	232
TABELA 27 - Análise de todos os itens da planilha SASA	233
TABELA 28 - Análise do projeto CAVO	237
TABELA 29 - Análise do meio físico CAVO	239
TABELA 30 - Análise do meio biológico CAVO	243
TABELA 31 - Análise do meio sócio-econômico CAVO	244
TABELA 32 - Caracterização dos resíduos CAVO	245
TABELA 33 - Sistemas de controle ambiental CAVO	246
TABELA 34 - Análise de todos os itens da planilha CAVO	247
TABELA 35 - Análise do projeto BASF	251
TABELA 36 - Análise do meio físico BASF	253

TABELA 37 - Análise do meio biológico BASF	258
TABELA 38 - Análise do meio sócio-econômico BASF	259
TABELA 39 - Caracterização dos resíduos BASF	260
TABELA 40 - Sistemas de controle ambiental BASF	261
TABELA 41 - Análise de todos os itens da planilha BASF	262

RESUMO

KATAOKA, S. M. Avaliação de áreas para disposição de resíduos: proposta de planilha para gerenciamento ambiental aplicado a aterro sanitário industrial. São Carlos, 2000. 326 p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

Esta dissertação apresenta uma revisão dos principais estudos relacionados à disposição final de resíduos sólidos das mais variadas origens em aterros sanitários ou aterros sanitários industriais.

Considerando-se estes estudos, foi elaborada uma planilha para avaliação e gerenciamento ambiental de um aterro sanitário industrial, abordando os principais elementos necessários à caracterização do meio físico, biológico, socio-econômico, além da avaliação dos critérios de projeto, classificação dos resíduos e programas de monitoramento e controle ambiental.

As planilhas foram aplicadas na avaliação dos estudos de impacto ambiental EIA / relatório de impacto ambiental RIMA de 3 aterros sanitários industriais.

O critério de avaliação foi baseado no atendimento aos itens da planilha adotando-se um sistema de pontuação para análise final dos estudos.

A avaliação final mostrou as deficiências dos estudos apresentados nos EIA / RIMA elaborados para a obtenção do licenciamento ambiental e aprovação das áreas para instalação dos empreendimentos.

Palavras-chave: Aterro sanitário, resíduo perigoso, gerenciamento ambiental.

ABSTRACT

KATAOKA, S. M. Site assessment for waste disposal: the proposition of a spreadsheet for environmental management applied to sanitary industrial landfills. São Carlos, 2000. 326 p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

This dissertation presents a revision of the current researches on solid waste disposal, that comes from a great variety of domestic waste or industrial waste landfills.

Concerning to this research, it was proposed a spreadsheet for environmental assessment and management of sanitary industrial landfills, comprising the most important features for the global environment, besides the evaluation of project criteria, waste classification, monitoring programs and environmental control.

This spreadsheet have been applied to evaluate the environmental impact assessment (EIA) of three sanitary industrial landfills.

The assessment criteria were based on ranking the elements that attend the spreadsheet items.

As final results, it can be demonstrated the deficiencies of the current EIA studies that have been proposed for obtaining environmental licenses and permissions to sites for enterprising purposes.

Keywords: Sanitary landfill, hazardous waste, environmental management.

1. INTRODUÇÃO

Desde o início da sua existência o Homem tem gerado resíduos que são característicos dos diferentes costumes, atividades de época e de suas várias fases da evolução social, intelectual e tecnológica.

Durante séculos a principal atividade econômica concentrava-se no campo com a produção agrícola e os principais resíduos gerados, provenientes essencialmente de restos de comida, eram facilmente assimiláveis ao meio ambiente.

A revolução industrial trouxe mudanças drásticas nos costumes e atividades do Homem para os tempos atuais. A principal delas foi a mudança de suas atividades outrora baseadas na produção agrícola e na vida no campo, para uma vida mais concentrada nos grandes centros urbanos e a dependência cada vez maior de produtos industrializados e descartáveis. Como consequência, o volume e a variedade de resíduos, principalmente os de origem industrial, vem aumentando a cada dia.

Atualmente existem aproximadamente 50.000 produtos químicos, com pelo menos 1.000 novos componentes químicos gerados anualmente (TESTA, 1994).

Estes resíduos, durante séculos, foram tratados de maneira inadequada, dispostos diretamente no solo ou em cursos de água, sem nenhuma preocupação com o meio físico e com a qualidade ambiental, ou seja, com o meio ambiente.

Segundo HASAN (1995), entre as nações industrializadas do mundo, os EUA podem reclamar a distinção de ser o primeiro País a reconhecer a seriedade dos problemas ambientais e adotar medidas, como uma Nação, para proteger e manter a qualidade do meio ambiente. Estas medidas surgiram no início de 1960 como resposta ao aparecimento dos efeitos negativos gerados ao meio ambiente, afetando diretamente o Homem em acidentes ambientais como o de "Love Canal", após décadas de negligência e má administração dos recursos naturais.

À partir de 1970, em vários Países, medidas para a proteção ao meio ambiente e à qualidade de vida da população foram implantadas com a criação e regulamentação de dispositivos legais de controle das atividades potencialmente degradantes ao meio ambiente

(DANIEL, 1993 a; SHARMA & LEWIS, 1994; TESTA, 1994 e BOUAZZA & VAN IMPE, 1998), conforme resumo apresentado na **Tabela 1**.

Tabela 1. Compilação de dados apresentados por HASAN (1995), mostrando o início das principais regulamentações de proteção ao meio ambiente em alguns Países.

PAÍS	PRINCIPAIS PROGRAMAS/LEIS	PRINCIPAIS TÓPICOS	ANO
EUA	National Environmental Policy Act (NEPA). Anterior a este decreto destacam-se: Rivers and Harbors Act (1899) e Atomic Energy Act (1954)	Pode ser considerado um marco nas legislações ambientais americana. Muitas Agências e Departamentos foram criados como resultado da aprovação desta Lei, dentre elas o Conselho de Qualidade Ambiental (CQE) responsável pela apresentação de relatório anual da qualidade do meio ambiente com recomendações ao programa nacional para melhoria da qualidade ambiental. Foi criada também a Agência de Proteção Ambiental (EPA) uma das organizações mais atuantes na preservação do meio ambiente. O relatório de impacto ambiental tornou-se obrigatório para todos os projetos.	1970
	Resource Conservation and Recovery Act (RCRA). Após este decreto destacam-se: Clean Air Act (1970-1990), Federal Water Pollution Control Act (1972), Safe Drinking Water Act (1974-1986), Tóxic Substances Control Act (1976) e Hazardous and Solid Wastes Amendments (1984).	Aprovado como emendas no Solid Waste Disposal Act (1965) e Resource Recovery Act (1970). Autorizado pela EPA a regulamentar todos os aspectos relacionados ao manejo de resíduos, incluindo sua geração, armazenamento, transporte, tratamento e disposição, com atenção especial aos resíduos considerados perigosos.	1976
Austrália	Environment Protection Act. Antes deste decreto destacam-se: Yarra Pollution Act (1855), Victorian Clean Air Act (1957)	Assegura que as considerações ambientais receberão igual peso no processo de tomada de decisão juntamente com outros fatores tradicionais como sociais e econômicos. Ao contrário dos EUA a preparação de um relatório de impacto ambiental é voluntária. A Austrália possui um Departamento Federal de Saúde e Meio Ambiente que estabelece amplas diretrizes e decretos com capacidade de aconselhamento, oferecendo conselhos a estados individuais em formular seus objetivos ambientais. A Austrália é dividida em seis Províncias e cada uma tem leis específicas para regulamentar o gerenciamento de seus resíduos perigosos.	1974

Canadá	Canadian Environmental Protection Act (CEPA). Antes deste decreto destaca-se: Government Organization Act (1970)	O Canadá possui muitos estatutos regulamentando a qualidade do ar e água, e várias Províncias tem suas próprias leis para o controle de resíduos. O CEPA veio com força, sendo considerado a bandeira das leis ambientais federais, com duas propostas: 1) consolidação dos estatutos de proteção ambiental existente em uma única parte forte da legislação, 2) assegurar padrões nacionais uniformes para o manejo de substâncias tóxicas.	1988
Antiga União Soviética	State Commission for Protection of Nature (SCPN).	Apenas após a abertura e quebra da União Soviética (1991), foi revelado ao mundo os problemas ambientais decorrentes do mal gerenciamento dos resíduos, principalmente os radioativos. Com a criação da agência de controle ambiental SCPN passou-se a adotar controles mais rigorosos em relação ao meio ambiente. O relatório de impacto ambiental passou a ser exigido a partir de 1990 para todos os projetos de construção.	1989
Índia	Environment Act	Representa a primeira legislação dirigida à manutenção e proteção ao meio ambiente, com definições à respeito de todos os aspectos ambientais para melhor entendimento e cumprimento das leis.	1986
Japão	Air Pollution Control Act (1968); Water Pollution Laws (1958, 1970, 1984); Waste Management Law (1970) e Chemical Control Law (1973)	Ao contrário dos outros países asiáticos, o Japão tem administrado os problemas ambientais compreensivamente, com a aplicação das várias leis decretadas para controle de emissões no ar, descargas na água, resíduos sólidos perigosos, níveis de ruído e produtos químicos.	
México	General Law of Ecological Equilibrium and Environmental Protection	Tem como objetivo controle da poluição ambiental, conservação de recursos naturais, impactos ambientais, avaliação de riscos e zoneamento ecológico e sanções.	1988
Países Baixos	Surface Pollution Act (1970); Chemical Waste Act (1976); Waste Disposal Law (1974)	Tem atendido às leis de controle de poluição e proteção ambiental desde 1970, com aprovação de várias delas ao longo dos anos.	
Reino Unido	Environmental Protection Act (EPA) Antes, desta lei destacam-se: Public Health Act (1875); Prevention of Pollution Act (1876); Control of Pollution Act (1974)	Antes da EPA, existiam várias leis de controle ao meio ambiente, mas a EPA foi aprovada como uma extensa lei de proteção ao meio ambiente assumindo os novos padrões e critérios ambientais. Difere da EPA americana por permitir a codisposição de resíduos (resíduos domésticos e industrial podem ser dispostos num mesmo aterro).	1991
Brasil	Lei nº 6.938 - Política Nacional do Meio Ambiente.	No Brasil é também um marco nas legislações ambientais, estabelecendo a Política Nacional do Meio	1981

	Antes desta lei destacam-se: Lei nº 1.413 (1975), Decreto nº 73.030 (1973), entre outros.	Ambiente, constituindo o Sistema Nacional de Meio Ambiente - SISNAMA, que tem como finalidade a proteção e melhoria da qualidade ambiental dentro dos níveis Federal, Estadual e Municipal. À partir do SISNAMA, pela aplicação da Resolução CONAMA 001 (1986), o Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental passam a ser instrumentos obrigatórios no licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente.	
--	---	--	--

A conscientização da população e dos legisladores e a adoção de novas técnicas de manejo e gerenciamento dos resíduos sólidos, sejam elas associadas a programas de reciclagem, incineração ou sistemas de tratamento, sempre geram resíduos ao final do processo, que necessitam ser descartados e dispostos de maneira segura em locais adequados.

Atualmente a técnica de disposição de resíduos de maior aceitação pública, sendo considerada a mais segura é o aterro sanitário.

No Brasil a prática de destinação de resíduos sólidos sob a técnica dos aterros sanitários iniciou-se em meados de 1974 (WHITTON *et al.*, 1993). Antes desta data, os resíduos sólidos eram dispostos em lixões, sem nenhum planejamento ou controle ambiental.

O objetivo deste trabalho foi o de avaliar os estudos geológico-geotécnicos executados para a seleção de áreas para disposição de resíduos, abordando os principais conceitos e aspectos para um aterro sanitário, com enfoque para os aterros de resíduos sólidos industriais.

À partir de uma vasta revisão bibliográfica, abordando os principais aspectos relacionados ao trabalho, foi elaborada uma “Planilha para Avaliação e Gerenciamento Ambiental”, atendendo aos principais conceitos, critérios de projeto, critérios construtivos e de monitoramento para um aterro sanitário, além de abordar os principais condicionantes para a seleção destas áreas.

Esta planilha foi aplicada na avaliação de três Estudos de Impacto Ambiental - EIA / Relatório de Impacto Ambiental - RIMA para aterros sanitários industriais e à partir do atendimento aos itens propostos na planilha, adotou-se um sistema de pontuação para análise dos estudos considerados fundamentais presentes na planilha.

Os relatórios foram consultados na biblioteca da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB, e referem-se a Estudos de Impacto Ambiental que encontram-se em situações totalmente distintas.

O primeiro EIA / RIMA foi encaminhado para a ampliação de um aterro industrial para resíduos sólidos Classe I, em área de operação da SASA - Sistemas Ambientais e Comércio LTDA, na região de Tremembé-SP. O segundo EIA / RIMA foi elaborado para a implantação de um centro de tecnologia para resíduos denominado de CTR - Centro Tecnológico de Resíduos no Município de Caieiras-SP, solicitado pela CAVO - Companhia Auxiliar de Viação e Obras para recebimento de resíduos urbanos e resíduos industriais Classe I, Classe II e Classe III, além da disposição de toda a infra-estrutura necessária para a operação do centro, tais como uma central de reciclagem de resíduos e um incinerador. O terceiro EIA / RIMA analisado corresponde a uma solicitação da Indústria BASF SA para a implantação de um aterro industrial para resíduos Classe II de geração da própria indústria. Adicionalmente foram feitas visitas a dois aterros em operação para conhecimento dos trabalhos de operação e manutenção de um aterro industrial. Os aterros visitados foram o aterro industrial operado pela ECOSSISTEMA em São José dos Campos-SP e o aterro da SASA em Tremembé-SP.

2. CONCEITOS GERAIS

Para melhor entendimento dos vários aspectos envolvidos no estudo para implantação de um aterro sanitário / industrial e seu gerenciamento, alguns conceitos básicos e definições serão abordados.

2.1. RESÍDUOS SÓLIDOS / REJEITOS

A Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, por meio da Norma NBR - 10.004, define resíduo sólido como: *“resíduos em estado sólido e semi-sólido, que resultam de atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso, soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível”*.

YONG *et al.* (1992), baseados em regulamentações dos EUA por meio do *US. Resource Conservation and Recovery Act* (RCRA, 1976), definem o termo resíduo sólido como sendo qualquer lixo, refugo, lodo de usina de tratamento de resíduo, de estações de suprimento e tratamento de água ou equipamentos de controle de poluição do ar, entre outros materiais de rejeito inclusive sólidos, líquido semi-sólido ou que contenham material gasoso resultante de atividades industrial, comercial, mineração e agrícola e de atividades da comunidade, excluindo materiais sólidos ou dissolvidos de esgoto doméstico ou provenientes de refluxo de irrigação.

Conceitualmente, os resíduos são materiais das mais diferentes origens e processos que são descartados após utilização nos diferentes processos de consumo do HOMEM.

Os rejeitos são materiais em estado natural ou que após passar por transformação não tem valor para o Homem, sendo descartados antes de sua utilização.

2.2. ATERRO SANITÁRIO

Pela norma NBR 8418 Aterro Sanitário de Resíduos Sólidos Urbanos / Industriais são definidos como: *“técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos / industriais perigosos no solo sem causar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, minimizando impactos ambientais, método este que utilize princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos a menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho ou a intervalos menores se for necessário”*.

ROCCA *et al.* (1993) definem aterro sanitário industrial como uma forma de disposição de resíduos no solo fundamentada em critérios de engenharia e normas operacionais específicas, garantindo um confinamento seguro em termos de poluição ambiental e proteção à saúde pública.

Para os dias atuais, aterro sanitário pode ser definido como uma técnica de disposição de resíduos sólidos no solo de caráter agressivo ao meio ambiente. Deve ser fundamentada nos princípios dos vários setores da engenharia e das ciências naturais, tendo como objetivo principal o confinamento e isolamento dos resíduos, utilizando-se para isto, de sistemas de revestimentos de proteção basal e de cobertura, assim como sistemas de drenagem de gás e líquidos percolados dificultando as trocas entre os vetores diretos de contaminação dos componentes dos resíduos e os vetores diretos ocasionados pelo meio ambiente. Estes sistemas deverão ser projetados em função do tipo de resíduos a serem dispostos, de sua composição química e de seu grau de periculosidade.

2.3. MEIO AMBIENTE

Para GILPIN (1995), num aspecto geral, o meio ambiente envolve as condições ou influências às quais qualquer pessoa ou criatura existem, vivem ou se desenvolvem. Estes meios podem ser uma combinação de condições físicas que afetam ou influenciam o crescimento e desenvolvimento de um indivíduo ou comunidade, condições sociais e culturais que afetam a natureza de um indivíduo ou comunidade ou áreas de valor social intrínseco.

O meio ambiente do Ser Humano inclui fatores abióticos como os solos, água, atmosfera, clima, som, odor e paladar; os fatores bióticos, incluindo a flora, fauna, ecologia, bactérias e vírus; e as condições de qualidade de vida, ligados aos aspectos socioeconômicos da comunidade.

Segundo a Norma ABNT- NBR 10.703 (1989), meio ambiente é definido como sendo determinado espaço onde ocorre a interação dos componentes bióticos (fauna e flora), abióticos (água, rochas e ar) e biótico-abiótico (solo), este último principalmente nas camadas superficiais onde existe uma alta taxa de atividade de microrganismos que atuam de maneira quase imperceptível ao Homem, mas é um horizonte onde ocorre a mais íntima relação entre o meio biótico e abiótico. Em decorrência da ação humana, ocorre também o componente cultural.

2.4. IMPACTO AMBIENTAL

Segundo definição da Resolução CONAMA 01 de 1986, impacto ambiental é qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia, resultante das atividades humanas, que direta ou indiretamente afetam a saúde, a segurança e o bem estar da população; atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e as qualidades dos recursos ambientais.

O impacto ambiental é uma alteração física ou funcional em qualquer dos componentes ambientais. Essa alteração pode ser qualificada e, muitas vezes, quantificada. Pode ser favorável ao ecossistema ou à sociedade, sendo denominados de impactos positivos. Quando as alterações dão desfavoráveis, os impactos ambientais são denominados de negativos (TOMMASI, 1994).

2.5. ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL E RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Segundo MUNN (1975) *apud* TOMMASI (1994) estudo de impacto ambiental é uma atividade que tem como objetivo identificar e prever o impacto no ambiente e na saúde pública, de propostas legislativas, programas de desenvolvimento, projetos, etc., como também de interpretar e comunicar informações sobre os impactos.

O relatório de impacto ambiental é uma síntese dos estudos de impacto ambiental em que são analisados os efeitos negativos e positivos decorrentes da implantação das modificações propostas ao meio físico e antrópico, com proposição de medidas mitigadoras principalmente para os efeitos negativos decorrentes.

2.6. CONTAMINANTE E CONTAMINAÇÃO

Contaminante é qualquer substância de natureza radioativa, física, química ou biológica incorporada a água, ao solo, a rocha ou ao ar de maneira não natural em concentrações acima dos índices normalmente encontrados na natureza.

Nos aterros sanitários industriais, as características físicas, químicas e biológicas dos contaminantes estão intimamente relacionadas ao tipo de resíduo presente no aterro. Geralmente, os contaminantes são produzidos pela dissolução dos componentes químicos perigosos do resíduo gerando um líquido percolado denominado lixívia ou chorume, ou pela volatilização destes elementos gerando gases que serão liberados na atmosfera.

ZUQUETTE (1993) define contaminação como qualquer alteração causada nos componentes do meio por atividades antrópicas, que podem provocar problemas indiretos ou diretos aos seres vivos no decorrer de períodos longos de tempo.

Segundo a Norma ABNT-NBR 10.703 (1989), contaminação é uma introdução no meio ambiente (ar, água ou solo) ou em alimentos, de organismos patogênicos, substâncias tóxicas ou radioativas, em concentrações nocivas ao Homem, ou outros elementos que possam afetar a sua saúde. É um caso particular de poluição.

2.7. POLUIÇÃO

HASAN (1995) define poluição como processo de contaminação do ar, água e solo com materiais das mais diversas naturezas que contribuem para a redução da qualidade do meio.

Para ZUQUETTE (1993) poluição é um conjunto de alterações que provocam mudanças no meio e que o tornam impróprio para o desenvolvimento das atividades naturais normais ou antrópicas correntes.

Segundo a Norma ABNT-NBR 10.703 (1989), poluição é a degradação da qualidade ambiental, resultante de atividades humanas que direta ou indiretamente: prejudiquem a saúde, a segurança, e o bem estar da população, criando condições adversas às atividades sociais e econômicas; ou afetem desfavoravelmente a biota, as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; e lancem matérias ou energias em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos. Estas matérias ou energias podem causar modificações prejudiciais ao meio ambiente e à saúde pública. Vários órgãos de controle ambiental e de saúde pública

têm padronizado valores para estas matérias ou energias reconhecidamente prejudiciais ao Homem para a garantia de sua qualidade de vida e preservação do meio ambiente.

3. CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS

Um dos principais aspectos a serem abordados com relação à disposição final dos resíduos gerados pelo Homem moderno está relacionado à classificação destes resíduos. Atualmente, vários países adotam suas classificações particulares para os resíduos gerados e em função desta classificação existem propostas de destino final em diferentes conceitos de disposição.

Basicamente, estes resíduos tem sido classificados quanto a sua fonte ou origem e quanto ao seu grau de periculosidade frente a determinados padrões de qualidade ambiental e de saúde pública.

3.1. CLASSIFICAÇÃO US EPA

A *US. Environment Protection Agency* - EPA, por meio da *Resource Conservation and Recovery Act* (RCRA, 1976) estabelece que um resíduo será perigoso se ele possuir certas características (inflamabilidade, corrosividade, reatividade ou toxicidade) ou constar de listas específicas - listagem de resíduos, conforme apresentado pela EPA - *40 Code of Federal Regulations CFR , Part 261* (1991) baseado em análises de componentes perigosos presentes no resíduo.

TESTA (1994) baseado nas leis regulamentadoras americanas define resíduo perigoso como qualquer resíduo ou combinação de resíduos que representem risco potencial à saúde humana ou organismos vivos por não serem degradáveis ou serem persistentes na natureza, ser biocumulativos quando presentes na cadeia alimentar, ser letal ou causar efeitos danosos. Estes resíduos apresentam características de inflamabilidade, corrosividade e toxicidade nas mesmas condições adotadas pela Norma ABNT - NBR 10.004 (1987).

Ainda de acordo com a EPA, um resíduo sólido será considerado perigoso se ele apresentar uma das seguintes características:

- Ser um resíduo pertencente às listas de resíduos perigosos ou conter algum componente listado. Estes resíduos são designados pelos prefixos F, K, P ou U, seguidos por três números e são considerados perigosos, independente de sua concentração;
- Ser um resíduo que exhibe uma das seguintes características: inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade;
- Ser uma mistura contendo resíduos perigosos e não perigosos; e
- Não ser especificamente excluído das regras para resíduos perigosos.

As listagens apresentadas pela EPA trazem os nomes comuns dos componentes perigosos que presentes nos resíduos, sendo representados por códigos designados pelas letras (F, K, P ou U), seguidos por números de 3 dígitos. Estas letras de identificação representam as divisões das categorias dos resíduos listados em:

- Resíduos da série F - são gerados por uma variedade de processos industriais de fontes não específicas e podem ser divididos em resíduos de solventes, resíduos de galvanoplastia e rejeitos de dioxina;
- Resíduos da série K - incluem aqueles gerados por fontes específicas e são provenientes de vários processos e materiais industriais como: processamento de metais, preservação de madeira, produtos de petróleo, ácidos e substâncias corrosivas, pesticidas ou elementos químicos relacionados, tinturarias, pinturas, tintas de impressão, thinner, solventes e fluídos de limpeza, explosivos e semelhante; e
- Resíduos da série P e U - compõem a terceira categoria da lista de resíduos perigosos e incluem produtos químicos comerciais. Resíduos designados pela letra P são agudamente perigosos (contém substâncias químicas fatais ao ser humano em pequenas doses) e são sujeitos às mais rigorosas exigências com relação aos recipientes vazios e restrição de quantidade comercializadas (1 kg para resíduos agudamente perigosos; 100 kg para resíduos não agudamente perigosos). Toda série de resíduos P são agudamente perigosos e da série U são não agudamente perigosos.

Segundo HASAN (1995), de uma maneira resumida, as maiores indústrias geradoras de resíduos perigosos nos países desenvolvidos são:

- Indústria petroquímica - geração de fenóis, metais, ácidos, substâncias corrosivas e compostos orgânicos;
- Indústria de Metal - geração de metais pesados, fluoretos, cianeto, álcalis, solventes e fenóis; e
- Indústria do couro - metais pesados e sulfetos

As outras indústrias geradoras de resíduos perigosos são:

- Fundição e refino de metais primários;

- Tintas e produtos relacionados;
- Produtos químicos orgânicos, pesticidas e explosivos;
- Elétrica e eletrônica;
- Galvanoplastia e acabamento de metais;
- Borracha;
- Baterias;
- Farmacêutica;
- Têxtil, tinturaria e acabamento;
- Refinaria de petróleo;
- Maquinaria especial;
- Cortume de couro e acabamento;
- Plástico; e
- Re-refino de resíduos oleosos.

Segundo TESTA (1994), outra categoria de resíduos perigosos são os resíduos radioativos e os infecto-contagiosos.

Os resíduos radioativos podem ser classificados como resíduos com alto nível de radioatividade, transurânico (TRU) ou resíduos com baixo nível de radioatividade conforme descritos abaixo:

- Resíduos com alto nível de radioatividade - ficam restritos a bastões de combustível radioativo gastos e material líquido e sólido que podem ser diretamente derivados deles;
- TRU - são os materiais que contêm apreciáveis quantidades de elementos pesados actinídeos (principalmente Np, Pu e Am) que é derivado da produção e manuseio de plutônio para propósitos militares; e
- Resíduos com baixo nível de radioatividade - incluem os resíduos derivados de exploração e moagem de minério de urânio, resíduos de material radioativo hospitalar, resíduos de laboratórios de pesquisa e de processos industriais. Nos EUA outros tantos resíduos radioativos são derivados de várias fontes geradoras pela indústria nuclear, apesar de que, a meia vida de tais materiais é usualmente restrita a menos que poucas décadas.

Os resíduos infecto-contagiosos constituem a menor categoria de resíduos potencialmente perigosos. Fazem parte desta classe qualquer equipamento, instrumento, utensílio e roupas de quartos de pacientes com doenças que necessitem de isolamento, resíduos de laboratórios e resíduos de salas de operação cirúrgica.

O termo resíduo perigoso é definido pelo *U.S. Resource Conservation and Recovery Act* (RCRA) 94-580 apud YONG *et al.* (1992) como resíduos sólidos ou combinação de

resíduos sólidos que por sua quantidade, concentração ou características físicas, químicas ou infecto-contagiosas podem contribuir ou causar mortalidade ou ainda um incremento de doenças, colocando em risco potencial a vida humana ou o meio ambiente quando tratado inadequadamente.

O termo tóxico, para efeito da RCRA é referido a substâncias que causam a morte ou sérios prejuízos a seres humanos e animais. A toxicidade faz parte dos critérios necessários para classificação de materiais perigosos (resíduos). O procedimento para o teste de toxicidade é o mesmo da norma ABNT- NBR 10.005 (1987) que determina o procedimento para o teste de lixiviação de uma amostra representativa do resíduo usando água destilada em pH 5 com ácido acético. O extrato lixiviado é analisado para 8 metais: arsenico, bário, cádmio, cromo, chumbo, mercúrio, selênio e prata. Adicionalmente o extrato é analisado para 4 herbicidas e 2 pesticidas. Assim, se o nível de concentração no extrato for igual ou exceder aos níveis limites especificados, o resíduo é classificado como tóxico e perigoso.

3.2. CLASSIFICAÇÃO BRASILEIRA - ABNT

Por ser considerada um exemplo para os outros países em desenvolvimento, muitos utilizam os critérios desenvolvidos pela EPA americana para a classificação dos resíduos, com algumas adaptações. No Brasil a classificação dos resíduos segundo sua periculosidade segue a US-EPA, conforme apresentado na Norma ABNT-NBR 10.004 (1987), considerando pequenas adaptações.

Segundo a Norma ABNT - NBR - 10.004, os resíduos são agrupados em três categorias: Resíduos Classe I - Perigosos; Resíduos Classe II - Não inertes e Resíduos Classe III - Inertes.

Esta classificação está baseada fundamentalmente nas características de periculosidade dos resíduos. Entende-se como periculosidade, as características apresentadas por um resíduo que em função de suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas, podem apresentar riscos potenciais à saúde pública e ao meio ambiente. É baseada em listagens de resíduos ou elementos químicos reconhecidamente perigosos e em listagens padrões de concentração de poluentes, a saber:

[*] Listagem 1 - Resíduos perigosos de fontes não específicas;

[*] Listagem 2 - Resíduos perigosos de fontes específicas;

[*] Listagem 3 - Constituintes perigosos - base para a relação dos resíduos e produtos das listagens 1 e 2;

[*] Listagem 4 - Substâncias que conferem periculosidade aos resíduos;

- [*] Listagem 5 - Substâncias agudamente tóxicas;
- [*] Listagem 6 - Substâncias tóxicas;
- [*] Listagem 7 - Concentração - limite máximo no extrato obtido no teste de lixiviação;
- [*] Listagem 8 - Padrões para o teste de solubilização;
- [*] Listagem 9 - Concentrações máximas de poluentes na massa bruta de resíduos que são utilizadas pelo Ministério do Meio Ambiente da França para classificação de resíduo; e
- [*] Listagem 10-Concentração mínima para caracterizar o resíduo como perigoso.

[*] Listagens padrões apresentadas no **Anexo I**.

Estas listagens e os códigos dos elementos são equivalentes às listagens desenvolvidas pela Agência de Proteção Ambiental Americana - EPA.

Outra característica importante para a disposição final dos resíduos está relacionada às incompatibilidades apresentadas por determinados grupos de resíduos. Estas listagens estão apresentadas no **Anexo II**.

Resíduos Classe I - Perigosos

São classificados como resíduos classe I ou perigosos, os resíduos sólidos ou misturas de resíduos que, em função de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade (ver definições na **Tabela 2**), podem apresentar risco à saúde pública, provocando ou contribuindo para um aumento de mortalidade ou incidência de doenças e/ou apresentar efeitos adversos ao meio ambiente quando manuseados ou dispostos de forma inadequada (ROCCA *et al.*, 1993 baseado na Norma ABNT-NBR 10004 (1987) “Resíduos Sólidos - Classificação”).

Tabela 2. Definições das propriedades características de um resíduo perigoso. Fonte: ABNT-NBR 10.004 (1987) - “Resíduos Sólidos - Classificação” .

CARACTERÍSTICA	CODIGO IDENTIF.	PROPRIEDADES
INFLAMABILIDADE	D001	Se uma amostra representativa do resíduo, obtida conforme NBR 10.007 apresentar uma das seguintes propriedades: ser líquido e ter ponto de fulgor inferior a 60°C, determinado conforme ASTM D93, excetuando-se as soluções aquosas com menos de 24% de álcool em volume; não ser líquida e ser capaz de , sob condições de temperatura e pressão de 25°C e 0,1 Mpa

		(1atm), produzir fogo por fricção, absorção de umidade ou por alterações químicas espontâneas e, quando inflamada, queimar vigorosa e persistentemente, dificultando a extinção do fogo; ser um oxidante definido como substância que pode liberar oxigênio e, como resultado, estimular a combustão e aumentar a intensidade do fogo em outro material.
CORROSI- VIDADE	D002	Se uma amostra representativa do resíduo, obtida conforme NBR 10007 apresentar uma das seguintes propriedades: ser aquoso e apresentar pH inferior ou igual a 2, ou superior ou igual a 12,5 e ser líquido e corroer o aço SAE1020 a uma razão maior que 6,35 mm ao ano, a uma temperatura de 55°C, de acordo com o método NACE (<i>National Association Corrosion Engineers</i>) TM-01-69 ou equivalente.
REATIVI- DADE	D003	Se uma amostra representativa do resíduo, obtida conforme NBR 10007 apresentar uma das seguintes propriedades: ser normalmente instável e reagir de forma violenta e imediata, sem detonar; reagir violentamente com a água; formar misturas potencialmente explosivas com a água; gerar gases, vapores e fumos tóxicos em quantidades suficientes para provocar danos à saúde ou ao meio ambiente, quando misturados com a água; possuir em sua constituição ânions, cianeto ou sulfeto, que possa, por reação liberar gases, vapores ou fumos tóxicos em quantidades suficientes para por em risco a saúde humana ou o meio ambiente; ser capaz de produzir reação explosiva ou detonante sob ação de forte estímulo, ação catalítica ou da temperatura em ambientes confinados; ser capaz de produzir, prontamente, reação ou decomposição detonante ou explosiva a 25°C e 0,1 Mpa (1atm); ser explosivo, definido como uma substância fabricada para produzir um resultado prático, por efeito de explosão ou de efeito pirotécnico, esteja ou não esta substância contida em dispositivo preparado para este fim.
TOXICI- DADE		Se uma amostra representativa do resíduo, obtida conforme NBR 10007 apresentar uma das seguintes propriedades: possuir, quando testada, uma DL ₅₀ oral para ratos menor que 50mg/kg ou CL ₅₀ inalação para ratos menor que 2 mg/L ou uma DL ₅₀ dérmica para coelhos menor que 200mg/kg; quando o extrato obtido de uma amostra contiver qualquer um dos contaminantes em concentrações superiores aos valores constantes da listagem nº 7. Neste caso o resíduo será caracterizado com tóxico TL (com códigos de identificação D005 a D029); possuir uma ou mais substâncias constantes da listagem nº 4 e apresentar periculosidade levando-se em consideração alguns fatores (natureza da toxidez do resíduo; concentração do constituinte no resíduo, potencial que o constituinte, ou qualquer produto tóxico de sua degradação tem de migrar do resíduo para o ambiente, sob condições impróprias de manuseio; persistência do constituinte ou de qualquer produto tóxico de sua degradação; potencial que o constituinte ou qualquer produto tóxico de sua degradação tem de se degradar em constituintes não perigosos considerando a velocidade em que ocorre a

		degradação; extensão em que o constituinte, ou qualquer produto tóxico de sua degradação é capaz de bioacumulação nos ecossistemas) ser constituída por restos de embalagens contaminadas com substâncias da listagem nº 5 (com código de identificação P001 a P123); resíduos de derramamento ou produtos fora de especificação de qualquer substâncias constantes nas listagens nº5 e 6 (com código de identificação P001 a P123 ou U001 a U246).
PATOGE- NICIDADE	D004	Se uma amostra representativa do resíduo, obtida conforme NBR 10007 apresentar as seguintes características: caso o resíduo contenha microrganismos ou se suas toxinas forem capazes de produzir doenças. Não se incluem nesta classificação os resíduos sólidos domiciliares e aqueles gerados nas estações de tratamento de esgotos domésticos.

Resíduos Classe II - Não Inertes

Segundo ROCCA *et al.* (1993) são classificados como classe II ou resíduos não inertes, os resíduos sólidos ou misturas de resíduos sólidos que não se enquadram na classe I - perigosos ou na classe III - inertes, podendo ter propriedades tais como combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água.

Resíduos Classe III - Inertes

Ainda segundo o mesmo autor, são classificados como classe III ou resíduos inertes, os resíduos sólidos ou misturas de resíduos sólidos que, submetidos ao teste de solubilização (Norma ABNT-NBR 10.006 (1987) "Solubilização de Resíduos - Procedimento") não tenham nenhum de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões definidos na Listagem 8 (Anexo I).

O fluxograma da **Figura 1** apresenta uma proposta metodológica para a classificação dos resíduos sólidos.

Os resíduos radioativos não são objeto desta classificação, pois por força da legislação específica, o gerenciamento dos mesmos é de competência exclusiva da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN).

3.3. CLASSIFICAÇÃO REINO UNIDO

ATTEWELL (1995), apresenta um resumo da classificação dos resíduos utilizada no Reino Unido, conforme apresentado na **Tabela 3**.

Tabela 3. Resumo da classificação de resíduos utilizada no Reino Unido (ATTEWELL, 1995).

CLASSIFICAÇÃO - CATEGORIAS	ORIGEM	CARACTERÍSTICAS DO RESÍDUO
Resíduos Controlados	1. Resíduos domésticos: provenientes de residências, caravanas, estabelecimentos educacionais, hospitais e enfermagem.	São bio-reativos na presença de pequena quantidade de água e são capazes de se decompor por processos aeróbicos e anaeróbicos, gerando calor, estimulando a reação e criando gases e lixívia.
	2. Resíduos industriais: incluem qualquer resíduo de fábricas, estabelecimentos associados ao transporte público, postal ou serviços de telecomunicações, abastecimento de gás, água, eletricidade ou águas de serviços de esgoto.	Alguns são bio-reativos como os resíduos domésticos, alguns são inertes e não decompõe quimicamente e alguns são de natureza orgânica oleosa. Nenhum deles se decompõe sozinho e também não auxiliam na decomposição de outros materiais quando codispostos.
	3. Resíduos comerciais: incluem resíduos do comércio ou de estabelecimentos comerciais e aqueles cuja origem é de propósito de esporte, recreação e entretenimento. Não incluem resíduos agrícolas, de mineração ou pedreiras, explosivos e a maior parte dos resíduos radioativos.	
Resíduos Perigosos ou Especiais		Requerem cuidados especiais no manejo, são tão tóxicos ou apresentam dificuldades para tratamento, e armazenamento, sendo necessário dispor de providências especiais para tratar com eles. Incluem várias listas de substâncias como o mercúrio e o cádmio, substâncias inflamáveis e certos produtos medicinais. Podem também incluir resíduos radioativos.
Resíduos Restritivos		Resíduos que são intermediários entre os domésticos e perigosos.
Resíduos Difíceis		Embora aceitável para disposição em aterro sanitário por suas propriedades globais, requerem métodos particulares de manejo até o sítio de disposição, além de procedimentos diários

Resíduos Inertes	Construção civil, principalmente	São constituídos por pedras, entulho de construção. Não são reativos quimicamente nem biologicamente.
------------------	----------------------------------	---

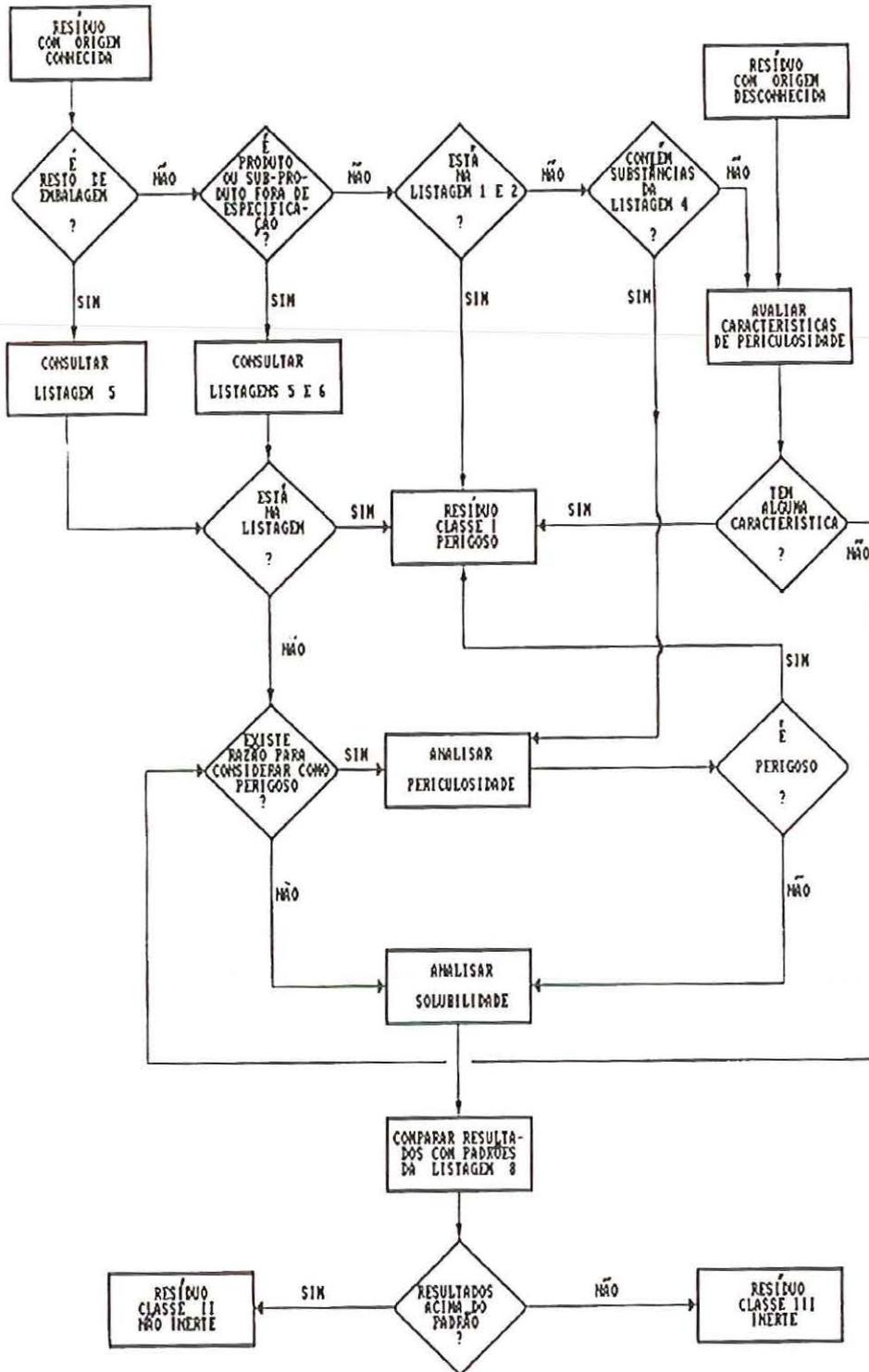


Figura 1. Fluxograma para classificação de resíduos sólidos. Fonte: ROCCA et al. (1993).

3.4. OUTRAS PROPOSTAS DE CLASSIFICAÇÃO

Alguns autores têm procurado desenvolver novas classificações para os resíduos no intuito de simplificar a classificação da NBR.

ZUQUETTE & GANDOLFI (1990) propõem uma classificação para os resíduos normalmente produzidos nos centros urbanos de médio porte (50.000 habitantes), em dois grandes grupos: Contaminantes Comuns e Contaminantes Perigosos baseada, principalmente, no potencial apresentado pelos resíduos à contaminação e poluição do meio físico quando dispostos de maneira inadequada.

Contaminantes Comuns

São os resíduos que em função de suas características físicas, químicas e de solubilidade não apresentam riscos à saúde pública e ao meio ambiente.

Contaminantes Perigosos

Esta classe de resíduos pode ser dividida em 2 subclasses: Contaminantes Pouco Perigosos - Baixa Periculosidade e Contaminantes Altamente Perigosos.

Os resíduos de baixa periculosidade são produzidos em quantidades variáveis em quase todas as regiões do País, sejam nos centros urbanos ou áreas rurais. Podem ser divididos em quatro subgrupos:

- Resíduos com baixo nível de radioatividade - estão incluídos neste subgrupo os radionuclídeos e/ou materiais que apresentam até 370 Mbq/m^3 e meia vida considerada curta, conforme apresentado na **Tabela 4**;
- Pesticidas e Similares - nesta categoria estão presentes os pesticidas mais comuns utilizados no meio urbano e rural tais como: α endosulfan, β endosulfan, endosulfan sulfato, B.H.C. (α , β , γ , δ), aldrin, dieldrin, D.D.D., D.D.T., endrin, endrin aldehyde, chlordane, heptachlor, toxaphane, organofosforados e outros;
- Resíduos com Íons Pesados - materiais que apresentam em parte ou na totalidade, íons ou compostos dos seguintes elementos: Cd, Zn, Hg, Pb, Fe, Ni, Cu, Cr, arseniados, boratos, Se, Sb, As e Ti; e
- Resíduos Tóxicos - aqueles que contiverem os seguintes materiais: óleos, cianetos, benzenos, fenóis, álcalis, ácidos, combustíveis, restos hospitalares, plásticos e outros.

Quanto aos contaminantes altamente perigosos, enquadram-se neste subgrupo basicamente os resíduos radioativos usados em reatores e que apresentam mais que 370 Mbq/m^3 , meia vida longa e geração de temperatura pela radiação.

Tabela 4. Lista de radionuclídeos mais comuns e suas meia vida. Fonte: ZUQUETTE & GANDOLFI (1990).

Radionuclídeo	Meia Vida	Fonte Principal
Carbono 14	5770 anos	Indústria/Institutos
Césio 134	22 anos	Reatores/Hospitais
Césio 137	30 anos	Reatore/Indústria
Cromo 51	278 anos	Reatores
Cobalto 58	71 anos	Reatores/Hospitais
Cobalto 60	53 anos	Reatores/Indústria
Iodo 125	60 dias	Indústria/Instituições
Iodo 131	8,1 dias	Reatores
Iridio 192	74 dias	Indústria/Instituições
Manganês 54	291 dias	Reatores
Estrôncio 90	28 anos	Reatores
Trítio	12,3 anos	Indústria/Instituições
Urânio 238	$4,5 \cdot 10^9$ anos	Indústria/Reatores/Instít.
Zinco 65	245 dias	Reatores/Indústria

Para YONG *et al.* (1992), outros países fora os Estados Unidos e organizações profissionais tem seus próprios critérios de classificação ou normas que podem ou não estar de acordo com as definições e regulamentações da RCRA. É de extrema importância que se chegue a uma classificação comum com definições que possam distinguir corretamente os resíduos perigosos e não perigosos. As regulamentações escritas tratam apenas dos resíduos perigosos, que têm que cumprir com regras de manejo e disposição muito severas impostas pelas agências governamentais de controle. Já os resíduos considerados não perigosos, em sua maioria, não são objeto de regulamentações e por isso não estão sujeitos às rigorosas leis para o gerenciamento e disposição de rejeitos/resíduos.

4. FORMAS DE DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS

Ao contrário de sua capacidade de produção e geração de resíduos das mais diferentes características, o Homem tem utilizado técnicas e formas bem conservadoras para disposição destes resíduos. Esta maneira conservadora de manejo e disposição final dos resíduos gerados é decorrente de um difícil aprendizado com relação ao comportamento do meio ambiente frente a este tipo de interferência antrópica. A evolução parte do princípio de tentativas, acertos e erros, sendo que a quantidade de erros cometidos é muito maior, pois os efeitos negativos gerados ao meio ambiente não são imediatos, e sim cumulativos e a constatação destes efeitos negativos só é feita em estágio muito avançado de poluição, quando já trazem consequências negativas ao Homem, flora e fauna.

Segundo HASAN (1995), os resíduos perigosos podem ser dispostos de várias formas, sendo que os métodos mais comuns de disposição de resíduos podem ser divididos em três categorias:

- Métodos térmicos;
- Disposição no solo; e
- Disposição no oceano.

4.1. MÉTODOS TÉRMICOS

São métodos de disposição provisórios, podendo ser considerado como um tipo de tratamento dos resíduos. Os resíduos são provisoriamente dispostos em usinas de tratamento térmico, tendo como finalidade principal a redução do volume dos resíduos e a diminuição de seu teor de umidade.

4.1.1. Incineração

Este método de disposição provisória e tratamento térmico utiliza o calor e oxigênio do ar para destruir a fração orgânica do resíduo. Requer altas temperaturas, geralmente 900°

C ou mais. Do ponto de vista químico, a incineração representa um processo de oxidação exotérmico que converte compostos orgânicos em dióxido de carbono e vapor de água, acompanhado de liberação de calor.

Os resíduos a serem incinerados, na maioria dos casos, não apresentam em sua composição somente compostos orgânicos, quantidades variáveis de material inorgânico também estão presentes em sua composição incluindo metais pesados e vidros. Estes metais e não metais perigosos sofrem oxidação como resultado da incineração (por exemplo o cobre metálico é transformado em óxido de cobre, sódio em hidróxido de sódio, potássio em hidróxido de potássio, cloreto em cloreto de hidrogênio e carbono em dióxido de carbono). Os outros constituintes do material incinerado formam como resíduos as cinzas ou gases, que após o tratamento por incineração requerem manejo, tratamento e disposição especial.

O custo da tecnologia utilizada por um incinerador é muito alto, podendo chegar a 70 milhões de dólares na implantação e seu custo de operação pode chegar a ser 200% superior aos aterros sanitários. Mas esta técnica vem ganhando popularidade, apesar do alto custo, por ser um método de eliminar a toxicidade de certos resíduos como os PCBs (bifenil policlorados) e dioxinas, além dos resíduos combustíveis como os cancerígenos, mutagênicos, teratogênicos e patológicos, que em outras formas de disposição podem resultar na transmissão de sérias doenças.

Os principais componentes de um incinerador de resíduos perigosos são:

- Preparo e alimentação dos resíduos - o projeto do método de alimentação é baseado no estado físico do resíduo perigoso. Sólidos volumosos usualmente requerem trituração para redução do tamanho das partículas, sendo então encaminhados para a câmara de combustão; os lodos são alimentados através de cavidades de bombeamento e os resíduos líquidos são convertidos a gás antes da injeção nas câmaras;
- Câmara de combustão - é a parte principal de um incinerador, onde temperaturas da ordem de 824° C e 1650° C são mantidas para a efetiva destruição dos resíduos perigosos; e
- Sistemas de controle de poluição do ar - é parte integrante de um incinerador. São projetados para captar os gases da combustão e outros produtos para posterior tratamento antes de sua liberação para a atmosfera. Os aparelhos de controle de poluição mais utilizados são os sistemas de resfriamento e restrição de gases, purificadores venturi de alta energia para remoção de material particulado, purificadores de água ou outros aparelhos de controle de poluição do ar. A cinza é periodicamente removida e apropriadamente tratada antes da disposição final.

4.1.2. Pirólise

O processo de pirólise também utiliza calor para destruição dos constituintes dos resíduos perigosos. Contudo, difere da incineração por apresentar processo de decomposição envolvendo reação endotérmica que ocorre a temperaturas menores na ausência do oxigênio. A faixa de temperatura para a pirólise é entre 425° C e 750° C.

É um processo de duas etapas. Na primeira etapa, ocorre o aquecimento do resíduo misto a baixas temperaturas (425° - 750° C) resultando na separação das frações voláteis das não voláteis. Na segunda etapa, os voláteis são queimados num incinerador de gases, sobrando após o processo as cinzas (resíduos sólidos). Estas etapas necessitam de rigoroso controle de temperatura e requerem equipamentos de pequenas dimensões.

Estes tipos de tratamento térmico eliminam os transtornos causados pela formação de lixívia nos aterros e sua subsequente migração que contaminam as águas superficiais e subterrâneas e reduzem significativamente o volume do resíduo destinado à disposição final.

4.2. DISPOSIÇÃO NO MEIO FÍSICO

A disposição no meio físico é o destino final da maioria dos resíduos gerados pelo Homem, compreendendo a disposição de resíduos em superfície e subsuperfície. Antigamente os resíduos eram dispostos diretamente no solo sem nenhum sistema de proteção e sem conhecimento dos problemas causados ao meio ambiente.

Atualmente qualquer tipo de disposição de resíduos no solo deve ser muito bem estudada, conhecendo-se as características dos resíduos a serem dispostos, sua periculosidade e os impactos gerados por este tipo de procedimento.

Para HASAN (1995), os principais tipos de disposição no solo superficial são os aterros, represamento superficial, empilhamento de resíduos, tratamento no solo - "landfarming", disposição em galerias de concreto e "bunkers". Os principais tipos de disposição em solo subsuperficial são as injeções profundas, disposição em domos salinos, disposição em formações com camadas salinas e disposição em minas e cavernas.

4.2.1. Aterros

Inicialmente qualquer área livre, longe de regiões habitadas eram transformadas em depósitos de resíduos, vulgarmente denominados de lixões ou vazadouros de lixo.

Segundo CONSONI *et al.* (1996), lixão é uma forma inadequada de disposição de resíduos sólidos (das mais variadas origens) que se caracteriza pela simples descarga do resíduo no solo sem nenhuma medida de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública. Acarretam diversos problemas à saúde através da proliferação de vetores de doenças como moscas, mosquitos, baratas, ratos entre outros; problemas de poluição do ar, pela geração de gases provenientes da decomposição da matéria orgânica e reações físico-químicas na massa de resíduo; e principalmente causa a poluição dos solos, águas superficiais e subterrâneas, pois todo o líquido percolado no resíduo infiltra diretamente no solo ou escoar superficialmente até ser interceptado por cursos de água ou o nível do lençol subterrâneo. Ocorrem também problemas de geração de calor e fogo nos resíduos, além de um desagradável aspecto visual destas áreas.

Entre 1900 e 1910, várias cidades americanas e européias começaram a enterrar seus resíduos buscando uma melhoria destes depósitos. Na década de 1930, passou-se a utilizar equipamentos pesados para a compactação dos resíduos com o objetivo de conservar espaço e dispor os resíduos dentro de uma prática sanitária, ainda sem nenhum tipo de sistema de proteção, evoluindo para a técnica atual de aterros sanitários (SORG & BENDIXEN, 1975).

Os aterros representam a técnica de disposição final de resíduos no solo de maior emprego nos tempos atuais e são conhecidos principalmente como aterros sanitários, aterros industriais, aterros selados ou aterros seguros. Nos diferentes países onde a técnica é empregada existem algumas variações nos conceitos de projeto deste tipo de disposição frente, principalmente aos diferentes tipos de resíduos a serem dispostos.

Os elementos básicos exigidos para um aterro sanitário são os sistemas de revestimento de proteção de base, sistemas de coleta e tratamento de líquidos percolados, sistemas de coleta de gás, sistemas de cobertura de proteção e sistemas de monitoramento para a verificação do bom funcionamento dos elementos do aterro.

4.2.2. Tratamento no Meio Físico

Este sistema de disposição de resíduos tem como princípio o uso do solo como meio simultâneo de tratamento e disposição de resíduos. O tratamento objetiva a degradação, transformação ou imobilização dos componentes químicos e orgânicos presentes nos resíduos por meio de processos naturais de biodegradação provocados pelos organismos presentes no solo e das reações físico-químicas que ocorrem entre os resíduos dispostos e o meio.

O processo é otimizado com aeração, controle do pH, controle do conteúdo de água e de fertilização para prover suprimento de nutrientes aos microrganismos atuantes no processo.

Segundo HASAN (1995) este tipo de tratamento é apropriado para resíduos de petróleo, embora lamas de esgoto sejam também aceitáveis. Não é recomendado para compostos orgânicos halogenados e resíduos perigosos contendo metais pesados.

Alguns cuidados devem ser tomados pelos proprietários ou operadores com relação a este tipo de disposição de resíduos como:

- Realizar análises dos resíduos antes da sua disposição no solo para determinar as concentrações dos constituintes perigosos e tóxicos;
- Realizar ensaios com pré tratamento dos resíduos para verificação da eficiência do processo frente aos constituintes perigosos do resíduo;
- Monitorar o solo e a zona vadosa para assegurar que não há ocorrência de migração dos constituintes perigosos para os solos subjacentes e águas subterrâneas; e
- Realizar procedimentos apropriados de fechamento do local, com a preocupação de manter as condições ótimas para maximizar a degradação, transformação e imobilização dos constituintes perigosos do resíduo, minimização dos efeitos da precipitação e minimização do escoamento superficial proveniente da planta de tratamento de resíduos e controles de dispersão pelo vento.

No Brasil um sistema de tratamento e disposição de resíduos meio físico é bastante aplicado é a técnica de espalhamento ou irrigação superficial, onde os resíduos líquidos ou lodos provenientes de processos industriais são espalhados na superfície do terreno para que haja a fixação e decomposição dos componentes dos resíduos nas camadas superficiais do meio físico. Esta técnica é utilizada principalmente em culturas de cana de açúcar onde o resíduo líquido “vinhoto” é lançado no próprio local da cultura. Porém, a eficiência deste procedimento não é comprovada, pois não existem sistemas de monitoramento e registros mais concretos destas atividades, que devem ser controladas com mais rigor pelos órgãos ambientais. Outro sistema conhecido como “landfarming” vem sendo muito utilizado no tratamento de resíduos oleosos gerados nas refinarias de petróleo das unidades da PETROBRÁS.

4.2.3. Empilhamento de Resíduos

Empilhamento de resíduos é uma maneira de acúmulo de resíduos sólidos perigosos sem líquidos livres, desprovida de receptáculo. Dependendo do tipo de destino a ser dado a

este tipo de disposição de resíduo, se utilizado como armazenamento, tratamento, ou disposição, diferentes exigências tem que ser atendidas. O proprietário ou operador de um empilhamento para tratamento ou armazenamento devem satisfazer às seguintes exigências:

- Efetuar análises no resíduo para caracterização total do resíduo perigoso. Adicionalmente, amostras representativas de cada carregamento devem ser analisadas para prevenir misturas inadvertidas de resíduos incompatíveis;
- Proteção da pilha de resíduos contra dispersão pelo vento;
- Colocação da pilha de resíduo em base impermeável;
- Separação da pilha de resíduos de outros materiais incompatíveis;
- Nenhum líquido deverá ser colocado na pilha;
- A pilha deve ser coberta, fora da ação de chuvas
- Sistema de drenagem para prevenir fluxo de água em qualquer porção da pilha de resíduo calculado para chuva máxima num tempo de recorrência de 25 anos;
- Nenhum resíduo inflamável ou reativo deverá ser colocado na pilha, a menos que tenham sido tratados tornando-se não inflamável e não reativo; e
- Todos os solos contaminados, sistemas de revestimento de proteção, equipamentos e estruturas devem ser removidos ou descontaminados de acordo com o plano de encerramento. Se não for possível, a pilha de resíduo deve ser encerrada como um aterro.

Adicionalmente às exigências acima, as pilhas de resíduos devem apresentar também:

- Sistema de revestimento de proteção acima de uma base de suporte ou fundação para prevenir a migração de qualquer resíduo na direção vertical e horizontal;
- Sistema de manejo de lixívia instalado acima do sistema de revestimento de proteção para remoção de toda a lixívia;
- Sistema de controle e drenagem de água para chuva máxima num tempo de recorrência de 25 anos para pelo menos 24 horas; e
- Inspeções semanais, bem como após cada período de chuva.

Como pode ser visto, este tipo de disposição de resíduos também é uma disposição provisória, um armazenamento para utilização ou tratamento posterior.

4.2.4. Represamento Superficial

Represamento de superfície é uma forma de disposição de resíduos utilizada para acúmulo de resíduos líquidos ou contendo líquidos livres. O represamento pode ser feito em depressões topográficas naturais, escavações artificiais, ou área represada (bacias). Bacias de

acúmulo, bacias de armazenamento, fossas de aeração, lagos e lagoas são exemplos de represamento superficial. São diferentes dos tanques por não apresentar integridade estrutural auto sustentável, dependendo da configuração e do suporte das estruturas de terra.

Pode ser utilizado para disposição de resíduos perigosos, sendo necessário satisfazer às seguintes exigências:

- Efetuar análises do resíduo a ser tratado ou armazenado;
- Manutenção de pelo menos 0.61 m de borda livre, que deve ser inspecionado todos os dias. Adicionalmente, inspeções semanais devem ser efetuadas na barragem, vegetação adjacente, e área do represamento para detecção de qualquer vazamento, deterioração ou falhas no represamento;
- Deve possuir dois ou mais sistemas de revestimento de proteção, acompanhado de sistema de coleta e remoção de lixívia;
- Sistemas de monitoramento das águas subsuperficiais; e
- Nenhum resíduo inflamável ou reativo deve ser disposto nestas represas.

A represa pode ser encerrada removendo ou descontaminando todos os equipamentos, revestimento de proteção, estruturas, solos subsuperficiais e adjacente e águas subterrâneas, se necessário. Caso a descontaminação não seja concluída com êxito, a barragem deve ser encerrada como um aterro.

4.2.5. Poço de Injeção Profunda

Esta é uma técnica de disposição de resíduos pouco desenvolvida no Brasil, mas nos EUA tem sido utilizada desde 1950. Embora permitido por lei, os poços de injeção profunda devem ser considerados somente após tratamento para redução e minimização de resíduos na origem ou fonte, e após avaliação de outros métodos de disposição.

Segundo a US-EPA este procedimento pode ser classificado em 5 Categorias, considerando o tipo de resíduo e a relação da zona de injeção com a fonte subsuperficial de água potável:

- Classe I - Poços para injeções de resíduos perigosos e não perigosos de origem municipal e industrial em formações geológicas localizadas abaixo da formação mais profunda contendo a fonte subterrânea de água potável, dentro de uma área de 0.4 Km da perfuração do poço;
- Classe II - Poços para injeções de fluídos da exploração do petróleo trazidos para superfície durante a produção de petróleo, e fluídos utilizados para aumentar a produção.

É também utilizado para armazenamento de hidrocarbonetos líquidos a pressões e temperaturas padrões;

- Classe III - Poços para injeções de fluídos de extrações minerais, incluindo aquelas utilizadas para dissolução de certos minerais como enxofre, sal e potássio;
- Classe IV - Poços para injeções de resíduos perigoso radioativos. Esta classe tem sido proibida pela US - EPA; e
- Classe V - Poços para injeções de resíduos que não estão englobados em nenhuma classe acima descrita.

O critério para seleção de locais para os poços de injeção, projeto e construção, operação e encerramento devem ser rigorosos, não devem estar em zonas geologicamente instáveis, ou sejam: zonas de falhas, zonas de cisalhamento, com sistemas de juntas e diáclases, ou nas proximidades de poços abandonados sem vedação ou imprópriamente vedados que poderia causar um fluxo ascendente de atalho para migração para o resíduo injetado. Portanto, é de extrema importância o entendimento dos fatores geológicos e hidrogeológicos para este tipo de disposição de resíduos. Os fatores geológicos considerados de maior importância são:

- Geologia regional - caracterização da geomorfologia; estruturas e tectônica; estratigrafia; recursos minerais e sismicidade, incluindo falhas ativas; e
- Geologia e hidrogeologia local - caracterização das estruturas geológicas; litologia e das rochas de subsuperfície; características geotécnicas das rochas de subsuperfície incluindo espessura, distribuição lateral, RQD, porosidade e permeabilidade, características químicas das rochas e dos líquidos presentes, acompanhado da pressão e temperatura do depósito e sua hidrodinâmica; geohidrologia, com ocorrências de aquíferos de água fresca, sua profundidade, espessura e qualidade da água; recursos minerais se a área está localizada em região de exploração de recursos minerais e perspectivas de serem exploradas.

A **Figura 2** mostra um perfil esquemático de um poço de injeção profunda com os componentes construtivos.

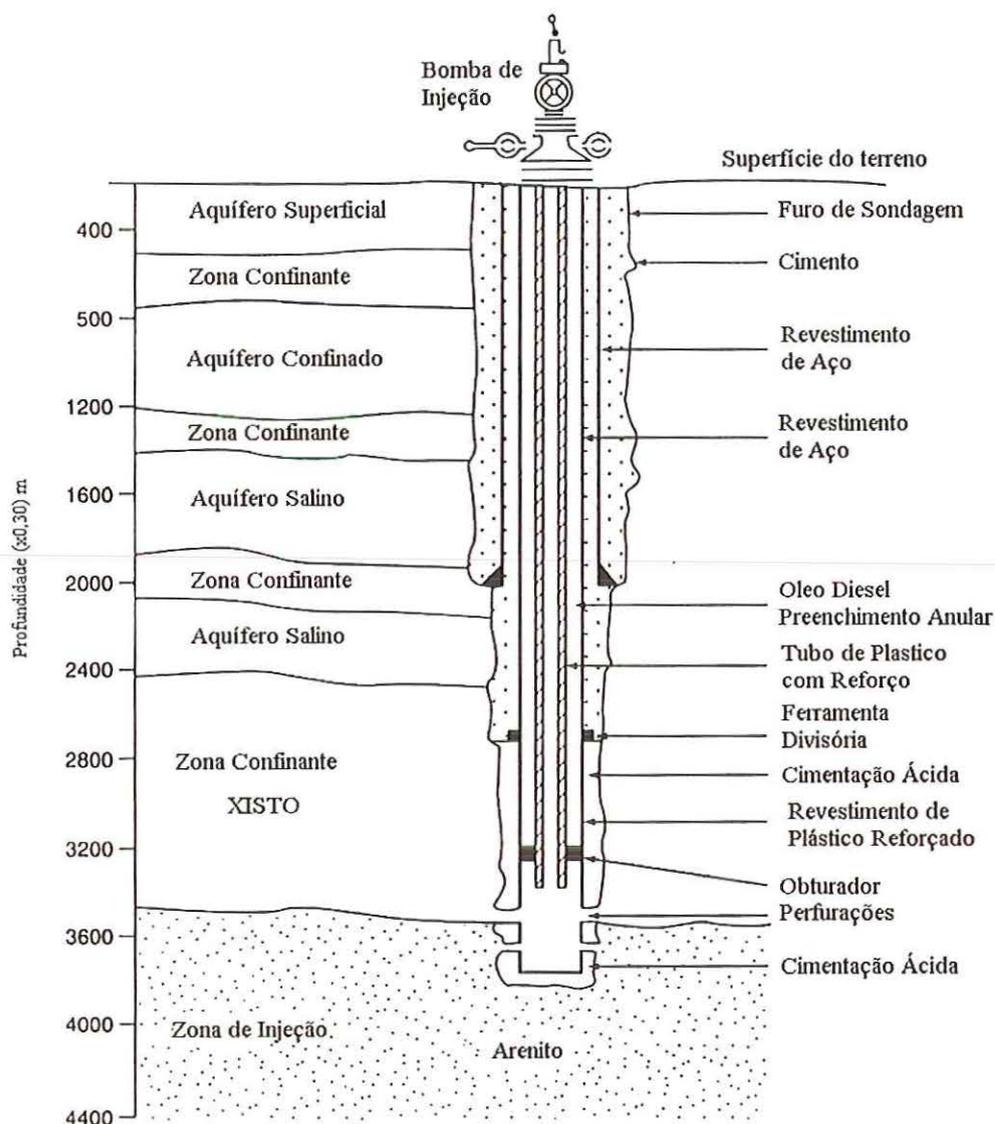


Figura 2. Perfil esquemático de poço de injeção profunda em arenito. Fonte, WARNER & LEHR (1977) *apud* HASAN (1995).

4.2.6. Disposição em Aberturas Subterrâneas de Mineração

A exploração de minas subterrâneas criam espaços vazios que oferecem uma alternativa atrativa para armazenamento e/ou disposição de resíduos perigosos. Aproveita-se os espaços vazios denominados de galerias e câmaras deixados na exploração destas rochas para a disposição dos resíduos.

Muitas litologias como calcários, arenitos e granitos são apropriados para o armazenamento/disposição de resíduos perigosos. Alguns fatores devem ser considerados para determinar a conveniência da utilização deste tipo de depósito:

- Condições hidrogeológicas - A área deve ser seca e sem conexão hidrogeológica com a superfície. Na presença de pequena quantidade de água deve ser instalado um sistema de coleta e drenagem da água, mas se a presença de água for significativa, o local é classificado como inviável para este tipo de disposição de resíduo. No caso de minas pouco profundas, o nível de água estará abaixo da câmara de exploração, mais em minas profundas, abaixo do nível de água, será necessário cumprir todas as exigências de proteção para manter a potabilidade da água subterrânea;
- Profundidade - A cavidade deve estar próxima à superfície para proporcionar fácil acesso aos caminhões para transporte de resíduos. Mas se a profundidade for grande podem ser utilizados poços para entrada e saída. Minas mais profundas são desejáveis se a proposta é isolar o resíduo, mas as condições de acesso são mais apropriadas para o armazenamento e disposição em cavidades menos profundas;
- Estabilidade da cavidade - Natureza geomecânica inerente à natureza da formação rochosa, efeitos da detonação, condições hidrogeológicas, natureza das tensões e tamanho da abertura controlam a estabilidade da mina. Caso a cavidade não apresente condições naturais de estabilidade esta pode ser atingida por meio de reforços. É necessário que se faça um monitoramento periódico das condições estruturais para garantia de integridade e para evitar contaminações decorrentes de instabilizações de câmaras utilizadas para disposição de resíduos perigosos; e
- Segurança - Ao contrário das estruturas superficiais, estas estruturas subterrâneas tem pontos limitados de entrada e saída. Este é um problema especial em termos de escapes de emergência e operações de descontaminação de um vazamento acidental. Portanto é importante que se tenham planos de evacuação e manutenção dos locais se ocorrerem qualquer tipo de acidente dentro das cavidades.

4.3. DISPOSIÇÃO NO OCEANO

Foi uma prática de disposição bastante comum nos EUA até a lei *Marine Protection Research and Sanctuaries Act* de 1972, que foi aprovada para regulamentar a disposição de resíduos no oceano. Certas categorias de resíduos foram proibidas de serem lançadas no oceano, incluindo:

- Resíduos nucleares com alto nível de radioatividade;
- Material biológico, químico ou radiológico produzido para guerra;
- Materiais incompletamente caracterizados; e

- Materiais inertes persistentes sintéticos ou naturais que flutuem ou fiquem suspensos no oceano e são capazes de interferir na pesca, navegação ou outro uso do oceano.

As várias restrições às permissões para descarga de resíduos no oceano levou ao desenvolvimento da tecnologia de incineração para posterior lançamento de resíduos no oceano através de navios, que foi colocada em funcionamento primeiramente na Alemanha em 1967.

Para BUCHHOLZ (1998), além dos métodos de disposição mostrados anteriormente, existem ainda outras formas para a disposição de resíduos, como as disposições em formações salinas e em zonas insaturadas de regiões áridas.

O armazenamento de resíduos em galpões ou estruturas adequadas feitos em indústrias com produção relativamente baixa de resíduo, também, deve ser considerado como um método provisório de disposição de resíduos. Estes resíduos são devidamente acondicionados em tambores ou outro recipiente adequado para posterior destino final, quer seja reaproveitamento, incineração ou disposição definitiva em aterros sanitários.

4.4. PRINCIPAIS MÉTODOS DE DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS NO BRASIL

Apesar do emprego de alguns dos vários métodos de disposição de resíduos apresentados nos itens anteriores, o principal método adotado para a disposição de resíduos ainda é a disposição no meio físico em aterros sanitários e suas variações.

Atualmente ainda existem inúmeros “Aterros sem Controle ou Vazadouros de Lixo” em operação pelo território brasileiro, principalmente em municípios pequenos com poucos recursos financeiros, causando elevado risco ao meio ambiente e à saúde pública. A Secretaria do Meio Ambiente e Cetesb vem penalizando estes municípios que ainda fazem a disposição de resíduos de maneira inadequada.

Em muitos municípios, estes vazadouros de lixo estão sendo recuperados, e dotados de sistemas de proteção ambiental. Estes aterros sanitários recuperados são denominados de “Aterros Controlados”, e continuam em operação. Reconhecidamente não são as alternativas mais seguras de disposição de resíduos no solo.

Os “Aterros Sanitários e Industriais” para resíduos urbanos e resíduos de origem industrial Classe I, Classe II e Classe III ocupam principalmente os grandes centros urbanos, sendo reconhecidamente a melhor alternativa para os dias atuais para a disposição de resíduos gerados pelo Homem, pois dispõem de sistemas de proteção ao meio ambiente e saúde pública, além de programas de monitoramento da qualidade ambiental.

A tendência para o início deste século é a disposição de resíduos em “Usinas ou Centros de Tratamento de Resíduos”, dotados de locais para a disposição dos resíduos não aproveitáveis, unidade de reciclagem e incineradores para otimizar os custos de implantação e operação, além de aumentar a vida útil dos locais para disposição de resíduos.

5. TIPOS DE ATERROS SANITÁRIOS

5.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Conforme visto anteriormente, existem várias classificações para os resíduos, que são basicamente relacionadas à sua origem ou seu grau de periculosidade. Normalmente as denominações atribuídas aos aterros sanitários também estão relacionadas a estes critérios de classificação.

Num conceito bem generalista, os aterros sanitários constituem o principal método de disposição e descarte dos resíduos sólidos, provenientes da atividade humana, considerados indesejáveis. Seus princípios básicos são amplamente aceitos em todo mundo, pois representam hoje a solução a todas as tentativas frustradas de eliminação dos resíduos de maneira segura ambientalmente.

Basicamente, existem dois tipos principais de aterros para disposição de resíduos. O primeiro tipo, é o aterro direto no meio físico, denominado de aterro sem confinamento ou não selado. Por não apresentar nenhum sistema de revestimento de proteção basal, contando apenas com alguns elementos de proteção ao meio ambiente como drenagem de líquidos percolados, sistemas de coleta de gás, sistemas de monitoramento e de cobertura final, este tipo de aterro já não é mais aceito em muitos países, pois apresenta alto risco à saúde Humana e ao meio ambiente. O segundo tipo, denominado de aterro selado ou confinado, parte do princípio da necessidade de sistema de revestimento de proteção basal simples ou duplo para diminuir a infiltração do líquido percolado no solo subjacente ao aterro, além de todos os outros dispositivos de proteção presentes nos aterros não confinados, conforme apresentado por BAGCHI (1990), ATTEWELL (1995) e BOUZZA & VAN IMPE (1998), descrevendo os tipos de aterros sanitários de maior emprego no Reino Unido e EUA.

Para os resíduos comuns, classificados como não perigosos, ou de origem doméstica, o aterro sanitário deverá dispor de sistemas de proteção com exigências ambientais bem menores do que as apresentadas para os que receberão resíduos reconhecidamente perigosos ou de origem industrial.

Existem algumas denominações utilizadas para os aterros sanitários que recebem resíduos de determinada origem. No Brasil, o aterro sanitário é o local onde são dispostos resíduos de origem urbana, excluindo-se os resíduos perigosos ou de Classe I, que devem ser dispostos em aterros denominados de aterro sanitário industrial.

5.2. ATERRO SEM CONFINAMENTO

Historicamente, a utilização da capacidade de atenuação natural dos materiais geológicos superficiais tem sido um conceito muito comum para os aterros sanitários, sendo empregado por muitos anos.

Para McBEAN *et al.*(1995), atenuação é definida como redução das concentrações de contaminantes durante o transporte através do meio físico. Um grande número de fatores associados aos materiais na natureza proporcionam esta capacidade natural de atenuação, porém ela é limitada. Os processos de influência na atenuação podem ser tão simples como a diluição ou tão complicadas como as interações físico-químicas que fixam ou retardam o movimento dos contaminantes no meio físico.

Os aterros sem confinamento ou não selados partem do princípio de que os materiais naturais teriam a capacidade de retenção dos componentes perigosos presentes nos líquidos percolados gerados pelos resíduos, de maneira a retê-los no próprio sítio de disposição. Isto normalmente não ocorre, pois os processos de interação dos resíduos / materiais geológicos são muito complexos e a capacidade de retenção ou diluição dos componentes perigosos gerados pelos resíduos são limitadas.

Algumas variações podem ocorrer, mas os principais sistemas de proteção apresentados por este tipo de aterro são: camada de proteção de base constituída por argila ou solo compactado (liner), sistemas de coleta e remoção de líquidos percolados, sistemas de drenagem superficial e cobertura do resíduo.

Em países em desenvolvimento, como no caso do Brasil, ainda existem sistemas de disposição de resíduos considerados inadequados do ponto de vista ambiental. A utilização de disposição a céu aberto ou lixões, que representam a fase primitiva dos aterros não selados ainda são utilizados como forma de disposição de resíduos na maioria das cidades de pequeno porte.

As rigorosas leis de proteção ambiental em vigor nos países desenvolvidos não permitem mais este tipo de disposição de resíduos, pois os riscos de contaminação aos componentes do meio ambiente são muito grandes. Mas como estas leis começaram a ser aplicadas recentemente, a duas ou três décadas, ainda existem aterros sanitários em

funcionamento projetados com este conceito, que vem sendo gradualmente substituídos pelos aterros com novas concepções, partindo-se do princípio do confinamento e restrição de trocas entre o resíduo disposto no aterro e o meio ambiente.

5.3. ATERROS SELADOS OU CONFINADOS

Atualmente este tipo é o mais aceito para disposição final de resíduos sólidos das mais variadas origens e graus de periculosidade, mesmo os resíduos classificados como não perigosos.

Segundo McBEAN *et al.* (1995), este tipo de aterro é capaz, com base na geologia, hidrogeologia e técnicas apropriadas de engenharia, de conter indefinidamente os resíduos depositados e seus líquidos gerados. Mas, na prática, é difícil de se conseguir este isolamento total do material disposto, pois mesmo nos materiais amplamente utilizados para revestimento de proteção de base com coeficiente de permeabilidade mais baixos, onde os efeitos da advecção são praticamente nulos, ocorrem trocas, principalmente por processos de difusão.

O aterro confinado parte do princípio da restrição dos resíduos depositados e de seus líquidos formados dentro da área do aterro sanitário. Esta restrição é feita utilizando-se de dispositivos artificiais de engenharia, como os sistemas de revestimento de proteção de base ou “liner”, que são os principais elementos de contenção dos resíduos e líquidos percolados. Podem ser simples, duplos ou compostos, artificiais ou naturais. Além do sistema de proteção de base, contam também com os sistemas de coleta, drenagem e tratamento dos líquidos percolados, sistema de proteção superficial de cobertura e sistemas de monitoramento de vazamentos dos líquidos percolados.

A principal característica dos sistemas de proteção de base do aterro sanitário é a sua baixa condutividade hidráulica, o que evita a fuga de líquidos percolados para os solos subjacentes.

A denominação genérica de aterro ou aterro sanitário, dentro dos conceitos atuais, contemplam a colocação destes sistemas de revestimento de proteção de base. As variações destes elementos estão relacionadas ao tipo de resíduo a ser disposto no aterro, e as condições do meio físico.

5.3.1. Aterro Sanitário para Resíduos Sólidos Urbanos

É a denominação dada aos aterros sanitários para recebimento de resíduos sólidos de procedências urbana, contendo resíduos de origem doméstica e dos diferentes tipos de comércio existentes nos grandes centros urbanos.

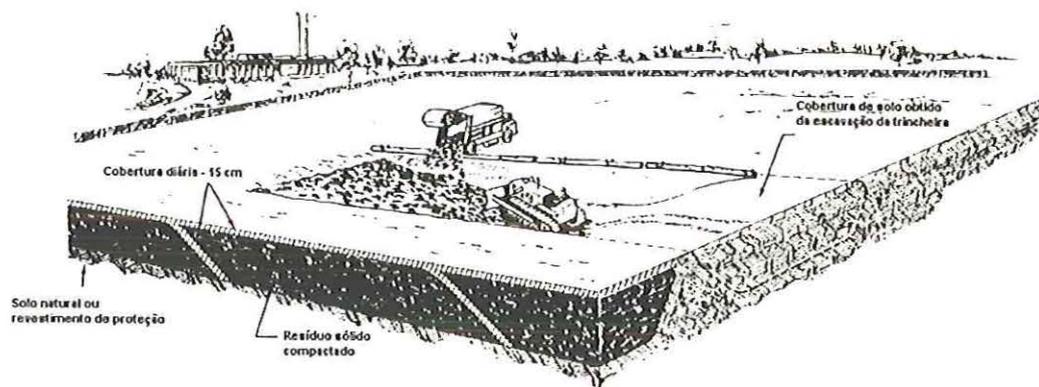
Geralmente apresentam baixo grau de periculosidade ou são classificados como não perigosos, embora possuam concentrações variadas de elementos químicos perigosos em sua composição. Devem dispor de todos os elementos de proteção ambiental, tais como:

- Sistemas de revestimento de proteção de base do aterro;
- Sistemas de coleta e drenagem de líquidos percolados;
- Sistemas de tratamento de líquidos percolados;
- Sistemas de coleta e tratamento de gases;
- Sistemas de drenagem superficial;
- Sistemas de revestimento de proteção de cobertura superficial; e
- Sistemas de monitoramento.

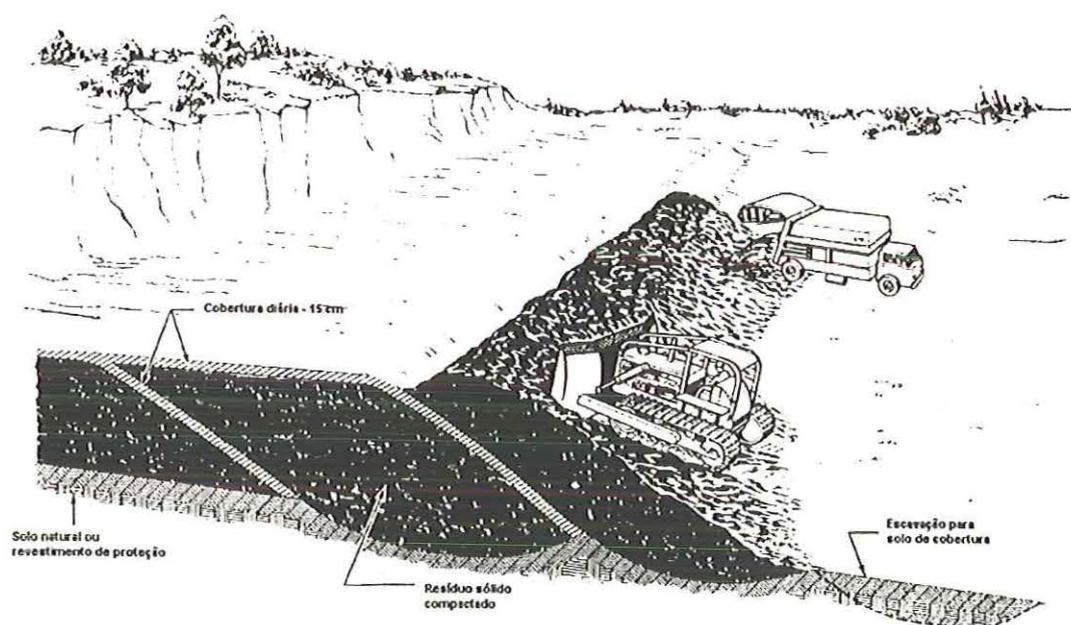
A disposição dos resíduos num aterro sanitário pode ser executada na superfície do terreno ou em escavações naturais ou artificiais, dependendo das características topográficas apresentadas pelo local do aterro sanitário, do grau de periculosidade dos resíduos, das condições hidrogeológicas, entre outros fatores condicionantes do meio físico.

Os resíduos podem ser dispostos à partir de 3 métodos básicos, segundo sua técnica de operação. Estes métodos de operação e disposição dos resíduos estão intimamente relacionados às características geológicas e geotécnicas da área (O'LEARY & CANTER, 1986) sendo apresentados a seguir:

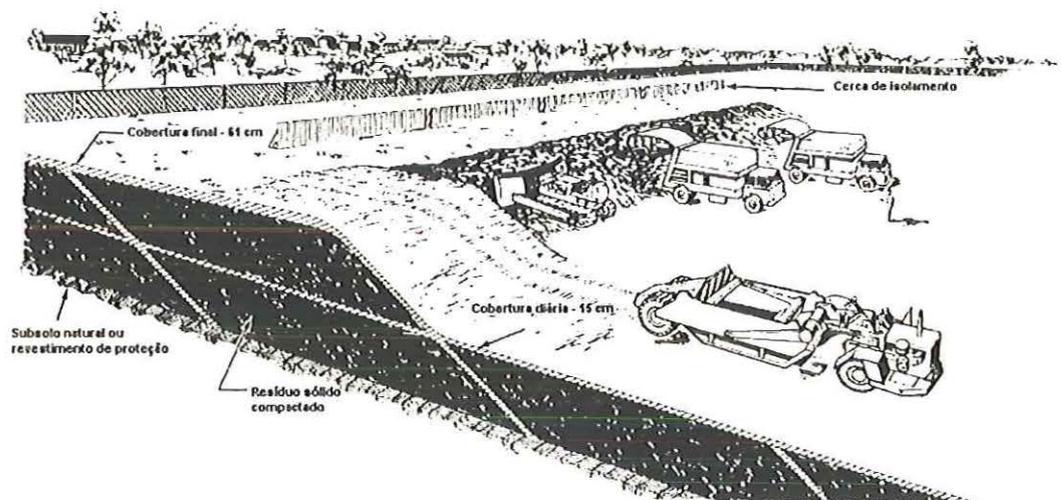
- Método de trincheira - consiste na abertura de valas ou trincheiras no terreno onde o resíduo é disposto no fundo, compactado e coberto com solo (**Figura 3a**);
- Método da rampa ou escavação progressiva - é fundamentado na escavação da rampa onde o lixo é disposto e compactado pelo trator e posteriormente recoberto por solo (**Figura 3b**); e
- Método da área - empregado em locais onde a topografia se apresenta de forma irregular e o lençol freático está no limite (**Figura 3c**).



(a)



(b)



(c)

Figura 3. Classificação dos aterros quanto aos métodos de operação (O'LEARY & CANTER, 1986). (a) Método de operação em trincheira ou vala, (b) Método de operação em rampa ou escavação progressiva e (c) Método de operação em área.

Para SHARMA & LEWIS (1994), os aterros sanitários podem ser construídos em 5 configurações típicas, dependendo das características topográficas, geológicas e hidrogeológicas:

- Em Cavas Cobertas - são construídas em áreas onde o nível da água subsuperficial é profundo, conforme mostra a **Figura 4(a)**, sendo uma configuração muito comum atualmente. Neste processo existe a possibilidade de utilização do material de escavação para a cobertura diária do resíduo;
- Em Trincheiras - apresentam as mesmas características dos aterros em cavas, conforme mostrado na **Figura 4(b)**. Diferem dos aterros em cavas por apresentar bermas de solo natural para divisão das trincheiras, ocasionando perda de espaço para disposição de resíduos. Este método era muito utilizado no início, quando não havia a preocupação da maximização dos espaços disponíveis para a disposição dos resíduos, viabilizando um melhor aproveitamento da área;
- Em Rampas - são aterros construídos em regiões montanhosas ou terrenos ondulados (acidentados), aproveitando-se o terreno natural em desnível para a disposição dos resíduos, conforme mostrado na **Figura 4 (c)**;
- Em Vales - assim como os aterros em rampa, aproveitam a superfície do terreno natural para a disposição dos resíduos necessitando, também, de solo de empréstimo importado

de outros locais ou escavados das próprias laterais dos terrenos. A **Figura 4(d)** mostra um perfil esquemático deste tipo de aterro, que difere dos aterros em rampa por estar situado em vales bem encaixados na topografia do terreno; e

- Em Superfície - são construídos inteiramente na superfície do terreno, típicos de regiões com topografia suave, onde o nível da água subsuperficial está próximo à superfície do terreno, inviabilizando qualquer tipo de escavação para a disposição de resíduos, conforme mostrado pela **Figura 4(e)**. Os solos para operação diária do aterro podem ser retirados de áreas de empréstimo do próprio local. A maioria dos aterros sem revestimento de proteção de base foram construídos neste sistema.

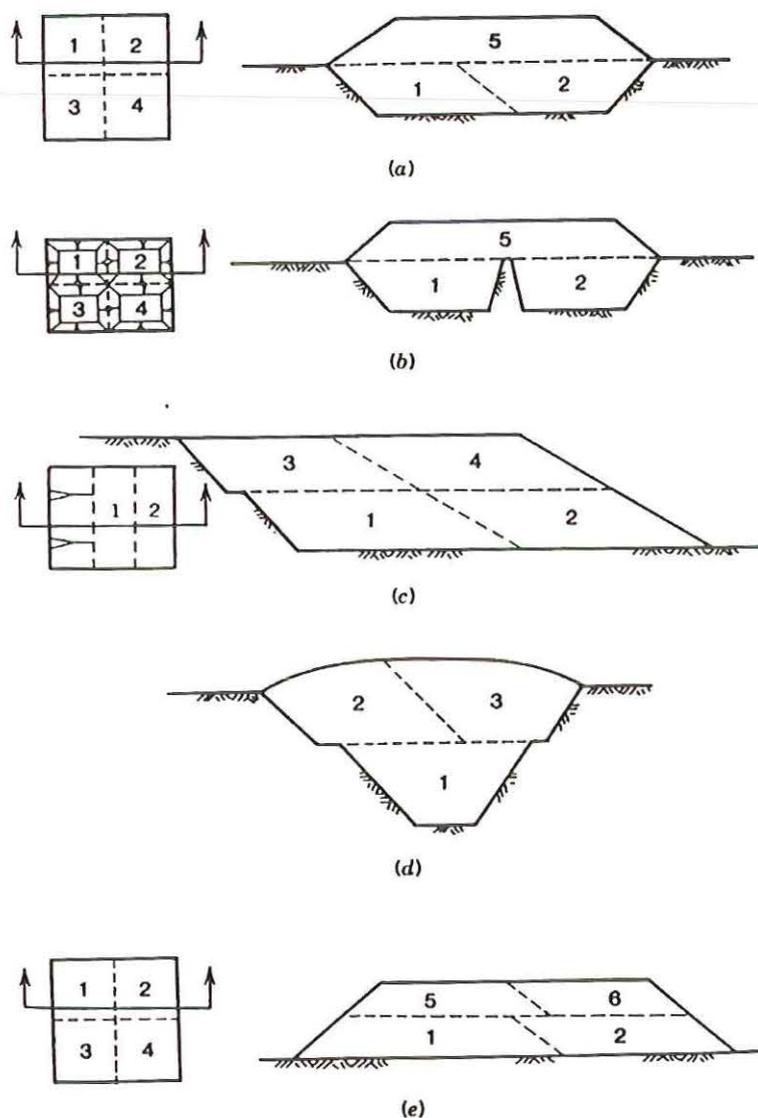


Figura 4. Configurações típicas de aterros e módulos de operação para disposição dos resíduos. (a) Aterro em Cavas Cobertas. (b) Aterro em Trincheiras. (c) Aterro em Rampa. (d) Aterro em Vales. (e) Aterro em Superfície. Segundo SHARMA & LEWIS (1994).

Em todos os sistemas apresentados acima, a disposição dos resíduos é executada em células ou módulos com alturas variando entre 2 e 6 metros para facilitar a operação do aterro e evitar grandes áreas de exposição de resíduos às condições climáticas.

5.3.2. Aterro para Resíduos Perigosos

Esta denominação é utilizada para os aterros construídos para receber resíduos classificados como perigosos, provenientes de atividades industriais ou outro tipo de atividade geradora.

Difere dos aterros sanitários para resíduos sólidos urbanos por apresentar maiores garantias de segurança com a colocação de sistemas de revestimento de proteção de base duplos ou compostos e sistemas de detecção de vazamentos, além de cuidados adicionais na operação e manuseio dos resíduos recebidos.

Os critérios para seleção e aprovação dos locais destinados a este tipo de aterro também são mais exigentes, pois os riscos de poluição ao meio ambiente são muito grandes.

Além do rigoroso critério de seleção de áreas, assim como nos aterros para disposição de resíduos sólidos urbanos, devem dispor de todos os elementos de proteção ambiental, tais como:

- Sistemas duplo ou composto de revestimento de proteção de base do aterro;
- Sistemas de coleta e drenagem de líquidos percolados;
- Sistemas de detecção de vazamentos e inspeções;
- Sistemas de tratamento de líquidos percolados;
- Sistemas de coleta e tratamento de gases;
- Sistemas de drenagem superficial;
- Sistemas de revestimento de proteção de cobertura superficial;
- Sistemas de monitoramento; e
- Devem contar também com rigoroso sistema de controle de recebimento de resíduos

Em países desenvolvidos como os EUA, Canadá, Reino Unido, Alemanha, entre outros, é dada a denominação genérica de aterro sanitário para resíduos perigosos. No Brasil a denominação dada para este tipo de aterro é aterro industrial, que é confusa e permitem que vários tipos de resíduos perigosos de origem desconhecida possam ser dispostos em aterros sanitários para resíduos urbanos, que não apresentam os sistemas de proteção ambiental adequados.

O tipo de configuração do aterro sanitário industrial é semelhante aos aterros para resíduos sólidos urbanos, sendo que os aterros em cavas ou trincheiras são mais utilizados,

além da disposição em antigas cavidades de mineração subterrânea, conforme visto no capítulo anterior.

O principal elemento deste tipo de aterro é o sistema de revestimento de proteção de base do aterro.

Os principais elementos de um aterro sanitário, juntamente com os diferentes conceitos de barreiras de revestimento de proteção e drenagem aceitos atualmente para este tipo de obra serão apresentados posteriormente no Capítulo 8 Aterro Sanitário Industrial.

6. PROBLEMAS RELACIONADOS AOS ATERROS SANITÁRIOS

Apesar de todos os cuidados necessários à implantação de aterros sanitários, não há nenhuma prática corrente em larga escala de métodos de disposição de resíduos que não apresentem potencial à poluição de alguma parte do nosso ambiente natural (FREEZE & CHERRY, 1979).

Para BLAIR (1974), o ato de disposição de resíduos em aterros sanitários fazem com que estas regiões sejam por si só uma fonte considerável de poluição conforme esquema mostrado na **Figura 5**.

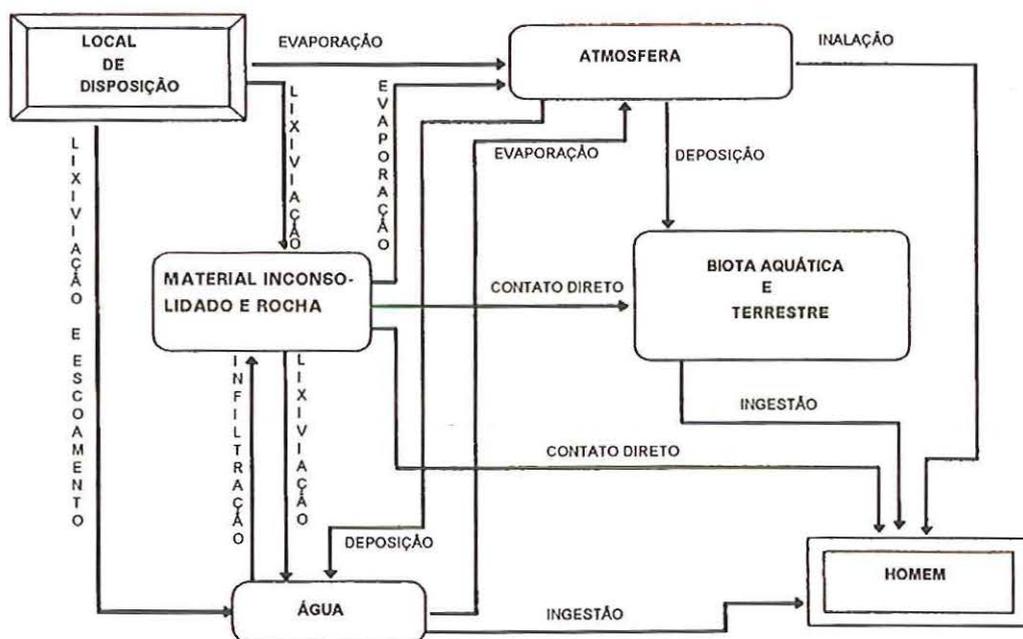


Figura 5. Representação esquemática de alguns dos vários caminhos do fluxo de contaminantes de um sítio de disposição de resíduos (aterro sanitário). Fonte: YONG *et al.*(1992).

SHARMA & LEWIS (1994), listam alguns efeitos adversos ao Homem de determinados elementos químicos mais comuns, presentes nos resíduos, conforme apresentado na Tabela 5.

Tabela 5. Componentes de resíduos perigosos produzidos por atividades industrial, comercial e agrícola encontradas em resíduos sólidos municipais e seus principais efeitos à saúde do Homem (modificado de SHARMA & LEWIS, 1994).

COMPONENTE	EFEITOS
Arsênio (As)	Cancerígeno e mutagênico. Longos períodos de exposição podem causar fadiga, fraqueza e dermatites
Selênio (Se)	Longos períodos de exposição podem causar manchas vermelhas nos dedos, dentes e cabelos, fraqueza, depressão, irritação do nariz e boca
Bário (Ba)	Longos períodos de exposição podem causar aumento da pressão sanguínea e bloqueio nervoso
Cádmio (Cd)	Tóxico pela inalação de cinzas e gases. Cancerígeno. Compostos solúveis de cádmio são altamente tóxicos. Longos períodos de exposição podem causar hipertensão e concentrações no fígado, rim, pâncreas e tireóide
Cromo (Cr)	Compostos de cromo hexavalente são cancerígenos e corrosivos no contato com a pele. Longos períodos de exposição podem causar sensibilidade da pele e danos no rim
Chumbo (Pb)	Tóxico pela ingestão ou inalação das cinzas ou gases. Longos períodos de exposição podem causar danos no cérebro, sistema nervoso e rim, defeitos de nascimento
Merúrio (Hg)	Altamente tóxico pela absorção da pele e inalação de cinzas ou vapores. Longos períodos de exposição são tóxicos para o sistema nervoso central, podem causar defeitos de nascimento
Prata (Ag)	Metal tóxico. Longos períodos de exposição causam descoloração permanente cinza da pele, olhos e membranas mucosas
Benzeno (C ₆ H ₆) Benzol	Cancerígeno. Altamente tóxico
Etilbenzeno (C ₆ H ₅ C ₂ H ₅) Feniletano	Tóxico por ingestão, inalação ou absorção pela pele, irritação para a pele e olhos.
Tolueno (C ₆ H ₅ CH ₃) Metilbenzeno	Tóxico pela absorção da pele, inalação ou ingestão
Clorobenzeno (C ₆ H ₅ Cl)	Tóxico pela inalação e contato com a pele
Cloroeteno (CH ₂ CHCl) Cloro de vinil	Extremamente tóxico e carcinogênico
Diclorometano(CH ₂ Cl ₂)	Tóxico, carcinogênico, narcótico
Tetracloroetano (CCl ₂ CCl ₂) Tetracloroetileno	Irritante para os olhos e pele

Percloroetileno	
PESTICIDAS, HERBICIDAS E INSETICIDAS	
Endrin (C ₁₂ H ₈ OCl ₆)	Tóxico pela inalação e absorção pela pele. Carcinogênico
Lindano (C ₆ H ₆ Cl ₆)	Tóxico pela inalação, ingestão e absorção pela pele
Toxofeno (C ₁₀ H ₁₀ Cl ₈)	Tóxico pela inalação, ingestão e absorção pela pele
Silvex (Cl ₃ C ₆ H ₂ OCH(CH ₃)CO OH	Tóxico
Cobre (Cu)	Cirrose hepática
Ferro (Fe)	Irritação gastrointestinal, doença do coração
Potássio (K)	diarréia, nefrotoxicidade
Zinco (Zn)	redução da resposta imunológica

Pesquisa feita na Europa entre os países das regiões leste e central mostram que os problemas geo-ambientais apresentados por estes países são relacionados a terremotos, contaminação do solo (principalmente contaminação por hidrocarbonetos em zonas militares abandonadas ou por grandes cooperativas agrícolas), escorregamentos, inundações e poluição da água subsuperficial. A Bulgária por exemplo, apresenta 1,5 % do território ameaçado pela contaminação do solo, além da grande quantidade de águas poluídas por indústrias pesadas e químicas, mineração e águas residuárias de esgoto (MATTING & MULDER, 1998).

Vários casos de contaminação do solo, águas superficiais e subsuperficiais tem sido estudados, principalmente aqueles causados por aterros não selados, sem sistema de revestimento de proteção.

LEE & LEE (1998) relatam estudos feitos em distrito industrial de Incheon - Coreia, concluindo que, apesar das várias atividades industriais e disposição de resíduos, o solo mostrou concentrações aceitáveis com relação à presença de metais pesados como Cd, Cu, Pb, As e Hg. As águas subsuperficiais mostraram-se impróprias ao consumo por apresentarem concentrações acima dos padrões aceitáveis de potabilidade para coliforme total, bactérias totais, sólidos totais dissolvidos, Al, Mn e Fe, ocorrendo também níveis elevados de óleo combustível proveniente de vazamento de tanques combustíveis.

SCHRECK (1998) discute o problema da utilização de cavidades de minerações abandonadas como sítio de disposição de resíduos sem revestimento de proteção basal. Os estudos foram feitos próximos a grandes centros urbanos em três cidades na Alemanha Central. Em Halle, foi monitorada a qualidade da água subsuperficial próximo a um sítio de disposição de resíduos, que apresentou pH 8,9 e níveis de B (41,4mg/L) e As (141 mg/L) acima da média permitida. Cospuden apresentou problemas de acidificação da água

subsuperficial causada principalmente pela oxidação da pirita, com alguns locais apresentando pH variando de 2,5 a 8,5. Nos locais onde a acidez é elevada há grande risco de mobilização de metais pesados presentes nos resíduos além da dissolução de carbonatos e argilo-minerais resultando na subsidência do solo causando escorregamentos. Finalmente em Helbra o estudo mostra que a lixívia proveniente do depósito de resíduos em cava abandonada de mineração de cobre mostram-se altamente enriquecida em metais pesados (Pb, Zn, Cd e Cu), poluentes orgânicos e sulfetos. Esta alta solubilidade dos metais pesados em decorrência do pH ácido das águas pode comprometer seriamente o meio ambiente.

Variações de concentrações de metais pesados foram constatadas por PADMACAL *et al.* (1997) em sedimentos superficiais de estuários tropicais na costa sudoeste da Índia. As diferenças de concentrações de metais pesados (Cu, Co, Ni, Zn, Cd e Cr) estão relacionadas ao tipo de sedimento analisado, sendo as maiores concentrações encontradas em sedimentos siltosos e argilosos.

RIBEIRO *et al.* (1999) relatam altos teores de Zn, Cd, Cu e Pb nos solos de indústria de processamento de zinco em Três Marias - M.G.

Mesmo com as técnicas atuais, com a implantação de revestimentos de proteção no intuito de diminuir ao máximo a possibilidade de fuga de contaminantes para o meio ambiente, estas podem ocorrer principalmente por danos causados aos sistemas de revestimento pelo uso inadequado e/ou colocação incorreta, ou por processos de transporte difusivo predominantes em condições de baixa condutividade hidráulica.

XIAO *et al.* (1999) estudaram os efeitos das tensões aplicadas à geomembrana no transporte de contaminantes orgânicos compostos por soluções de benzeno, diclorometano e tricloroetileno. A geomembrana de PVC (polivinil clorado) deformou uniformemente na aplicação das tensões, recuperando quase por completo suas dimensões originais, sugerindo uma deformação reversível (sem recristalização da estrutura), causando um ligeiro aumento nos coeficientes de difusão dos contaminantes orgânicos neste material. Para outra geomembrana ensaiada de HDPE (polietileno de alta densidade) o efeito do alongamento a 60% resultou em mudanças irreversíveis, levando a uma diminuição do coeficiente de difusão dos compostos orgânicos neste material nas condições de aplicação deste ensaio. FONG *et al.* (1998) *apud* XIAO *et al.* (1999) propõem então a utilização de ensaios de tensão (σ N/cm²) x alongamento (ϵ %) para estimar o efeito do estiramento nas propriedades difusivas das geomembranas.

Vários autores tem estudado os processos de transporte e atenuação de contaminantes nos materiais geológicos associados à presença de diferentes argilominerais. Dentre eles pode-se citar LO *et al.* (1994), EDIL *et al.* (1994), TSAI & VESILIND (1998),

KAYABALI & KEZER (1998) LI & WU (1999), LORETTA & WU (1999) e PAGILLA & CANTER (1999).

Apesar de todos os procedimentos adotados para a proteção ao meio ambiente, a disposição de resíduos em aterros sanitários apresenta elevado potencial de poluição dos materiais geológicos, águas superficiais e principalmente das águas subsuperficiais.

No próximo capítulo serão abordados os principais caminhos percorridos pelas águas no meio ambiente e os processos relacionados à contaminação das águas subsuperficiais, transporte e atenuação de contaminantes nos materiais geológicos, que são seus reservatórios naturais. Por este meio também ocorrerá a migração de líquidos percolados, gerados pelos resíduos dispostos nos aterros sanitários, em caso de vazamentos, causando a contaminação destes reservatórios subsuperficiais próximos aos aterros, podendo atingir uma escala regional, dependendo das características destes materiais geológicos.

7. CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS

7.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A água representa o principal elemento da natureza de caráter vital à sobrevivência do Ser Humano. As principais fontes aproveitáveis pelo Homem aparecem na natureza como as águas superficiais e subsuperficiais.

Como pode ser observado na **Tabela 6** a quantidade de água disponível para o consumo do Homem são as águas superficiais de lagos e rios e as águas subsuperficiais. A quantidade presente nos lagos e rios é muito pequena se comparada a existente em outras formas de recursos disponíveis, porém foram as principais fontes de abastecimento do Homem durante séculos.

O manejo incorreto das atividades potencialmente poluidoras do meio ambiente, principalmente os despejos sem controle de efluentes líquidos industriais e os aterros sem controle contribuíram para uma escassez ainda maior dos recursos hídricos superficiais, muitas vezes inviabilizando-os ao consumo.

Tabela 6. Estimativa do volume de água disponível no mundo segundo MARSILY (1986)

RECURSOS DISPONÍVEIS	VOLUME DISPONÍVEL (10 ⁶ Km ³)	DISTRIBUIÇÃO EM PORCENTAGEM (%)
OCEANOS	1320	97,20
NEVE E GELEIRAS	30	2,15
ÁGUA SUBTERRÂNEA EM PROFUNDIDADES MENORES QUE 800 METROS	4	0,31
ÁGUA SUBTERRÂNEA EM PROFUNDIDADES SUPERIORES A 800 METROS	4	0,31
ZONAS INSATURADAS	0,07	0,005
LAGOS	0,12	0,009
LAGOS DE ÁGUA SALOBRA	0,10	0,008
RIOS	0,001	0,0001
ATMOSFERA	0,013	0,001

Grande parte dos recursos hídricos de superfície estão esgotados ou foram explorados de maneira indevida durante séculos e apresentam-se totalmente inviáveis ao consumo humano.

Atenção especial deve ser dada para as atividades potencialmente poluidoras dos recursos hídricos representados pelas águas subsuperficiais, como os aterro sanitários, pois estes recursos representam a principal fonte de água para aproveitamento humano num futuro bem próximo.

7.2. CICLO HIDROLÓGICO

A água do planeta está em constante circulação envolvendo processos de condensação, evaporação, evapotranspiração, infiltração, entre outros. Estes processos de circulação contínua das águas no meio ambiente é conhecido como ciclo hidrológico.

A água presente na atmosfera na forma condensada, precipita sob a forma de neve, granizo ou chuva. Na superfície, a água escoar para os rios, lagos e oceanos ou percola no solo atingindo as zonas saturadas, podendo novamente retornar à superfície em regiões de nascentes onde a topografia intercepta o nível destas zonas.

O retorno da água à atmosfera ocorre pela evaporação da água da superfície ou pela evapotranspiração realizada pelas plantas, repetindo-se o ciclo inicial de precipitação.

Embora o movimento de algumas partes do ciclo possa ser relativamente rápido, uma completa reciclagem da água subsuperficial normalmente é mais demorada, e a medida do tempo é muito variável.

Quando a água atinge a superfície da Terra, três processos podem ocorrer:

- Umidescimento do solo e infiltração;
- Escoamento superficial; e
- Evaporação.

A água originada pela chuva quando atinge a superfície umidece primeiramente a camada superior, normalmente o solo. Este aumento na umidade não provoca necessariamente um fluxo vertical imediato. A água fica retida e, com o aumento das chuvas, ocorre o aumento progressivo da umidade do solo, possibilitando então a infiltração, com escoamento das águas para as zonas saturadas. Este processo é lento e depende da profundidade destas zonas e da permeabilidade do solo.

O escoamento superficial ocorre quando a camada superior da Terra não absorve toda a água da chuva. Num primeiro momento, esta camada é umidescida e o excesso de água

fica acumulado, formando um filme de água que se move pela superfície do solo, contribuindo assim para o abastecimento quase imediato dos rios, lagos e oceanos.

Durante as chuvas e até mesmo nos processos de infiltração e escoamento superficial ocorre constante evaporação da água, que retorna à atmosfera para ser novamente precipitada na forma de chuvas (Figura 6).

Outro fenômeno que apresenta um efeito similar ao da evaporação é a evapotranspiração. As raízes das plantas são capazes de absorver água do meio para o seu metabolismo ocorrendo a transpiração pelas folhas, repondo a água em forma de vapor para a atmosfera.

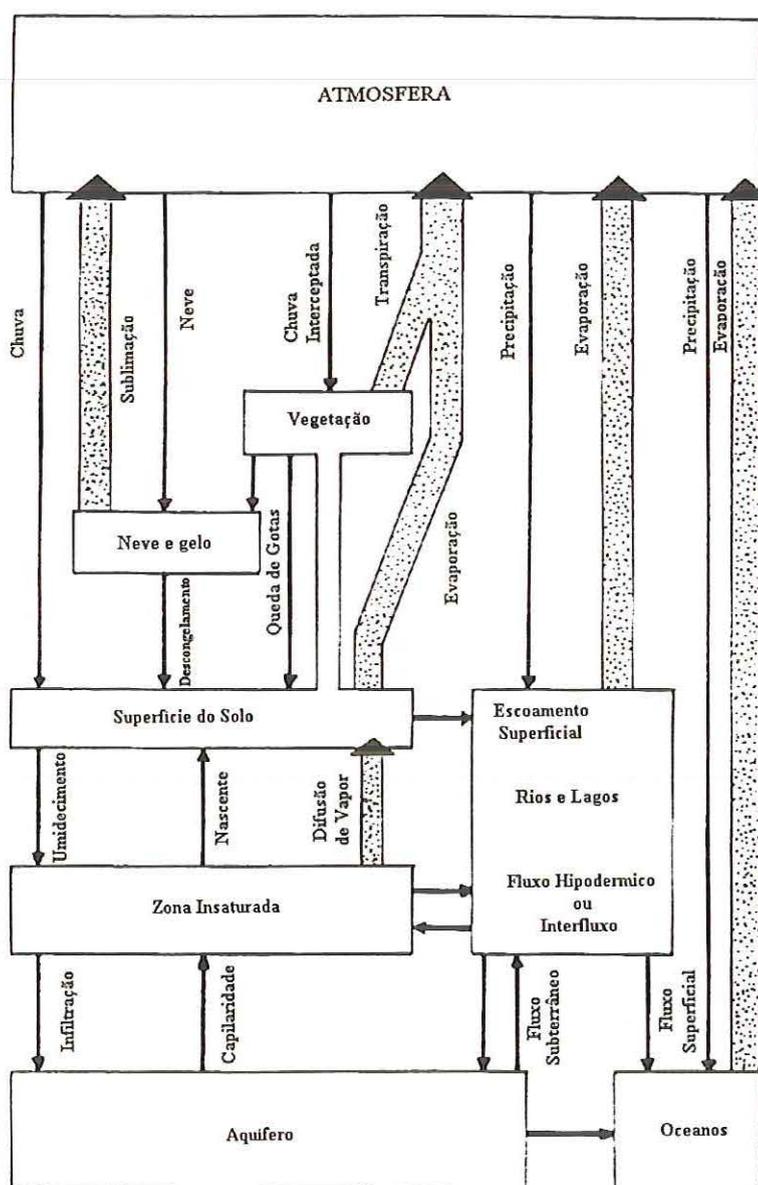


Figura 6. Ciclo hidrológico. Fonte MARSILY (1986).

Conforme apresentado na **Tabela 6**, a água subsuperficial representa a principal fonte para o abastecimento direto ao Homem.

Antes de atingir os reservatórios subsuperficiais, a água do ciclo hidrológico interage com o ar da atmosfera, material geológico natural da superfície da Terra e materiais das mais variadas origens gerados pelas atividades do meio antrópico e biológico. Ao entrar em contato com estes materiais pode ocorrer a dissolução de elementos que serão transportados pela água podendo atingir os reservatórios subsuperficiais.

Adicionalmente ao fluxo natural das águas, ocorre também o lançamento de efluentes gerados pelas atividades do Homem, que percorre o mesmo caminho das águas subsuperficiais, podendo causar a poluição destes reservatórios naturais.

Portanto, é necessário que se conheça os principais processos de transporte de poluentes nos materiais geológicos, pois a relação entre estes materiais e os aterros sanitários é direta, e o risco de poluição dos locais de disposição de resíduos para os solos e principalmente águas subsuperficiais é sempre elevado.

7.3. PROCESSOS DE TRANSPORTE E MIGRAÇÃO DE POLUENTES EM MEIOS POROSOS

DANIEL (1993b) relata, numa visão bem clara que a forma de disposição de resíduos em aterros sanitário/industrial não retém a liberação de produtos químicos dos resíduos para o meio ambiente por um período de tempo infinito, o que seria um objetivo irreal. A questão a ser considerada é quanto do material lixiviado dos resíduos será liberado e infiltrará nas camadas inferiores dos materiais do meio físico num dado período de tempo e qual os prejuízos decorrentes deste processo.

Os principais processos de transporte de solução em meios porosos, incluindo os poluentes são:

Advecção

Para SHACKELFORD (1993), advecção é o processo pelo qual solutos são transportados com o escoamento do fluido ou solvente (tipicamente a água), em resposta ao gradiente na carga hidráulica total. Por este fenômeno solutos não reativos (não sujeitos a reações químicas ou biológicas) são transportados numa razão média igual à velocidade de infiltração do fluido, sendo escrita como:

$$v_s = \frac{v}{n_e}$$

onde:

v_s = velocidade de infiltração linear média da água (solução),

n_e = porosidade efetiva do material e

v = velocidade de Darcy (quantidade de escoamento por unidade de área por tempo)

Esta equação pressupõe que todos os vazios do material poroso são igualmente efetivos no comportamento do escoamento. O fluxo é dado pela *Lei de Darcy* para escoamento unidimensional sendo escrito como:

$$v = \frac{Q}{A} = -K \frac{\partial h}{\partial x} = Ki$$

onde:

Q = razão volumétrica do escoamento da água,

A = área total da seção (sólidos + vazios), perpendicular à direção do escoamento,

K = condutividade hidráulica,

h = carga hidráulica total,

x = direção do escoamento e

i = gradiente hidráulico adimensional

A velocidade linear média de infiltração v_s reflete o fato de que o fluido pode realmente escoar somente por meio dos espaços vazios dos materiais porosos, ao passo que o fluxo v representa o escoamento volumétrico do fluido considerando a área total da seção transversal do material.

O tempo necessário para que um soluto não reativo possa migrar nos materiais porosos saturados de espessura L , sabendo-se que o tempo de passagem do soluto devido ao processo de advecção pode ser estimado usando a velocidade linear média de infiltração será:

$$t = \frac{L}{v_s} = \frac{nL}{Ki}$$

onde:

t = espaço de tempo

Quando esta equação é utilizada para estimar o tempo de percolação do soluto, isto significa que todos os constituintes do soluto serão transportados juntamente com o fluido a uma velocidade v_s . Nestas condições, o fluxo de massa advectivo para uma espécie química particular pode ser calculado como:

$$J_A = vc = Kic = nv_s c$$

onde:

J_A = fluxo de massa advectivo (escoamento de massa em uma área unitária de secção transversal numa unidade de tempo)

c = concentração do soluto na fase líquida do material poroso baseado no volume da solução no material poroso (massa do soluto por unidade de volume da mistura).

Para maciços geológicos fraturados ou rochas, o escoamento advectivo ocorre somente em parte do espaço vazio total do material. Para estes materiais é definido como porosidade efetiva (n_e) o volume de fluido conduzido pelos poros dividido pelo volume total (poros + sólidos) do material.

Dispersão Hidrodinâmica

Segundo FREEZE & CHERRY (1979), a dispersão hidrodinâmica é o fenômeno pelo qual ocorre o espalhamento do soluto, causando sua diluição pelo caminho do escoamento, de acordo com a hidráulica advectiva do sistema. Ocorre em função da mistura de processos mecânicos de mistura durante a advecção e em função da difusão molecular devido a energia cinética termal das partículas do soluto.

$$D_h = D_M + D_{if}$$

onde:

D_h = dispersão hidrodinâmica,

D_M = dispersão mecânica e

D_{if} = difusão molecular efetiva

Difusão Molecular Efetiva

Difusão molecular efetiva pode ser definida como um processo de transporte no qual uma substância química ou espécies químicas migram em resposta ao gradiente na concentração, embora a verdadeira força motriz para o transporte difusivo seja o gradiente no potencial químico do soluto. No transporte de contaminantes por difusão, o gradiente hidráulico não é requerido (ROBINSON & STOKES, 1959 apud SHACKELFORD, 1993 ; SHARMA & LEWIS, 1994).

É um processo de dispersão, de importância em situações de baixa velocidade do meio.

A equação fundamental para a difusão é a *Primeira Lei de Fick* para transporte unidimensional escrita como:

$$J_D = -D_0 \frac{\partial c}{\partial x}$$

onde:

J_D = fluxo de massa difusivo

x = direção de transporte

D_0 = coeficiente de difusão (solução livre)

Para difusão em material poroso saturado é utilizada uma forma modificada da *Primeira Lei de Fick* :

$$J_D = -\tau D_0 n \frac{\partial c}{\partial x} \quad \text{ou} \quad J_D = -D^* n \frac{\partial c}{\partial x}$$

onde:

τ = fator de tortuosidade adimensional

D^* = coeficiente de difusão efetiva

O fator de tortuosidade justifica o aumento da distância de transporte e o caminho mais tortuoso percorrido pelos solutos em difusão no meio poroso. A tortuosidade é expressa como:

$$\tau = \left(\frac{L}{L_c} \right)^2$$

onde:

L = distância macroscópica em linha reta entre dois pontos definindo o caminho do escoamento

L_e = distância efetiva de transporte entre os mesmos dois pontos

Desde que $L_e > L$, $\tau < 1$ e $D^* < D_0$. Por isso, o transporte de massa devido a difusão molecular em materiais porosos é mais vagaroso que o transporte de massa devido a difusão em soluções livres ou aquosas. Valores típicos para τ são reportados variando de 0,01 a 0,67 (PERKINS & JOHNSTON 1963, FREEZE & CHERRY 1979, DANIEL & SHACKELFORD 1988, SHACKELFORD 1989, SHACKELFORD & DANIEL 1991 *apud* SHACKELFORD 1993).

Dispersão Mecânica

A dispersão mecânica é causada pelo movimento do fluido no meio poroso, que diminui as concentrações do soluto, sendo resultado do escoamento diferencial de fluido pelo espaço do meio poroso que não tem o mesmo tamanho e formato na natureza.

CUSTÓDIO & CARRERA (1992) relatam que a expansão longitudinal e transversal da zona contaminada e a diminuição progressiva das concentrações máximas, explicadas pela dispersão, conforme mostra a **Figura 7**.

Para SHACKELFORD (1993) na teoria tradicional de transporte de contaminantes, um fluxo mecânico dispersivo J_M é acrescido ao fluxo total de massa do soluto para explicar o espalhamento do soluto devido a variações na velocidade de infiltração (v_s) que ocorre durante o transporte do material poroso. Em nível microscópico, estas variações são relatadas em três diferentes efeitos ilustrados na **Figura 8**: (a) a velocidade de escoamento através de qualquer canal poroso dentro do material será maior no centro do canal do que perto das paredes; (b) a equação da continuidade prediz que a velocidade de escoamento através de um poro de abertura pequena será maior do que num poro com abertura grande; (c) mostra que as variações na velocidade serão resultado da natureza da tortuosidade do caminho do escoamento no material poroso.

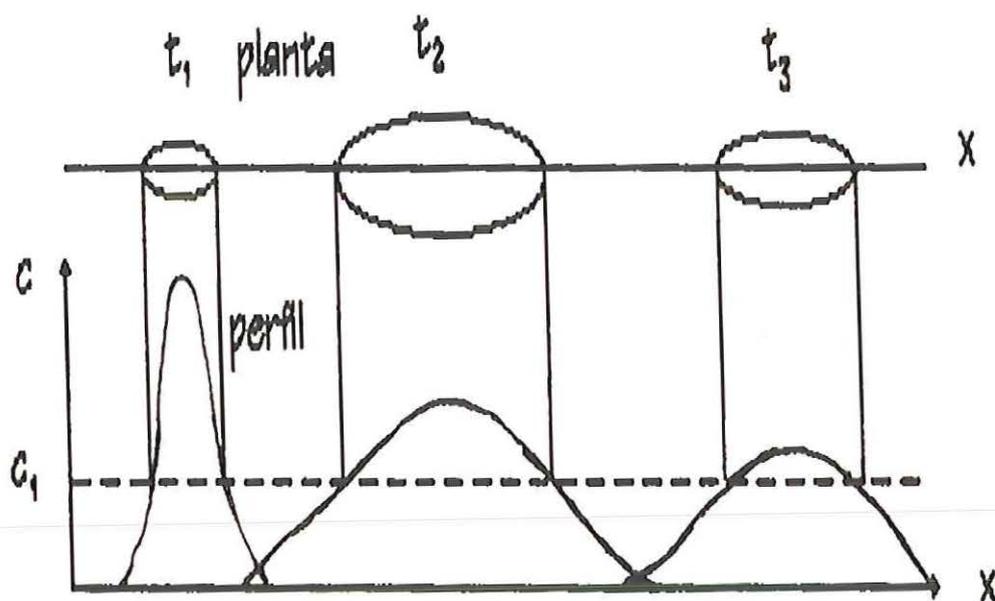


Figura 7. Deslocamento longitudinal no meio poroso de uma pluma de contaminante indicando a evolução de concentrações (parte inferior) e o distribuição em área da mesma (parte superior). Fonte: CUSTÓDIO & CARRERA (1992).

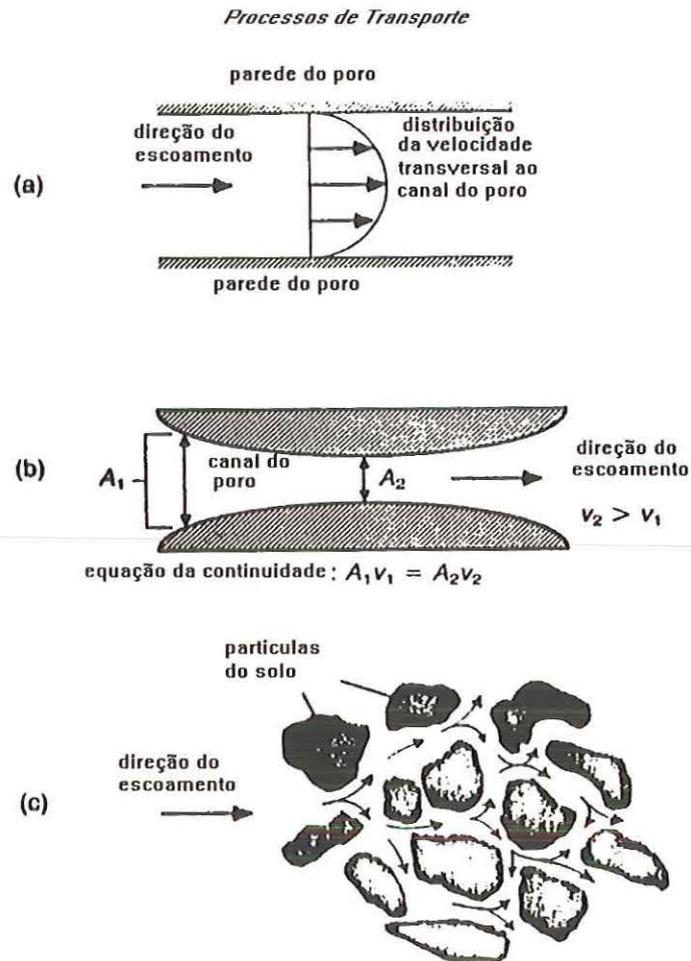


Figura 8. Dispersão microscópica no solo: (a) efeito da distribuição da velocidade através de um único poro; (b) efeito da variação no tamanho dos poros; e (c) efeito da tortuosidade no escoamento do fluxo. Fonte: FREEZE & CHERRY (1979).

Numa escala regional, a dispersão mecânica é causada por diferentes velocidades de escoamento, em função das heterogeneidades presentes no meio, e que são encontradas sempre que o transporte ocorre nessa escala, pois o meio geológico não é homogêneo. A **Figura 9** mostra o escoamento numa areia média com lentes de argila de condutividade hidráulica mais baixa.

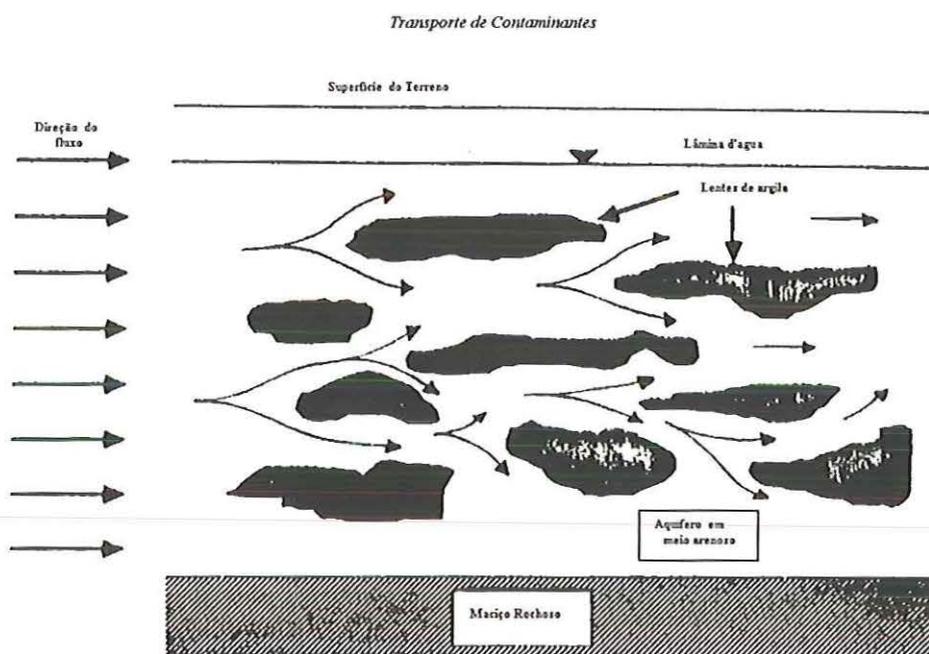


Figura 9. Dispersão mecânica em escala regional. Fonte: SCHACKELFORD (1993).

Troca de Íons e Sorção

Segundo TESTA (1994) sorção refere-se ao processo pelo qual espécies químicas deixam a solução e são absorvidas pela superfície do sólido resultando num incremento na concentração do contaminante no solo. CUSTÓDIO & CARRERA (1992) definem o processo como adsorção, descrevendo como processo no qual as partículas do soluto tendem a ficar aderidas à superfície das partículas (minerais) devido a forças eletrostáticas ou ligações químicas muito fracas. A troca de íons é o processo pelo qual uma espécie em solução substitui uma espécie na fase sólida.

Em ambientes naturais as superfícies dos minerais usualmente tem uma rede negativa de cargas por causa da exposição de ânions assim como da presença do oxigênio. Estes grupos superficiais usualmente se hidratam em condições saturadas formando uma superfície rica em hidróxidos OH^- . Para neutralizar esta carga negativa, cátions como Na^+ , Ca^{+2} , K^+ , etc. são retidos na superfície do sólido conforme ilustrado pela **Figura 10**. Estes processos apresentam grande dependencia do pH.

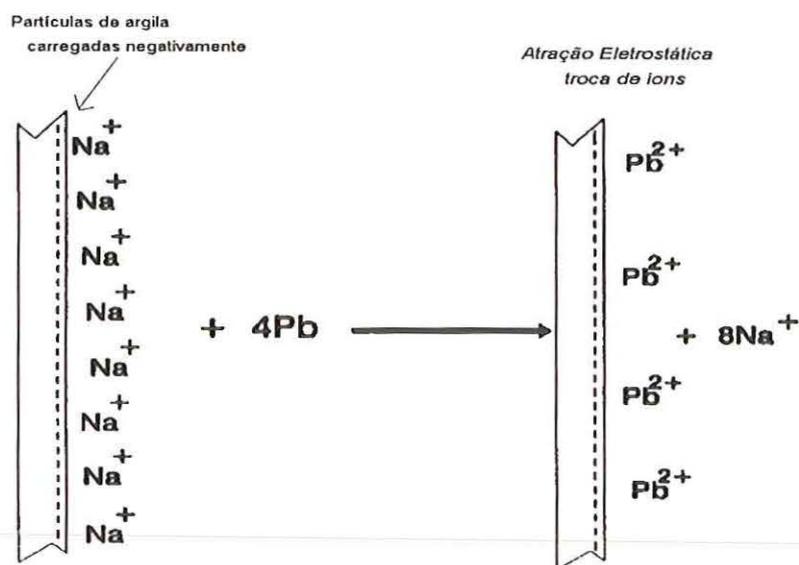


Figura 10. Demonstração de atração eletrostática em processo de troca de íons. Fonte: YONG *et al.* (1992).

OLIVEIRA *et al.* (1992) relatam em experimentos a afinidade do óxido de alumínio com íons metálicos divalentes de Pb^{+2} , Cd^{+2} , Co^{+2} e Zn^{+2} . Afinidade relativa foi descrita como sendo $\text{Pb} > \text{Zn} > \text{Co} > \text{Cd}$. Lembrando que muitos dos íons metálicos divalentes são adsorvidos especificamente por constituintes do solo tais como argilo-minerais, sesquióxidos, carbonatos e matéria orgânica e o processo é altamente dependente do pH.

Processos de Atenuação da Migração de Contaminantes em Meios Porosos

A equação fundamental que descreve o transporte de constituintes reativos dissolvidos em meio poroso isotrópico saturado é conhecida como equação de advecção-dispersão. Durante o transporte do soluto no meio poroso, além dos processos de advecção e dispersão, é importante o conhecimento das reações que ocorrem entre o soluto e o meio poroso. A equação a seguir, derivada de OGATA (1970) e BEAR (1972) *apud* FREEZE & CHERRY (1979), contempla alguns destes processos que ocorrem durante o transporte de solutos no meio homogêneo num sistema unidirecional de fluxo.

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D_l \frac{\partial^2 C}{\partial l^2} - v_l \frac{\partial C}{\partial l} + \frac{\rho_d}{n} \frac{\partial S}{\partial t}$$

Fonte
Dispersão hidrod.
Advecção
Adsorção/Desorção

onde:

D_l = coeficiente de dispersão hidrodinâmico

l = direção ao longo da linha de escoamento (longitudinal)

C = concentração do soluto

v_l = velocidade linear média da água no meio poroso

ρ_d = peso específico dos materiais constituintes do meio poroso

n = porosidade

S = massa do constituinte químico adsorvida na parte sólida do meio poroso por unidade de massa dos sólidos

Algumas características dos materiais geológicos devem ser abordadas para análise de transporte de poluentes, dentre elas, as principais são a capacidade de troca catiônica que o material sólido apresenta e a condutividade hidráulica.

Capacidade de troca catiônica (CTC)

A CTC de um material coloidal foi definida por VAN OLPHEN (1963) apud FREEZE & CHERRY (1979) como o excesso de íons contrários (opostos) na zona adjacente à superfície carregada ou camada que possa ser trocada por outros cátions. Para materiais geológicos, normalmente, é expressa como o número de mili-equivalentes de cátions que podem ser trocados numa amostra com uma massa seca de 100g. O teste padrão para determinar a CTC para estes materiais envolve:

- _ Ajuste do pH da água dos poros para 7,0
- _ Saturação do lugar de troca com NH_4^+ misturando a amostra do solo com uma solução de acetato de amônio
- _ Remoção do NH_4^+ adsorvido por lixiviação com uma solução forte (concentrada) de NaCl (Na^+ substitui o NH_4^+ no local da troca)
- _ Determinação do NH_4^+ contido na solução lixiviada depois do equilíbrio ser atingido.

Condutividade hidráulica e permeabilidade

A constante de proporcionalidade da Lei de Darcy tem sido chamada de condutividade hidráulica K , e é uma função não somente do meio poroso, mas também das características do fluido HUBBERT (1956) apud FREEZE & CHERRY (1979). Outra denominação bastante comum para a condutividade hidráulica utilizada pelos hidrogeologistas é coeficiente de permeabilidade, tendo como unidade de medida L/tempo (MARSILY, 1986).

$$K = \frac{k\rho g}{\mu} \quad v = -K \Delta h/\Delta l$$

onde:

k = permeabilidade específica

ρ = densidade do fluido

μ = viscosidade dinâmica do fluido

g = aceleração da gravidade

Se, por exemplo, o gradiente hidráulico $\Delta h/\Delta l$ comportar-se como uma constante para duas passagens de soluto utilizando um mesmo meio arenoso, com a passagem de dois líquidos de viscosidade diferentes como por exemplo água e melão, não será surpresa que a descarga específica v (velocidade de infiltração) seja bem menor para a passagem de melão do que da água.

A permeabilidade k , também chamada de permeabilidade intrínseca ou específica é uma função somente do meio poroso, indiferente às características do fluido e tem como unidade L^2 .

$$k = Cd^2$$

onde:

C = constante de proporcionalidade

d = diâmetro da seção transversal do acamamento.

De acordo com TESTA (1994), as reações que podem modificar as concentrações de contaminantes nos solutos podem ser agrupadas nas seguintes categorias:

- Processos Físicos - trata-se dos processos já descritos anteriormente, que ocorrem devido às características do meio poroso;

- Processos Biológicos - são muito variáveis e ocorrem principalmente pela atuação de microrganismos presentes nos materiais geológicos; e
- Processos Químicos - também são variáveis, dependendo das características físico-químicas do meio onde poderão ocorrer as reações entre os elementos transportados com os elementos presentes.

Quanto maior o conhecimento dos conceitos acima apresentados, desde a geração e classificação dos resíduos, passando pelos diferentes tipos de concepção de aterros sanitários até os processos de transporte de poluentes no solo, aumenta consideravelmente as possibilidades da escolha de um local adequado para a implantação de um aterro sanitário, viabilizando um projeto que garanta a proteção ao meio ambiente aproveitando suas características positivas diminuindo sensivelmente seu custo de implantação e operação.

8. ATERRO SANITÁRIO INDUSTRIAL

Um aterro sanitário industrial é uma obra de grande interesse à população e aos administradores, pois apresenta um alto risco à poluição do meio ambiente, trazendo todas as consequências negativas ao Homem numa eventual falha de qualquer etapa de sua construção, podendo causar a contaminação e poluição dos componentes do meio ambiente. Tendo como consequência a perda total ou parcial dos mananciais de águas, inutilização dos materiais geológicos e vários problemas de saúde associados ao consumo de águas contaminadas, presença de gases tóxicos na atmosfera e utilização dos materiais geológicos contaminados para fins agrícolas. É uma obra de engenharia complexa, que envolve o conhecimento de vários setores da engenharia, geologia, biologia e química, além de amplos conhecimentos das legislações vigentes, dos aspectos socio-econômicos e políticos, que influenciam diretamente os estudos, projeto e implantação deste tipo de obra.

Dentro destes aspectos serão abordados neste capítulo os principais tipos de sistemas de proteção adotados para aterros sanitários industriais existentes, suas características particulares, as exigências técnicas e legais para a implantação deste tipo de obra e os estudos necessários para o atendimento aos principais requisitos que envolvem os aterros sanitários industriais.

8.1. TIPOS DE SISTEMAS DE PROTEÇÃO

Os aterros sanitários podem receber resíduos das mais variadas origens e graus de periculosidade. Em função das características apresentadas pelos resíduos os aterros devem dispor de dispositivos de proteção ao meio ambiente de maior ou menor complexidade.

O principal risco causado por um aterro sanitário industrial é a possibilidade de ocorrerem saídas de líquidos com contaminantes da área de confinamento dos resíduos para a zona externa, poluindo os materiais geológicos, águas subsuperficiais e superficiais, assim, diferentes alternativas para o projeto devem ser consideradas.

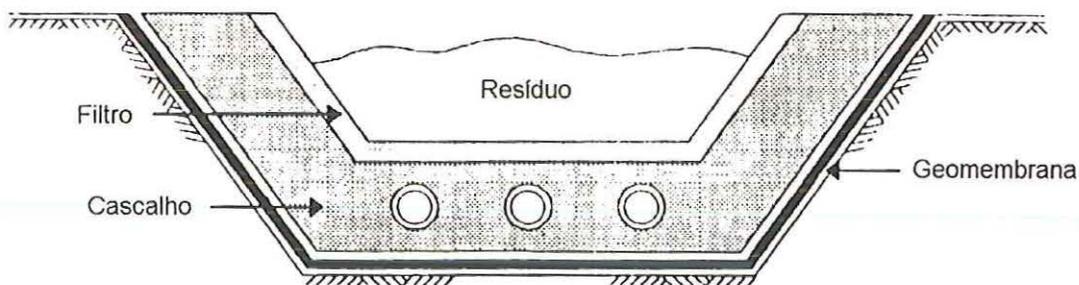
Para TESTA (1994) os principais componentes de um aterro sanitário são os sistemas de revestimento de proteção de base, sistemas de revestimento de proteção de cobertura e os sistemas de coleta, remoção e detecção de vazamentos dos líquidos percolados.

A princípio, todos os conceitos relativos à disposição de resíduos deveriam dispor de sistemas com barreiras paralelas, ou com inter-relacionamento de barreiras naturais e sintéticas-sistemas de multibarreiras, LANGER (1998).

Vários são os tipos de revestimento aplicados para impermeabilização e confinamento dos resíduos nos aterros sanitários industrial. Segundo CAMBRIDGE & DALE (1993), o projeto de revestimento para controle de poluição tem que levar em consideração a finalidade do uso e as condições de instalação local. Em geral, os revestimentos de proteção “liner” podem ser classificados em quatro grupos: revestimento de argila natural compactada “in situ”, revestimento enriquecido com misturas de bentonita, revestimentos sintéticos (geomembranas) e revestimentos de argila sintética.

Para CONSONI *et al.* (1996), um sistema de revestimento de proteção deve apresentar características de estanqueidade, durabilidade, resistência mecânica, resistência a intempéries e compatibilidade físico-química e biológica com os resíduos a serem dispostos.

Buscando uma maior eficiência dos sistemas de proteção utilizam-se revestimentos simples ou compostos com camadas alternadas de material de impermeabilização e sistemas de captação e coleta da lixívia (Figura 11).



(a)

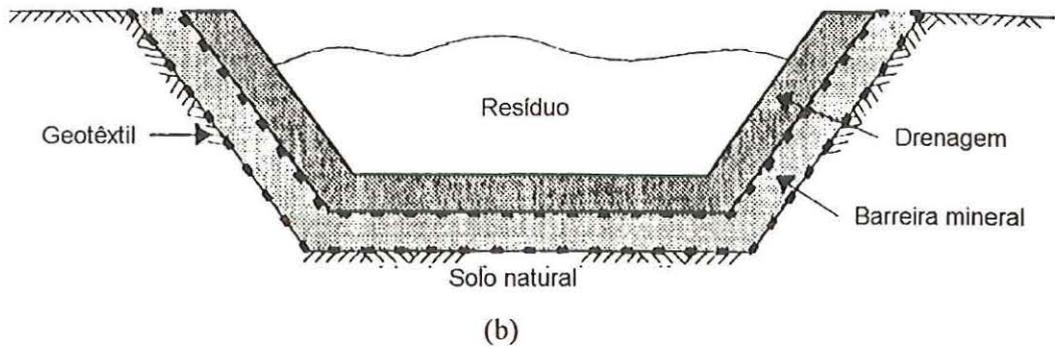
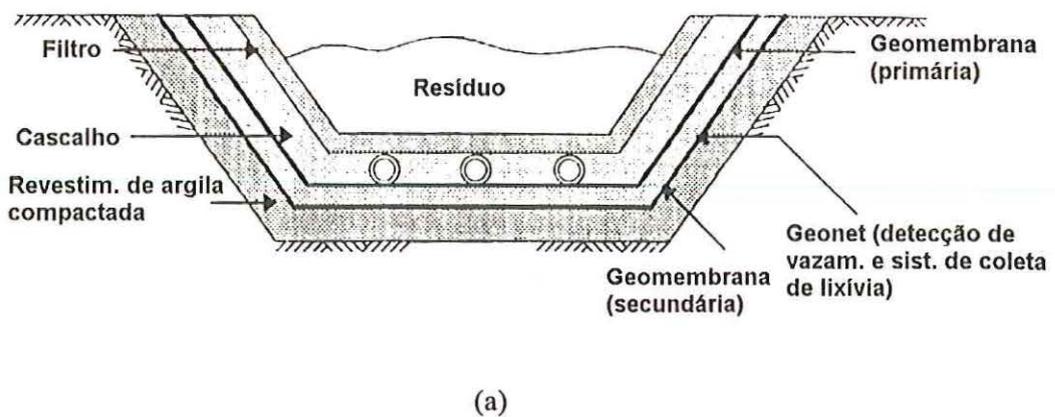
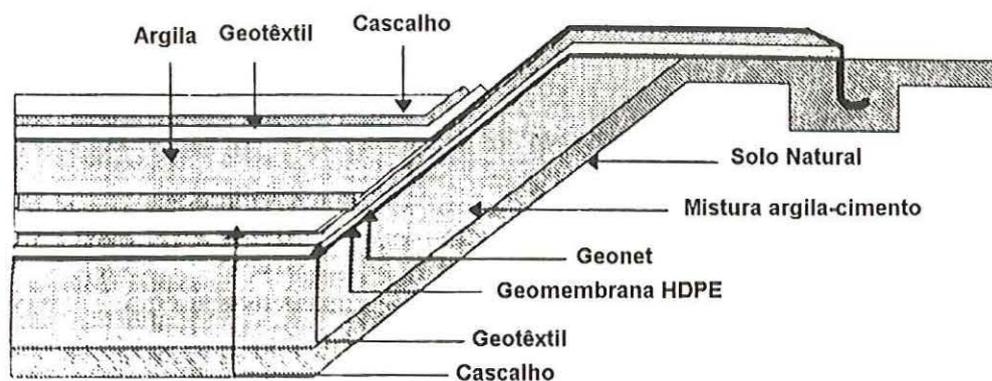


Figura 11. Sistema de revestimento simples. (a) Seção transversal do sistema de revestimento de proteção simples com geomembrana (BOUAZZA & VAN IMPE, 1998). e (b) Seção transversal de sistema de proteção simples com barreira mineral (AMMAN & MARTINENGHI, 1993 *apud* BOUAZZA & VAN IMPE, 1998).

Para resíduos perigosos que representam potencial elevado de risco para o meio ambiente e à saúde da população os sistemas de revestimento são diferentes dos apresentados na **Figura 11**, mas também tem variações para cada local de aplicação. Nos EUA, para estes resíduos são utilizados sistemas duplos de revestimento com sistema de coleta de contaminantes (**Figura 12**).

As **Tabelas 7 e 8** mostram algumas propostas de sistemas de revestimentos utilizados.





(b)

Figura 12. Sistema de revestimento de proteção basal duplo. (a) Seção transversal com sistema de revestimento de proteção duplo - geomembrana (BOUAZZA & VAN IMPE, 1998) e (b) Outra concepção de sistema de revestimento de proteção duplo (MANASSERO *et al.*, 1997 *apud* BOUAZZA & VAN IMPE, 1998).

Tabela 7. Composição do sistema de revestimento “liner” para aterros de resíduos municipais na Tailândia (AHSFORD & HUSAIN, 1996 *apud* BOUAZZA & VAN IMPE, 1998)

PROVÍNCIA	TIPO DE REVESTIMENTO “LINER”	MATERIAL UTILIZADO	ESPESSURAS	SOLO DE FUNDAÇÃO
Chonburi	composto	areia grossa geotêxtil geomembrana argila compact.	0,30 m -- 1,50 mm 0,60 m	areia fina média a muito compacta
Hua Hin	composto	areia grossa geotêxtil geomembrana argila compact.	0,30 m -- 1,00 mm 0,30 m	areia fina a grossa cimentada
Krabi	simples	areia grossa argila compact.	0,30 m 1,0 m	silte argiloso
Pathum Thani	composto	argila compact. geomembrana	0,30 m 1,50 mm	argila e argila siltosa muito mole a mole
Nakhon Sawan	simples	pedregulho geotêxtil geomembrana	0,40 m -- 1,50 mm	areia siltosa compacta
Rayong	composto	pedregulho geotêxtil	0,30 m --	areia fina fofa

	geomembrana	1,50 mm	
	argila compact.	0,60 m	

Tabela 8. Exigências típicas de revestimento de proteção utilizados em diferentes Países (BOUAZZA & VAN IMPE, 1977 *apud* BOUAZZA & VAN IMPE, 1998).

PAÍS	REVESTIMENTO BASAL "LINER"	TIPOS DE RESÍDUOS
Austrália	0,9 m de argila compactada	n.d.
Austria	0,9 m de argila compactada mais geomembrana(a ser utilizada em áreas de significância ao meio ambiente)	n.d.
	0,6 m de argila compactada, geomembrana mais proteção com geotêxtil	resíduos municipais e resíduos perigosos pré tratados
	Duplo revestimento mineral 0,8 e 1,0 m, geomembrana, mais proteção com geotêxtil. Os dois revestimentos são separados por colchão drenante	resíduos perigosos com potencial tóxico complexo
Belgica	Base multicamada: revestimento mineral (3 camadas)1,8 m, 1,2 m 0,8 m separados por colchão drenante, geomembrana mais proteção com geotêxtil	resíduos perigosos com potencial tóxico alto e complexo em terreno aquífero de areia siltosa
Europa	1,0 m de argila compactada, geomembrana mais proteção com geotêxtil	resíduos domésticos e perigosos
	0,75 m de argila compactada, geomembrana mais camada protetora	resíduos domésticos e inertes
França	3,0 m de argila compactada, geomembrana mais camada protetora	resíduos perigosos
Alemanha	5,0 m de argila in situ, geomembrana	resíduos industriais
	5,0 m em solo	resíduos municipais e de comércio
	0,5 m em argila compactada	resíduos domésticos não perigosos
	0,75 m de argila compactada, geomembrana mais camada protetora mais barreira natural (geológica) ou 3,0 m de argila/silte compactados	resíduos domésticos mais perigosos
	1,5 m de argila compactada, geomembrana mais camada protetora mais barreira natural (geológica) ou 3,0 m de argila/silte compactados	para todos os resíduos perigosos
Itália	1,0 m de argila compactada mais geomembrana ou 2,0 m de argila compactada, camada protetora mais drenagem	para todos os resíduos perigosos
Portugal	1,0 m de argila compactada, geomembrana mais camada protetora	resíduos domésticos e perigosos

Suíça	0,8 m de argila compactada ou 0,5 m de argila compactada mais geomembrana ou geotêxtil ou camada de asfalto, espessura do subsolo $\geq 10,0$ m	para todos os resíduos inertes
Turquia	0,6 m de argila compactada	resíduos domésticos e industriais leves
Reino Unido	1,0 m de argila compactada	para todos os resíduos inertes
EUA	0,6 m de argila compactada, geomembrana	resíduos domésticos
	revestimento duplo: 0,9 m de argila compactada, geomembrana separada por colchão drenante	resíduos perigosos

SCAPOZZA & AMANN (1998), apresentaram estudo para utilização de sistemas de revestimento de proteção basal constituído por asfalto, prática utilizada na Suíça por mais de 25 anos. O sistema de revestimento é composto por uma camada simples de asfalto de pelo menos 7 cm de espessura e menos de 3% de volume de vazios construídos sobre uma camada de fundação para o asfalto. Padrões europeus requerem para este sistema, uma barreira geológica de no mínimo 7 metros de espessura com coeficiente de permeabilidade abaixo de 10^{-7} m/s. Como nem todos os locais satisfazem esta condição e considerando possíveis vazamentos na camada de asfalto é aconselhável combinar a camada de revestimento de proteção de asfalto com uma camada mineral com potencial de adsorção, conforme mostra a **Figura 13**.

A coleta e remoção dos líquidos percolados (lixívia) e dos gases são importantes elementos para o bom funcionamento de um aterro e estão intimamente relacionados com as várias concepções dos sistemas de revestimento de proteção de base e superficial e dos métodos de operação utilizados nos aterros.

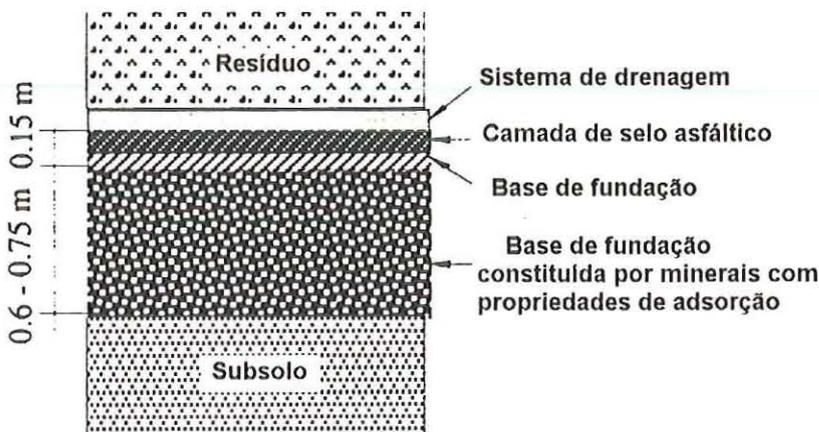
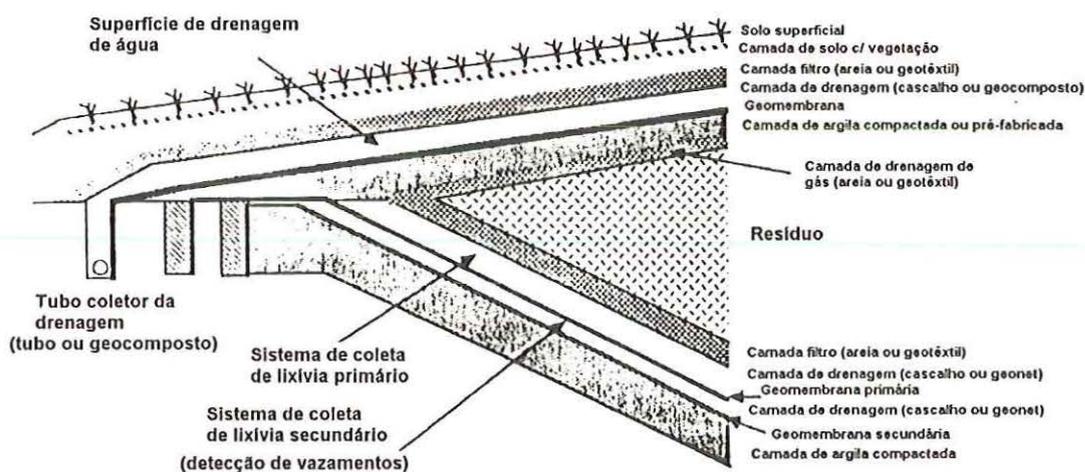


Figura 13. Perfil esquemático do sistema de revestimento de proteção com camada asfáltica (SCAPOZZA & AMANN, 1998).

Os líquidos no aterro advém primariamente de chuvas, podendo também existir no próprio resíduo e acabam se misturando no aterro formando os líquidos de percolação (lixívia) com as mais variadas características físico-químicas e biológicas. O fluxo interno destes líquidos no aterro se dá por ação da gravidade, sendo acumulados na base do aterro onde estão dispostos os sistemas de revestimento de proteção do aterro e de coleta dos líquidos percolados.

Para KOERNER (1993) os projetos atuais consideram 2 sistemas de coleta dos líquidos percolados, o sistema primário de coleta e o secundário para detecção de vazamentos. O sistema primário consiste numa camada de material de drenagem (geralmente cascalho) protegida por uma camada filtro (areia ou geotêxtil) em que o líquido percolado infiltra por gravidade dentro deste material e é encaminhado a um poço coletor sendo removido por uma bomba submersa. Quando o sistema de revestimento de proteção basal é duplo, o sistema de coleta de líquidos secundário ou de detecção de vazamentos é disposto entre as duas camadas de revestimento, sendo composto por camada de cascalho ou georede, podendo existir camada de filtro separador de areia (cascalho) ou geotêxtil (georede). Ocorrendo falhas no revestimento primário o líquido percolado será captado pelo sistema secundário de coleta e removido por tubulação de pequeno diâmetro. A **Figura 14** mostra alguns esquemas destes sistemas de drenagem assim como de cobertura superficial e coleta de gases.



(a)

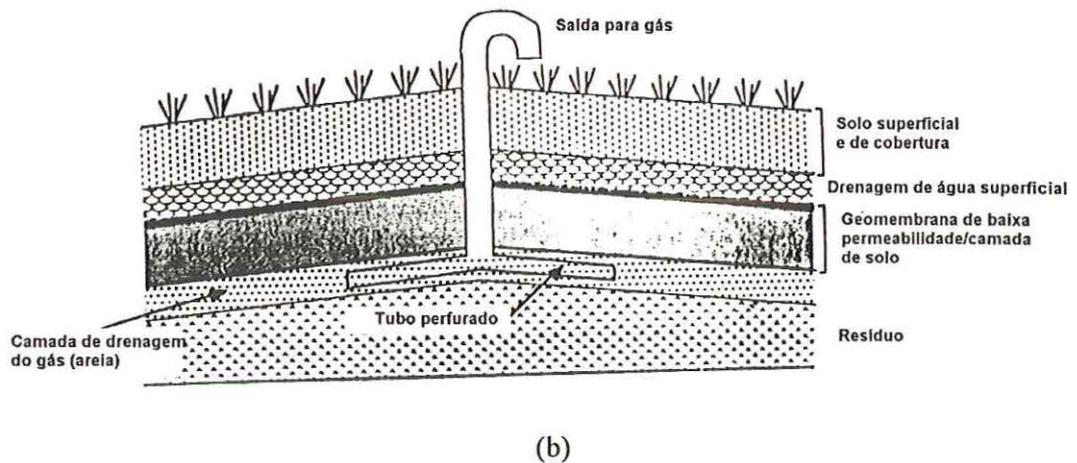


Figura 14. Sistemas de revestimento de proteção de base e cobertura (KOERNER, 1993). (a) Seção transversal de aterro mostrando os vários componentes dos sistemas de revestimento de proteção duplo e (b) Seção transversal mostrando sistema de remoção de gás gerado no aterro.

Existe ainda a possibilidade de formação de gases que irá acumular nas porções inferiores do sistema de cobertura composto por uma barreira de argila compactada ou pré-fabricada, com geomembrana, drenagem superior (cascalho ou geocomposto), camada filtro (areia ou geotêxtil) e solo de cobertura final com vegetação. A camada para drenagem de gás poderá ser feita de areia ou geotêxtil por baixo da camada de proteção superficial com dispositivo de remoção de gás em forma de chaminé ou dispositivo de coleta de gás através de tubulações (KOERNER, 1993).

8.2. EXIGÊNCIAS TÉCNICAS E LEGAIS PARA INSTALAÇÃO

DÖRHÖFER & SIEBERT (1998) mostram a crescente preocupação na Alemanha com os novos aterros com a necessidade da avaliação de impacto ambiental e análise da segurança. Diretrizes Federais da Alemanha consideram várias barreiras ou análises com o objetivo de reduzir a percolação de poluentes para o meio ambiente. Três tipos de barreiras ou análises devem ser considerados:

1. Resíduos

- Quantidade de resíduos;
- Fluxos no resíduo;
- Composição;

- Alternativas de disposição (ecologicamente apropriadas);
- Evitar ou diminuir a produção de resíduos (reciclagem);
- Tratamento preliminar e classificação; e
- Indicação do fator de risco (alto/baixo).

2. Revestimento e sistema de drenagem

- Planejamento do revestimento, especificamente levando em consideração o fator de risco (classe de aterro) e tipo de resíduo na consideração para o planejamento (Ex. aterro para resíduo doméstico → alto risco → barreiras combinadas);
- Predição do balanço de água do aterro e formação de lixívia;
- Planejamento de meios de tratamento da lixívia; e
- Indicação do fator de risco (alto/baixo).

3. Barreira de rocha ou barreira natural (solos e rochas)

- Permeabilidade;
- Espessura;
- Homogeneidade;
- Razão de fluxo da água subsuperficial; e
- Capacidade de retenção de poluentes.

E finalmente o planejamento de detalhe junto com o prognóstico de quanto tempo as três barreiras irão prevenir a fuga de contaminantes com base em modelos de transporte de contaminantes.

Para ROCCA *et al.* (1993) a escolha do local para implantação do aterro deve atender ao planejamento do desenvolvimento da região, diretrizes de uso e ocupação do solo, proteção à saúde pública e defesa do meio ambiente, considerando o grau de urbanização, vizinhança, valor comercial da área, distância aos geradores de resíduos, acessos, caracterização hidrogeológica, potencial de contaminação das águas subterrâneas e superficiais.

A **Tabela 9** mostra um resumo das exigências da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT e CETESB para a caracterização do meio físico na seleção de áreas para a implantação do aterro, fornecendo informações para a elaboração do projeto do aterro.

Uma avaliação bem fundada, baseada em aspectos geotécnicos e nos requisitos gerais para seleção de áreas para disposição de resíduos conduzem a decisões menos problemáticas e uma boa aceitação pelas autoridades e população (JESSBERGER, 1994). Este mesmo autor relata algumas regulamentações impostas na Alemanha com relação a seleção de áreas para disposição de resíduos, considerando que o subsolo deverá ter boa capacidade de adsorção e coeficiente de permeabilidade $k < 10^{-7}$ m/s numa espessura de no

mínimo 3 m abaixo do revestimento de base do aterro; nível da água subsuperficial de no mínimo 1 m abaixo da base do revestimento de base do aterro; evitar zonas de inundações e sujeitas a ação de marés, áreas de proteção ambiental, proximidades a áreas habitadas, áreas sujeitas a terremotos, escorregamentos e áreas de recarga de aquíferos.

Tabela 9. Quadro comparativo das condições mínimas exigidas para o estudo do meio físico abordadas pelas normas brasileiras no processo de seleção de áreas para implantação de aterros sanitários/industriais.

COMPONENTES DO MEIO FÍSICO		NORMAS ABNT / RECOMENDAÇÕES CETESB				
		NBR 8418	NBR 8419	NBR 10157	PN 1:603.06.006	CETESB P4.240
Topografia	Levantam. Topográfico e Relevo	X	X	X	X	X
		Esc.>1:500 (Aterro)	Esc.>1:1000 (Aterro)	Decl.entre 1% - 20%	Decl.entre 1% - 30%	Esc.>1:500 (Aterro)
Substrato Rochoso	Litologia	X	X	O	O	O
	Estruturas	X	X	O	O	O
Material Inconsolidado	Perfil	X	X	O	O	X
	Espessura	X	X	O	O	X
	Granulometria	X	X	O	O	X
	Coefficiente de Permeab.	X	X	X <5.10 ⁻⁵ cm/s	X <5.10 ⁻⁵ cm/s	X
	Homogeneidade	X	X	---	---	X
	Índices Físicos	---	---	---	---	X
	CTC	---	---	---	---	X
Recursos Hídricos (Águas)	Qualidade / Importância	X	X	X	X	X
	Prof. N.A	X	X	X > 1,5 m	X > 1,5 m	X
	Area Recarga	X	X	---	---	O
	Distr.corpos d'água/poço	X	X	X > 200 m	X > 200 m	X
Processos	Mov. massa	X	X	---	---	O
	Erosão	X	X	O	O	O
Clima	Precipitação	X	X	O	O	X
	Evapotransp.	X	X	---	---	X

Nota: X - Caracterização recomendada pela norma. O - Recomendação de forma genérica

8.2.1. Estudo de Impacto Ambiental / Relatório de Impacto Ambiental

Como visto nos capítulos anteriores, a maioria dos países adotam os Estudos de Impacto Ambiental para análise e avaliação de projetos potencialmente modificadores do meio ambiente, dentre eles os aterros sanitários.

Segundo MUNN (1975) o Estudo de Impacto Ambiental é uma atividade com o objetivo de identificar e prever o impacto no meio ambiente e na saúde pública de projetos e obras relacionados aos programas de desenvolvimento, de propostas legislativas, grandes projetos, entre outros. A interpretação e comunicação das informações sobre os impactos também faz parte dos objetivos de um EIA. Portanto, visa assegurar que os efeitos ambientais, sociais, políticos e econômicos sejam identificados e avaliados na fase de planejamento das ações antes de tomar decisões irrevogáveis.

Para TOMMASI (1994), alguns critérios devem ser estabelecidos para se avaliar os impactos ambientais decorrentes da ação humana, dentre eles destacam-se:

- Descrição das condições ambientais existentes antes do início do projeto, dos usos dos recursos disponíveis e padrões sociais atuais;
- Discussões sobre a necessidade de se implantar o projeto, indicação de alternativas considerando todas as alternativas tecnológicas e locais;
- Revisão da literatura sobre projetos similares e levantamento de bibliografia relacionada à área do projeto;
- Identificação dos impactos principais, inclusive os secundários e terciários;
- Previsões dos efeitos do empreendimento durante a fase de instalação e operação, incluindo uma estimativa das previsões que pode ser obtida através de estudos de campo (levantamento das espécies presentes, especialmente as que poderão ser afetadas), métodos experimentais (avaliar hipóteses levantadas sobre efeitos prováveis) e modelagens que permitam simulações;
- Formulações e recomendações, como modificações tecnológicas e alternativas para reduzir ou evitar impactos; e
- Monitoramento dos efeitos ambientais que ocorrerão durante a implantação e operação do empreendimento (com as ações sugeridas para minimizar possíveis danos ambientais).

Não há um único método para realizar um Estudo de Impacto Ambiental que possa ser utilizado em qualquer tipo de projeto ou para todas as atividades envolvidas no estudo. Alguns procedimentos ou métodos mais conhecidos utilizados na elaboração de um EIA são:

- Método “ad hoc” - consiste em reunir técnicos multidisciplinares com maior grau de experiência possível para numa primeira abordagem avaliar os efeitos das alternativas do projeto. Faz uma abordagem inicial onde são levantados os aspectos mais importantes a serem avaliados. Não tem como objetivo a elaboração de listagens exaustivas de todas as ações propostas e fatores a serem avaliados, mas de assegurar que os fatores ambientais relevantes não sejam omitidos do EIA. É um método subjetivo podendo ser tendencioso;
- Método da Listagem de Controle - consiste basicamente numa lista de fatores ambientais que devem ser considerados, sistematicamente, em relação ao projeto proposto para determinar inicialmente, se os mesmos irão sofrer modificações com a implantação do projeto. Permite identificar as principais consequências de uma ação, assim como hierarquizar, esimular as avaliações de possíveis impactos. Não permite porém, identificar impactos de segunda ordem;
- Método da Rede de Interações - permite identificar ações e inter-relações. Visualiza também as interações entre ações e impactos relacionados com as cadeias de impactos. Não é recomendado para ações de carácter regional. Permite unicamente identificar os efeitos de ações externas sobre os fluxos de energia de um sistema ambiental;
- Método da Superposição de Cartas - são métodos originados das cartas de aptidões e restrições. Utiliza cartas referente a um tem ou aspecto ambiental (tipo de solo, cobertura vegetal, recursos hídricos, erosões, etc.) que são sobrepostas analisando simultaneamente diversos aspectos ambientais. Pode-se utilizar de recursos computacionais;
- Método dos Modelos - teoricamente é considerado o melhor método, devido à capacidade preditiva, com a possibilidade de utilização de uma grande quantidade de dados, possibilitando também identificar necessidades adicionais de pesquisa e estudar as relações entre fatores físicos, biológicos e sócio-econômicos. É um método caro, que exige capacitação, trabalho, tempo e custos disponíveis, dependendo muito da qualidade das informações, que nem sempre podem ser consideradas homogêneas; e
- Método da Matriz de Interação - é um dos métodos mais utilizados para elaboração de um EIA. A primeira destas matrizes foi a de LEOPOLD *et al.* (1971), desenvolvida nos EUA para projetos de mineração. Esta matriz tem sofrido adaptações que permitem sua utilização em grande variedade de projetos. Consiste basicamente numa listagem bidimensional, organizada num quadro onde os fatores ambientais e as ações do projeto são enumerados horizontal e verticalmente. É um método barato, mas muito informativo, que permite comparações fáceis.

Segundo TOMMASI (1994), em muitos países que adotaram o EIA, como instrumento para análises ambientais, os estudos apresentados tem sido superficiais, sem

analisar as interligações entre os componentes em estudo, não apresentando também a amplitude e profundidade que permita compreender os efeitos do projeto de maneira efetiva sobre o meio ambiente.

No Brasil, o panorama não é diferente, pois muitos dos estudos transformaram-se em documentos burocráticos visando apenas a aprovação de determinado empreendimento. A apresentação das informações não são executadas de maneira ordenada, ocorrendo uma repetição constante da mesma informação em documentos volumosos.

As informações apresentadas são, na maioria das vezes, segmentadas, e em raros momentos ocorre uma análise de maneira a entender o meio ambiente como um todo e não em segmentos espartilhados, divididos e isolados em cada área de atuação do profissional que elaborou parte do estudo.

Outro aspecto importante é o conhecimento de todos os aspectos envolvidos no projeto e suas influências diretas e indiretas no meio biológico, físico e antrópico para uma análise direcionada ao tipo de obra a ser executada, para que se antecipem os problemas gerados pelo empreendimento.

8.2.2. Fiscalização na Execução da Obra

Após o cumprimento de todas as exigências necessárias à aprovação de um aterro sanitário industrial, passando pelas etapas de seleção de áreas, caracterização do meio físico, caracterização do meio biológico, caracterização do meio antrópico, melhores alternativas de projeto, estudo de impacto ambiental, relatório de impacto ambiental e obtenção da Licença Prévia - LP e Licença de Instalação - LI, emitidas pelo órgão ambiental responsável, inicia-se a etapa de execução do empreendimento.

A responsabilidade pela execução da obra é do empreendedor, sendo necessário o acompanhamento da empresa de consultoria ambiental sob fiscalização do órgão público ambiental.

JESSBERGER (1994) apresenta algumas recomendações vigentes na Alemanha com relação a construção de aterro sanitário industrial, procurando assegurar a qualidade na implantação deste tipo de obra, baseando-se no controle da adequabilidade de todos materiais de construção e dos métodos utilizados para execução da obra com execução de testes e ensaios em condições de campo. Além disso, é importante que se determinem as responsabilidades e obrigações dos supervisores / fiscais da obra (internos e externos); descrição do sistema de revestimento de proteção, relacionando os processos a serem inspecionados e os tipos e número de testes e ensaios de qualidade a serem empregados nos

materiais de construção. E finalmente é necessário que se faça a adequada supervisão e acompanhamento de todos os trabalhos durante a construção e operação do aterro, incluindo a preparação do terreno, construção dos sistemas de revestimento de proteção e armazenamento do resíduo.

Cuidados especiais devem ser dados à implantação dos sistemas de proteção de base do aterro, pois qualquer falha de execução pode causar sérios problemas ao meio ambiente.

DANIEL (1993c) descreve recomendações para a construção de revestimentos de proteção de argila compactada, enfatizando cuidados no preparo e processamento do material (quebra dos torrões, eliminação de pedras e rochas, umedecimento do solo e incorporação de aditivos), controle no teor de umidade do solo, espessuras para compactação (200 a 300 mm), com compactadores estáticos pé de carneiro (peso mínimo 18.000 kg, comprimento das saliências -180 - 200mm e número mínimo de passadas - 5) e execução de testes de controle de qualidade para verificação da adequabilidade do material de construção e dos processos de compactação utilizados.

ADAM & KOPF (1998), apresentam estudos de compactação com controle contínuo de compactação (CCC) em revestimentos de proteção de base de aterros sanitários. O controle contínuo de compactação é um método integrado ao rolo vibratório de compactação para controle de densidade e capacidade de suporte do solo durante todo o processo de compactação, diferente dos processos de controle convencionais que são pontuais.

MEIBNER & WENDLING (1998), propõe métodos de investigação para determinação da formação e propagação de fendas de ressecamento em solos argilosos de revestimento de proteção basal utilizando ensaios de laboratório na tentativa de desenvolver uma equação de resistência à tração em função da quantidade de água, coesão, estado de tensão, temperatura, umidade do ar e índice de vazios. O ressecamento pode ocorrer durante a fase de construção do revestimento ou na operação do aterro pela ação da temperatura atuante direta ou indiretamente nos componentes minerais das camadas de solo, causando liberação de água e conseqüentemente a contração do solo, que está associada à tensão de tração.

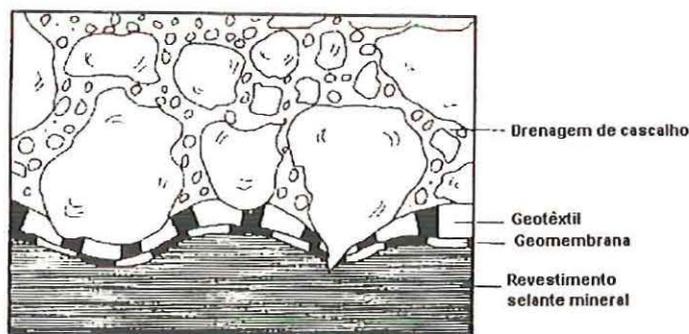
BENSON (1993) realizou estudos estatísticos com medidas das condutividades hidráulicas em revestimentos de argila compactada em 57 aterros na América do Norte, chegando a variações na distribuição da condutividade hidráulica de $2,9 \times 10^{-9}$ cm/s a $1,0 \times 10^{-5}$ cm/s, observando-se um pobre ajuste da distribuição lognormal. Vários fatores poderiam afetar esta distribuição, tais como mistura de fluxos em micro e macroescalas, tendências indetectáveis na condutividade hidráulica e erros de medida, além disso podem

ter ocorrido variações nas características do solo durante a execução dos revestimentos, execução de diferentes métodos de pré-processamento, ajustes de umidade e compactação.

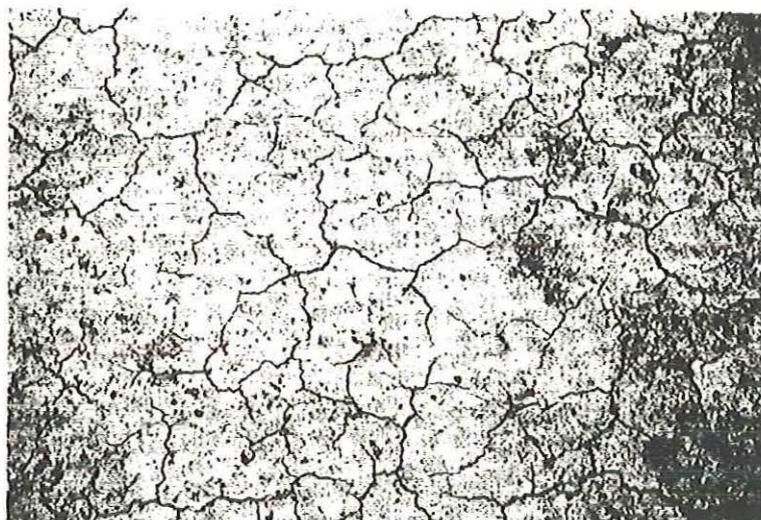
Falhas na construção dos revestimentos podem causar sérios danos ao meio ambiente, pois elas são descobertas após o início da operação dos aterros. LOPES & BARROSO (1995) propõem inspeções durante a instalação dos revestimentos, certificando-se da perfeita limpeza, colocação, transporte e exame das zonas de união das geomembranas através de ensaios (caixa de vácuo) e instalação de dispositivos elétricos de detecção de vazamentos. Estes ensaios, principalmente os dispositivos elétricos são de grande validade, pois são executados antes do início de operação do aterro e quaisquer imperfeições nas geomembranas podem ser corrigidas sem que haja fuga de contaminante ao meio ambiente.

Além de todos os cuidados mencionados acima, BAGCHI (1990) alerta para os danos causados por microrganismos do solo, roedores e a própria vegetação, através de ações diretas na geomembrana ou camada de revestimento de base, podendo danificá-las.

A **Figura 15** mostra algumas falhas de execução possíveis de ocorrerem durante a implantação do sistema de revestimento de base do aterro.



(a)



(b)

Figura 15. Falhas construtivas nos revestimentos de base dos aterros. (a) Esquemática de danos na geomembrana causados por elementos da drenagem. (b) Trincas de ressecamento no sistema de revestimento constituído por argila compactada.

8.2.3. Dispositivos de Monitoramento

A fase de monitoramento deve ser executada com o objetivo de controlar a eficiência das barreiras de revestimento, sendo a maneira direta da certificação do funcionamento adequado ou inadequado dos sistemas de proteção projetados para o aterro.

A execução do projeto de monitoramento deve ser embasada nos estudos de caracterização e investigação geológico-geotécnico.

Portanto, as etapas iniciais dos estudos para a seleção de locais para implantação de aterro sanitário / industrial são fundamentais para o sucesso do projeto do sistema de monitoramento. Lembrando que nesta fase e em fases posteriores do Estudo de Impacto Ambiental e do Relatório de Impacto Ambiental já serão necessários o emprego do monitoramento para o levantamento dos padrões de qualidade iniciais para a área, servindo como base para o controle das alterações do meio ambiente durante o processo de implantação, operação e encerramento do aterro, assim como na determinação de eventuais falhas dos sistemas de proteção propostos no projeto.

Para TESTA (1994) as investigações iniciais geológico-geotécnico e hidrogeológicas de campo são processos interativos em que as fases iniciais de sondagens produzem

informações geológicas da estratigrafia, solo, rocha, elementos estruturais significantes e condições hidrogeológicas gerais.

À partir destes dados pode-se estudar a consistência espacial das informações, com suas devidas incertezas. A qualidade das sondagens ou dos elementos de monitoramento da água subsuperficial dependem de uma variedade de fatores, incluindo a complexidade das condições de superfície, destacando-se:

- Condições de heterogeneidade e anisotropia;
- Descontinuidades verticais e laterais significantes;
- Presença de elementos estruturais como fraturas, juntas e falhas;
- Valores variáveis da condutividade hidráulica;
- Inconsistência nas direções de fluxo das águas subterrâneas;
- Proximidade de áreas de recarga;
- Caminhamento das migrações preferenciais não identificadas; e
- Influências externas.

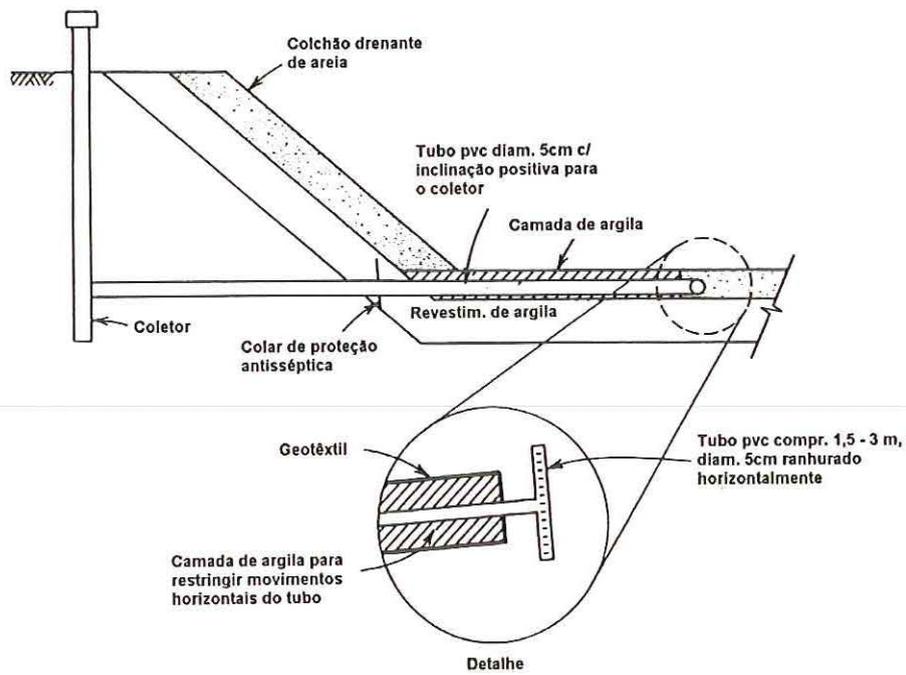
Para BAGCHI (1990) o monitoramento de um aterro sanitário industrial deve atingir a dois objetivos : determinar se o desempenho do aterro está de acordo com o objetivo a que foi projetado e assegurar o atendimento a todos os padrões das regulamentações vigentes para este tipo de obra. Normalmente são monitoradas a geração de lixívia, funcionamento dos sistemas de drenagem das águas subsuperficiais, vazamentos pela base do aterro, água subsuperficial na área de influência do aterro, geração e liberação de gases para o solo e atmosfera, controle qualitativo e quantitativo da lixívia e estabilidade da cobertura final, tendo como questionamento o tipo de equipamento utilizado para o monitoramento, local de instalação e quais os constituintes químicos a serem monitorados. A **Tabela 10** mostra um resumo destes questionamentos.

Tabela 10. Resumo dos tipos de monitoramento para um aterro sanitário proposto por BAGCHI (1990).

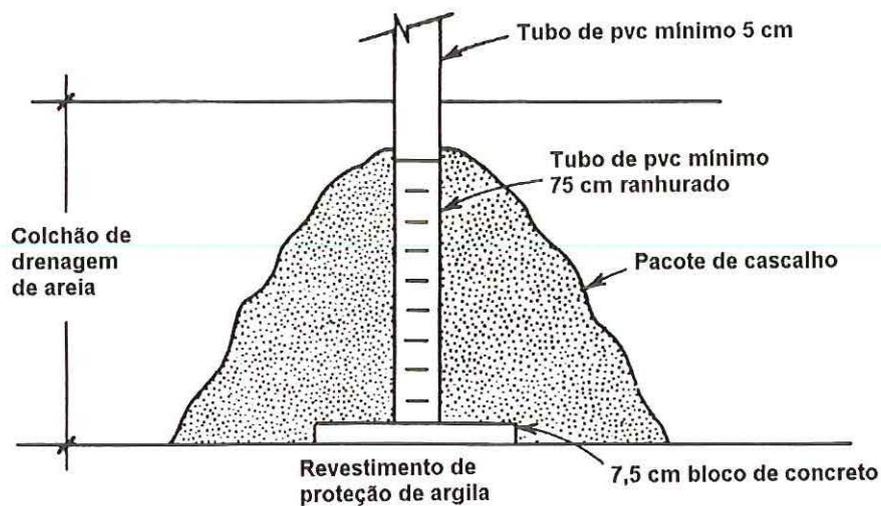
OBJETIVO DO MONITORAMENTO	TIPO DE INSTRUMENTAÇÃO	LOCAIS DE INSTALAÇÃO	PERIODICIDADE DAS LEITURAS
Determinação dos gradientes da lixívia no aterro	Poço horizontal (Fig. 16 a) Poço vertical (Fig. 16 b)	No mínimo em 2 pontos no aterro	Nos primeiros 4 anos semanalmente. Após, mensalmente
Verificação dos gradientes do sistema de drenagem da água	Semelhante ao sistema de controle da Fig. 16 a	Na base do aterro	Nos primeiros 4. anos mensalmente Após, poucos

subterrânea			meses ao ano
Controle de vazamento na zona entre a base do aterro e o lençol freático	Monitoramento direto através de lisímetro de base (Fig. 16 c) ou lisímetro de sucção (Fig.16 d) ou monitoramento indireto através de medidor de umidade de neutrons (Fig. 16 e), sonda de atenuação de raio gama, resistência elétrica, tensiômetros (Fig. 16 f), sensores de dissipação de calor, sondas elétricas, sensores de salinidade, sonda de gás (Fig. 16 g), métodos sísmicos, métodos de refletometria à partir de diferenças dielétricas das propriedades do solo e da água	Entre a base do aterro e o nível da água subterrânea	Nos primeiros 2 anos a cada 15 dias, com redução para os anos posteriores
Controle das características físico-químicas e biológicas da água subterrânea	Poços de monitoramento (Fig. 16 h) e piezômetros (Fig. 16 i)	Toda a área de influência do aterro, dependendo das condições hidrogeológicas, geológicas, topográficas, entre outras	Coleta de amostras para análise de laboratório trimestralmente, bimestralmente ou anualmente, dependendo do tipo de resíduo, tamanho e projeto do aterro
Controle das características químicas da geração de gás e qualidade do ar	Par o controle de geração de gás no aterro, instalação similar ao poço de monitoramento (Fig. 16 j) Para o controle da qualidade do ar instrumentos de análise passivos, coleta direta ou ativos	Para geração de gás variável, dependendo das condições geológicas, mas sempre acima do lençol freático Para qualidade do ar, nos pontos de maior interesse no aterro	Em período de maior geração de gás duas vezes ao dia (manhã e tarde) por 7 dias consecutivos e mensalmente ou trimestralmente para os períodos normais
Características quantitativas e qualitativas do lixiviado no reservatório	Amostragem diretamente no reservatório de lixiviado para ensaios de determinação em laboratório	Sistema de tratamento e coleta de lixiviado	Diariamente, semanalmente ou mensalmente durante a fase de operação do aterro e 2 a 5 anos após seu encerramento
Estabilidade da	Placas de leitura de recalque e	Nos sistemas de cobertura ao	A cada 6 meses ou

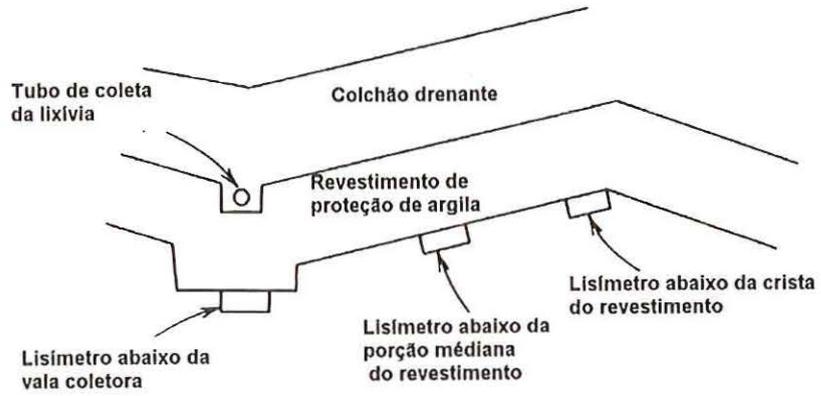
cobertura final	deslocamentos	longo do aterro	anualmente
-----------------	---------------	-----------------	------------



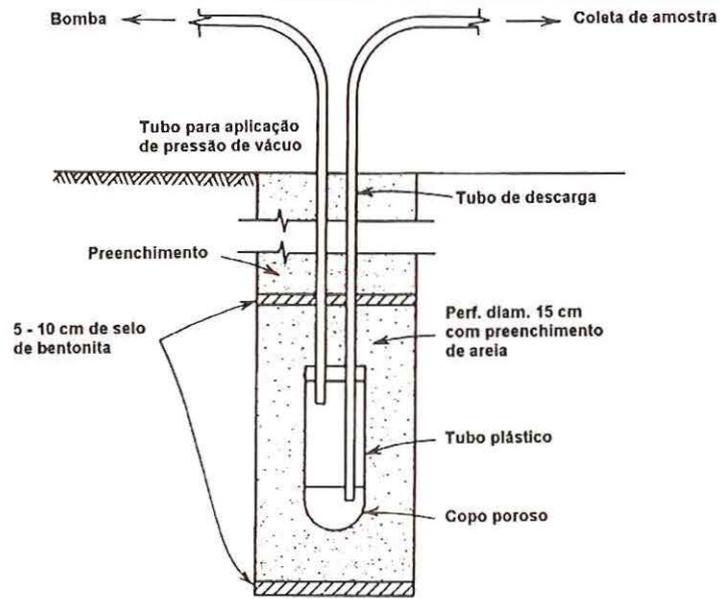
(a)



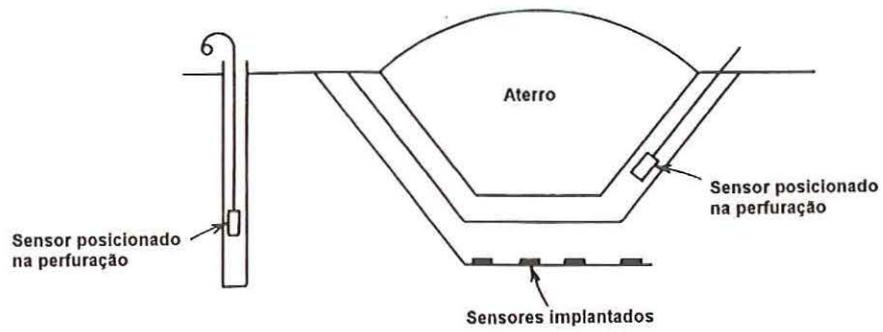
(b)



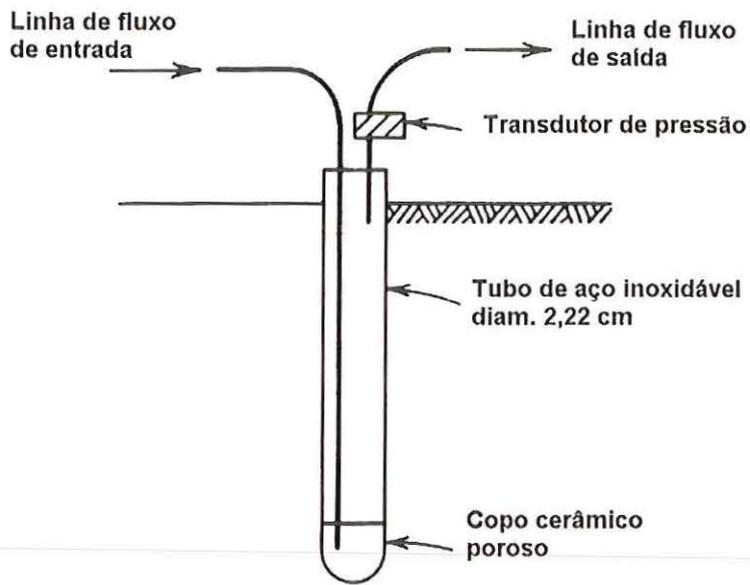
(c)



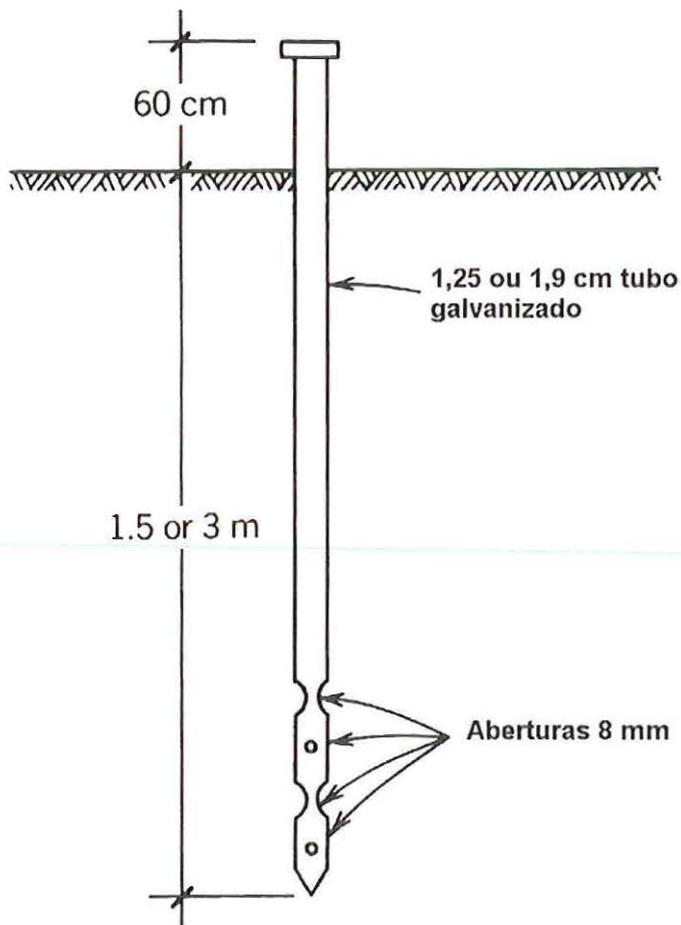
(d)



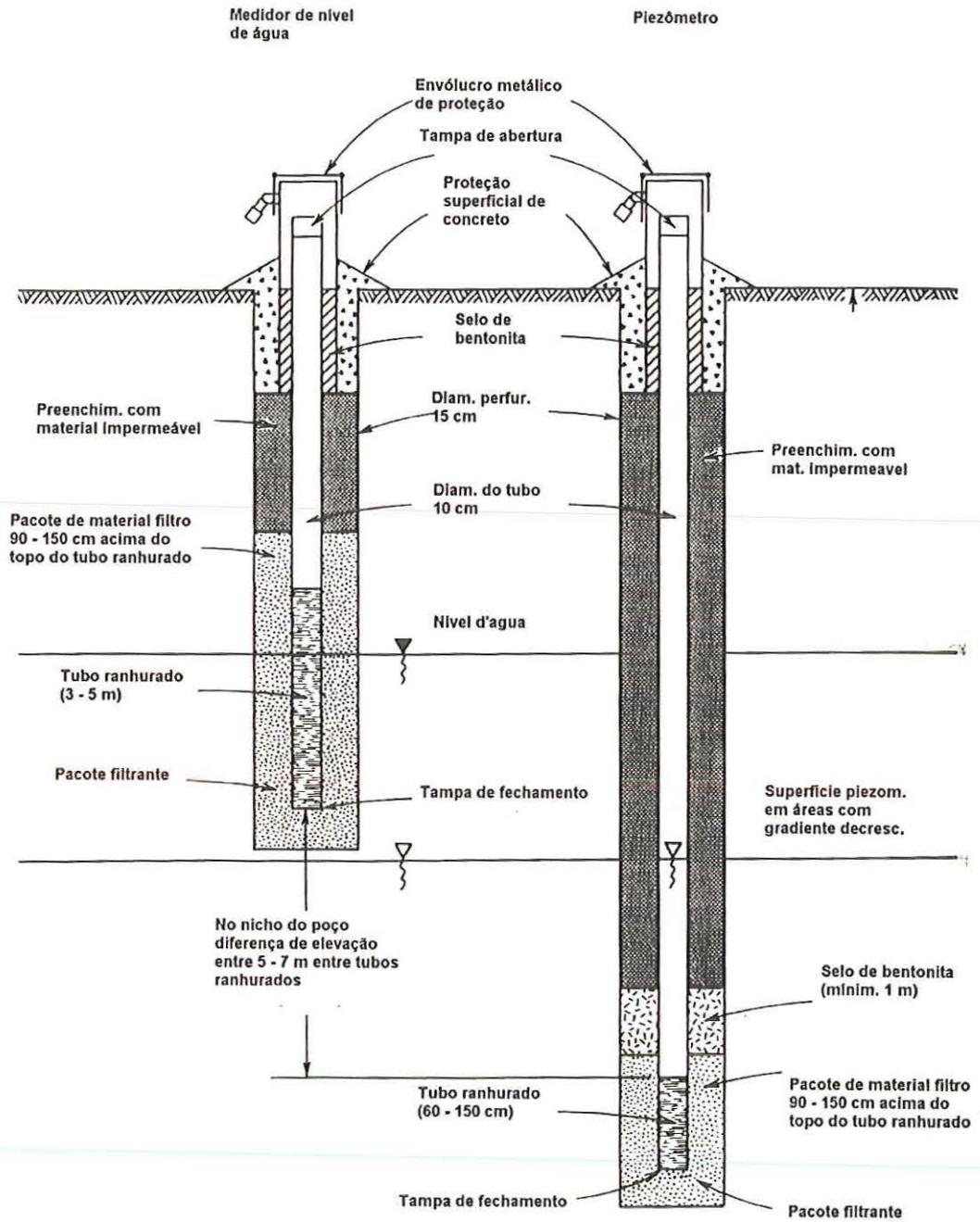
(e)



(f)

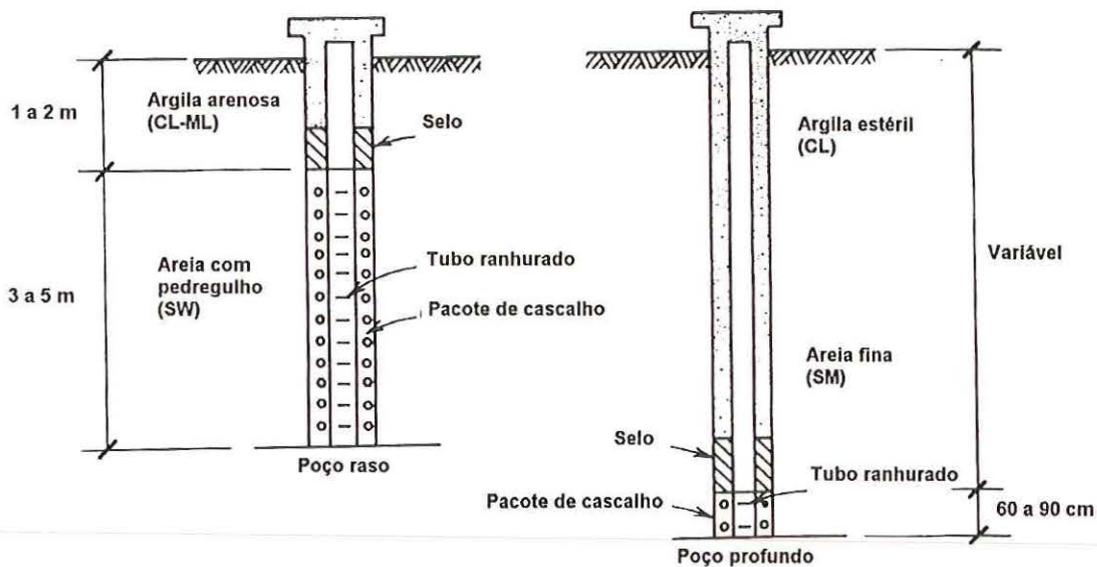


(g)



(h)

(i)



(j)

Figura 16. Esquemas dos tipos de sistemas de monitoramento propostos por BAGCHI (1990). (a) Esquema de instrumento típico de monitoramento do gradiente da lixívia no aterro-horizantal, (b) Outra concepção de monitoramento do gradiente da lixívia no aterro-vertical, (c) Sugestão de colocação de lisímetro de base, (d) Detalhe construtivo de lisímetro de sucção, (e) Detalhe do medidor de umidade de neutrons, (f) Detalhe construtivo de um tensiometro, (g) Detalhe construtivo de sonda de detecção de gás, (h) (i) Detalhes construtivos de poços de monitoramento, (j) Detalhes construtivos de instrumentos para drenagem de gás.

8.3. ESTUDOS NECESSÁRIOS

Neste ítem serão discutidas as fases de estudos necessários para a implantação de um aterro sanitário industrial, que compreendem a seleção de áreas e as metodologias utilizadas para a seleção destas áreas.

8.3.1. Seleção de Área para Implantação de um Aterro Sanitário Industrial

LANGER (1998), enfatiza a multidisciplinaridade das investigações e avaliações das áreas selecionadas para disposição de resíduos como resultado da crescente preocupação ambiental. Baseado em princípios científicos de métodos de avaliação de segurança, descreve três passos a serem seguidos para avaliação de locais: seleção dos locais,

investigação e avaliação. Estas avaliações não só produzem dados necessários para análise de segurança, mas também para o planejamento e operação do aterro.

É de suma importância a correta abordagem dos constituintes do meio físico e a escolha de seus principais atributos a serem estudados antes e durante o processo de seleção de áreas aptas ao recebimento de aterros sanitários industriais.

ZUQUETTE (1987) define atributo como as qualidades pertinentes aos componentes do meio físico e que são consideradas como dados básicos e necessários para sua classificação geológico-geotécnica.

Segundo LEITE & ZUQUETTE (1996) a possibilidade de acerto na escolha de um local de disposição de resíduos depende da quantidade de atributos analisados. Por este motivo, mapas topográficos, geológicos, geotécnicos, hidrológicos e hidrogeológicos, informações obtidas a partir do exame de fotografias aéreas, observações de campo, análise de perfis de sondagem e dos dados obtidos em poços e cisternas devem ser criteriosamente utilizados.

A Figura 17 mostra o fluxograma com informações fundamentais para a análise das áreas susceptíveis à contaminação e poluição das águas subsuperficiais para escolha de locais para disposição de resíduos.

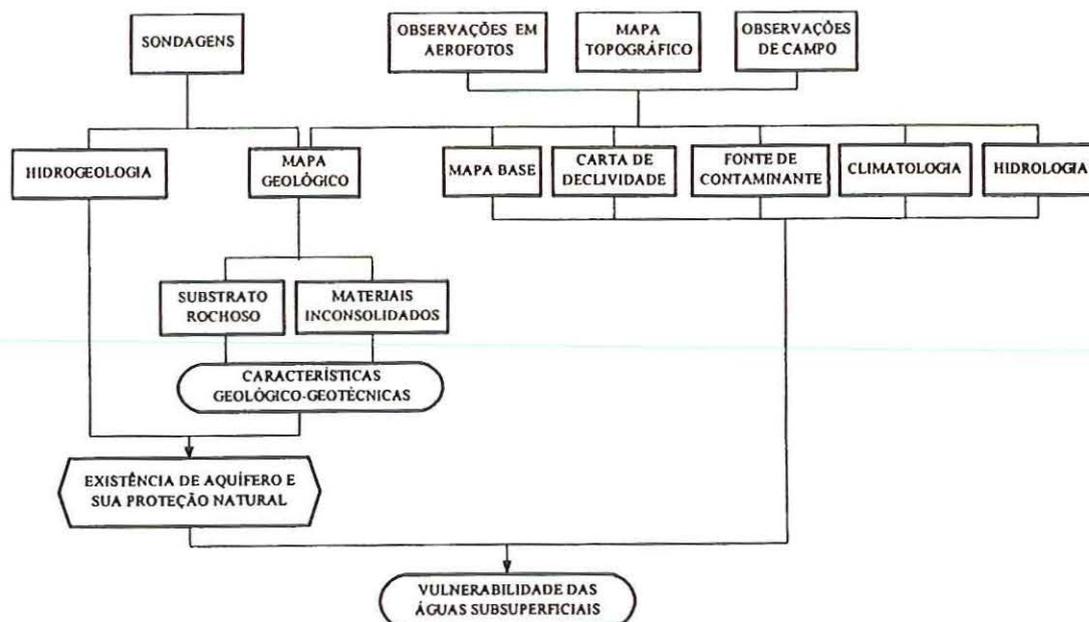


Figura 17. Fluxograma envolvendo as informações fundamentais para se chegar à classificação das áreas quanto à susceptibilidade à contaminação e poluição das águas subsuperficiais. Fonte: LEITE & ZUQUETTE (1996).

Os atributos a considerar do meio físico para disposição de resíduos perigosos, conforme a classificação de resíduos proposta por ZUQUETTE & GANDOLFI (1990) são os seguintes:

- Relacionados aos materiais inconsolidados e rochosos - textura e tipos litológicos, capacidade de troca catiônica, permeabilidade, mineralogia, fraturamento/zona de falhamento, índice de vazios/porosidade, arranjo espacial de cada tipo de material, grau de alterabilidade dos materiais rochosos, erodibilidade, expansibilidade, colapsividade, gradiente térmico, suporte para a obra/resistência e espessura do pacote de materiais inconsolidados;
- Relacionados a aspectos geomorfológicos - formas de relevo (“landform”), formas e comprimentos das encostas, declividade e movimento de terrenos;
- Relacionados às águas superficiais e informações climáticas - pluviosidade, intensidade pluviométrica, coeficiente de escoamento superficial, canais de drenagem (densidade), erosividade, período seco/chuvoso, insolação, direções predominantes dos ventos, divisores das bacias, características físico-químicas/drenabilidade e drenagem da região;
- Relacionados às águas subterrâneas - nível de água, sentido do fluxo, áreas de recarga e características físico- químicas; e
- Atributos e níveis que devem ser priorizados para a seleção de locais.

Segundo LEITE & ZUQUETTE (1996) as informações (atributos) necessárias dos componentes do meio físico para a elaboração de uma carta de susceptibilidade à contaminação e poluição das águas superficiais para efeito da escolha de locais apropriados à disposição de resíduos são as seguintes:

Informações gerais

- Identificação do tipo de resíduo (ou rejeito) e o tipo de disposição (superfície ou subsuperfície);
- Localização de poços tubulares profundos;
- Localização das fontes de contaminantes conhecendo-se sua relação espacial entre as fontes e os pontos de captação de águas, zonas urbanas, zonas de proteção ambiental e zonas de proteção de mananciais; e
- Existência de aeroportos.

Informações do meio físico

- Principais bacias hidrográficas. LEITE (1995) assume que a distância do aterro às drenagens não deve ser inferior a 300 metros;
- Declividade mais adequada está na faixa de 2% a 20%; e
- Precipitação/evapotranspiração responsáveis pelo balanço hídrico da região.

Informações específicas

- Substrato rochoso - deve ser caracterizado o tipo do substrato rochoso, descontinuidades, dimensões e distribuição das litologias;
- Materiais inconsolidados - deve-se buscar áreas com espessuras consideráveis de materiais inconsolidados (>10 metros) que contenha argilo-minerais que possam retardar o tempo de chegada do poluente às águas subsuperficiais quer por adsorção iônica ou baixa condutividade hidráulica. Solos finos com $K < 10^{-5}$ cm/s, preferencialmente 10^{-8} cm/s e argilo-minerais com $CTC > 10$ meq/100g;
- Geomorfologia - os platôs e encostas suaves são favoráveis porque geralmente apresentam uma considerável espessura de material inconsolidado;
- Hidrologia - caracterização da ocorrência, tipo e litologia do aquífero, áreas de recarga, profundidade do nível d'água (para materiais próprios à retenção do soluto LEITE (1995) adota 20 metros, caso não haja estas condições é necessário a utilização de *liner*), flutuações do N.A., direção e sentido do fluxo da água subterrânea;
- Hidrologia local - reconhecimento da densidade de drenagem, distância e posicionamento dos recursos hídricos em relação à fonte e localização de áreas baixas constituindo zonas alagadiças ou inundáveis; e
- Informações geotécnicas - caracterização da alterabilidade dos materiais geológicos, ensaios em campo para determinação do índice de vazios, massa específica seca e massa específica dos sólidos, teor de umidade, características de compactação, permeabilidade, compressibilidade, colapsibilidade, capacidade de troca iônica (CTC), capacidade de suporte (SPT), movimentos de massa e erodibilidade, potencial hidrogeniônico (pH).

ZUQUETTE (1993), estabeleceu dentro de alguns campos de conhecimento, os atributos associados à escolha de locais para disposição de resíduos sólidos em aterros sanitários definindo quatro classes de avaliação dos atributos, conforme mostra a **Tabela 11**.

Tabela 11 - Relação entre atributos e classes para seleção de áreas para disposição de resíduos em aterros sanitários. Fonte: ZUQUETTE (1993).

Componentes	Atributos	A T E R R O S A N I T Á R I O			
		Favorável	Moderada	Severa	Restritiva
Substrato Rochoso	Tipo Litológico			Arenito	Calcário
				Litologia Como aquífero	
	Profundidade (m)	> 15	5 - 10	< 5	< 3

	Descontinuidade (densidade/JV)	poucos	média	muito fraturado	muito fraturado e com aberturas
	Textura	média	média	arenoso	muito arenoso
	Variação do Perfil	progressiva	progressiva	homogêneo	homogêneo
	Mineralogia	presença de min. tipo 2:1	minerais tipo 1:1	razoável % minerais inertes	minerais inertes (alta %)
	Presença de matacões	raros e pequenos	pequenos e poucos	muitos	muitos e grandes
	pH	> 4	> 4	> 5	< 4
	Salinidade (mmho/cm)	< 16	< 16	> 16	muito salina
Materiais Inconsolidados	C.T.C. (meq/100g)	> 15	5 - 15	< 5	< 2
	Camadas compressíveis	não	não	ocorre em superfície	ocorre em subst. não substitutiva
	Colapsividade / expansibilidade	não ocorre	camada superficial (1m)	camada superficial (2m)	camada espessa (4m)
	(Potencial) Erodibilidade	baixa	baixa	alta	muito alta
	Fator de Retardamento	alto	médio	baixo	como de traçador
	Característica de Compactação ρ_d , Wot				
Águas	Profundidade do N.A. abaixo da base poluidora	> 10	> 5	< 4	< 2
	Direção do fluxo subterrâneo	uma	uma	2 ou 3	diversas
	Escoam. Superficial	laminar	laminar (baixo)	laminar (alto)	concentrado
	Infiltração (coeficiente de permeabilidade) cm/s	10^{-4} (próximo)	$10^{-3} - 10^{-4}$	$> 10^{-3}$ m/s	muito alta
	Áreas de Recargas	não	não	não	ocorre
	Distância de poços e fonte Natural	> 500 m			< 300 m
	Drenabilidade	boa	boa	má	má

Processo	Erosão	não	não	ocorre muito intensa	ocorre intensa
	Movimentos de Massas	não	não	há potencial	ocorre
	Declividade (%)	2 - 5	< 2 > 5	> 15	> 20
Relevo	Landform	encostas suaves		escarpas	escarpas
				zonas de acúmulo de águas	
	Divisor de águas	distante (200m)	distante (100m)	muito próximo	coincidente
	Zona alagada	não	não	não	ocorre
Zona sujeita a inundação	não	não	ocorre tr-alto > 20 anos	ocorre tr < 20 anos	
Climáticos	Evapotranspiração	alta	média	baixa	baixa
	Direção dos ventos				para o centro vedado
	Pluviosidade				chuva durante longos períodos

A seleção de novos locais tem levado em consideração cada vez mais a presença de barreiras geológicas naturais, que em conjunto com os sistemas de revestimento de proteção artificiais e drenagem conferem uma segurança maior a estes locais no que se refere a fuga do material percolado do aterro ao meio ambiente.

Em termos de barreiras geológicas para disposição de resíduos perigosos, DURDUN & MARUNTEANU (1998) estudaram 4 formações geológicas na Romênia para disposição de combustível nuclear exaurido. São elas: Maciços Salinos, Maciços Graníticos, Tufos Vulcânicos e Xistos Verde, analisados com base em de critérios sísmicos, tamanho e formato dos corpos, profundidade, grau de alteração, hidrogeologia e outros, chegando-se à conclusão que as estruturas salinas da Depressão Transilvânica apresentam as melhores condições de segurança para disposição de resíduos perigosos, funcionando como uma boa barreira geológica.

Com este mesmo conceito COTTAS (1991a) e (1991b) estudou áreas de mineração nas regiões de Mauá-SP e Rio Claro-SP. Em Mauá, antiga cavidade de mineração de areia em rocha granítica preenchida com material argiloso foi investigada com sondagens geofísicas e ensaios geotécnicos no material argiloso, chegando-se à conclusão que o local é favorável para a implantação de aterro sanitário / industrial pela grande espessura e homogeneidade da camada argilosa e baixo grau de fraturamento da rocha subjacente. Em Rio Claro foi investigada região de exploração de calcário da Formação Iratí cuja lavra é

feita até próximo a intrusão de diabásio, na opinião do autor do estudo, a camada de calcário da Formação Iratí na zona de contato com o diabásio e a própria intrusão desta rocha ígnea foram considerados como barreiras geológicas favoráveis à implantação de aterro sanitário / industrial.

Em virtude da crescente oposição à aceitação de áreas para implantação de aterros sanitário industrial, dos altos custos para os estudos e avaliação dos atributos do meio físico destas áreas e a limitação de áreas disponíveis para estes empreendimentos, os procedimentos para identificar e definir áreas para implantação destas obras muitas vezes envolvem despesas consideráveis.

Para otimizar os recursos disponíveis para os estudos das áreas mais adequadas para este tipo de empreendimento é necessário que se faça uso de uma boa metodologia nos processos de seleção de áreas.

8.3.2. Metodologia para Seleção de Áreas

Uma metodologia é um conjunto de conceitos, postulados técnicos, métodos, classificações, recursos tecnológicos de investigações e computacionais utilizados para desenvolver um estudo e que deve estar relacionado às condições socio-econômicas vigentes, às características dos técnicos da região ou país e à densidade de informações existentes (ZUQUETTE, 1993).

Para McBEAN (1995) uma metodologia para seleção de áreas para implantação de aterro sanitário / industrial tem que organizar a busca da área mais favorável. A evolução dos estudos tem que ser capaz de ordenar e aplicar os fatores de seleção da área de maneira lógica e defensiva.

Segundo WOOD *et al.* (1984), uma boa metodologia para seleção de áreas para disposição de resíduos perigosos irá determinar os locais com menores impactos adversos e mais impactos benéficos. Para que isto ocorra, deverão ser consideradas cinco preocupações básicas para o estudo:

- Meio ambiente;
- Econômico;
- Socioeconômico;
- Saúde e segurança; e
- Postura pública.

O processo para seleção de locais pode ser executado em estágios ou níveis, considerando os objetivos hierárquicos, eliminando-se os locais impróprios e para cada nível

subsequente, os critérios de seleção aplicados são mais específicos e seletivos conforme mostra a **Figura 18**.

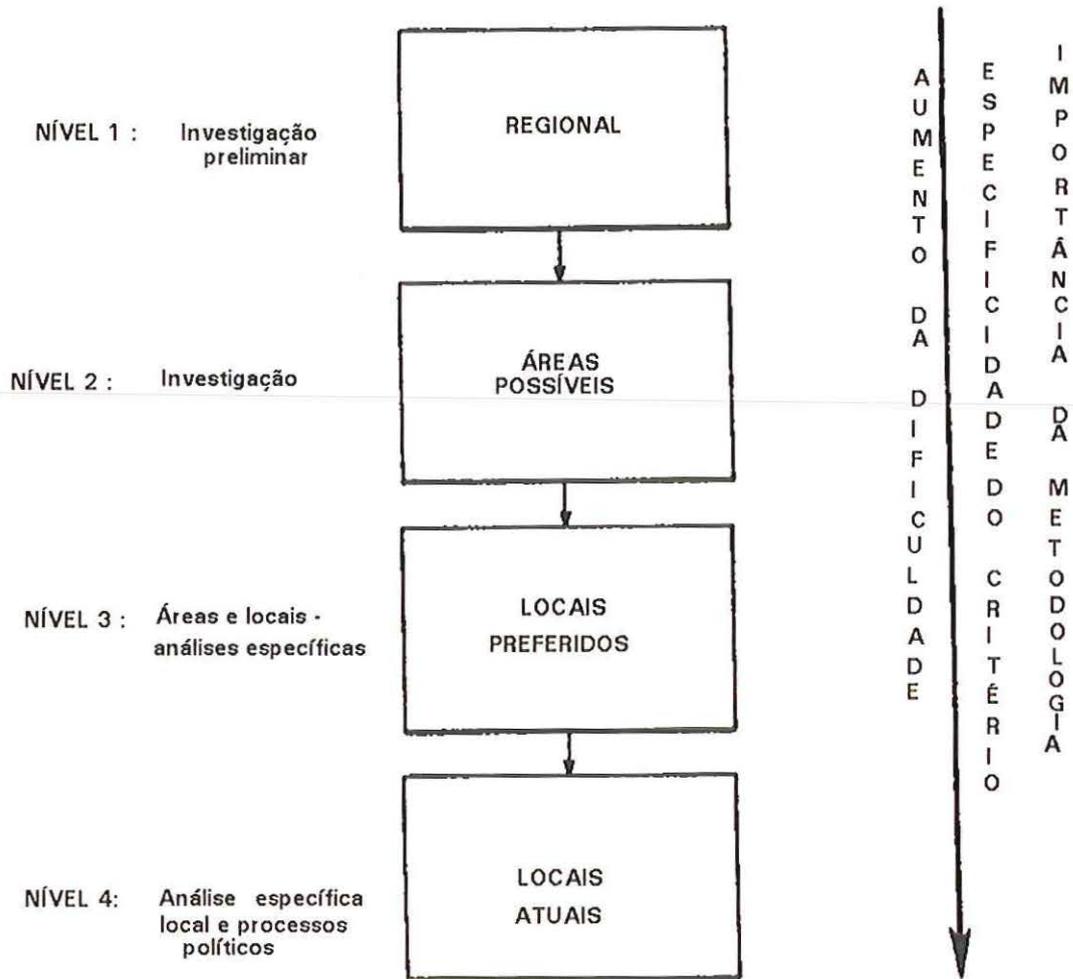


Figura 18. Processo de seleção de áreas. Fonte:BAECHER (1975) *apud* WOOD *et al.*(1984).

Dentro de cada macronível, análises de subprocessos são aplicados levando as análises de um modo formal. Para diferentes macroníveis, diferentes aspectos dos subprocessos se tornam importantes, mas para todos os níveis, pode-se definir cinco passos que representam os subprocessos como mostra a **Figura 19**.

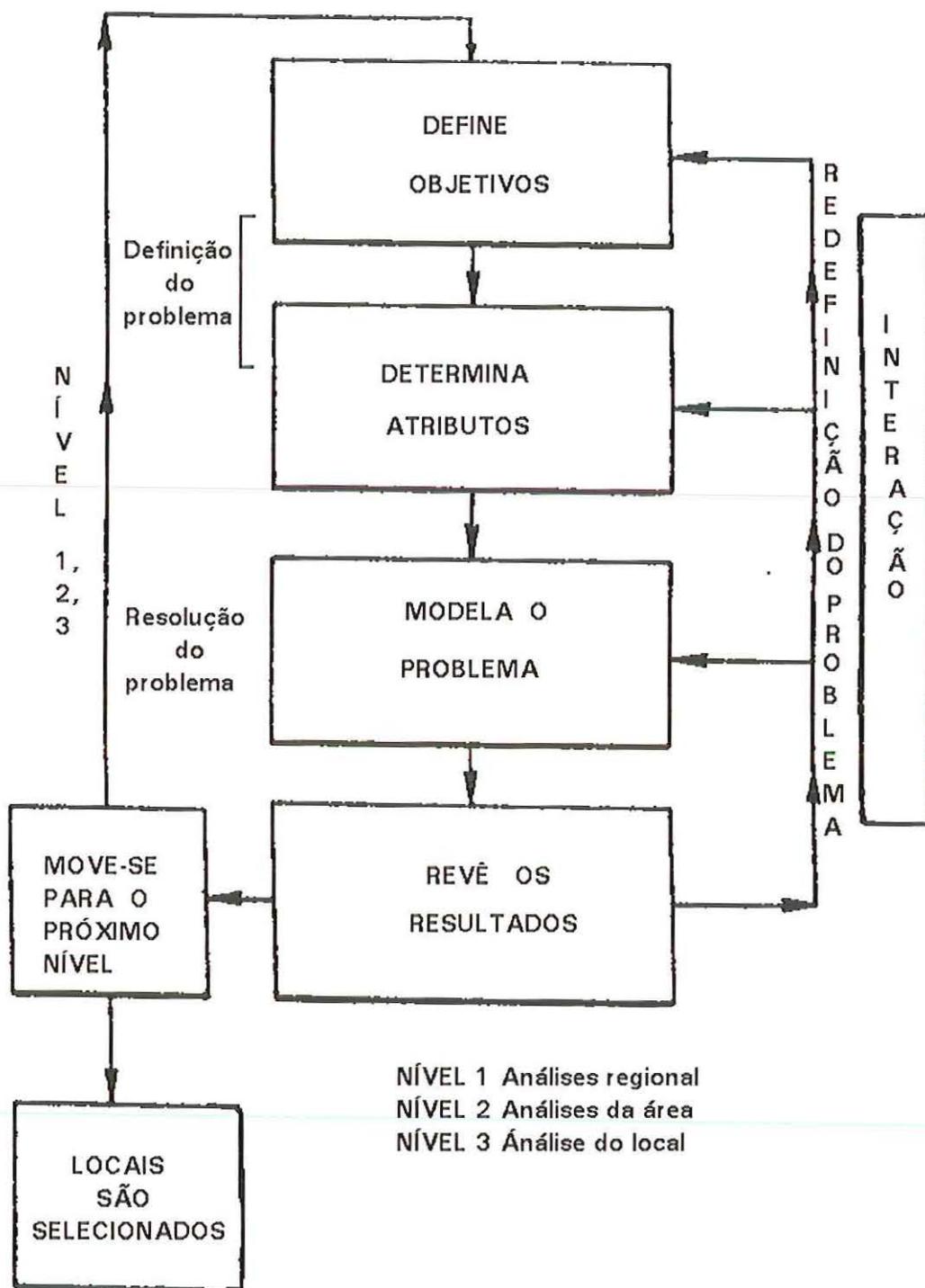


Figura 19. Análise dos subprocessos na seleção de áreas. Fonte: BAECHER (1975) *apud* WOOD *et al.* (1984).

Os objetivos maiores definem o escopo do problema, enquanto níveis de objetivos inferiores ou sub-objetivos esclarecem e definem os objetivos maiores e juntos, descrevem

os problemas. Por exemplo, um objetivo maior poderia ser “minimizar efeitos adversos à saúde e segurança de um local”, como sub-objetivo pode-se ter como exemplo “proteção do suprimento público de água” ou “minimizar a contaminação do suprimento de água”. Os objetivos servem apenas para descrever os problemas, enquanto os atributos proporcionam uma maneira de medir a extensão na qual um objetivo é realizado.

O meio pelo qual os objetivos maiores, sub-objetivos e atributos estão arranjados é chamado de objetivo hierárquico. A **Figura 20** mostra um objetivo hierárquico parcial, descrevendo a relação entre vários níveis de objetivos. Os benefícios de um objetivo hierárquico são muitos, mas o mais importante é que ele ajuda a entender o problema mostrando especificamente a maneira na qual é formulado, tornando mais claro e consistentes os ataques aos problemas, auxiliando na justificativa do critério adotado e na recomendação dos locais mais apropriados.

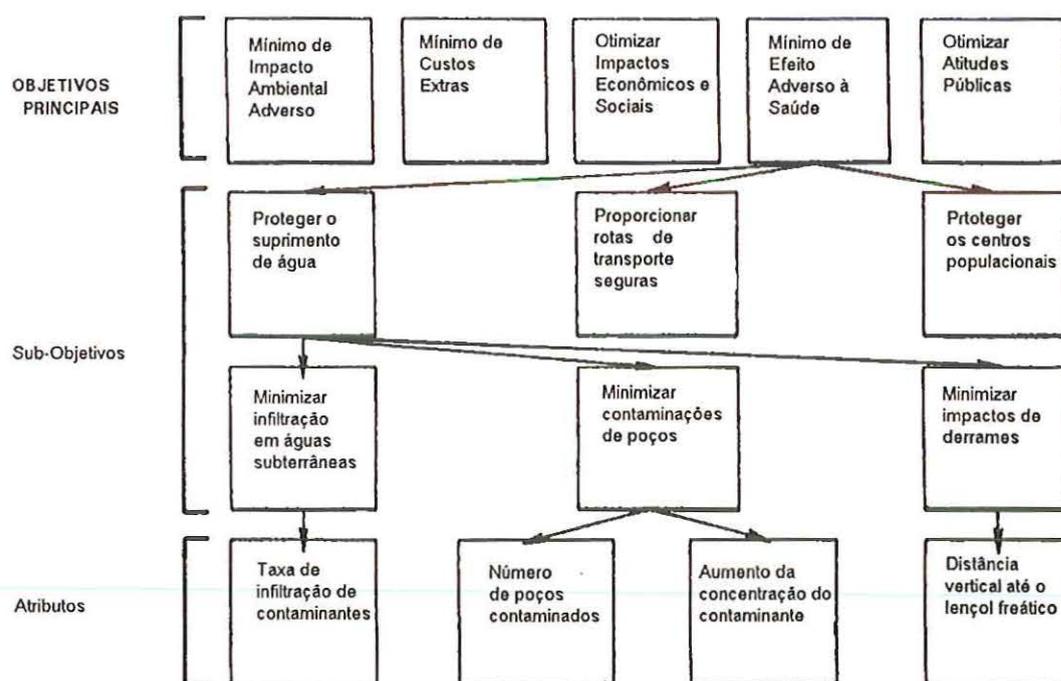


Figura 20. Relação entre vários níveis de objetivos - objetivo hierárquico parcial. Fonte: BAECHER (1975) *apud* WOOD *et al.* (1984).

Mc BEAN *et al.* (1995) apresentam diferentes metodologias para análise e avaliação destas áreas. O método de análise a ser aplicado numa situação específica está diretamente relacionado ao estágio de avaliação da área e a disponibilidade de dados da caracterização

geológico-geotécnico dos locais disponíveis, analisando seus possíveis efeitos ao meio ambiente. Dentre os vários métodos destacam-se:

- Métodos do fim específico (*Ad hoc methods*);
- Métodos da lista de conferência (*Checklist methods*);
- Métodos econômicos;
- Métodos cartográficos;
- Métodos de comparação conjunta (*Pairwise comparison methods*); e
- Métodos das matrizes.

Uma metodologia, para ser considerada completa, deve englobar todos os aspectos financeiros, socio-econômicos e técnicos. Dentro destas características, o Mapeamento Geotécnico pode ser considerado uma metodologia adequada para estudos relacionados a seleção de áreas para disposição de resíduos.

Mapeamento Geotécnico é um processo que tem por finalidade básica levantar, avaliar e analisar os atributos que compõem o meio físico, sejam geológicos, hidrogeológicos e outros. Tais informações deverão ser manipuladas de maneira tal que possam ser utilizadas para fins de engenharia, planejamento, agronomia, saneamento e outros. As informações deverão ser manipuladas através de processos de seleção, generalização, adição e transformação, para que possam ser relacionadas, correlacionadas, interpretadas e, no final, representadas em mapas, cartas e anexos descritivos (ZUQUETTE, 1987).

Normalmente o Mapeamento Geotécnico tem sido utilizado para análises mais complexas do meio físico, determinando suas potencialidades e restrições frente a diferentes tipos de obra, mas também pode ser aplicado para fins específicos como para a seleção de áreas para disposição de resíduos sólidos. Um exemplo é a Carta para disposição de rejeitos sépticos elaborada por PEJON (1992).

8.3.3. Projeto

Um aterro sanitário industrial deve ser projetado por equipes multidisciplinares avaliando todos os aspectos necessários às melhores alternativas e soluções, priorizando a proteção ao meio ambiente e, principalmente, evitando situações que coloquem em risco a saúde pública. Para viabilizar estes objetivos alguns estudos e análises devem ser efetuados, destacando-se entre eles:

- Caracterização dos resíduos a serem aceitos no aterro;

- Caracterização do local; e
- Estudo de impacto ambiental / relatório de impacto ambiental.

Os elementos básicos do projeto para o funcionamento adequado de um aterro sanitário industrial podem ser analisados considerando-se 3 etapas (infra-estrutura, aterro - área de confinamento do resíduo e encerramento), que analisados em conjunto tem como objetivo minimizar os efeitos negativos causados ao meio ambiente e a população por este tipo de obra.

- Infra-estrutura – contempla toda a infra-estrutura necessária ao funcionamento e operação do aterro, tais como disposição física dos elementos de projeto (portaria, laboratório, administração, balanças, páteos, área de armazenamento e outros), traçado do sistema viário interno, sistemas de drenagem de águas pluviais, sistemas de captação e tratamento de percolados, entre outros;
- Aterro (área de confinamento do resíduo) – área, volumes, vida útil, concepção do tipo de aterro (céu aberto, valas, subterrâneo, cavas de minerações e outros), sistemas de revestimento de proteção superficial e basal, coleta e drenagem do percolado no aterro, técnicas de disposição e sistemas de monitoramento; e
- Encerramento – recuperação e reaproveitamento da área e programas de monitoramento.

Para JESSBERGER (1994) os aterros sanitários devem ser projetados com o objetivo de produzir locais seguros, estáveis e cujos elementos de contenção (revestimento de proteção) minimizem emissões ao ar e meio físico por longo período de tempo. Para isso é importante que se conheçam as propriedades dos materiais utilizados para o sistema de revestimento de proteção tais como o coeficiente de permeabilidade, ação da difusão e sorção, resistência ao cisalhamento, deformabilidade e resistência térmica.

CONSONI *et al.* (1996) definem os seguintes componentes básicos de um aterro sanitário:

- Sistema de tratamento do resíduo;
- Sistema de tratamento de base (revestimento de proteção) e cobertura;
- Sistema de operação;
- Sistema de drenagem de águas pluviais;
- Sistemas de drenagem, coleta e tratamento de líquidos percolados;
- Sistema de drenagem, coleta e tratamento de gases;
- Análise de estabilidade dos maciços (solo ou rocha) e resíduos;
- Sistemas de monitoramento; e
- Fechamento final.

ATTWELL (1995) propõe que os projetistas dêem atenção aos seguintes aspectos num projeto de aterro sanitário industrial:

- Conhecimento e respeito às legislações existentes que tratem do assunto e dos cuidados após o encerramento das atividades;
- Prevenção das questões de saúde e segurança que provavelmente aumentem durante a operação e depois do encerramento das operações;
- Consideração cuidadosa dos riscos aos funcionários e público em geral atribuída à geração de gases;
- Avaliação cuidadosa do potencial à contaminação da água superficial e subterrânea por escapes da lixívia;
- Análise de projeto substancial do sistema de revestimento (confinamento e dos processos de aterramento);
- Implementação de garantia da qualidade da construção de acordo com a ISO 9.000 durante a implantação do revestimento, lançamento dos resíduos (operação) e operações de proteção superficial; e
- Projeto e implementação de sistemas de monitoramento apropriados de gás e líquidos lixiviados.

São apresentadas a seguir, as normas da ABNT e regulamentações da CETESB que fixam as condições mínimas para apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos:

- ABNT-NBR 8418 (1984) “Apresentação de projetos de aterros de resíduos industriais perigosos”;
- ABNT-NBR 8419 (1985) “Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos”;
- ABNT-NBR 10157 (1987) “Aterro de resíduos perigosos - critérios para projeto construção e operação”;
- ABNT-PN1:603.06.006 “Aterros de resíduos não perigosos - critérios para projeto implantação e operação”; e
- CETESB-P4.240 (1981) “Apresentação de projetos de aterros industriais”.

Além do conhecimento de todas as técnicas atuais dos vários conceitos de sistemas de revestimentos de proteção é importante também que se conheçam as características geotécnicas dos resíduos a serem dispostos nos aterros sanitários industriais para que o projeto seja elaborado utilizando-se os parâmetros reais dos resíduos, eliminando-se as aproximações e muitas incertezas, pois os projetos de aterro sanitário industrial adotam os parâmetros consagrados em geotecnia.

Estudos geotécnicos realizados em aterro para resíduos sólidos urbanos no aterro Bandeirantes, na cidade de São Paulo foram apresentados por CARVALHO & VILAR (1998), através de programa de investigação *in situ* e ensaios em laboratório, conforme resumo apresentado na **Tabela 12**. Para este mesmo aterro MARQUES *et al.* (1998) estudou novas tecnologias no tratamento da disposição de resíduos para a otimização da operação do aterro e para a aplicação em novos projetos. Fazem parte dos estudos apresentados programa de investigações *in situ*, ensaios em laboratório e construção de aterro experimental utilizando as técnicas correntes de manejo e gerenciamento de resíduos. Enfoque especial foi dado ao resultado da compactação apresentada no aterro experimental pela utilização de diferentes equipamentos e procedimentos para a compactação, conforme apresentado na **Tabela 13**.

Tabela 12. Resumo dos principais resultados da campanha de ensaios *in situ* em resíduos de aterro sanitário de resíduos sólido urbanos (CARVALHO & VILAR, 1998).

TIPO DE ENSAIO	RESULTADOS
Sondagem à percussão - SPT	Aumento do número de golpes - SPT com a profundidade, sendo em média 7 golpes até os primeiros 10 metros e 12 golpes em profundidades superiores (até 30 metros). Alguns valores acima de 20 golpes foram produzidos por material mais resistente presente nos resíduos.
Sondagem SPT-T	Assim, como no ensaio SPT, há um aumento do torque com a profundidade e valores altos pela presença de material mais resistentes no resíduo. A relação T/N foi em média 1,4, ângulo de atrito efetivo 26° a 32° (valores maiores que os determinados em laboratório)
Coeficiente de Permeabilidade (K)	Valores entre 10^{-3} cm/s e 10^{-6} cm/s
CPT	Em geral a resistência lateral foi de 100 - 400 kPa e a resistência de ponta 2.500 - 7.500 kPa (valores aumentam com a profundidade)
Cros hole	Determinação do peso específico de 8 kN/m^3 , módulo de cisalhamento de 7,5 - 12 Mpa e módulo de deformação de 20 - 28 MPa

Tabela 13. Resumo dos resultados dos ensaios de compactação utilizando diferentes equipamentos e métodos de compactação (MARQUES *et al.*, 1998).

	Equipamento Caterpillar 816 F (22,8 t)			Equipamento Bulldozer 6 D (14,7 t)		
	Espessura de alçamento (m)	0,4	0,6	0,8	0,4	0,6	0,8
Número de passadas para compactação	kN/m ³					
4	7,0	8,4	9,4	8,3	7,1	7,8
6	8,1	8,4	9,4	8,4	8,4	9,2
8	7,5	8,9	9,0	9,2	7,9	7,3

9. PROPOSTA PARA GERENCIAMENTO AMBIENTAL

9.1. CONSIDERAÇÕES BÁSICAS

A fase de aprendizado do Homem no final do século 20 frente aos problemas ambientais causados pela rápida evolução social, cultural, industrial, econômica e tecnológica está quase completa.

As constantes agressões ao meio ambiente no início do século XX, atribuída principalmente ao desconhecimento e ignorância dos efeitos negativos causados ao meio ambiente pelas novas descobertas e tecnologias aplicadas aos processos industriais e desenvolvimento da sociedade resultaram em grandes acidentes ambientais. Alguns tornaram-se famosos, sendo o início de providências mais enérgicas para proteção ao meio ambiente. Nos EUA entre 1942 e 1950 o acidente ocorrido no Love Canal, em Nova Iorque, onde a Hooker Chemical Plastics depositou 20 mil toneladas com mais de 200 tipos de resíduos químicos perigosos no leito de um canal abandonado causando sérios danos à saúde da população local. Na Itália, em 1976, nas proximidades de Seveso houve uma explosão em reator de triclorofenol da indústria Icmesa, atingindo operários e população adjacente, causando a morte de milhares de animais e graves sequelas à saúde da população atingida. Outro acidente de grandes proporções ocorreu na Índia em 1984, na cidade de Bhopal, provocado pela indústria Union Carbide, resultando na liberação de 40 toneladas de gases mortais, matando 5 mil pessoas e deixando sérias consequências à saúde da população.

No Brasil, fatos negativos também foram e tem sido registrados, como a área de disposição de resíduos químicos utilizada pela Rhodia em Cubatão, causando a poluição do solo e contribuindo para um aumento de doenças à população. O problema da contaminação por mercúrio das águas em áreas de garimpo, e até mesmo o recente desastre ambiental ocorrido na Baía de Guanabara, onde houve o vazamento de 1,3 milhões de litros de óleo provocado pela Petrobrás.

Todas estas experiências negativas fez surgir uma crescente preocupação ambiental, principalmente por parte dos países desenvolvidos.



Segundo BUCHHOLZ (1998), não há mais nenhum caminho de volta ao mundo simplista de outrora, onde os impactos ambientais eram limitados a poucas considerações, principalmente de natureza econômica. As empresas devem agora reconhecer o meio ambiente como sendo o principal fator na tomada de decisões. Em muitas companhias, as estruturas tem sido mudadas para permitir considerações ao meio ambiente em cada nível e os processos industriais tem sido alterados para minimizar a geração de resíduos e permitir um aproveitamento maior na reciclagem.

Uma das preocupações com relação aos processos de fabricação de nosso sistema industrial é o que fazer com todo o resíduo gerado. As novas tecnologias buscam um melhor aproveitamento dos produtos com o objetivo de minimizar a produção de resíduos através de programas de redução de geração de resíduos com a melhoria dos processos industriais, programas de reciclagem ou reutilização dos materiais, tratamento dos resíduos para reduzir sua toxicidade e disposição do material não aproveitado de maneira apropriada.

Como foi visto nos capítulos anteriores, atualmente a técnica de disposição dos resíduos perigosos considerada a mais segura é o aterro sanitário / industrial, porém a busca de outras alternativas que traga mais segurança a estes depósitos são necessárias.

Muitos especialistas acreditam que nossa sociedade industrial não é auto-sustentável, pois utiliza muitos recursos naturais (virgem) e degradam o meio ambiente de várias formas, sendo que estas práticas não podem continuar por muito tempo.

A necessidade de sistemas de disposição seguras de resíduos como os aterros sanitários industriais para as grandes cidades e pequenos Municípios no Brasil é urgente.

Segundo relatório apresentado pela Secretaria do Meio Ambiente SMA (1998), no Estado de São Paulo, um dos mais desenvolvidos do território brasileiro a situação da disposição de resíduos é preocupante. Dos 645 Municípios do Estado de São Paulo, 494 fazem a destinação final dos resíduos em aterro a céu aberto, 143 fazem sua disposição de resíduos em aterros considerados adequados e apenas 23 possuem usinas de compostagem. A planilha apresentada na **Figura 21** foi utilizada para levantamento do IQR - índice de qualidade de aterro de resíduos. As conclusões chegadas neste inventário são as seguintes:

- O Estado de São Paulo gera atualmente 18.232 toneladas diárias de lixo domiciliar, numa média de 0,58 kg/habitante/dia;
- 10,9% dos resíduos gerados são dispostos em sistemas considerados adequados do ponto de vista ambiental e sanitário - aterros sanitários;
- 58,4% dos resíduos gerados são dispostos em sistemas considerados controlados - aterros controlados;

ÍNDICE DA QUALIDADE DE ATERROS DE RESÍDUOS - IQR	
MUNICÍPIO:	NUM. CADASTRO:
LOCAL:	DATA:
UGRHI:	AGÊNCIA AMBIENTAL:
LICENCIA/ (sim/não):	TÉCNICO:

ITEM	SUB-ITEM	AValiação	PESO	PONTOS	ITEM	SUB-ITEM	AValiação	PESO	PONTOS	
C A R A C T E R Í S T I C A S D O L O C A L	CAPACIDADE DE SUPORTE DO SOLO	ADEQUADA	5		C O N D I Ç Õ E S O P E R A C I O N A I S	ASPECTO GERAL	BOM	4		
		INADEQUADA	0				RUIIM	0		
	PROXIMIDADE DE NÚCLEOS HABIT.	LONGE>500m	5				OCORRÊNCIA DE LIXO A DESCOB.	SIM	4	
		PRÓXIMO	0					NÃO	0	
	PROXIMIDADE DE CORTIÇOS DE ÁGUA	LONGE>200m	3				RECOBRIMENTO DO LIXO	ADEQUADO	4	
		PRÓXIMO	0					INADEQUADO	1	
	PROFUNDIDADE DO LENÇOL FREÁTICO	MAIOR 3m	4					INEXISTENTE	0	
		DE 1 A 3 m	2				PRESEÇA DE URUBU-GAIVOTAS	NÃO	1	
		DE 0 A 1 m	0					SIM	0	
	PERMEABILIDADE DO SOLO	BAIXA	5				PRES. DE MOSCAS EM G ^{de} QUANT.	NÃO	2	
		MÉDIA	2					SIM	0	
		ALTA	0				PRESEÇA DE CATADORES	NÃO	3	
	DISPONIBILIDADE DE MATERIAL PARA RECOBRIMENTO	SUFICIENTE	4					SIM	0	
		INSUFICIENTE	2				criação de ANIMAIS(BOIS,ETC)	NÃO	3	
		NENHUMA	0					SIM	0	
	QUALIDADE DO MAT. P/ RECOBRIMENTO	BOA	2				DESCARGA DE RES. DE SERV.DE SAÚDE	NÃO	3	
		RUIIM	0					SIM	0	
CONDIÇÕES DO SIST. VIÁRIO, TRANSITO E ACESSO	BOA	3			DESCARGA DE RES. INDUSTRIAL	NÃO/ADEQ.	4			
	REGULAR	2				SIM/INADEQ.	0			
	RUIIM	0			FUNCIONAM DA DRENAGEM PLUV. DEFINITIVA	BOM	2			
ISOLAMENTO VISUAL DA VIZINHANÇA	BOM	4				REGULAR	1			
	RUIIM	0				INEXISTENTE	0			
LEGALIDADE DA LOCALIZAÇÃO	LOC PERMIT.	5			FUNCIONAM DA DRENAGEM PLUV. PROVISÓRIA	BOM	2			
	LOC.PROIBIDO	0				REGULAR	1			
SUB-TOTAL 1	(MAXIMO=40)	40				INEXISTENTE	0			
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		FUNCIONAM DA DRENAGEM DE CHORUME	BOM	3			
		NÃO	0			REGULAR	2			
	PORTARIA / GUARITA	SIM	2			INEXISTENTE	0			
		NÃO	0			FUNCIONAM DO SIST.DE TRATAM. DE CHORUME	BOM	5		
	IMPERMEAB. DA BASE DO ATERRO	SIM/DESNEC.	5				REGULAR	2		
		NÃO	0				INEXISTENTE	0		
	DRENAGEM DE CHORUME	SUFICIENTE	5			FUNCIONAM DO SIST.DE MONITOR. DAS ÁGUAS SUBT.	BOM	2		
		INSUFICIENTE	1				REGULAR	1		
		INEXISTENTE	0				INEXISTENTE	0		
	DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS DEFINITIVA	SUFICIENTE	4			EFIC. DA EQUIPE DE VIGILÂNCIA	BOA	1		
		INSUFICIENTE	2				RUIIM	0		
		INEXISTENTE	0			MANUTENÇÃO DOS ACESSOS INTERNOS	BOAS	2		
	DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS PROVISÓRIA	SUFICIENTE	2				REGULARES	1		
		INSUFICIENTE	1				PÉSSIMAS	0		
		INEXISTENTE	0			SUB-TOTAL 3	(MAXIMO=45)	45		
	TRATOR DE ESTEIRAS OU COMPATIVEL	PERMANENTE	5							
		PERIODICAM.	2							
		INEXISTENTE	0							
	OUTROS EQUIPAMENTOS	SIM	1							
		NÃO	0							
SIST. DE TRATAM. DE CHORUME	SUFICIENTE	5								
	INSUF/INEXIST	0								
ACESSO A FRENTE DE TRABALHO	BOM	3								
	RUIIM	0								
VIGILANTES	SIM	1								
	NÃO	0								
SISTEMA DE DRENAGEM DE GÁSES	SUFICIENTE	3								
	INSUFICIENTE	1								
	INEXISTENTE	0								
CONTROLE DE RECEB. DE CARGAS	SIM	2								
	NÃO	0								
MONITORIZAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	SUFICIENTE	3								
	INSUFICIENTE	2								
	INEXISTENTE	0								
ATENDIMENTO A ESTIPULAÇÕES DE PROJETO	SIM	2								
	PARCIAL	1								
	NÃO	0								
SUB-TOTAL 2	(MAXIMO=45)	45								
		TOTAL (Σ SUBTOTAIS 1,2,3)		MAXIMO=130	130					
		IQR = SOMA DOS PONTOS / 13								
IQR		AVAlIAÇÃO								
0,0 A 6,0		CONDIÇÕES INADEQUADAS								
6,0 A 8,0		CONDIÇÕES CONTROLADAS								
8,0 A 10,0		CONDIÇÕES ADEQUADAS								

Figura 21. Planilha proposta pela Secretaria do Meio Ambiente para avaliação de aterros sanitários através de pontuação do Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos - IQR.

- 30,7% dos resíduos gerados são dispostos de maneira considerada inadequada, causando sérios riscos de contaminação ao meio ambiente e à saúde pública - aterros a céu aberto ou lixões;
- Dos 645 Municípios, apenas 27 (4,2%) dispõe seu lixo domiciliar em sistemas adequados; 116 (18%) em sistemas considerados controlados e a grande maioria dos Municípios, 502 (77,8%) fazem a disposição em sistemas inadequados, ou lixões
- Das 23 usinas de compostagem, 13% apresentam-se em condições aceitáveis de funcionamento, 39% em condições adequadas de funcionamento e 48% em condições inadequadas ao funcionamento.

Como pode ser visto por este inventário, é preocupante o número de Municípios, principalmente os de menores populações, que geram até 10 toneladas de resíduos por dia, que fazem a disposição de seus resíduos de maneira inadequada.

É necessário portanto que se faça a conscientização destes pequenos municípios para um gerenciamento e disposição adequadas dos resíduos gerados.

9.2. GERENCIAMENTO AMBIENTAL PARA ATIVIDADES DE GERAÇÃO E DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS

As atividades relacionadas à disposição de resíduos em aterros sanitários e industriais devem ser fruto de programas de conscientização da população com relação à geração e disposição final de resíduos. A redução da geração de resíduos, tanto os domésticos quanto os de origem industrial com a implantação de programas de reaproveitamento e reciclagem devem ser pontos alvo no gerenciamento ambiental para atividades de geração e disposição final de resíduos.

Estes programas devem ser implantados com base no conhecimento das necessidades atuais de cada região em estudo. Este conhecimento, passa pelos setores do planejamento urbano, social e econômico, levando-se em consideração o conhecimento das principais atividades geradoras de resíduos e políticas de crescimento futuro, viabilizando um crescimento socio-econômico ordenado e auto-sustentável, tendo como objetivo atender a todas as necessidades geradas por esta nova condição (**Figura 22**).

Com este planejamento antecipado das atividades socio-econômicas parte-se então para o atendimento às novas necessidades com base em estudos para a seleção de novos locais para disposição dos resíduos a serem gerados (**Figura 23**).

E finalmente, após selecionada a área, segue-se então para os estudos específicos, analisando-se a viabilidade do empreendimento frente às características do meio ambiente,

determinação dos impactos gerados pelo empreendimento, proposição de medidas mitigadoras, viabilização do projeto, implantação, operação e programa de encerramento das atividades do aterro sanitário ou industrial (Figura 24).

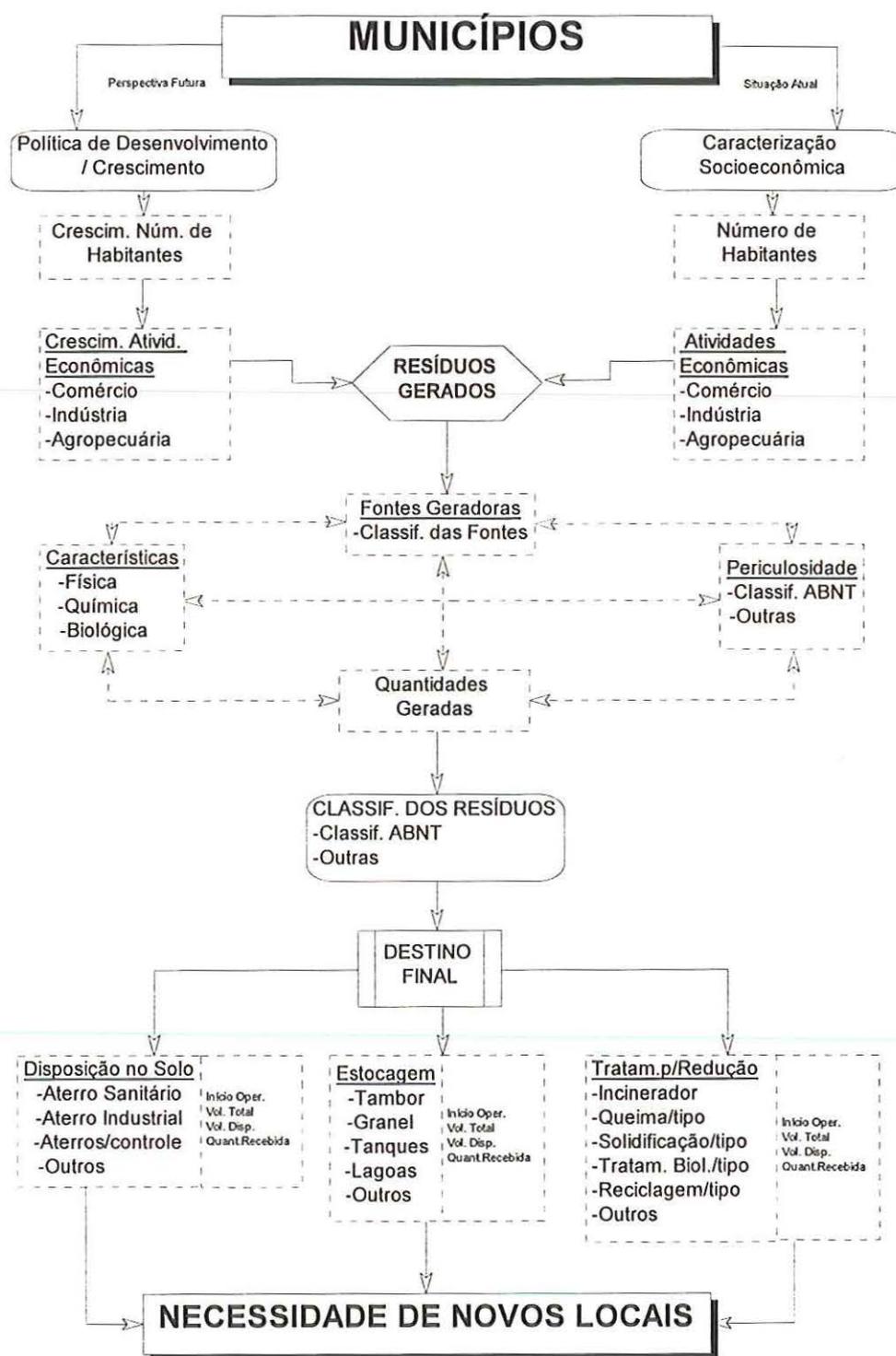


Figura 22. Fluxograma proposto para gerenciamento ambiental para atividade de tratamento e disposição de resíduos gerados pela comunidade - Avaliação da necessidade de novas instalações.

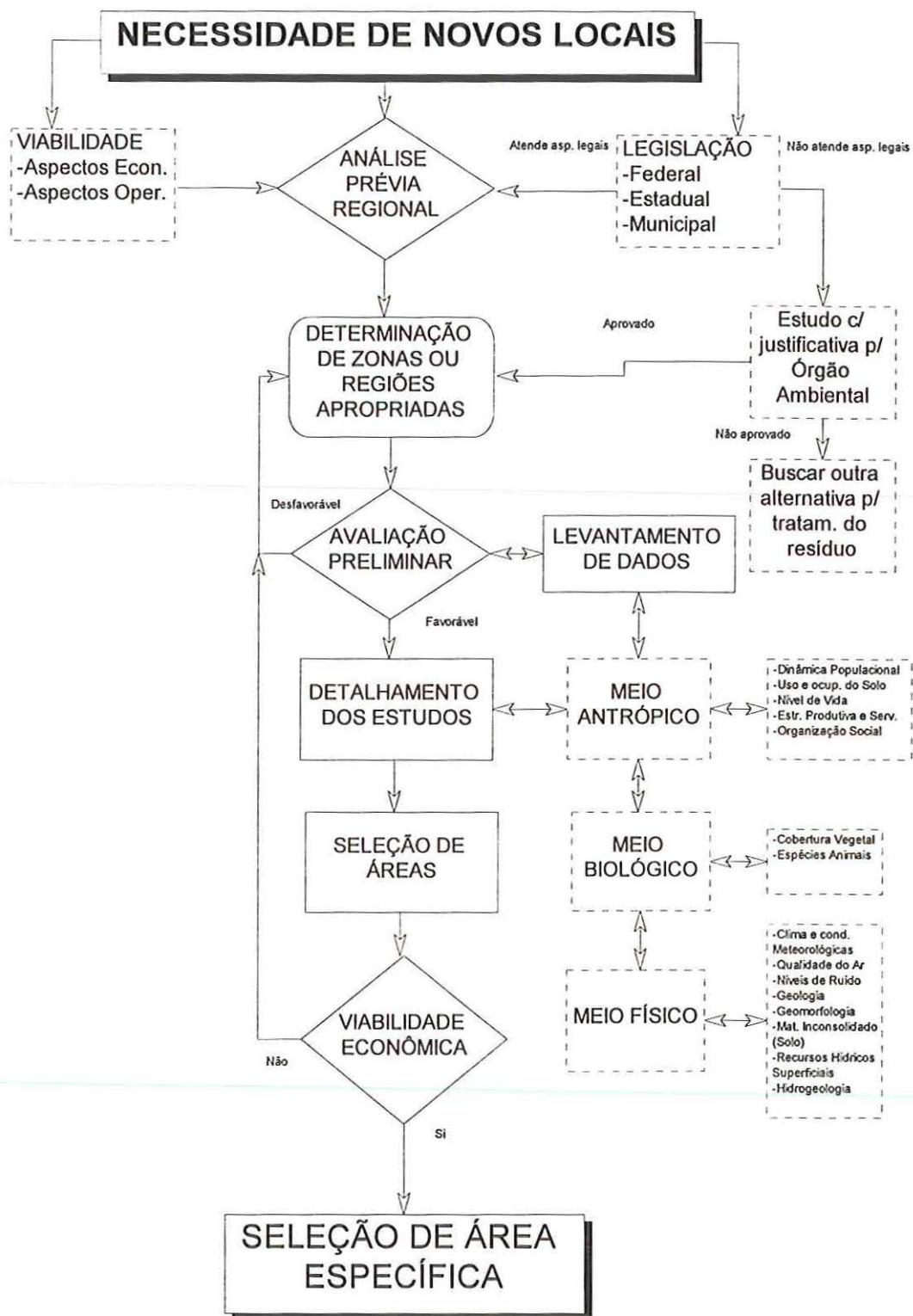


Figura 23. Fluxograma proposto para gerenciamento ambiental para atividade de tratamento e disposição de resíduos gerados pela comunidade - Estudos prévios para seleção das melhores áreas.

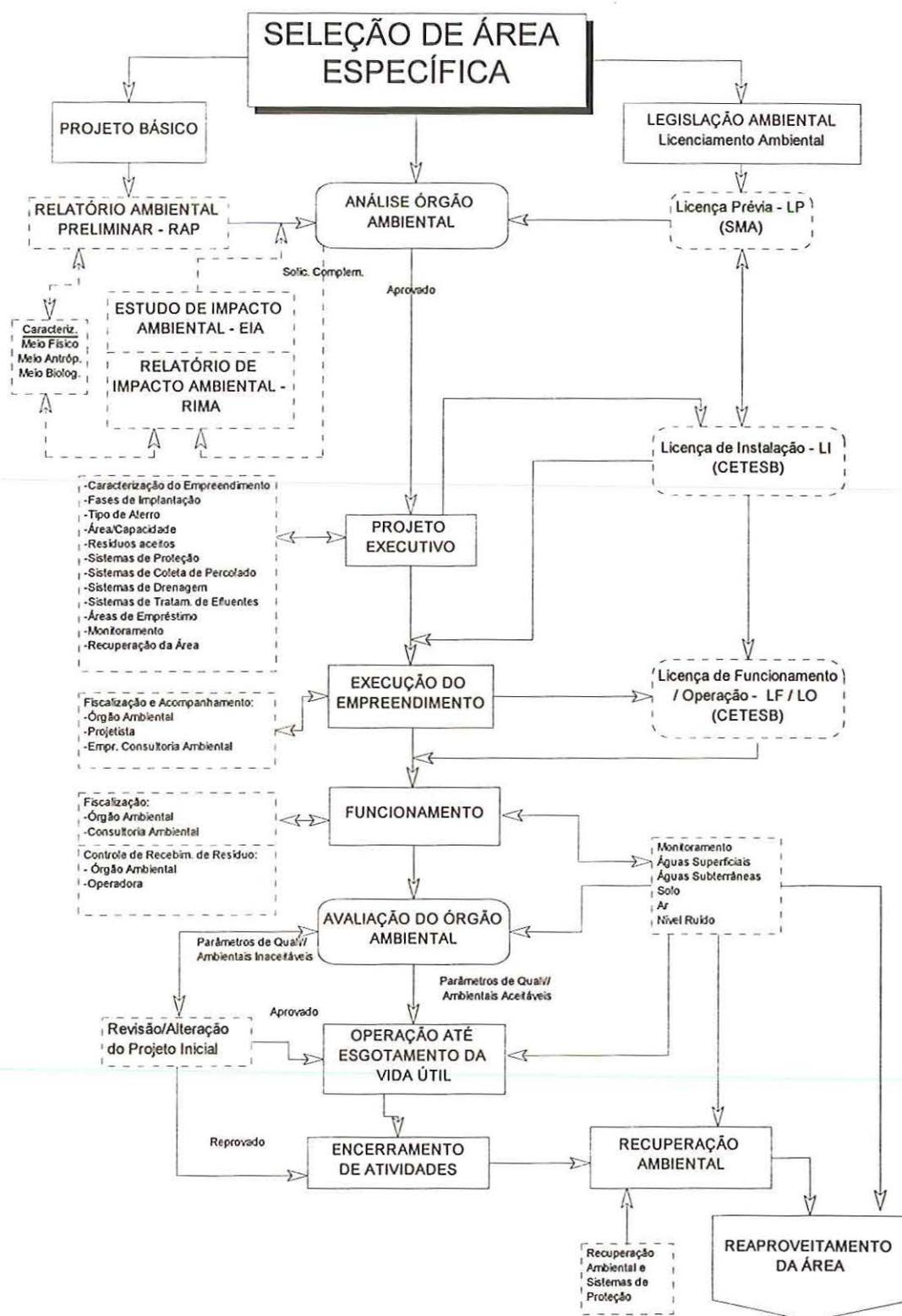


Figura 24. Fluxograma proposto para gerenciamento ambiental para atividade de tratamento e disposição de resíduos gerados pela comunidade - Detalhamento dos estudos e aspectos legais a serem cumpridos.

9.3. PLANILHA PARA AVALIAÇÃO E GERENCIAMENTO AMBIENTAL DE ATERRO SANITÁRIO INDUSTRIAL

Frente a todos os aspectos abordados nos capítulos anteriores, foi desenvolvida uma planilha para a avaliação e gerenciamento das atividades relativas aos aterros sanitários, inclusive os industriais. Estas atividades compreendem programas de investigações multidisciplinares, abordando o meio físico, biológico e socio-econômico, assim como a caracterização do empreendimento.

A planilha foi arranjada em 7 partes, descritas à seguir, de acordo com os tópicos abordados e visando a apresentação dos dados numa ordem sequencial de fácil leitura e entendimento para que se chegue às conclusões finais com relação aos aterros analisados. Visa também, a formação de um registro das análises ambientais com base na documentação e o acompanhamento dos aterros pelo contínuo monitoramento e fiscalização de suas atividades. A planilha completa está apresentada no **Anexo III**.

9.3.1. Dados Cadastrais do Aterro Industrial

Na planilha foram incluídos os dados cadastrais principais do empreendimento, com indicação da localização e das principais vias de acesso ao local.

9.3.2. Descrição do Projeto do Aterro Industrial

Deverão ser levantados todos os aspectos considerados para o projeto do aterro, as empresas participantes do projeto, empresas de consultoria ambiental e também a empreiteira de execução da obra.

Deve ser analisada a situação do empreendimento com relação à fase de Licenciamento Ambiental - Relatório Ambiental Preliminar, Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental, assim como as etapas de licenciamento - Licença Prévia, Licença de Instalação e Licença de Operação.

Com relação ao projeto, devem ser levantados e analisados todos os elementos de projeto considerados para o empreendimento, tais como:

- Vida útil, áreas e volumes disponíveis;
- Classes de resíduos a serem aceitos no aterro;
- Formas de disposição dos resíduos;
- Tipos de barreiras de proteção / material utilizado (função do tipo de resíduo);

- Fases construtivas;
- Destino final dos efluentes líquidos;
- Elementos susceptíveis à contaminação; e
- Sistemas de monitoramento previstos.

9.3.3. Caracterização do Meio Físico.

Os estudos devem ser embasados nas características do meio físico, que deve ser a mais completa e confiável possível, eliminando-se a maioria das “incertezas” apresentadas durante a evolução dos estudos, viabilizando a elaboração de um projeto embasado em características e dados obtidos nas investigações do local, otimizando-se os aspectos positivos e buscando-se as melhores alternativas tecnológicas e de projeto para suprir as deficiências e vulnerabilidades apresentadas pelo meio físico.

Os solos e rochas podem ser considerados como elementos fundamentais da investigação do meio físico. Numa consideração bem simplista, pode-se dizer que são elementos passivos, pois receberão a influência direta dos efeitos impostos pela implantação do aterro, devendo apresentar as características necessárias para absorver os efeitos adversos deste tipo de intervenção. O conhecimento e domínio dos processos envolvidos neste tipo de obra, suas relações com o meio físico são fundamentais para a escolha dos atributos a serem abordados nas investigações. As etapas envolvidas para a caracterização destes elementos são:

- Pesquisa bibliográfica dos mapas, cartas e fotos aéreas existentes;
- Etapas de levantamentos de campo;
- Elaboração de programas de investigações e ensaios “in situ” e de laboratório;
- Interpretação dos resultados frente ao tipo de obra a ser executado;
- Revisão dos conceitos iniciais, completando os dados bibliográficos e se permanecer algum tipo de “incerteza” envolvendo a caracterização, programar novos levantamentos de campo, investigações e ensaios adicionais; e
- Otimização do projeto frente aos resultados obtidos durante a caracterização dos solos e rochas.

As informações básicas a serem levantadas são:

Material inconsolidado (solos)

- Tipos, espessuras e perfil;

- Ensaio executados - ensaios de caracterização, índices físicos, compactação, CTC, pH, coeficiente de permeabilidade e outros necessários;
- Presença de feições típicas ou de eventos perigosos; e
- Cartas e mapas produzidos.

Rochas (geologia)

- Classificação dos tipos de rochas;
- Estruturas;
- Profundidades/perfil geológico completo;
- Presença de feições típicas ou de eventos perigosos;
- Grau de fraturamento, RQD; e
- Cartas e mapas produzidos.

Investigações

- Tipos de sondagens de reconhecimento executadas;
- Tipos de sondagens geofísicas executadas; e
- Outros tipos de investigação direta ou indireta executadas.

Ensaio “ in situ”

- Infiltração;
- Perda d’água; e
- Outros.

O tipo de relevo (geomorfologia) e suas formas podem trazer condições adversas à implantação do empreendimento. As informações necessárias à caracterização geomorfológica são:

- Levantamento planialtimétrico em escala apropriada;
- Formas de relevo e declividades médias;
- Feições típicas de eventos perigosos; e
- Cartas e mapas produzidos.

Os recursos hídricos representam o principal elemento de interesse direto para o Homem. São muito susceptíveis aos riscos de poluição impostos pela implantação de aterros sanitário ou industrial. São representados pelas águas superficiais de rios, cursos d’água, lagos, mares e águas subsuperficiais. Também apresentam íntima relação com os solos e rochas, sendo uma consequência direta dos atributos apresentados por estes elementos. Os processos de contaminação são governados pela interação entre os solos e rochas com os líquidos contaminantes. Dependendo dos resultados das análises dos atributos dos solos e rochas, estes podem apresentar características favoráveis aos processos de retenção e

diluição dos contaminantes, sendo então utilizados como um sistema de segurança natural, que atuará juntamente com os sistemas de proteção artificiais implantados no local do aterro.

A escassês dos recursos hídricos superficiais e a demanda cada vez maior de águas para o consumo e utilização humana, conduzem para um futuro bem próximo à utilização das águas subsuperficiais como a principal fonte natural. A correta caracterização dos solos e rochas conduzem à escolha da região mais segura para os recursos hídricos presentes.

Associadas às informações dos solos e rochas, devem ser analisados também:

Águas superficiais

- Distâncias do empreendimento aos cursos de água superficial;
- Vazões;
- Bacias de contribuição;
- Principais usos;
- Análises químicas e biológicas das águas;
- Classificação da qualidade da água; e
- Cartas e mapas produzidos.

Águas sub-superficiais

- Presença de poços de captação na área de influência do aterro;
- Profundidade dos poços e vazões;
- Caracterização do aquífero;
- Direção e fluxo das águas subterrâneas;
- Análises químicas e biológicas das águas;
- Classificação da qualidade da água; e
- Cartas e mapas produzidos.

As condições climáticas e meteorológicas normalmente representam os elementos de menor importância nos estudos envolvidos na escolha e análise de locais para implantação dos aterros. Mas são vetores de atuação com influência direta nas atividades do aterro e também para o equilíbrio hidrológico.

Alguns erros são comuns na análise e interpretações destes dados, por exemplo, na análise do balanço hídrico do local. Na maioria das análises, este balanço é uma representação anual, com taxas de evapotranspiração superiores à precipitação, mostrando condições favoráveis à evaporação e desfavoráveis ao acúmulo de água provenientes de precipitação. Mas se forem analisadas as taxas de evapotranspiração e índices de pluviosidade mensais, este dado não será verdadeiro, levando a erros que podem

comprometer a operação do aterro em determinados períodos do ano. Portanto, estas análises e interpretações dos dados são muito importantes. Os dados disponíveis devem ser no mínimo mensais, num período de registro de pelo menos 10 anos para uma boa avaliação. Estes registros normalmente são levantados em estações de meteorologia nas proximidades do local a ser estudado. As informações necessárias são:

- Valores de precipitação;
- Valores de evapotranspiração;
- Valores de umidade relativa do ar;
- Temperatura;
- Balanço hídrico;
- Direção e velocidade dos ventos;
- Valores de qualidade do ar; e
- Cartas e mapas produzidos.

9.3.4. Caracterização do Meio Biológico

O meio biológico é um dos vetores que irão sofrer as consequências da implantação e funcionamento de um aterro sanitário devido às ações modificadoras do ambiente, alterando-se o equilíbrio natural do local.

Os elementos constituintes do meio biológico como vegetação e espécies animais presentes na região devem ser cuidadosamente estudados, assim como suas vulnerabilidades frente ao tipo de intervenção. Fazem parte dos estudos:

- Caracterização da vegetação existente;
- Caracterização das espécies animais existentes;
- Determinação das vulnerabilidades de cada espécie frente às intervenções propostas; e
- Cartas e mapas produzidos.

9.3.5. Caracterização do Meio Socio-econômico

Constitui outro vetor vulnerável às consequências diretas da implantação deste tipo de obra.

As consequências podem ser positivas e negativas, e se bem estudadas e planejadas prevalecem as consequências positivas. São necessários levantamentos de todas as estruturas da sociedade como:

- Principais atividades econômicas;

- Estrutura ocupacional do local;
- Economia;
- Núcleos habitacionais e ocupações, entre outros; e
- Cartas e mapas produzidos.

9.3.6. Caracterização dos Resíduos

A correta caracterização dos resíduos a serem dispostos no aterro possibilita a elaboração do projeto de acordo com suas necessidades de proteção ao meio físico. Quanto mais perigosos forem os resíduos, mais difícil o manejo e mais eficientes devem ser os sistemas de proteção a serem propostos para o aterro.

São várias as fases de estudos para a caracterização dos resíduos, a saber:

- Tipo de indústria geradora do resíduo;
- Caracterização química dos resíduos;
- Ensaio específicos de solubilização e lixiviação;
- Classificação dos resíduos quanto a periculosidade;
- Estado físico;
- Quantidades geradas; e
- Incompatibilidade com outros resíduos.

O controle de recebimento de resíduos proposto para os aterros devem ser rigorosos via análises rápidas antes de encaminhamento para a planta de disposição envolvendo análises físicas e químicas executadas por equipe especializada e laboratório no local.

9.3.7. Sistemas de Controle Ambiental

Por fim, a análise do bom funcionamento de todos os elementos de um aterro sanitário deve ser feita considerando os sistemas de monitoramento para a detecção de qualquer falha dos elementos construtivos.

Novamente, a correta caracterização do meio físico e dos resíduos são importantes para o elaboração dos projetos e dos programas de monitoramento. Constituem estes programas:

- Análise qualitativa e quantitativa das águas superficiais;
- Análise qualitativa e quantitativa das águas subterrâneas;
- Análise qualitativa e quantitativa dos efluentes líquidos do aterro;
- Análise qualitativa e quantitativa dos materiais inconsolidados;

- Análises da qualidade do ar e formação de gases;
- Monitoramento geotécnico do aterro;
- Detecção de vazamentos; e
- Programas de inspeções no aterro.

10. METODOLOGIA PARA EXECUÇÃO DO TRABALHO

10.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Como tratado anteriormente, os estudos e avaliações para seleção e aprovação de locais para disposição de resíduos sólidos - aterros sanitário e industrial, são muito complexos, envolvendo equipes de trabalho multidisciplinares.

À partir da Resolução CONAMA 001 de 23 de janeiro de 1986, o Estudo de Impacto Ambiental - EIA e o Relatório de Impacto Ambiental - RIMA, passaram a ser instrumentos de grande importância na documentação e avaliação do nível de detalhamento em que os estudos são executados. Estes documentos, além de serem utilizados para a fiscalização às obras de implantação dos aterros, tem a vantagem de não serem estáticos, pois à medida em que as regulamentações e exigências técnicas evoluem, estas são automaticamente incorporadas a estes instrumentos de avaliação ambiental.

Contudo, existem hoje vários aterros sanitários e industriais em funcionamento que não foram sujeitos a este tipo de instrumento de avaliação ambiental. Muitos deles tem se adaptado às novas condições, principalmente os que acarretam maiores riscos ao meio ambiente.

Este trabalho baseou-se na literatura nacional e internacional avaliando-se os principais trabalhos relacionados a aterro sanitário, na tentativa de elaborar uma planilha para avaliação dos principais atributos a serem estudados na seleção de locais para implantação de um aterro sanitário industrial.

Esta planilha foi elaborada no intuito de avaliar a situação atual da qualidade dos estudos executados para a aprovação e implantação dos aterros sanitários industriais. Seu princípio básico é a comparação de dados apresentados frente às exigências necessárias aos estudos numa visão exclusivamente técnica, considerando os componentes do meio físico, biológico e socio-econômico.

O trabalho foi concentrado nos aterros sanitários industriais por apresentarem maior risco ao meio ambiente e à saúde pública. Teoricamente, os estudos para a seleção destas

áreas deveriam ser os mais completos, atendendo às exigências técnicas dos órgãos ambientais para a aprovação do licenciamento ambiental e implantação do empreendimento.

10.2. COLETA DE DADOS

Inicialmente foram selecionados dois aterros sanitários com auxílio dos técnicos da CETESB, considerados os melhores aterros industriais em funcionamento no Estado de São Paulo.

O primeiro, operado pela SASA - Sistemas Ambientais e Comércio Ltda, considerado de grande porte foi projetado para a disposição de resíduos industriais de Classe II e resíduos domésticos, o segundo também de grande porte, operado pela ECOSSISTEMA - Gerenciamento de Resíduos Ltda, está habilitado à disposição de resíduos Classe I - perigosos e Classe II, sendo que ambos estão sendo operados por empresas da iniciativa privada e atendem às respectivas regiões.

Esta primeira tentativa para a aplicação da planilha para avaliação e gerenciamento ambiental dos dois aterros sanitários industriais selecionados não foi satisfatória, pois as operadoras dos aterros apresentaram várias restrições ao fornecimento de informações técnicas, operacionais e de monitoramento, tratadas como informações de cunho estratégico destas operadoras. Outro fator que dificultou o acesso às informações foi a inexistência de documentação dos estudos para a aprovação destas áreas, pois tratam-se de áreas antigas que não foram sujeitas às legislações atuais para a aprovação do licenciamento ambiental e implantação do empreendimento.

Apesar das restrições acima mencionadas a aceitação ao trabalho mostrou-se satisfatória e as visitas executadas nestes aterros foram bem proveitosas, apesar das informações não terem sido completadas. É digno de menção o controle realizado nos resíduos recebidos e a qualidade das instalações e estrutura dos aterros, que apresentam toda a infra-estrutura para o bom funcionamento e operação destes aterros.

Pelas dificuldades apresentadas acima, optou-se pela aplicação da planilha nos Estudos de Impacto Ambiental - EIA e Relatório de Impacto Ambiental - RIMA, pois estes documentos são de domínio público e podem ser acessados com relativa facilidade, apresentando apenas algumas restrições e as aprovações ambientais pelos órgãos públicos são baseadas nestes documentos.

Foram selecionados três Estudos de Impacto Ambiental - EIA / Relatório de Impacto Ambiental - RIMA disponíveis na biblioteca da CETESB - S. Paulo:

- Primeiro aterro sanitário industrial - os estudos do EIA/RIMA, correspondem a uma ampliação do aterro da SASA - Sistemas Ambientais e Comércio Ltda. em Tremembé-SP, visitado na primeira fase de estudos. Nesta área, a implantação prevê a execução de um aterro para resíduos industriais perigosos Classe I;
- Segundo aterro sanitário industrial - os estudos deste EIA/RIMA foram executados para a aprovação de uma área para a implantação de um centro de tratamento e disposição de resíduos solicitado pela CAVO - Companhia Auxiliar de Viação e Obras na região de Caieiras-SP. Os próprios técnicos da Secretaria do Meio Ambiente - DAIA, consideram este EIA/RIMA como um dos mais completos e bem elaborados para aterro sanitário industrial. Este aterro deverá receber resíduos industriais perigosos - Classe I, resíduos industriais Classe II e resíduos urbanos; e
- Terceiro aterro sanitário industrial - os estudos deste EIA/RIMA visam a instalação de um aterro sanitário industrial para resíduos industriais Classe II, e está em estudo desde 1993 em área da indústria BASF S.A. na região de Guaratinguetá-SP.

10.3. PROPOSTA PARA AVALIAÇÃO DOS ATERROS

Com o objetivo de avaliar a qualidade das informações obtidas nas planilhas propostas, adotou-se o procedimento de atribuição de pontuações para cada item da planilha. Dentro da avaliação destes itens, aqueles com maior grau de importância receberam o maior número de pontos quando o estudo foi executado de maneira correta e os resultados apresentaram condições favoráveis de segurança ao meio ambiente e à saúde pública. No caso de ocorrerem deficiências nos estudos ou os resultados apresentem condições desfavoráveis à implantação do empreendimento, a pontuação foi menor, podendo chegar a zero quando as condições são totalmente desfavoráveis ou os estudos não foram executados.

Com base nestes critérios, o valor máximo atribuído para determinado item da planilha atingiu 3 pontos, correspondendo aos estudos considerados fundamentais. Pontuações máximas com valores menores (2 pontos e 1 ponto) foram atribuídas para os itens ou estudos de importância secundária. A análise conjunta destes estudos proporcionaram a correta caracterização de determinado item considerado fundamental da planilha.

Adotando-se este critério, embora a pontuação de um elemento principal do estudo seja no máximo 3 pontos, na análise geral para este item, a pontuação será muito superior, pois são considerados também todos os estudos de apoio para a correta caracterização dos critérios de projeto, meio físico, biológico e socio-econômico de importância secundária.

A distribuição das pontuações para cada item da planilha estão apresentados nas Tabelas 14 a 20.

Tabela 14. Análise do Projeto

ÍTEM	COMENTÁRIO GERAL	Pontos
1.1 Vida Útil do Aterro		
Análise:		
Sistema de Pontuação	a) Atende às exigências técnicas	1
	b) Não atende às exigências técnicas	0
1.2 Equipe Técnica		
Análise:		
Sistema de Pontuação	a) Atende às exigências técnicas	1
	b) Não atende	0
1.3 Resíduos a Serem Aceitos		
Análise:		
Sistema de Pontuação	a) Devidamente caracterizado	3
	b) Caracterização parcial	2
	c) Caracterização de forma genérica	1
	d) Não caracterizado	0
1.4 Projeto Conceitual - Formas de Disposição dos Resíduos / Fases de Implantação		
Análise:		
Sistema de Pontuação	a) Método proposto é adequado às características do meio físico	3
	b) Método proposto respeita parcialmente as características do meio físico	2
	c) Caracterização do meio físico incompleta para definição da adequação do método proposto	1
	d) Método proposto é incompatível com as características do meio físico	0
1.5 Sistemas de Revestimento de Proteção de Base e Cobertura		
Análise:		
Sistema de Pontuação	a) Atende às exigências tanto para o sistema de proteção de base quanto para a cobertura	3
	b) Atende de forma genérica ao sistema de proteção de base, e sistema de cobertura	2
	c) Atende parcialmente ao sistema de proteção de base ou cobertura	1
	d) Não atende ao sistema de proteção de base nem de cobertura	0
1.6 Sistema de Coleta e Drenagem de Percolado		
Análise:		
Sistema de Pontuação	a) Atende às exigências técnicas	2
	b) Atende parcialmente	1
	c) Não atende	0
1.7 Sistema de Coleta de Gás		
Análise:		
Sistema de Pontuação	a) Atende às exigências técnicas	1
	b) Não atende	0
1.8 Destino Final dos Efluentes Líquidos		

Análise:		
Sistema de Pontuação	a) Tratamento no local	2
	b) Tratamento fora	1
	c) Não prevê tratamento	0
1.9 Elementos Vulneráveis		
Análise:		
Sistema de Pontuação	a) Elementos vulneráveis devidamente caracterizados através de programa de investigação do meio físico adequado	3
	b) Vulnerabilidade de determinado elemento do meio físico de importância relevante	2
	c) Caracterização parcial da vulnerabilidade dos elementos do meio físico considerando investigações insuficientes	1
	d) Caracterização incompleta ou desfavorável	0
1.10 Sistemas de Monitoramento / Atributos a Serem Monitorados		
Análise:		
Sistema de Pontuação	a) Sistemas de monitoramento propostos adequados ao projeto e à área de implantação do aterro	3
	b) Sistemas de monitoramento propostos de maneira muito simplista envolvendo os principais elementos do meio físico, necessitando ser melhor detalhado	2
	c) Obtenção de dados incompletos não permitindo a proposição adequada dos sistemas de monitoramento	1
	d) Ausência de sistemas de monitoramento	0
PONTUAÇÃO		MÁXIMA
		22
		AVALIAÇÃO DO ATERRO

FAIXAS DE ANÁLISE

FAIXA DE PONTUAÇÃO	ANÁLISE	RECOMENDAÇÕES
0 - 11 Pontos (50%) 50	INADEQUADO - NÃO APROVAR	Necessário complementar a caracterização dos resíduos, o estudo do meio físico e rever projeto
12 - 18 Pontos (31,81%) 81,81	REGULAR - ACEITÁVEL COM COMPLEMENTAÇÃO	Complementar e detalhar determinado item de projeto, caracterização do meio físico ou dos resíduos
19 - 22 Pontos (18,19%) 100	ADEQUADO - ESTUDOS APROVADOS	Projeto executado com todos os fundamentos técnicos necessários.

Tabela 15. Análise do Meio Físico

2.1 MATERIAL INCONSOLIDADO		
ITEM	COMENTÁRIO GERAL	Pontos
2.1.1 Espessura Total / Classificação		
Análise:		
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	2
	b) Caracterização parcial	1
	c) Caracterização insuficiente ou desfavorável	0
2.1.2 Análise Granulométrica		
Análise:		
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	1
	b) Caracterização parcial ou desfavorável	0
2.1.3 Índices Físicos		
Análise:		
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	1

	b) Caracterização parcial ou desfavorável	0
2.1.4 Consistência e Plasticidade		
Análise:		
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	1
	b) Caracterização parcial ou desfavorável	0
2.1.5 Compactação		
Análise:		
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	1
	b) Caracterização parcial ou desfavorável	0
2.1.6 Condutividade Hidráulica		
Análise:		
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	2
	b) Caracterização parcial	1
	c) Caracterização insuficiente ou desfavorável	0
2.1.7 Capacidade de Troca de Cátions (CTC)		
Análise:		
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	2
	b) Caracterização parcial	1
	c) Caracterização insuficiente ou desfavorável	0
2.1.8 Potencial Hidrogeniônico (pH)		
Análise:		
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	1
	b) Caracterização parcial ou desfavorável	0
2.1.9 Outros Ensaios		
Análise:		
Sistema de Pontuação	a) Execução de ensaios adicionais	1
	b) Nenhum ensaio adicional	0
2.1.10 Feições Típicas ou de Evento Perigoso		
Análise:		
Sistema de Pontuação	a) Ausência ou feições não significativas	1
	b) Presença de feições / não analisada	0
2.1.11 Cartas e Mapas Produzidos		
Análise:		
Sistema de Pontuação	a) Produção de cartas ou mapas	1
	b) Nenhuma carta ou mapa foi produzido	0
PONTUAÇÃO PARCIAL		MÁXIMA
		14
AVALIAÇÃO DO ATERRO		

2.2 ROCHA		
ITEM	COMENTÁRIO GERAL	Pontos
2.2.1 Classificação das Rochas		
Análise:		
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa com presença de rochas favoráveis	2
	b) Caracterização parcial, necessitando de complemento	1
	c) Caracterização insuficiente com presença de rochas desfavoráveis	0
2.2.2 Estruturas		
Análise:		
Sistema de Pontuação	a) Análise suficiente, com presença de fraturas favoráveis	2
	b) Caracterização parcial, necessitando de complementação	1

	c) Caracterização insuficiente ou presença de estruturas desfavoráveis	0
2.2.3 Feições Típicas ou de Evento Perigoso		
Análise:		
Sistema de Pontuação	a) Ausência ou feições não significativas	1
	b) Presença de feições ou estudo não executado	0
2.2.4 Cartas e Mapas Produzidos		
Análise:		
Sistema de Pontuação	a) Produção de cartas ou mapas	1
	b) Nenhuma carta ou mapa foi produzido	0
PONTUAÇÃO PARCIAL		MÁXIMA
		6
AVALIAÇÃO DO ATERRO		

2.3 INVESTIGAÇÕES		
ÍTEM	COMENTÁRIO GERAL	Pontos
2.3.1 Sondagem de Reconhecimento		
Análise:		
Sistema de Pontuação	a) Programação apropriada, com sondagens à percussão, trado, rotativa e investigações complementares em número suficiente, possibilitando a caracterização adequada do solo / rocha	3
	b) Programação parcial, com execução de número reduzido de sondagens para a caracterização adequada do solo / rocha	2
	c) Programação insuficiente, não permitindo a correta caracterização do solo / rocha	1
	d) Não foram executadas	0
2.3.2 Geofísica		
Análise:		
Sistema de Pontuação	a) Emprego de vários métodos de prospecção geofísica, adequados à investigação e resultados favoráveis à implantação do aterro	3
	b) Utilização de um único método para caracterizar o subsolo apresentando dados confiáveis à investigação	2
	c) Métodos utilizados não adequados à investigação, apresentando resultados não confiáveis	1
	d) Não foram executadas sondagens geofísicas ou resultados desfavoráveis à implantação do aterro	0
PONTUAÇÃO PARCIAL		MÁXIMA
		6
AVALIAÇÃO DO ATERRO		

2.4 RELEVO		
ÍTEM	COMENTÁRIO GERAL	Pontos
2.4.1 Levantamento Topográfico		
Análise:		
Sistema de Pontuação	a) Apresentação apropriada	1
	b) Não recomendável	0
2.4.2 Formas de Relevo / Declividades		
Análise:		
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	1
	b) Caracterização parcial ou desfavorável	0
2.4.3 Feições Características de Eventos Perigosos		
Análise:		

Sistema de Pontuação	a) Ausência de feições	1
	b) Presença de feições / não analisado	0
2.4.4 Cartas e Mapas Produzidos		
Análise:		
Sistema de Pontuação	a) Apresentação de mapas ou cartas com características favoráveis ao empreendimento	1
	b) Nenhuma carta ou mapa foi produzido ou as características não são favoráveis ao empreendimento	0
PONTUAÇÃO PARCIAL		MÁXIMA
		AVALIAÇÃO DO ATERRO
		4

2.5 RECURSOS HÍDRICOS		
ÍTEM	COMENTÁRIO GERAL	Pontos
2.5.1 Águas Superficiais		
Análise:		
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	2
	b) Caracterização parcial	1
	c) Caracterização insuficiente ou desfavorável	0
2.5.2 Análises Químicas das Águas Superficiais		
Análise:		
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	2
	b) Caracterização parcial	1
	c) Caracterização insuficiente ou desfavorável	0
2.5.3 Águas Subsuperficiais		
Análise:		
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	2
	b) Caracterização parcial	1
	c) Caracterização insuficiente ou desfavorável	0
2.5.4 Análise Química das Águas Subsuperficiais		
Análise:		
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	2
	b) Caracterização parcial	1
	b) Caracterização insuficiente ou desfavorável	0
2.5.5 Cartas e Mapas Produzidos		
Análise:		
Sistema de Pontuação	a) Produção de cartas ou mapas	1
	b) Nenhuma carta ou mapa foi produzido	0
PONTUAÇÃO PARCIAL		MÁXIMA
		AVALIAÇÃO DO ATERRO
		9

2.6 ASPECTOS CLIMÁTICOS		
ÍTEM	COMENTÁRIO GERAL	Pontos
2.6.1 Precipitação		
Análise:		
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa ou favorável	1
	b) Caracterização parcial ou desfavorável	0
2.6.2 Evapotranspiração		
Análise:		
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	1

	b) Caracterização parcial ou desfavorável	0	
2.6.3 Umidade Relativa do Ar			
Análise:			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	1	
	b) Caracterização parcial ou desfavorável	0	
2.6.4 Temperatura			
Análise:			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	1	
	b) Caracterização parcial ou desfavorável	0	
2.6.5 Balanço Hídrico			
Análise:			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	1	
	b) Caracterização parcial ou desfavorável	0	
2.6.6 Direção dos Ventos			
Análise:			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	1	
	b) Caracterização parcial ou desfavorável	0	
2.6.7 Qualidade do Ar e Níveis de Ruído			
Análise:			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	1	
	b) Caracterização parcial ou desfavorável	0	
PONTUAÇÃO PARCIAL		MÁXIMA	7
		AVALIAÇÃO DO ATERRO	
PONTUAÇÃO TOTAL DO MEIO FÍSICO		PONTUAÇÃO PARCIAL MÁXIMA	46
		SOMATÓRIO DA AVALIAÇÃO DO ATERRO	

FAIXAS DE ANÁLISE

FAIXA DE PONTUAÇÃO	ANÁLISE	RECOMENDAÇÕES
0 - 23 Pontos (50%) 50	INADEQUADO - NÃO APROVAR	Caracterização do meio físico incompleta ou desfavorável, necessitando de novas campanhas para a caracterização da maioria dos atributos
24 - 37 Pontos (30%) 80	REGULAR - ACEITÁVEL COM COMPLEMENTAÇÃO	Atributos específicos do meio físico devem ser caracterizados com maior detalhe
39 - 46 Pontos (20%) 100	ADEQUADO - ESTUDOS APROVADOS	Atributos do meio físico caracterizados corretamente, através de programação de investigação e análises bem elaboradas, com resultados favoráveis ao empreendimento

Tabela 16. Análise do Meio Biológico

ÍTEM	COMENTÁRIO GERAL	Pontos
3.1 Vegetação		
Análise:		
	a) Caracterização completa com análise favorável, sem presença de vegetação primária no local	3
	b) Caracterização completa com presença de vegetação primária ocupando área menor que 25% do local do aterro	2

Sistema de Pontuação	c) Caracterização parcial ou presença de vegetação primária ocupando área entre 25% a 50% do local do aterro	1
	d) Caracterização insuficiente ou desfavorável com vegetação primária ocupando área superior a 50% do local do aterro	0
3.2 Fauna		
Análise:		
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa com análise favorável, registrando presença de espécies já adaptadas em área degradada pelo Homem	3
	b) Caracterização completa registrando presença de espécies nativas em mata primária próximo numa faixa de 50 metros da área do aterro	2
	c) Caracterização parcial ou presença de espécies nativas em mata primária dentro da área do aterro	1
	d) Caracterização insuficiente ou desfavorável com presença de espécies ameaçadas de extinção em mata primária dentro da área do aterro	0
3.3 Vulnerabilidades		
Análise:		
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa com análise favorável tanto para as espécies vegetais quanto para a fauna	3
	b) Caracterização completa apresentando pequenas modificações na vegetação primária, com perdas insignificantes para a fauna	2
	c) Caracterização parcial ou modificações significantes na vegetação primária, causando perdas consideráveis à fauna	1
	d) Caracterização insuficiente ou desfavorável, com modificações de grande extensão na vegetação primária causando perda total à fauna	0
PONTUAÇÃO		MÁXIMA
		9
		AVALIAÇÃO DO ATERRO

FAIXAS DE ANÁLISE

FAIXA DE PONTUAÇÃO	ANÁLISE	RECOMENDAÇÕES
0 - 5 Pontos (55,56%) 55,56	INADEQUADO - NÃO APROVAR	Caracterização insuficiente ou desfavorável, necessitando de complementação
6 - 7 Pontos (22,22%) 77,78	REGULAR - ACEITÁVEL COM COMPLEMENTAÇÃO	Caracterização aceitável, necessitando de detalhamento de algum elemento
8 - 9 Pontos (22,22%) 100	ADEQUADO - ESTUDOS APROVADOS	Caracterização completa e favorável do meio biológico

Tabela 17. Análise do Meio Socio-econômico

ÍTEM	COMENTÁRIO GERAL	Pontos
4.1 Atividades Socio-econômicas		
Análise:		
Sistema de Pontuação	a) Caracterização regional e local completa com análise favorável	3
	b) Caracterização completa apenas da situação regional ou local, com análise favorável	2
	c) Caracterização parcial tanto para a situação regional quanto para a local	1

	d) Caracterização insuficiente ou desfavorável	0
4.2 Estrutura Ocupacional		
Análise:		
Sistema de Pontuação	a) Caracterização regional e local completa com análise favorável	3
	b) Caracterização completa apenas da situação regional ou local, com análise favorável	2
	c) Caracterização parcial tanto para a situação regional quanto para a local	1
	d) Caracterização insuficiente ou desfavorável	0
4.3 Economia		
Análise:		
Sistema de Pontuação	a) Caracterização regional e local completa com análise favorável	2
	b) Caracterização parcial para situação regional e/ou local	1
	c) Caracterização insuficiente ou desfavorável	0
PONTUAÇÃO		MÁXIMA
		8
		AVALIAÇÃO DO ATERRO

FAIXAS DE ANÁLISE

FAIXA DE PONTUAÇÃO	ANÁLISE	RECOMENDAÇÕES
0 - 4 Pontos (50%) 50	INADEQUADO - NÃO APROVAR	Caracterização insuficiente ou desfavorável, necessitando de complementação
5 - 7 Pontos (37,50%) 87,5	REGULAR - ACEITÁVEL COM COMPLEMENTAÇÃO	Caracterização aceitável, necessitando de detalhamento de algum elemento
8 Pontos (12,50%) 100	ADEQUADO - ESTUDOS APROVADOS	Meio socio-econômico bem caracterizado, com características favoráveis ao empreendimento

Tabela 18. Caracterização dos Resíduos

ÍTEM	COMENTÁRIO GERAL	Pontos
5.1 Volumes Gerados e Principais Indústrias Geradoras		
Análise:		
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa com análise favorável por meio do estudo local das principais indústrias geradoras	3
	b) Caracterização local ou regional baseada em relatórios existentes	2
	c) Caracterização parcial com análise incompleta dos volumes gerados pelas indústrias ou consideração de alguns setores industriais apenas	1
	d) Caracterização insuficiente ou desfavorável	0
5.2 Ensaios de Caracterização dos Resíduos		
Análise:		
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa determinada por ensaios padrões de solubilização, lixiviação e outros complementares	3
	b) Caracterização determinada por apenas um ensaio padrão	2
	c) Caracterização parcial sem a execução de ensaios, apenas baseada em informações existentes	1
	d) Caracterização insuficiente ou desfavorável	0
5.3 Classificação dos Resíduos		
Análise:		

Sistema de Pontuação	a) Classificação completa considerando a origem, quantidades, periculosidade e elementos perigosos	3	
	b) Classificação parcial, considerando apenas a periculosidade do resíduo e elementos perigosos	2	
	c) Classificação baseada em informações existentes, não sendo comprovadas através de ensaios	1	
	d) Caracterização insuficiente ou desfavorável	0	
PONTUAÇÃO		MÁXIMA	9
		AVALIAÇÃO DO ATERRO	

FAIXAS DE ANÁLISE

FAIXA DE PONTUAÇÃO	ANÁLISE	RECOMENDAÇÕES
0 - 5 Pontos (55,56%) 55,56	INADEQUADA - NÃO APROVAR	A caracterização dos resíduos a serem dispostos é insuficiente para a elaboração de um bom projeto
6 - 7 Pontos (22,22%) 77,78	REGULAR - ACEITÁVEL COM COMPLEMENTAÇÃO	A caracterização mais detalhada dos resíduos deverá ser executada antes de sua disposição final
8 - 9 Pontos (22,22%) 100	ADEQUADA - ESTUDOS APROVADOS	Os resíduos foram bem caracterizados, não necessitando de ensaios adicionais, apenas de controle de rotina

Tabela 19. Sistemas de Controle Ambiental

ÍTEM	COMENTÁRIO GERAL		Pontos
6.1 Efluentes Líquidos			
Análise:			
Sistema de Pontuação	a) Adequado	1	
	b) Impróprio	0	
6.2 Águas Superficiais			
Análise:			
Sistema de Pontuação	a) Adequado	1	
	b) Impróprio	0	
6.3 Águas Subsuperficiais			
Análise:			
Sistema de Pontuação	a) Adequado	1	
	b) Impróprio	0	
6.4 Material Inconsolidado			
Análise:			
Sistema de Pontuação	a) Adequado	1	
	b) Impróprio	0	
6.5 Controle do Ar e Ruídos			
Análise:			
Sistema de Pontuação	a) Adequado	1	
	b) Impróprio	0	
6.6 Monitoramento Geotécnico			
Análise:			
Sistema de Pontuação	a) Adequado	1	
	b) Impróprio	0	
PONTUAÇÃO		MÁXIMA	6
		AVALIAÇÃO DO ATERRO	

FAIXAS DE ANÁLISE

FAIXA DE PONTUAÇÃO	ANÁLISE	RECOMENDAÇÕES
0 - 3 Pontos (50%) 50	INADEQUADA - NÃO APROVAR	Sistema de controle ambiental insuficiente.
4 - 5 Pontos (33,34%) 83,34	REGULAR - ACEITÁVEL COM COMPLEMENTAÇÃO	O sistema de controle ambiental deve ser melhor detalhado para determinado elemento do meio físico
6 Pontos (16,66%) 100	ADEQUADA - ESTUDOS APROVADOS	Sistema de controle proposto é suficiente para um bom controle do aterro

Tabela 20. Análise de Todos os Itens da Planilha

COMPONENTE ANALISADO	PONTUAÇÃO MÁXIMA ATRIBUÍDA	PONTUAÇÃO DA ANÁLISE	ATENDIMENTO AO ÍTEM ANALISADO (%)
PROJETO	22		
MEIO FÍSICO	46		
MEIO BIOLÓGICO	9		
MEIO SOCIOECONÔMICO	8		
RESÍDUOS	9		
CONTROLE AMBIENTAL	6		
TOTAL	100		

A análise da aprovação de um estudo de impacto ambiental EIA / relatório de impacto ambiental RIMA, atestando a qualidade dos estudos de caracterização executados para o aterro sanitário industrial, deve ser executada levando-se em consideração a pontuação total do aterro. A proposta de avaliação considerou três faixas de pontuação:

- Análise inadequada - quando a pontuação total do aterro estiver abaixo de 51 pontos, ou seja, atender a uma porcentagem inferior a 51 % dos estudos considerados fundamentais para a correta caracterização de áreas para a disposição de resíduos, tendo como base as características do meio físico, biológico e socio-econômico, associados aos critérios de projeto, programas de monitoramento dos elementos vulneráveis e correta caracterização dos resíduos a serem dispostos no aterro sanitário industrial. Nesta faixa, o aterro não deve ser aprovado, pois a baixa pontuação alcançada é decorrente de falhas nos programas utilizados para a caracterização dos principais componentes do estudo ou das características do local, restritiva à implantação de um aterro sanitário industrial;
- Análise regular - quando a pontuação obtida pela análise estiver entre 51 pontos e 80 pontos, ou seja, atender a uma porcentagem entre 51 % a 80 % dos estudos considerados fundamentais para a correta caracterização de áreas para a disposição de resíduos, tendo como base as características do meio físico, biológico e socio-econômico, associados aos critérios de projeto, programas de monitoramento dos elementos vulneráveis e correta caracterização dos resíduos a serem dispostos no aterro sanitário industrial. Nesta faixa

de pontuação alguns dos componentes dos estudos devem ser melhor detalhados ou deve ocorrer uma revisão dos conceitos utilizados para o projeto do aterro; e

- Análise adequada - quando a pontuação obtida pela análise for superior a 80 pontos, ou seja, atender a uma porcentagem superior a 80 % dos estudos considerados fundamentais para a correta caracterização de áreas para a disposição de resíduos, tendo como base as características do meio físico, biológico e socio-econômico, associados aos critérios de projeto, programas de monitoramento dos elementos vulneráveis e correta caracterização dos resíduos a serem dispostos no aterro sanitário industrial. Atingindo esta faixa de pontuação, os estudos apresentados para a área do aterro deverão ser aprovados, pois a pontuação reflete a utilização de programas de investigação adequados às necessidades dos estudos, associados à correta apresentação das informações e, principalmente, às características favoráveis apresentadas pela área para a implantação de um aterro sanitário industrial.

Com este mesmo critério, cada item da planilha pode ser avaliado separadamente, considerando-se as diferentes pontuações máximas atribuídas para estes itens. Desta forma, existe a possibilidade de análise para cada item da planilha, verificando-se as principais deficiências apresentadas pelos estudos, contribuindo para as recomendações de revisões e complementações para a aprovação final dos estudos.

As planilhas são apresentadas no próximo Capítulo, juntamente com as análises dos levantamentos e conclusões.

11. LEVANTAMENTO DAS INFORMAÇÕES

A seguir serão apresentadas as planilhas com os dados dos três aterros industriais analisados coletados à partir de seus respectivos estudos de impacto ambiental - EIA / relatório de impacto ambiental - RIMA apresentados à Secretaria do Meio Ambiente para a obtenção do licenciamento ambiental para a instalação e funcionamento destes empreendimentos.

11.1. EIA / RIMA SASA - SISTEMAS AMBIENTAIS E COMÉRCIO Ltda.

**PLANILHA PARA AVALIAÇÃO E GERENCIAMENTO
AMBIENTAL DE ATERRO SANITÁRIO INDUSTRIAL SASA
Sistemas Ambientais e Comércio Ltda.**

1. DADOS CADASTRAIS DO ATERRO INDUSTRIAL

NOME DO EMPREENDIMENTO

SASA - Sistemas Ambientais e Comércio Ltda - Aterro para resíduos perigosos Classe I (Função deste EIA)

Antigo Aterro Borlenghi em funcionamento para resíduos Classe II e resíduos sólidos urbanos

ENDEREÇO

Estrada Municipal TNM 356, 2.200 - Bairro Mato Dentro CEP 12.120-000

Tel. (012) 982-9133 / 9134

MUNICÍPIO/ESTADO

Tremembé / São Paulo

PRINCIPAL VIA DE ACESSO

SP 123 - acesso a Campos de Jordão

BACIA HIDROGRÁFICA

Rio Paraíba do Sul / sub-bacia do Rio Piracuama, microbacia do Ribeirão do Machado e bacia local do Córrego Serragem

**PLANTA GERAL-ÁREA DO ATERRO E PRINCIPAIS VIAS DE ACESSO-BASE
CARTOGRÁFICA UTILIZADA**

Órgão executor: Mapa Topográfico IBGE

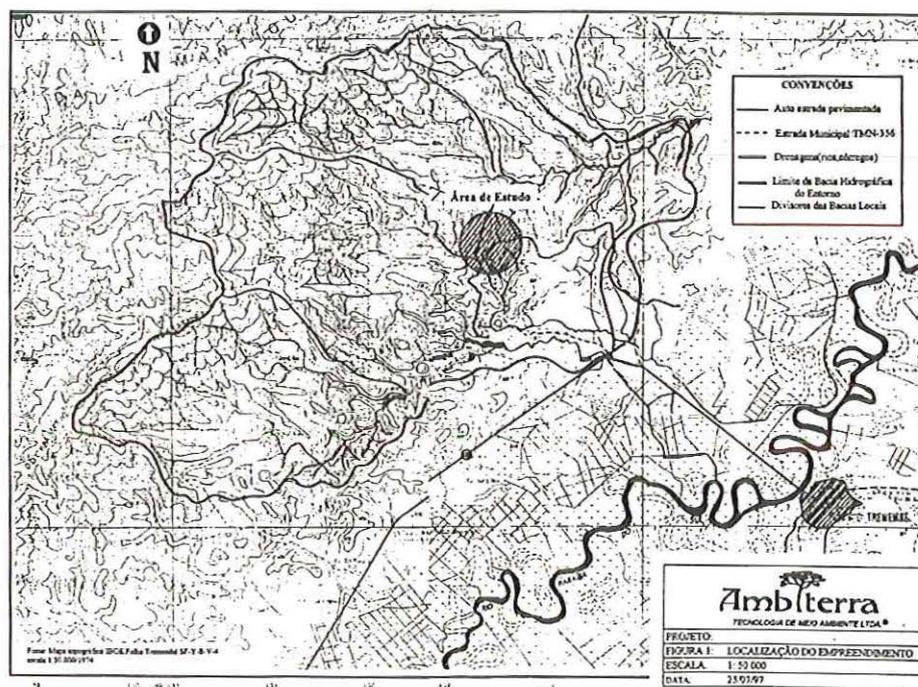
Nº do Documento: SF - Y - B - V - 4 FOLHA TREMEMBÉ

Escala: 1:50.000

Ano de Execução: 1974

**LOCALIZAÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO INDUSTRIAL (PLANTA GERAL), COM SUAS
PRINCIPAIS VIAS DE ACESSO.**

S/ ESCALA



**PLANTA DE DETALHE - ÁREA DO ATERRO PROPRIAMENTE DITO - BASE
CARTOGRÁFICA UTILIZADA**

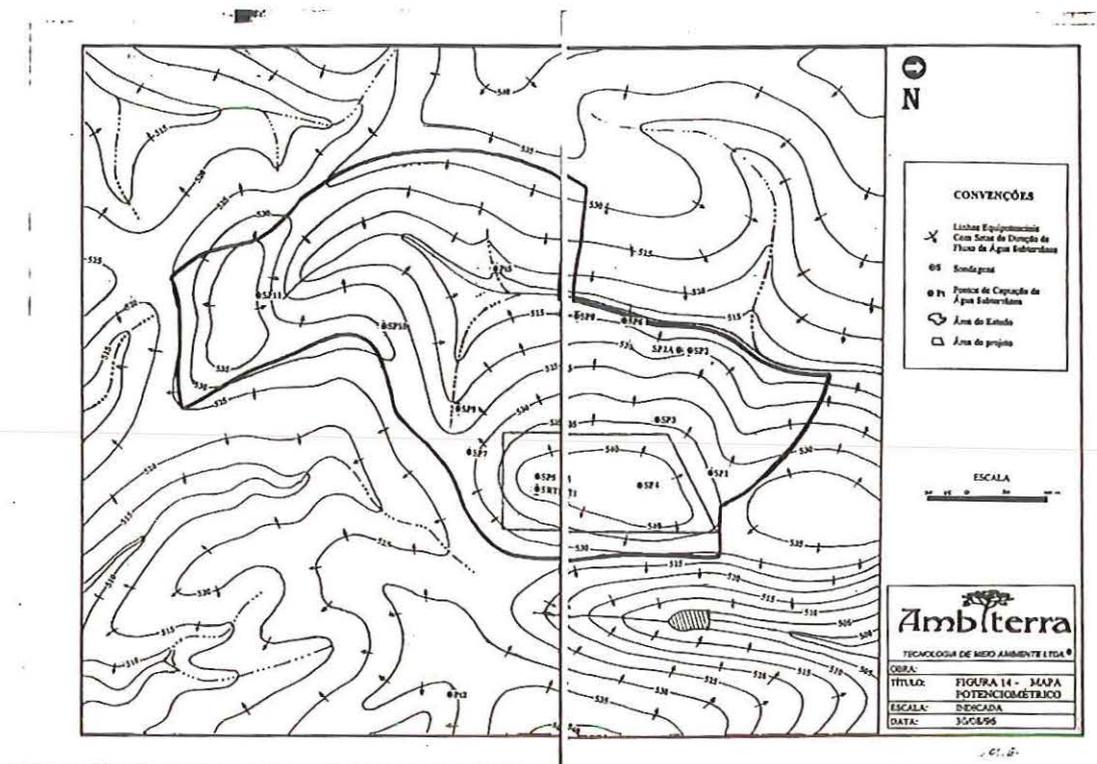
Órgão executor: AMBITERRA Tecnologia do Meio Ambiente Ltda

Nº do Documento: SASA 4188/01 - Aterro p/ Resíduos Perigosos - Planta Conceitual do Aterro

Escala: 1:1.000

Ano de Execução: 27/07/97

**ÁREA TOTAL E ÁREA DE IMPLANTAÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO INDUSTRIAL
(PLANTA DETALHE)
S/ ESCALA**



2. DESCRIÇÃO DO PROJETO DO ATERRO SANITÁRIO INDUSTRIAL

VIDA ÚTIL DO ATERRO

Início de Operação: Resíduo Classe II-Borlenghi (Sem Informação) - Resíduo Classe I - em implantação

Previsão de Encerramento: Vida útil 10 anos

Área Total: 217.187 m² / Área de Projeto : 25.725 m²

Volume Disponível: 350.000 m³

Volume Recebido (dia/mês/ano): 35.000t/ano; 2916t/mês; 132 t/dia

Vida Útil: Primeira Etapa - Capacidade 175.000 t (5 Anos); Segunda Etapa - Capacidade 175.000 t (5Anos)

EMPRESA DE CONSULTORIA AMBIENTAL

AMBITERRA Tecnologia de Meio Ambiente Ltda

CSD GEOCLOCK - antigo aterro Borlenghi

EMPRESA PROJETISTA

AMBITERRA Tecnologia de Meio Ambiente Ltda

CONSTRUTORA RESPONSÁVEL PELA IMPLANTAÇÃO DO ATERRO

Nova área de implantação não definido

LICENCIAMENTO AMBIENTAL

	RAP	EIA/RIMA	LP	LI	LF/O
DATA ENTREGA	8/10/96	08/97			
PROCESSO N°					
PUBLICAÇÃO D.O. E.					
ANÁLISE	Solicitação de EIA/RIMA				
EMPRESA CONSULTORIA AMBIENT.	Ambiterra	Ambiterra			
COMENTÁRIO					

CLASSES DE RESÍDUOS A SEREM ACEITOS NO ATERRO (CLASSIF. NBR-10.004)

Resíduos Classe I - Perigosos - corrosivos, reativos, com metais tóxicos inorgânicos com as seguintes características: não possuam água livre (paint filter), não possuam concentrações elevadas de solventes clorados ou não, não possuam teores elevados de óleos ou graxas, não possuam teores de cianeto ou sulfetos conforme teores adotados pela NBR 10.004, não sejam reativos, não sejam inflamáveis e não sejam ácidos

Resíduos Classe II e domésticos - já são recebidos em outra planta do aterro

CLASSES DE RESÍDUOS A SEREM ACEITOS NO ATERRO (OUTRA PROPOSTA DE CLASSIFICAÇÃO)**FORMAS DE DISPOSIÇÃO DO RESÍDUO**

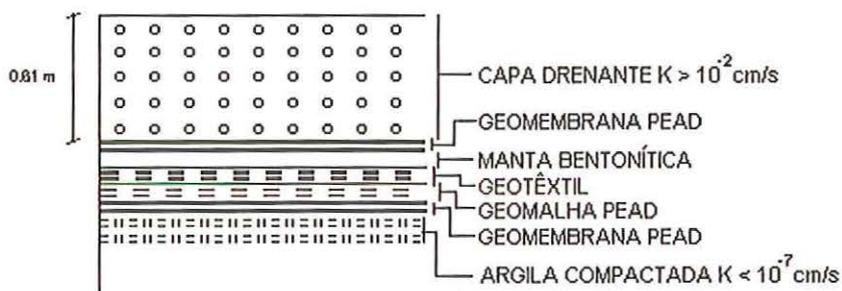
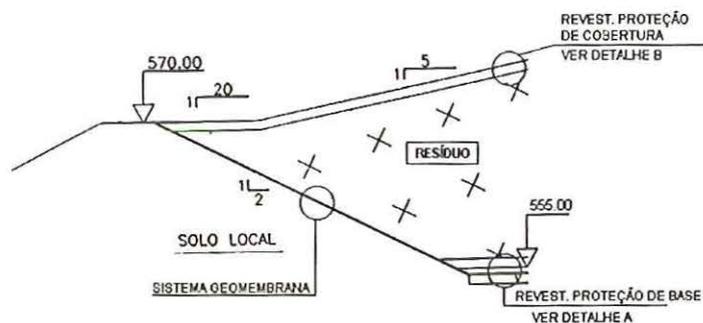
Vala de grandes dimensões constituída por 2 módulos com capacidade total de 350.000 m³ operadas ao tempo sem cobertura fixa

TIPOS DE BARREIRAS DE PROTEÇÃO / MATERIAL UTILIZADO

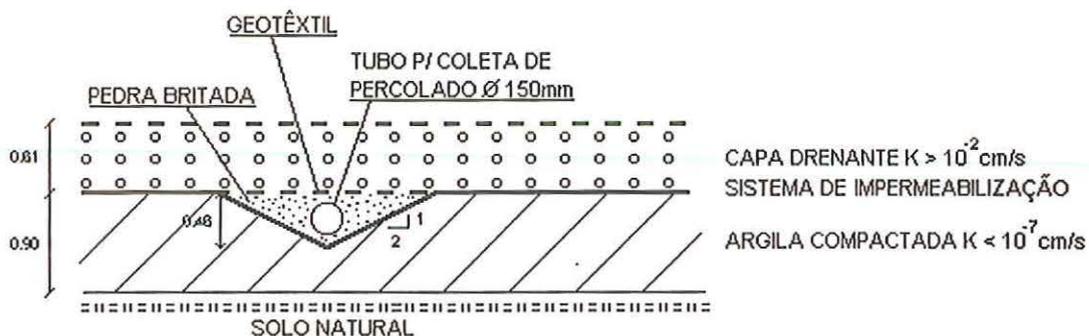
Dupla barreira de proteção inferior constituída por geomembrana e geogrelha sintética com duplo sistema de coleta de percolado. Para detecção de vazamentos e para retirada do percolado do módulo Estes sistemas estarão assentados em camada de argila compactada.

Haverá também cobertura final com geomembrana e argila compactada.

ESQUEMA DOS TIPOS DE BARREIRAS A SEREM IMPLANTADOS S/ ESCALA



DETALHE A - SISTEMA DE REVESTIMENTO DE PROTEÇÃO DE BASE DO ATERRO



DETALHE DO SISTEMA DE DRENAGEM

por caminhões tanque

ELEMENTOS SUSCEPTÍVEIS À CONTAMINAÇÃO / LOCALIZAÇÃO

Água superficial - sub-bacia do Córrego Serragem (Classe II - Conforme Classif. Decreto Est. 10.755/77)

Água subterrânea - poços localizados no entorno - Segundo Relat. Imp. Amb. o risco de contaminação é mínimo

Solo - possibilidade de erosões e assoreamento das drenagens

Flora e Fauna - Apenas na área do empreendimento

Ruído e Ar - os impactos serão apenas locais, sendo que considera que os resíduos não geram odores

Meio Antrópico - num raio de 1 km

ATRIBUTOS E PARÂMETROS A SEREM MONITORADOS

Águas superficiais - em 2 pontos no Córrego Serragem (montante e jusante do lançamento de efluentes tratados)

Águas subterrâneas - através da análise das águas coletadas nos 6 poços existentes e poços a serem implantados

Estabilidade dos taludes - em etapas posteriores de projeto

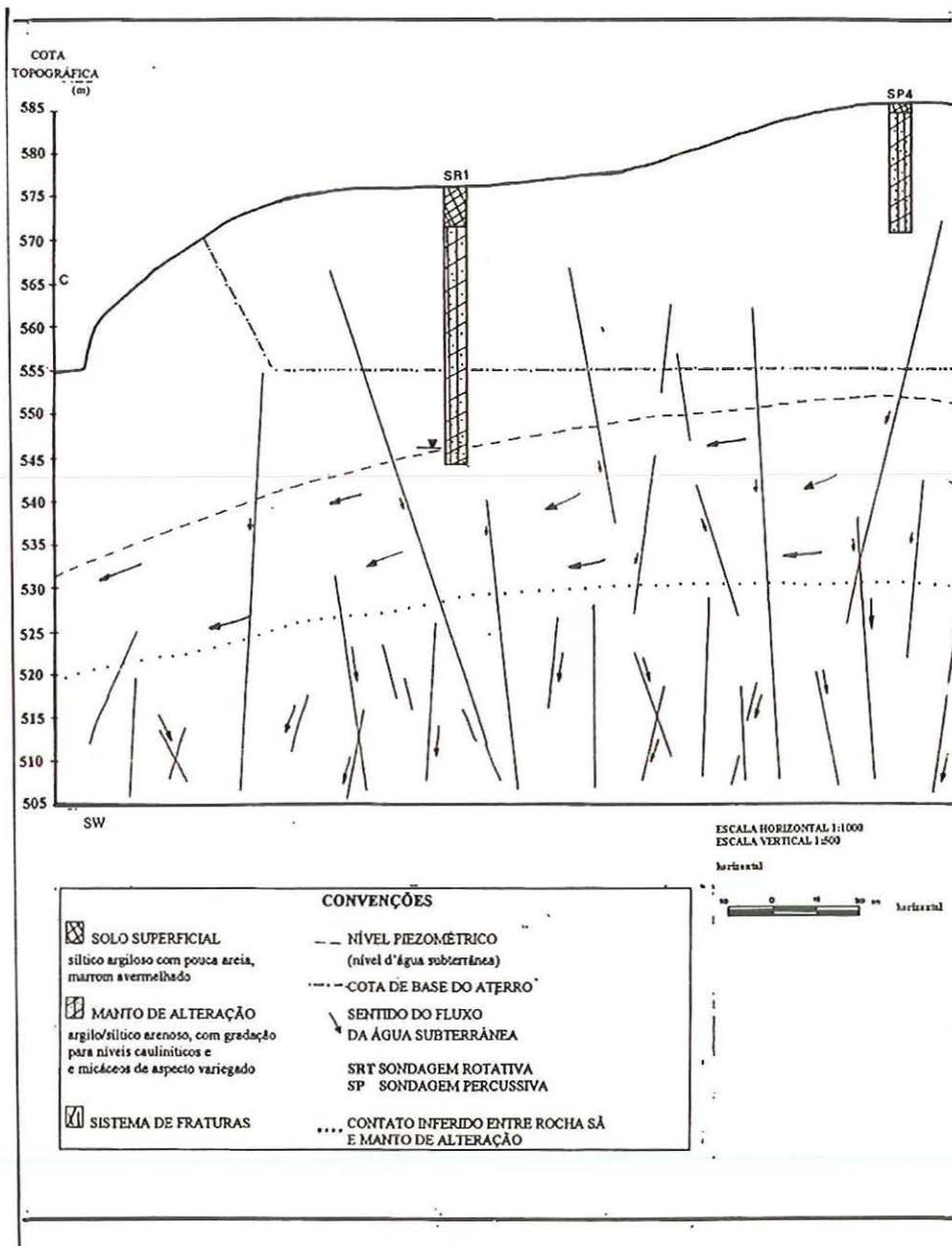
Ar/ Ruído: considera que o empreendimento não apresente risco de poluição do ar nem ruídos (apenas locais)

SISTEMAS DE MONITORAMENTO EMPREGADOS

Poços de monitoramento e pontos de coleta de água no Córrego Serragem

Estudos geotécnicos citados para fases posteriores

PERFIL LONGITUDINAL E ORTOGONAL TÍPICOS DOS MATERIAIS INCONSOLIDADOS
S/ ESCALA



ESPESSURA TOTAL DO MAT. INCONSOLIDADO

Espessura mínima: 2,70m

Espessura máxima: 14,85m

PRESENÇA DE FEIÇÕES GEOLÓGICAS IMPORTANTES

Não apresentado

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

Empresa Executora				
Ponto Coleta	Profund.	% Material	Classificação ABNT	Outra Classificação
Sond. Rotat. RT-1	15,00	Areia: ND	Areia fina a média argilo siltosa	
		Silte: ND		
		Argila: ND		
		Areia:		
		Silte:		
		Argila:		
		Areia:		
		Silte:		
		Argila:		

ÍNDICES FÍSICOS (Não executados)

Empresa Executora:								
	PONTO COLETA:		PONTO COLETA:		PONTO COLETA:		PONTO COLETA:	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
ÍNDICES FÍSICOS	PROFUNDIDADE:		PROFUNDIDADE:		PROFUNDIDADE:		PROFUNDIDADE:	
	CLASSIFICAÇÃO:		CLASSIFICAÇÃO:		CLASSIFICAÇÃO:		CLASSIFICAÇÃO:	
Massa específica ρ (g/cm ³)								
Teor de umidade w (%)								
Massa específica dos sólidos - ρ_s (g/cm ³)								
Massa específica seca - ρ_d (g/cm ³)								
Massa específica submersa - $\rho'(g/cm^3)$								
Porosidade n (%)								
Grau de Saturação Sr (%)								
Índice de Vazios e (adimensional)								

CONSISTÊNCIA E PLASTICIDADE (Não executados)

Empresa Executora:					
Ponto Coleta	Profund. / Classif. Geol.	Limite de Liquidez (%)	Limite de Plasticidade (%)	Índice de Plasticidade (%)	Índice de Contração (%)

COMPACTAÇÃO (Não executado)

Empresa Executora:			
Ponto Coleta	Prof. / Classif. Geol.	Umidade Ótima w_{ot} (%)	Massa esp. seca máx. ρ_d (g/cm ³)

CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA (K)

Empresa Executora: Alphageos			
Método de Ensaio: Infiltração em furo de sondagem 2.1/2" e através de cálculo curva granulométrica			
Ponto Coleta/Ensaio	Prof. / Classif. Geol.	Resultado	Observações
SP-01/infiltração	1-2m / solo coluvial de argilo siltosa e arenosa	.....7,4 x 10 ⁻⁴ cm/s	Z.não sat., fora área do aterro
SP-02/infiltração	1-2m / solo superficial de silte argilo arenoso	.....3,4 x 10 ⁻⁴ cm/s	Z.não sat., fora área do aterro
SP-03/infiltração	2-3m / solo superficial de argila siltosa e aren.	.....8,9 x 10 ⁻⁵ cm/s	Z.não sat., fora área do aterro
SP-04/Infiltração	3-4m / manto intemp. de silte argilo arenoso	.....1,3 x 10 ⁻⁵ cm/s	Z.não sat., dentro da área do aterro em solo de corte
SP-05/infiltração	1-2m / solo superf. de argila siltosa e arenosa	.....6,3 x 10 ⁻⁵ cm/s	Z.não sat., dentro da área do aterro em solo de corte
SP-06/infiltração	1-2m / manto intemp. de silte argilo arenoso	.....1,4 x 10 ⁻⁵ cm/s	Z.não sat., fora área do aterro
SP-07/infiltração	3-4m / manto intemp. de silte argilo arenoso	.....7,3 x 10 ⁻⁵ cm/s	Z.não sat., fora área do aterro
SP-08/infiltração	2-3m / manto intemp. de silte argilo arenoso	.....3,9 x 10 ⁻⁶ cm/s	Z.não sat., fora área do aterro
SP-09/infiltração	2-3m / manto intemp. de silte argilo arenoso	.....5,3 x 10 ⁻⁵ cm/s	Z.não sat., fora área do aterro
SP-10/infiltração	3-4m / manto intemp. de silte argilo arenoso	.....4,1 x 10 ⁻⁵ cm/s	Z.não sat., fora área do aterro
SP-11/infiltração	1-2m / mat. aterro de argila siltosa	.....1,6 x 10 ⁻⁵ cm/s	Z.não sat., fora área do aterro
RT-01	13,50-15,25m / manto intemp. de silte argilo arenoso	.....2,5 x 10 ⁻⁵ cm/s	Z.não sat., área do aterro(infiltr.)
	15,00-15,25m / manto intemp. silte argilo arenoso	.....3,2 x 10 ⁻⁶ cm/s	Z.não sat., área do aterro (curva granulométrica)
	31,20-32,70m / manto intemp. silte argilo arenoso	.....1,1 x 10 ⁻⁴ cm/s	Z.saturada, área do aterro (infiltr.)

Capacidade de Troca de Cátions (CTC) (Não executado)

Empresa Executora:			
Método de Ensaio:			
Ponto Coleta/Ensaio	Prof. / Classif. Geol.	Resultado	Observações

pH (Não executado)

Empresa Executora:			
Método de Ensaio:			
Ponto Coleta/Ensaio	Prof. / Classif. Geol.	Resultado	Observações

OUTROS ENSAIOS (Não executados)

Ensaio	Metodologia	Resultado	Observações
Escoamento Superficial			
Capacidade de Campo			

FEIÇÕES TÍPICAS DE EVENTOS PERIGOSOS (Não determinado)

Feição	Localização	Descrição

OBSERVAÇÕES

Foram executados apenas ensaios de infiltração nas camadas superficiais, exceção aos ensaios na RT-01, no único ensaio executado na área do aterro e em cota inferior ao corte proposto no projeto.

Um único ensaio de granulometria foi executado, sem a apresentação da curva granulométrica no relatório

Só a sondagem RT-01 chegou abaixo da cota de escavação do aterro. As demais deram impenetrável, porém a descrição da sondagem RT-01 foi dada como silte argilo-arenoso (manto de intemperismo) e

não como rochas

Se houvesse rocha ou material mais resistente, como indicado pelas sondagens à percussão como executar a escavação para implantação da vala ?

CARTAS E MAPAS BÁSICOS UTILIZADOS (Não apresentado)

Cartas/Mapas	Fonte	Ano	Escala

CARTAS E MAPAS BÁSICOS PRODUZIDOS

Cartas/Mapas	Empresa / Equipe Técnica Executora	Ano	Escala

ROCHAS

CLASSIFICAÇÃO

Origem	Grupo / Formação	Litologia	Mineralogia
Metamórfica	Complexo Pinhal	Biotita muscovita xisto	NÃO DESCRITO
Sedimentar	Formação Caçapava	Conglomerado polimítico	NÃO DESCRITO

ESTRUTURAS

Descrição	Foliação	Fraturas	Falhas	Outros:
Xistosidade	N10E e EW c/ baixo ângulo			
Sistema frat. 1		N45W/SV-NE		Frat. métrica espaçam. decim.
Sistema frat. 2		EW/Vert		Frat. decim. espaçam. métrico
Sistema frat. 3		N40E/SV-NW		Frat. decim. espaçam. decim.
Alinhamento foto- estrutural			N40-50W N40-50E N10-20E	Alinhamentos interpretados de foto aérea

FEIÇÕES TÍPICAS (Não foi apresentado)

FEIÇÃO	LOCALIZAÇÃO	DESCRIÇÃO

OBSERVAÇÕES

Não foi apresentado mapa com a geologia do local

Com relação às estruturas apenas foram apresentados histogramas com frequência de fotolineamentos

CARTAS E MAPAS BÁSICOS UTILIZADOS

Cartas/Mapas	Fonte	Ano	Escala
Mapa Geológico do Est. de S.Paulo - Fl Guaratinguetá	DAEE - UNESP	1984	1:250.000
Foto Aérea FO9A-1443	BASE	1977	1:45.000

CARTAS E MAPAS BÁSICOS PRODUZIDOS

Cartas/Mapas	Empresa / Equipe Técnica Executora	Ano	Escala
SASA 4188 Fig. 9 - Afloram., rochosos e de pontos de captação de água subterrânea, Fig. 10 - Mapa de localização das sondagens, Fig. 11 A a 11C - Perfis geológicos	Ambiterra	1997	indicada
Mapa Geológico Regional	Ambiterra	1997	1:250.000

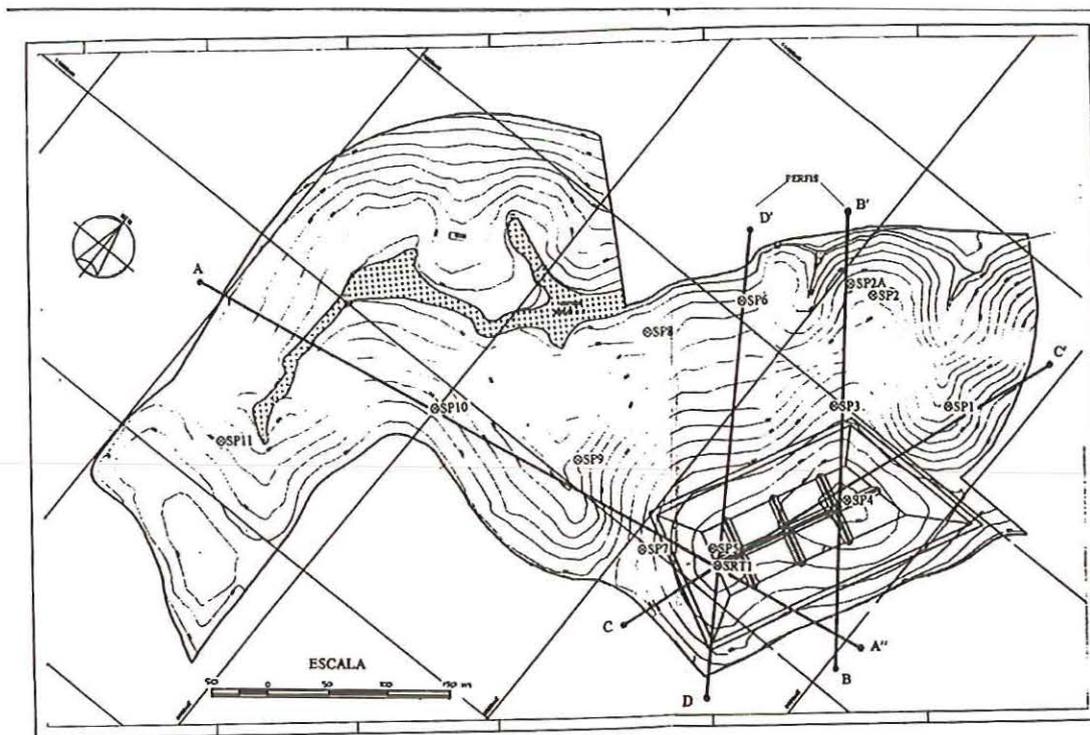
INVESTIGAÇÕES**SONDAGENS DE SIMPLES RECONHECIMENTO**

Tipo de Sondagem	Núm. de Sondagens	Empresa Executora	Malha / Núm. de Seções	Profundidades Atingidas		MATERIAIS
				Mínima	Máxima	
Percussão	11	Alphageos	Espaçamento de 100 a 200 m	2,70m	14,85m	solo superficial de argila siltosa; solo de alteração de silte argiloso
Rotativa	1	Alphageos	única		32,70m	solo de alteração de silte argiloso

GEOFÍSICA (Não foi executado)

Método Empregado	Malha de Pesquisa	Empresa Executora	Atributos Analisados / Resultados

PLANTA COM LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE SONDAGENS DE SIMPLES RECONHECIMENTO E GEOFÍSICA S/ ESCALA



RELEVO

LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO

Empresa Executora: Ambiterra Tecnologia do Meio Ambiente Ltda.

Escala: 1:1.000

Equidist. Curvas de Nível: 1 metro

Formas de Relevo / Declividades Médias: Não foi feito nenhum estudo específico

FEIÇÕES TÍPICAS DE EVENTOS PERIGOSOS (Não foi apresentado)

Feições	Localização	Descrição

CARTAS E MAPAS BÁSICOS UTILIZADOS

Cartas/Mapas	Fonte	Ano	Escala
Mapa Topográfico Tremembé SF-Y-B-V-4	Folha IBGE	1974	1:50.000

CARTAS E MAPAS BÁSICOS PRODUZIDOS

Cartas/Mapas	Empresa / Equipe Técnica Executora	Ano	Escala
Mapa de Topografia	Ambiterra	1997	1:1.000

RECURSOS HÍDRICOS

ÁGUAS SUPERFICIAIS

Principais Cursos d'água / Distância do Aterro: Principal curso d'água é o Córrego Serragem e o Ribeirão do Machado, pertencentes à sub-bacia do Rio Piracuama, afluente do Rio Paraíba do Sul. Distância ao aterro não informada.

Vazões: Bacia do rio Paraíba do Sul escoamento total $215 \text{ m}^3/\text{s}$; escoamento básico $95 \text{ m}^3/\text{s}$ e vazão mínima $71 \text{ m}^3/\text{s}$. Vazão mínima Corrego Serragem $Q_{7,10} = 18,7 \text{ m}^3/\text{h}$

Estudo da bacia de contribuição (nº / área): Bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul / área de 14.396 km^2

Córrego Serragem 47 km^2

Principais Usos: Agrícola e consumo após tratamento

Classificação quanto ao uso e qualidade das águas: Classe II, segundo classificação proposta pelo Decreto Estadual 10.755/77. Até a confluência com o Rib. do Machado e Rio Piracuama e afluentes são classificados como Classe I.

ÁGUAS SUBSUPERFICIAIS

Número de Poços Existentes / Distância ao Aterro: 6 poços / distância entre 200m e 1.000m do aterro, sendo 5 poços rasos (cacimba) e 1 poço tubular profundo.

Profundidade dos Poços / Vazões: P1 a P3, nível de água de 1,20 m a 1,80m; P4 e 5 nível de água. 0 poço profundo 160 m com vazão $1 \text{ m}^3/\text{h}$

Caracterização do Aquífero: foi feita caracterização teórica, estimando-se água subsuperficial no manto de intemperismo superficial e de fraturas em rochas cristalinas

Profundidade do Nível d'água (dinâmico e estático): Não determinado

Direção e fluxo - Estudo apresentado é apenas uma representação inferida, baseada nas informações de nascentes, drenagens e nível d'água das sondagens

Uso e Qualidade da água subsuperficial: uso agrícola e doméstico Classe II, determinada através de análise de águas coletadas

ASPECTOS CLIMÁTICOS

PRECIPITAÇÃO - MÉDIA MENSAL (mm)

ANO											MÉDIA	
	mm	Dias	mm	Dias	mm	Dias	mm	Dias	mm	Dias	mm	Dias
JAN											245	
FEV											200	
MAR											225	
ABR											105	
MAI											70	
JUN											30	
JUL											30	
AGO											25	
SET											80	
OUT											120	
NOV											140	
DEZ											180	
MED.												

Fonte: DAEE

Estação: D-2 MATO DENTRO

Latitude:.....

Longitude:.....

Altitude:.....

Precipitação média anual varia de 1.250 mm a 1.500 mm ao ano

EVAPOTRANSPIRAÇÃO - MÉDIA MENSAL (mm)

ANO												MÉDIA MENSAL
JAN												
FEV												
MAR												
ABR												
MAI												
JUN												
JUL												
AGO												
SET												
OUT												
NOV												
DEZ												
MEDIA ANUAL												

Fonte:.....

Estação:.....

Latitude:.....

Longitude:.....

Altitude:.....

Taxa média anual de evaporação é de 750 mm/ano

Taxa média de evaporação potencial 1.700 mm/ano. No verão a taxa diária varia entre 2,5 a 8mm/dia

UMIDADE RELATIVA DO AR - MÉDIA MENSAL (%)

ANO												MÉDIA MENSAL
JAN												
FEV												
MAR												
ABR												
MAI												
JUN												
JUL												
AGO												
SET												
OUT												
NOV												
DEZ												
MÉDIA ANUAL												

Fonte:.....

Estação:.....

Latitude:.....

Longitude:.....

Altitude:.....

Taxa média da umidade relativa do ar anual é superior a 70%

TEMPERATURA °C

ANO												MÉDIA MENSAL
JAN												24,3
FEV												23,7
MAR												23
ABR												22
MAI												19,5
JUN												15,7
JUL												16,7
AGO												18,7
SET												19,5
OUT												20,5
NOV												22,5
DEZ												23,5
MÉDIA ANUAL												

Fonte: DAEE

Estação: E2-001 SANTA LUZIA

Latitude:.....

Longitude:.....

Altitude:.....

Temperatura média mensal varia de 18°C a 20°C, com média anual de 20,7°C

BALANÇO HÍDRICO

ANO																	MÉDIA MENSAL
JAN																	
FEV																	
MAR																	
ABR																	
MAI																	
JUN																	
JUL																	
AGO																	
SET																	
OUT																	
NOV																	
DEZ																	
MEDIA ANUAL																	

Não foi determinado

DIREÇÃO PRINCIPAL DOS VENTOS

ANO																	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
MÊS																	
JAN																	
FEV																	
MAR																	
ABR																	
MAI																	
JUN																	
JUL																	
AGO																	
SET																	
OUT																	
NOV																	
DEZ																	

OBS. 1 - Sentido predominante do vento

2 - Sentido subordinado do vento

PERÍODOS DO DIA MONITORADOS

Fonte Ministério da Aeronáutica de São José dos Campos

Ventos predominantes - S (18,5%), O-E-N (9%), NE (7,5%), SW-SE (5%)

VELOCIDADE DOS VENTOS

ANO																
	dir	Vel														
MÊS																
JAN																
FEV																
MAR																
ABR																
MAI																
JUN																
JUL																
AGO																
SET																
OUT																
NOV																
DEZ																

Velocidade média de 0,3 m/s para NW; 3,9 m/s para SW, sendo que em 35% do tempo predominam calmarias

QUALIDADE DO AR

Poluente	Leituras	Período	Método de Medição
Partículas em suspensão (PTS)			
Dióxido de Enxofre (SO ₂)			
Oxido de Nitrogênio (NO)			
Dióxido de Nitrogênio (NO ₂)			
Monóxido de Carbono (CO)			
Hidrocarboneto (HC)			
Ozônio (O ₃)			

Menciona não haver emissões gasosas no aterro, e portanto não há poluição atmosférica

NÍVEIS DE RUÍDO

LOCAL	NÍVEIS REGISTRADOS (dB)

Menciona que a área é rural de baixa densidade populacional, com baixo tráfego de veículos, portanto os níveis são muito baixos. A geração de ruídos é ocorre apenas por tratores em funcionamento no aterro.

4. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO BIOLÓGICO

VEGETAÇÃO

Caracterização da Vegetação Existente / Espécies :Pastagens, cobrindo 80% da área, com agrupamento de pequenos arbustos *Tibouchina sp*, taboa *Typha sp*, embaúbas *Cecróphia sp*, aroeira

Schinus sp, peito de pomba *Solanum sp*, palmeira *Arecastrum romanzoffianum*

ESPECIES ANIMAIS

Espécies terrestres: 44 espécies de aves foram encontradas na área e 4 espécies de mamíferos

Espécies aquáticas: não registrada

ELEMENTOS VULNERÁVEIS

O relatório considera de baixo grau o impacto decorrente da implantação do aterro ao meio biológico, restringindo-se à perda do habitat para as espécies que ocorrem em pastagem, área diretamente afetada pela obra na área de influência num raio de 1 km do empreendimento

5. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO SOCIO-ECONÔMICO

PRINCIPAIS ATIVIDADES ECONÔMICAS

A região de Taubaté é caracterizada por apresentar equilíbrio dos tres setores de atividades.
Destaque para a produção de leite, arroz, batata e citros

ESTRUTURA OCUPACIONAL

Área total da região 1.548 km², com população de 365.000 habitantes, com 481 indústrias, 313 atividades de comércio e 484 de serviços

A região de Tremembé é caracterizada como cidade dormitório,
Tremembé (1996) 31.393 habitantes

ECONOMIA

Em 1990 a região de Tremembé apresentou 481 empregos na indústria, 313 comércio, 484 prestação de serviços

ENSAIO DE LIXIVIAÇÃO (NBR - 10005)(Não executado)

Identificação da Fonte / Lote Recebido:		
ELEMENTO	LIXIVIAÇÃO (mg/l)	LIXIVIAÇÃO (mg/l) L.M.
Arsênio		5,0
Bário		100,0
Cádmio		0,5
Chumbo		5,0
Cromo VI		
Cromo Total		5,0
Mercúrio		0,1
Prata		5,0
Selênio		1,0
Fluoreto		150,0
Aldrin		0,003
Clordano		0,03
DDT		0,1
Dieldrin		0,003
Endrin		0,02
Epóxi-heptacloro		0,01
Heptacloro		0,01
Hexaclorobenzeno		0,001
Lindano		0,3
Metoxicloro		3,0
Pentaclorofenol		1,0
Toxafeno		0,5
2,4-D		10,0
2,4,5-T		0,2
2,4,5-TP		3,0
Organofosforados e Carbamatos		10,0

* Limite Máximo (L.M.) permitido pela NBR 10004

ENSAIO DE SOLUBILIZAÇÃO (NBR - 10006)(Não executado)

Identificação da Fonte / Lote Recebido:		
ELEMENTO	SOLUBILIZ. (mg/l)	SOLUBILIZ. (mg/l) L.M.
Arsênio		0,05
Bário		1,0
Cádmio		0,005
Chumbo		0,05
Cianeto		0,1
Cromo Total		0,05
Fenol		0,001
Fluoreto		1,5
Mercúrio		0,001
Nitrato (mg N/l)		10,0
Prata		0,05
Selênio		0,01
Aldrin		$3,0 \times 10^{-5}$
Clordano (todos os isômeros)		$3,0 \times 10^{-4}$
DDT (todos os isômeros)		$1,0 \times 10^{-3}$
Dieldrin		$3,0 \times 10^{-5}$
Endrin		$2,0 \times 10^{-4}$
Epóxi-heptacloro		$1,0 \times 10^{-4}$
Heptacloro		$1,0 \times 10^{-4}$
Hexaclorobenzeno		$1,0 \times 10^{-5}$
Lindano		$3,0 \times 10^{-3}$
Metoxicloro		0,03
Pentaclorofenol		0,01
Toxafeno		$5,0 \times 10^{-3}$
2,4-D		0,1
2,4,5-T		$2,0 \times 10^{-3}$
2,4,5-TP		0,03

Organofosforados e carbamatos	0,1
Alumínio	0,2
Cloro	250,0
Cobre	1,0
Dureza (mgCaCO ₃ /l)	500,0
Ferro	0,3
Manganês	0,1
Sódio	200,0
Surfactantes (tensoativos)	0,2
Sulfato (mg SO ₄ /l)	400,0
Zinco	5,0

* Limite Máximo - L.M. permitido pela NBR 10004

OUTROS ENSAIOS

Não foi apresentado nenhum ensaio adicional executado no resíduo para sua caracterização

Relatório cita no capítulo emissões acidentais como medidas preventivas a execução de testes de incompatibilidade de resíduos em laboratório

CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS RECEBIDOS NO ATERRO (SASA)

Indústria Geradora	Características do Resíduo			Característica Química	Periculosidade NBR 10.004			Outra Proposta Classif. Resíduo	Incompatibilidade
	Origem (Processo Ind.)	Quantidade Gerada	Estado Físico		Composição Provável	Característica de Periculosidade	Constituinte Perigoso			Classificação
Metalúrgica			sólido, semi-sólido ou líquido		corrosivo, reativo, metais tóxicos inorgânicos	As, Ba, Mo, Ta, Fe, Co, Cd, antimônio, estanho, Cr, P, Pb, Cu, Hg, vanádio, Al, Mg, Zn, Ni, Se, ácidos (sulfúrico, clorídrico, nítrico), peróxidos metálicos, entre outros	RESÍDUO PERIGOSO CLASSE I		
Automobilística									
Mecânica									
Material Elétrico									
Química									

NENHUM ENSAIO DE CARACTERIZAÇÃO FOI EXECUTADO, A CARACTERIZAÇÃO FOI BASEADA EM DADOS BIBLIOGRÁFICOS DE GERAÇÃO DE RESÍDUOS PARA A REGIÃO, CONFORME RELATÓRIO CETESB, (1987)

7. SISTEMAS DE CONTROLE AMBIENTAL

ANÁLISE QUALITATIVA E QUANTITATIVA DOS EFLUENTES LÍQUIDOS DO ATERRO (A SER IMPLANTADO NA EXECUÇÃO DA OBRA)

Ponto de Coleta	Período	Resultados	Observações
Estação de Tratamento de Efluentes	Diário / mensal / bimestral		Monitorar parâmetros dos efluentes conforme artigo 21 CONAMA 20/86

ANÁLISE QUALITATIVA E QUANTITATIVA DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS (A ser implantado na execução da obra)

Ponto de Coleta	Período	Resultados	Observações
Córrego Serragem	Bimestral		Monitorar qualidade da água à jusante e montante do ponto de lançamento de efluentes tratados

ANÁLISE QUALITATIVA E QUANTITATIVA DAS ÁGUAS SUBSUPERFICIAIS (POÇOS DE MONITORAMENTO) (A ser implantado na execução da obra)

Ponto de Coleta	Período	Resultados	Observações
6 poços instalados e programação de instalação de mais poços			monitoramento da qualidade das águas dos poços e seus parâmetros físico-químicos

ANÁLISE QUALITATIVA E QUANTITATIVA DO MATERIAL INCONSOLIDADO (Menciona estudos adicionais)

Ponto de Coleta	Período	Resultados	Observações

ANÁLISE DA QUALIDADE DO AR (Considera que o empreendimento possui baixo impacto)

Local Monitorado	Período	Resultados	Observações

ANÁLISE DA GERAÇÃO DE GÁS (Considera que não ocorrerá geração)

Local Monitorado	Período	Resultados	Observações

MONITORAMENTO GEOTÉCNICO (A ser implantado na execução da obra)

Sistema de Monitoramento	Período	Atributos monitorados / Resultados	Observações
A ser detalhado no projeto executivo para controle de erosão e estabilidade de talude			

DETECÇÃO DE VAZAMENTOS (A ser implantado na execução da obra)

Sistema de Detecção	Período	Ocorrências	Providências
Implantado na base do aterro entre as 2 geomembranas			

INSPEÇÕES VISUAIS NO ATERRO (Menciona que será elaborado)

OCORRÊNCIA	LOCAL	DATA	PROVIDÊNCIAS
TRINCAS			
EROSÃO			
PRESENÇA DE CHORUME NOS TALUDES			
RECALQUES ACENTUADOS			
ACÚMULO DE ÁGUA EM SUPERFÍCE			

OUTRAS OCORRÊNCIAS			

NÍVEIS DE RUÍDO

Não será tomada nenhuma medida preventiva ou implantação de sistema de controle, apenas para os trabalhadores locais

11.2. EIA / RIMA CAVO - COMPANHIA AUXILIAR DE VIAÇÃO E OBRAS

<p style="text-align: center;">PLANILHA PARA AVALIAÇÃO E GERENCIAMENTO AMBIENTAL DE ATERRO SANITÁRIO INDUSTRIAL CAVO - Companhia Auxiliar de Viação e Obras / CTR - Centro Tecnológico de Resíduos</p>

1. DADOS CADASTRAIS DO ATERRO INDUSTRIAL

NOME DO EMPREENDIMENTO

CTR - Centro Tecnológico de Resíduos - Caieiras

Operadora CAVO - Companhia Auxiliar de Viação e Obras

ENDEREÇOEstrada do Taboão s/n

MUNICÍPIO/ESTADOCaieiras/SP.

PRINCIPAL VIA DE ACESSORodovia Anhanguera / SP 354 / Rodovia Tancredo Neves / Estrada do Taboão

BACIA HIDROGRÁFICABacia do Rio Juqueri (Alto Tietê)

**PLANTA GERAL - ÁREA DO ATERRO E PRINCIPAIS VIAS DE ACESSO - BASE
CARTOGRÁFICA UTILIZADA**

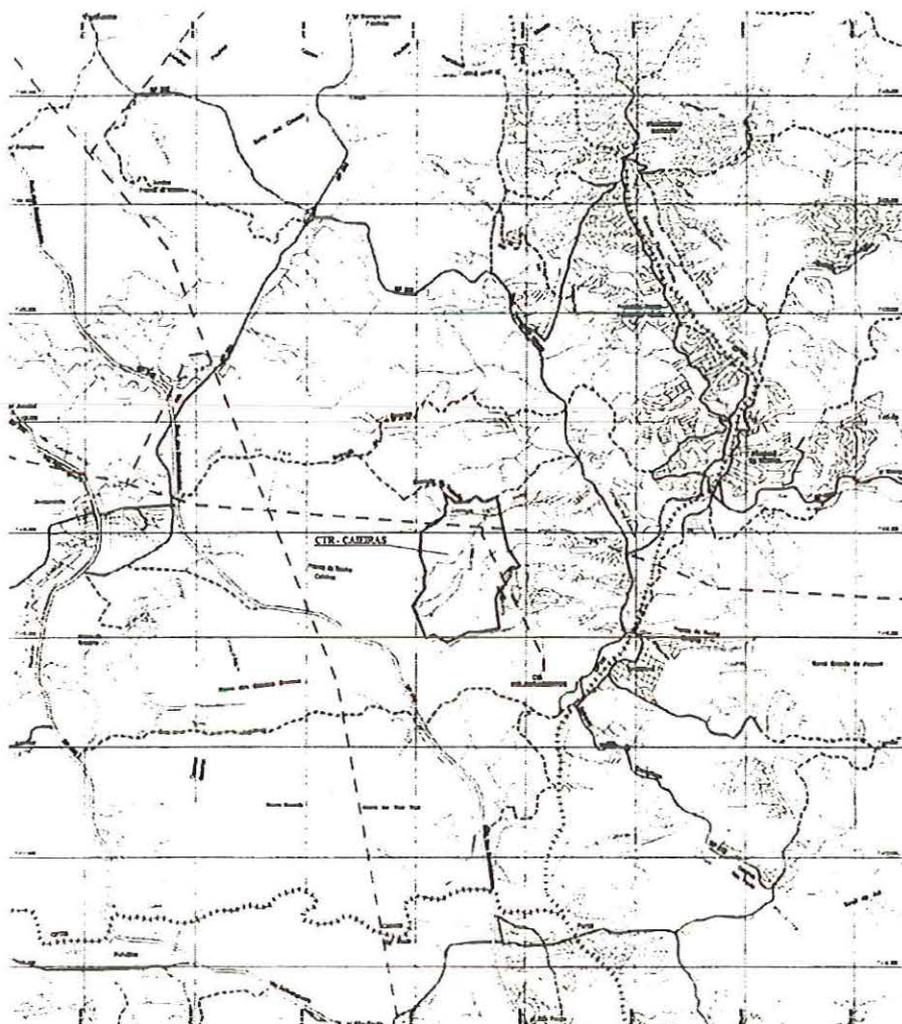
Órgão executor: Mapa Topográfico IBGE

Nº do Documento:

Escala: 1:100.000

Ano de Execução: 1983

LOCALIZAÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO INDUSTRIAL (PLANTA GERAL), COM SUAS PRINCIPAIS VIAS DE ACESSO.
S/ESCALA



- Rodovia Pavimentada (pista dupla)
- Rodovia Pavimentada (pista simples)
- Rodovia não Pavimentada
- - - - - Arruamento
- Ferrovia
- Limites Municipais
- - - - - Linha de Alta Tensão
- CTR-Caleiras



Centro Tecnológico de Resíduos - Caleiras



ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL
Figura Nº 1.2.1

LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

Escala 1:100.000

0 100 200 300 metros

Fonte: IBGE, 1983

CENEC

PLANTA DE DETALHE - ÁREA DO ATERRO PROPRIAMENTE DITO - BASE CARTOGRÁFICA UTILIZADA

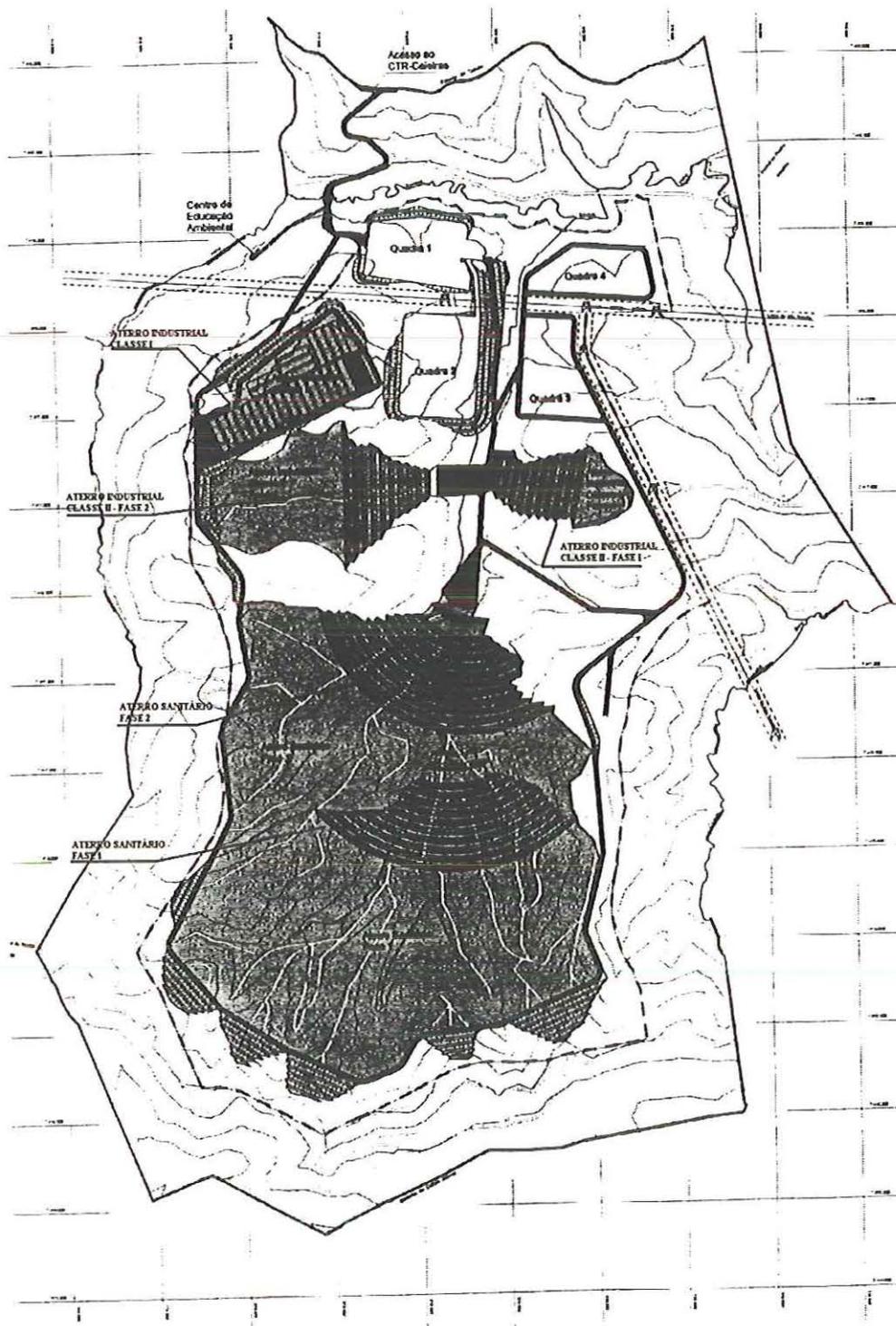
Órgão executor: CENEC

Nº do Documento: Levantamento Topográfico

Escala: 1:2.000

Ano de Execução: 1998

**ÁREA TOTAL E ÁREA DE IMPLANTAÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO INDUSTRIAL
(PLANTA DETALHE)
S/ESCALA**



2. DESCRIÇÃO DO PROJETO DO ATERRO SANITÁRIO INDUSTRIAL

VIDA ÚTIL DO ATERRO

Início de Operação: Em processo de licenciamento ambiental

Previsão de Encerramento: Vida útil máxima 79 anos

Area Total: 350,8 ha / Área de Projeto : 217.187 m²

Volume Disponível: Aterro Sanitário 29.940.000,00 m³ ; Aterro Industrial Classe I 164.223,00 m³ ; Aterro Industrial Classe II 2.588.000,00 m³

Volume Recebido (dia/mês/ano): Previsão Aterro Sanitário 1.000,00 t/dia; Aterro Industrial Classe I 23 t/dia; Aterro Industrial Classe II 250 t/dia

Vida Útil: Aterro Sanitário Etapa I - 23 anos Etapa II - 56 anos. Aterro Industrial Classe I - 26 anos, Classe II - 38 anos

EMPRESA DE CONSULTORIA AMBIENTAL

CNEC - Consórcio Nacional de Engenheiros Consultores S.A.

RESITEC - Tecnologia de Resíduos Ltda

EMPRESA PROJETISTA

CNEC (em fase de licenciamento ambiental)

CONSTRUTORA RESPONSÁVEL PELA IMPLANTAÇÃO DO ATERRO

Em fase de licenciamento ambiental - CAVO - Companhia Auxiliar de Viação e Obras

LICENCIAMENTO AMBIENTAL

	RAP	EIA/RIMA	LP	LI	LF/O
DATA ENTREGA	1997	1998			
PROCESSO Nº					
PUBLICAÇÃO D.O. E.					
ANÁLISE	Solicitação de EIA/RIMA				
EMPRESA CONSULTORIA AMBIENTAL	CNEC	CNEC			
COMENTÁRIO					

CLASSES DE RESÍDUOS A SEREM ACEITOS NO ATERRO (CLASSIF. NBR-10.004)

Resíduos domiciliares, urbanos, industriais e de serviços de saúde, incluindo os resíduos perigosos Classe I, Classe II e Classe III.

CLASSES DE RESÍDUOS A SEREM ACEITOS NO ATERRO (OUTRA PROPOSTA DE CLASSIFICAÇÃO)

FORMAS DE DISPOSIÇÃO DO RESÍDUO

Aterro sanitário - disposição em 2 conformações geográficas em forma de grotas ou vales

Aterro industrial - Classe I - disposição em valas. Classe II - disposição em área

3 galpões com 768 m² cada para armazenamento temporário de resíduos contando com sistema de proteção de base.

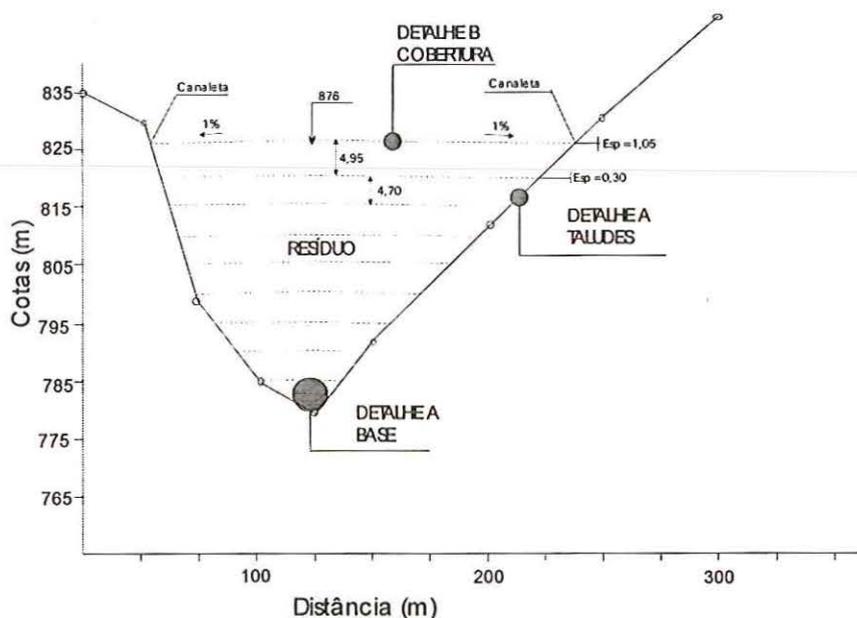
TIPOS DE BARREIRAS DE PROTEÇÃO / MATERIAL UTILIZADO

Aterro Sanitário - sistema de proteção de base e cobertura contando com manta de PEAD de 2,5mm associado a impermeabilização com argila compactada e sistema de drenagem.

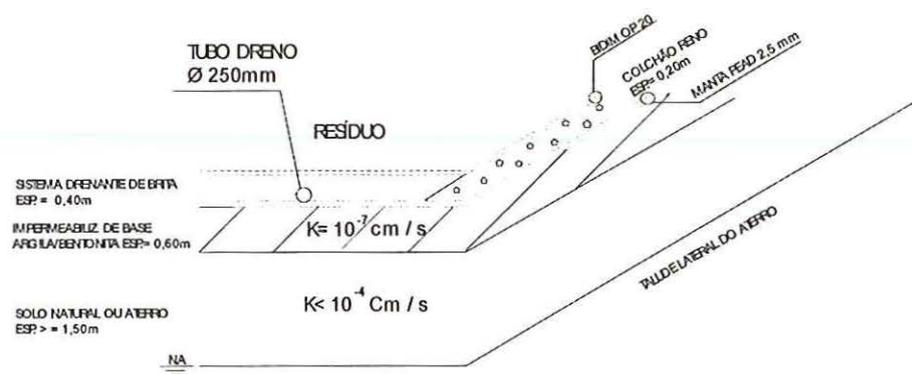
Aterro Industrial - Classe II - proteção de base com argila compactada e manta PEAD 2,5 mm com sistema de coleta de percolado. Classe I - dupla proteção de base com manta PEAD 2,5 mm e 1,00 mm associada a argila compactada e duplo sistema de coleta de percolado.

Haverá também cobertura final com geomembrana e argila compactada.

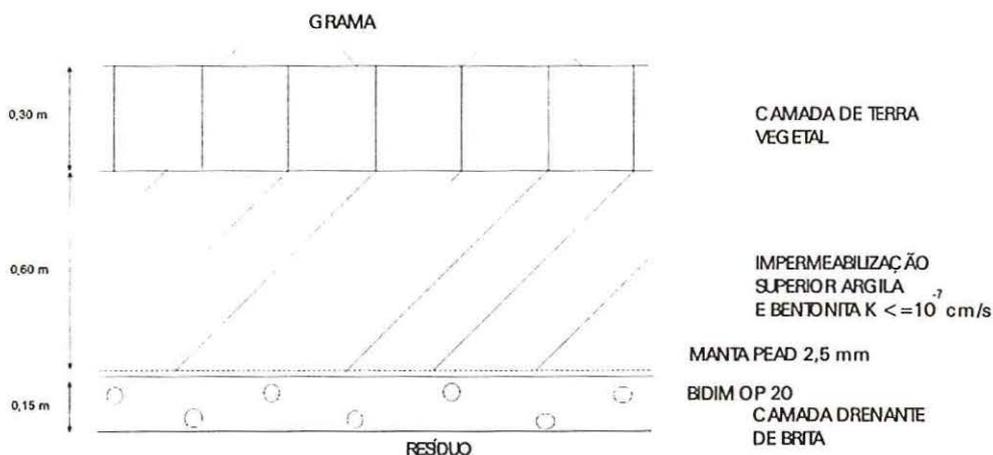
ESQUEMA DOS TIPOS DE BARREIRAS A SEREM IMPLANTADOS S/ESCALA



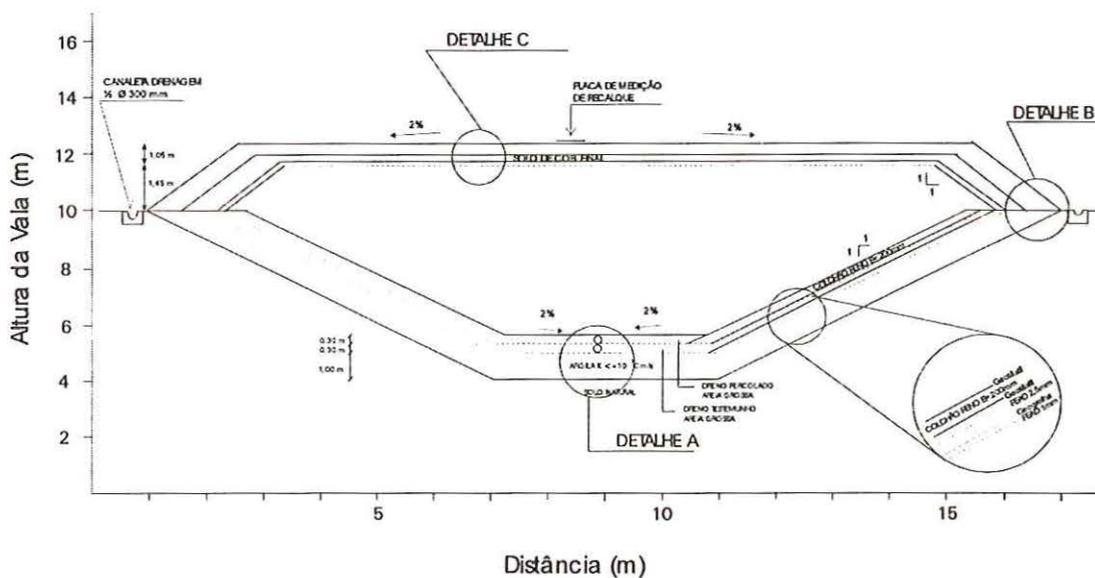
ATERRO INDUSTRIAL CLASSE II - FASES 1 E 2 SEÇÃO TRANSVERSAL TÍPICA



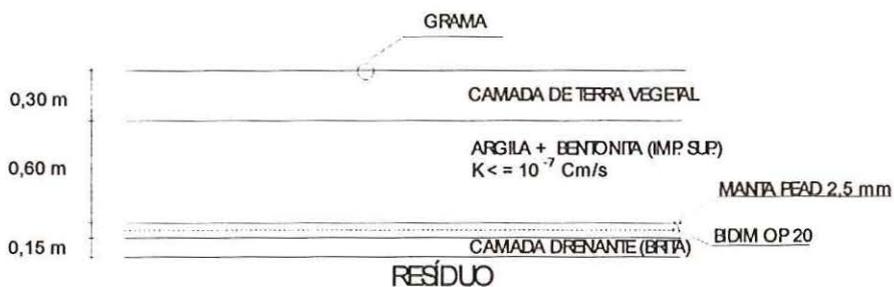
ATERRO SANITÁRIO E INDUSTRIAL CLASSE II DETALHE A - BASE DO ATERRO E TALUDES LATERAIS



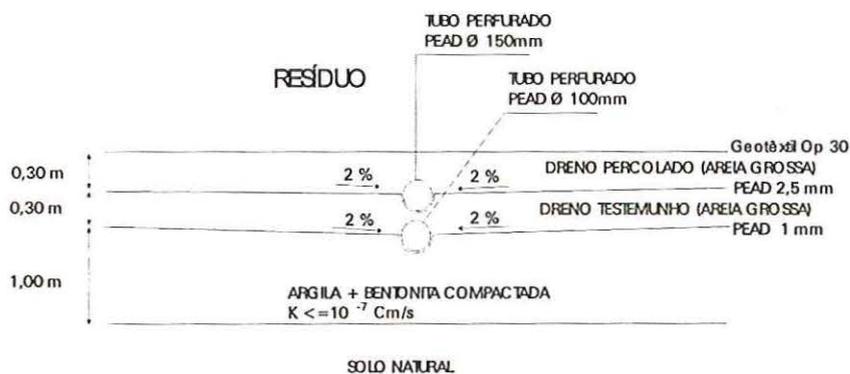
ATERRO INDUSTRIAL CLASSE II
DETALHE B - SISTEMA DE COBERTURA FINAL



SEÇÃO ESQUEMÁTICA VALAS ATERRO INDUSTRIAL CLASSE I



DETALHE C - ATERRO INDUSTRIAL CLASSE I
SISTEMA DE PROTEÇÃO DE COBERTURA



DETALHE A - ATERRO INDUSTRIAL CLASSE I
SISTEMA DE PROTEÇÃO DE BASE

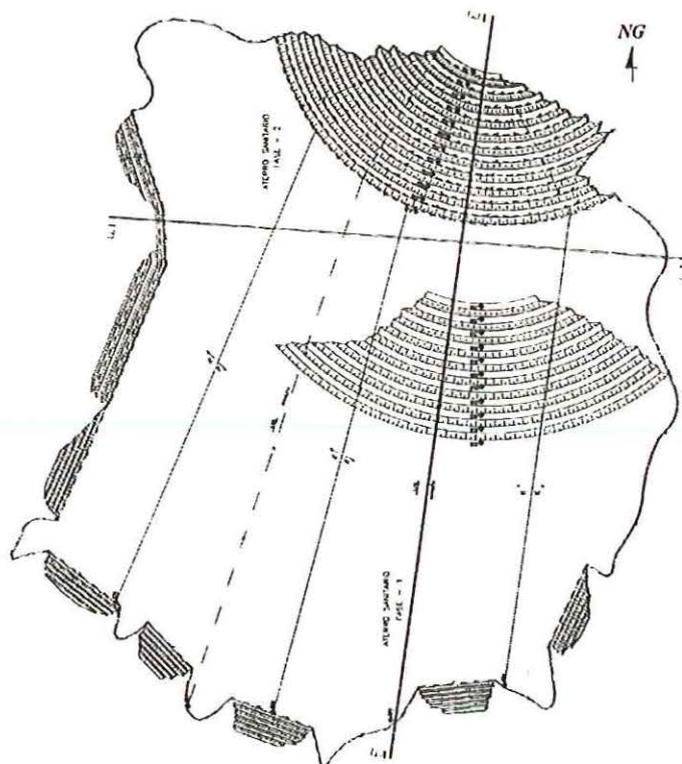
FASES CONSTRUTIVAS

Aterro Sanitário Fase I - 10 camadas com 5 m de altura. Fase II 11 camadas com 5 m de altura.

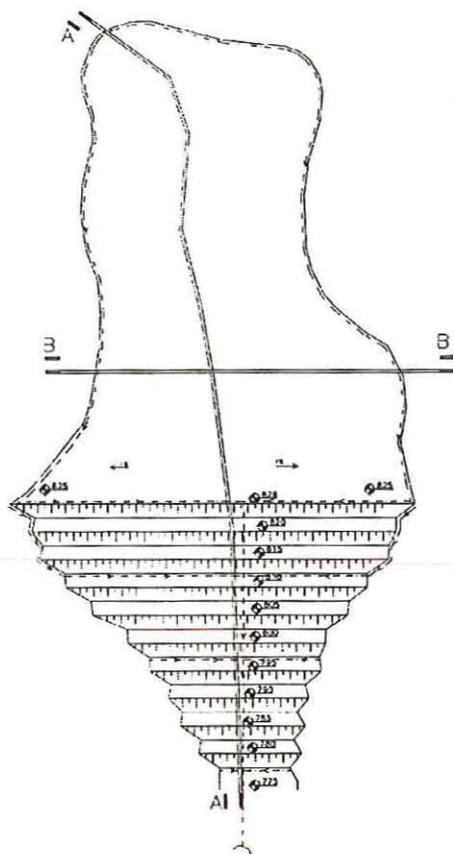
Aterro Industrial Classe I - 26 valas com 1.280 m² cada vala

Aterro Industrial Classe II - mesmo sistema do aterro sanitário. Fase I 9 camadas e Fase II 8 camadas

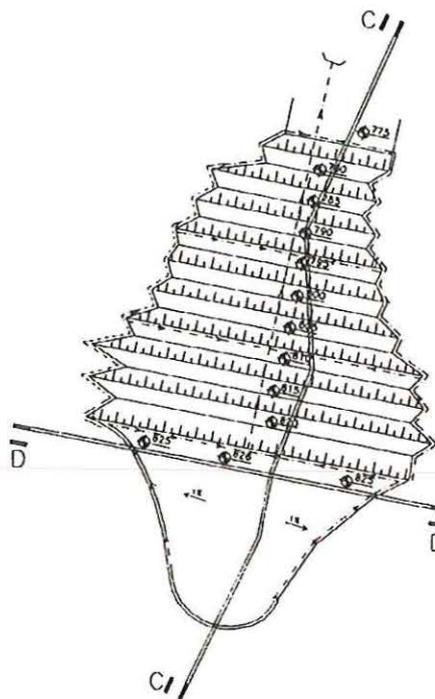
ESQUEMA SIMPLIFICADO DAS FASES CONSTRUTIVAS DO ATERRO S/ESCALA



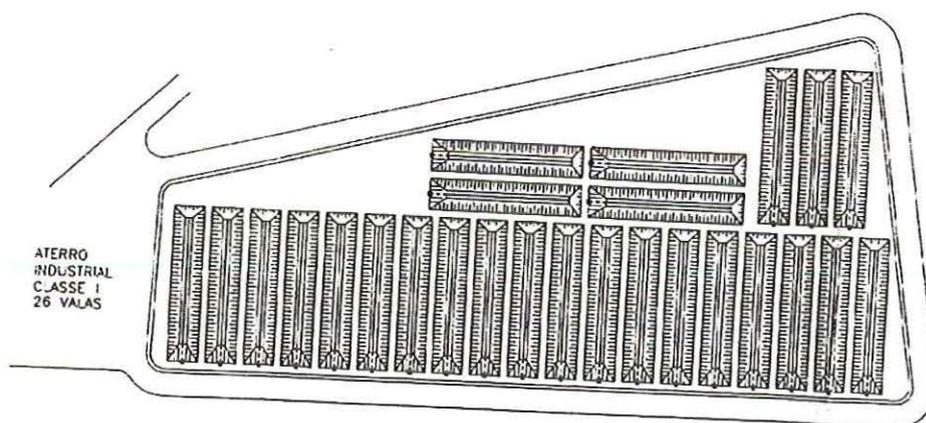
PLANTA DO ATERRO SANITÁRIO FASES 1 E 2
ÁREA TOTAL 67,85 ha
VOLUME TOTAL 29.940.000 m³



ATERRO INDUSTRIAL CLASSE II - FASE 2
 ÁREA 7,23 ha
 VOLUME 2.133.000 m³



ATERRO INDUSTRIAL CLASSE II - FASE I
 ÁREA 1,30 ha
 VOLUME 455.000 m³



ATERRO INDUSTRIAL CLASSE I - 26 VALAS
 ÁREA 1 VALA=1.280 m² - TOTAL=3.328 ha
 VOLUME 1 VALA=6.316 m³ - TOTAL=164.216 m³

DESTINO FINAL DOS EFLUENTES LÍQUIDOS

Sistema de tratamento de efluentes líquidos para todo efluente gerado no aterro sanitário, industrial e sistemas de apoio.

ELEMENTOS SUSCEPTÍVEIS À CONTAMINAÇÃO / LOCALIZAÇÃO

Água superficial - direto Córrego I e Tanque Velho (lançamento do efluente tratado) e indireto Córrego dos Abreus e Rio Juquerí onde foram feitas várias simulações de lançamento de efluentes tratados

Água subterrânea - previsão de impactos minimizados, considerando os sistemas de proteção adotados

Solo - superficial c/ possíveis erosões e movimentos de massa

Flora e Fauna - perda de cobertura vegetal primária 2 ha e alteração de habitats naturais com baixa relevância/significância

Meio Antrópico - proliferação de doenças na população do entorno

Ar - alterações restritas ao entorno do empreendimento e dispersos pelas vias de acesso

Ruído - alterações restritas ao entorno do empreendimento e dispersos pelas vias de acesso

ATRIBUTOS E PARÂMETROS A SEREM MONITORADOS

Águas superficiais - análises nas águas coletadas em 6 pontos nos córregos I e Tanque Velho

Águas subterrâneas - através da análise das águas coletadas nos poços de monitoramento executados no local do empreendimento

Estabilidade dos taludes - recalques, movimentações e erosões ocorrentes nos materiais inconsolidados

Meio Antrópico - monitoramento das condições de saúde da população do entorno

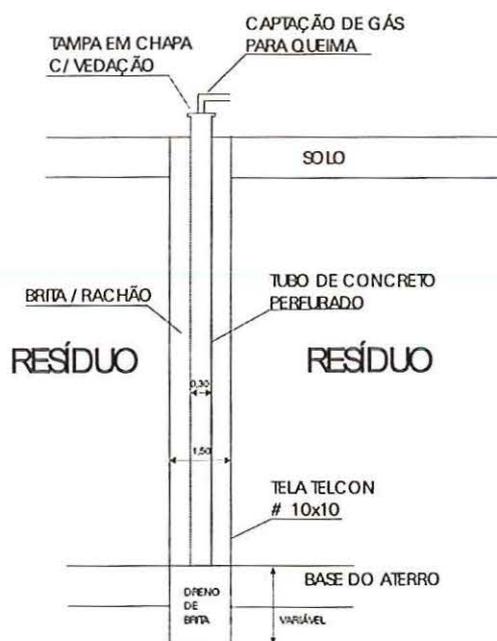
Ar/ Ruído: qualidade do ar e níveis de ruído

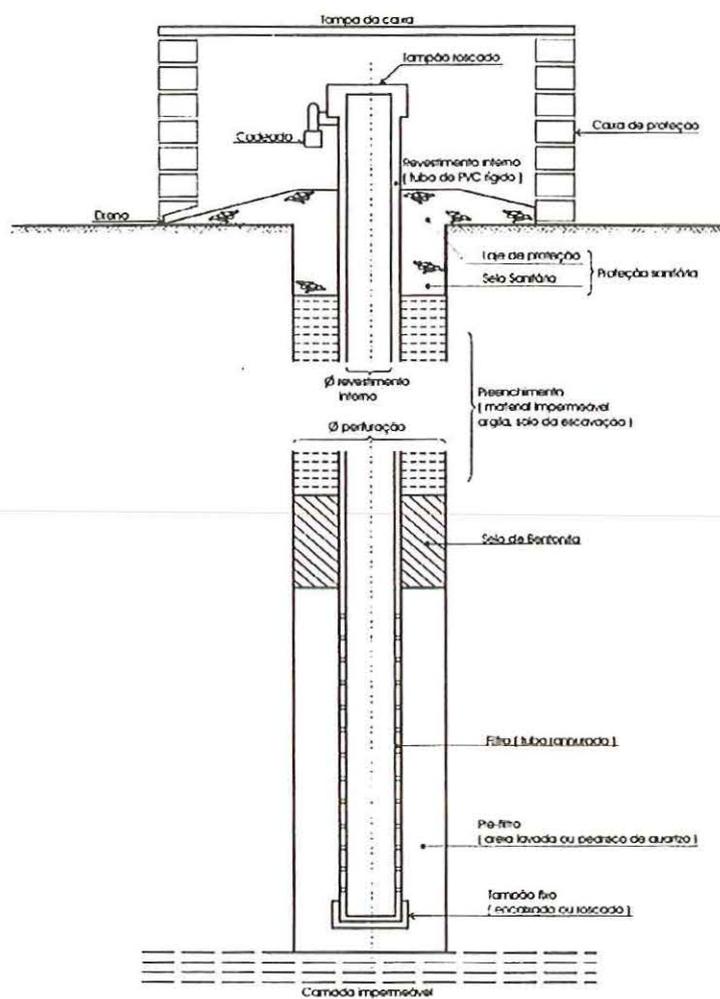
SISTEMAS DE MONITORAMENTO EMPREGADOS

Poços de monitoramento e pontos de coleta de água nos córregos; estudos geotécnicos através de instrumentação e inspeções visuais; coleta de amostras nos sistemas coletores de gás e instalação de estações meteorológica para controle climático, ar e medições de níveis de ruído

ESQUEMA SIMPLIFICADO DOS SISTEMAS DE MONITORAMENTO

S/ ESCALA

**ESQUEMA DRENO PARA GASES**



Centro Tecnológico de Resíduos - Calafias

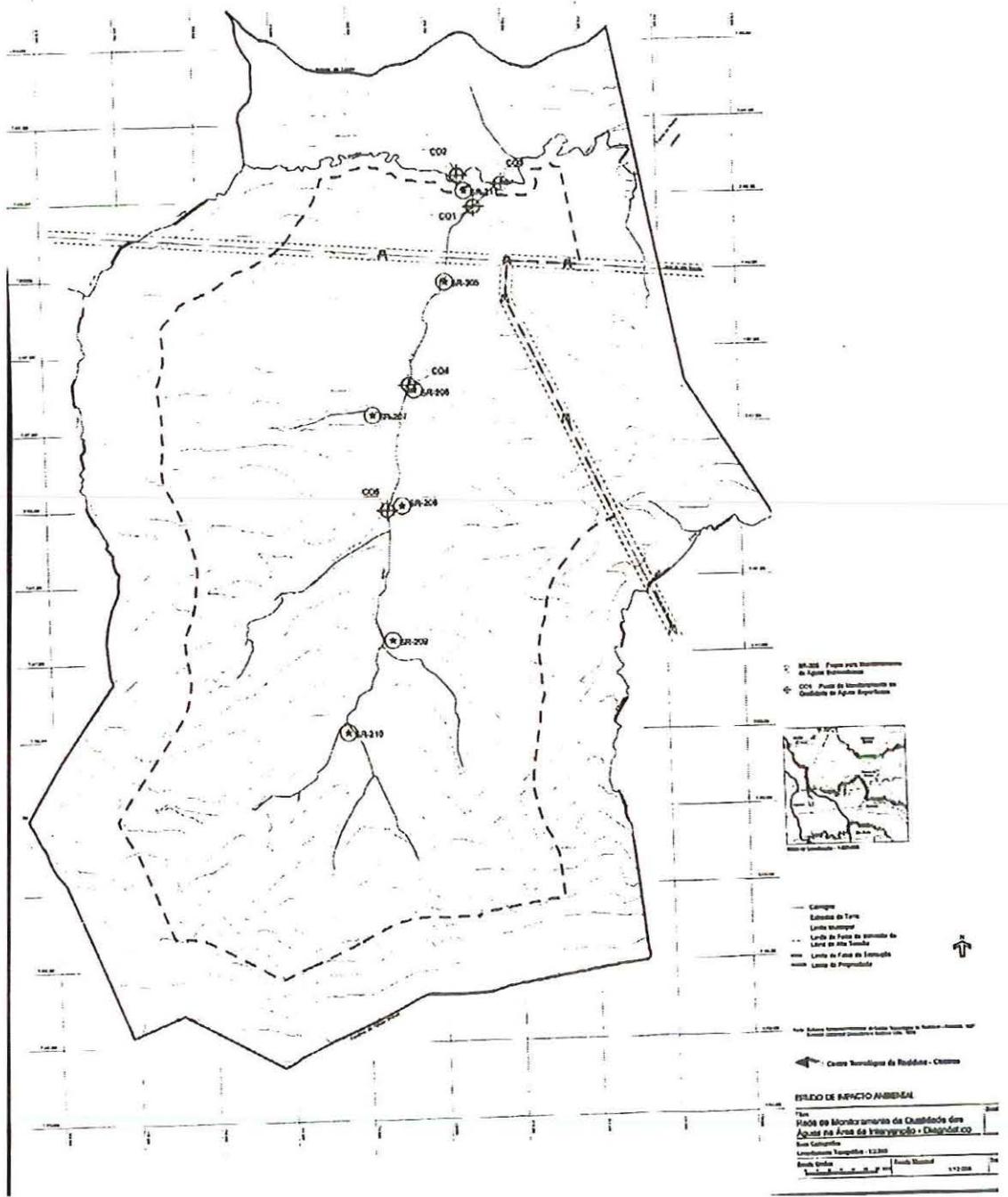


ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL
Figura Nº 4.2.1

PERFIL ESQUEMÁTICO DO POÇO DE MONITORAMENTO

FONTE - Construção de Poços de Monitoramento e Amostragem
NCE - 13.695 - ABNT, Jul. 97





3. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO

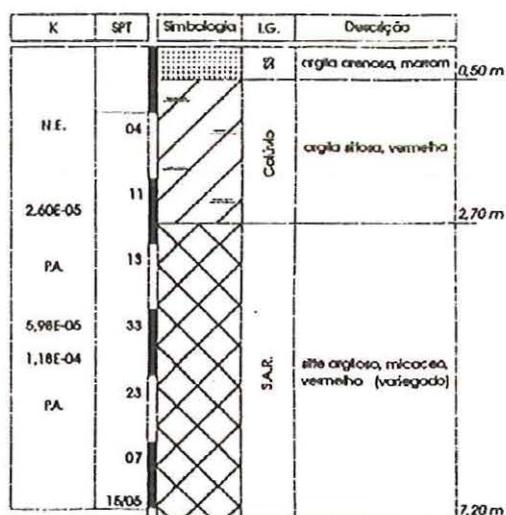
MATERIAL INCONSOLIDADO (SOLOS)

CLASSIFICAÇÃO DO PERFIL COMPLETO

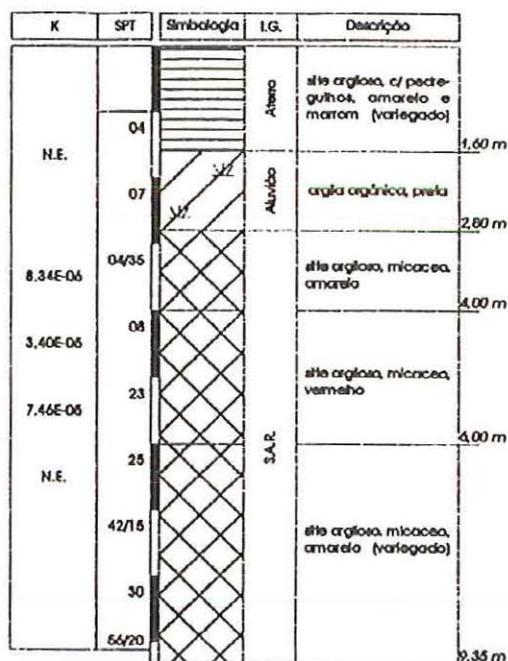
Classif. Geológica	Classif. Material	Grau de Alteração	Profundidades
Aluvião	argila siltosa	solo	0,00 - 4m (partes baixas)
Colúvio		solo	1,00 - 3,00m
Solo de Alteração	silte argiloso ou arenoso	solo	3,00 - 6,00m

PERFIL LONGITUDINAL E ORTOGONAL TÍPICOS DOS MATERIAIS INCONSOLIDADOS S/ESCALA

SP 80 - Cota 825,00
N.A. seco (maio/98)



SP 76 - Cota 785,00
N.A. 1,64 (13/04/98)



ESPESSURA TOTAL DO MAT. INCONSOLIDADO (não detalhado)

Espessura mínima: 3,10m SP 58

Espessura máxima: 10,05m SP 78

PRESENÇA DE FEIÇÕES GEOLÓGICAS IMPORTANTES

Menciona apenas alguns pontos localizados com início de erosões superficiais no solo

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA (Não executado)

Empresa Executora				
Ponto Coleta	Profund.	% Material	Classificação ABNT	Outra Classificação
		Areia:		
		Silte:		
		Argila:		
		Areia:		
		Silte:		
		Argila:		

ÍNDICES FÍSICOS - (Não executado)

Empresa Executora:								
ÍNDICES FÍSICOS	PONTO COLETA:		PONTO COLETA:		PONTO COLETA:		PONTO COLETA:	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
	PROFUNDIDADE:		PROFUNDIDADE:		PROFUNDIDADE:		PROFUNDIDADE:	
	CLASSIFICAÇÃO:		CLASSIFICAÇÃO:		CLASSIFICAÇÃO:		CLASSIFICAÇÃO:	
Massa específica ρ (g/cm ³)								
Teor de umidade w (%)								
Massa específica dos sólidos - ρ_s (g/cm ³)								
Massa específica seca - ρ_d (g/cm ³)								
Massa específica submersa - ρ' (g/cm ³)								
Porosidade n (%)								
Grau de Saturação Sr (%)								
Índice de Vazios e (adimensional)								

CONSISTÊNCIA E PLASTICIDADE (Não executado)

Empresa Executora:					
Ponto Coleta	Profund. / Classif. Geol.	Limite de Liquidez (%)	Limite de Plasticidade (%)	Índice de Plasticidade (%)	Índice de Contração (%)

COMPACTAÇÃO (Não executado)

Empresa Executora:			
Ponto Coleta	Prof. / Classif. Geol.	Umidade Ótima w_{ot} (%)	Massa esp. seca máx. ρ_d (g/cm ³)

CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA (K)

Empresa Executora: não descrita			
Método de Ensaio: Infiltração em furo de sondagem 2.1/2"			
Ponto Coleta/Ensaio	Prof. / Classif. Geol.	Resultado	Observações
vários	várias profundidades ao longo das sondagens nos diversos materiais perfurados	10^{-5} a 10^{-6} cm/s	

Capacidade de Troca de Cátions (CTC) (Não executado)

Empresa Executora:			
Método de Ensaio:			
Ponto Coleta/Ensaio	Prof. / Classif. Geol.	Resultado	Observações

pH (Não executado)

Empresa Executora:			
Método de Ensaio:			
Ponto Coleta/Ensaio	Prof. / Classif. Geol.	Resultado	Observações

OUTROS ENSAIOS:

Ensaio	Metodologia	Resultado	Observações
Escoamento Superficial			
Capacidade de Campo			

FEIÇÕES TÍPICAS DE EVENTOS PERIGOSOS

Feição	Localização	Descrição
Erosões	Pontos localizados pela área	Processos em estágio inicial sem comprometimento

OBSERVAÇÕES

--

CARTAS E MAPAS BÁSICOS UTILIZADOS (Não apresentado)

Cartas/Mapas	Fonte	Ano	Escala

CARTAS E MAPAS BÁSICOS PRODUZIDOS (Não apresentado)

Cartas/Mapas	Empresa / Equipe Técnica Executora	Ano	Escala

ROCHAS

CLASSIFICAÇÃO

Origem	Grupo / Formação	Litologia	Mineralogia
Metamórfica	Grupo São Roque	Filito sericítico (Unidade 1) ocupa 50% da área	Não detalhada, intercalações de metarenito fino/médio e metassiltitos
Metamórfica	Grupo São Roque	Filito bandado (Unidade 2) ocupa 25% da área	intercalações milimétricas a centimétricas de metarenito e veios de quartzo
Metamórfica	Grupo São Roque	Filito sericítico pouco grafitoso (Unidade 3) ocupa 20% da área	estrutura rítmica, com quartzo, limonita, sericita e grafita
Metamórfica	Grupo São Roque	Metarenito e quartzito (Unidade 4) ocupa 5% da área	médio a grosso, maciços ou cisalhados, com quartzo e sericita

ESTRUTURAS

Descrição	Foliação	Fraturas	Falhas	Outros:
Xistosidade	N85E/80SE N57E/58SE			xistosidade medidas no campo

FEIÇÕES TÍPICAS (Menciona ausência de rochas carbonáticas)

FEIÇÃO	LOCALIZAÇÃO	DESCRIÇÃO

OBSERVAÇÕES

Para os resultados da xistosidade foram apresentados estereogramas com domínio Sul e Norte da área
Apresentadas as descrições das lâminas petrográficas

CARTAS E MAPAS BÁSICOS UTILIZADOS

Cartas/Mapas	Fonte	Ano	Escala
Carta Geológica da RMSP	Emplasa	1980	1:100.000

CARTAS E MAPAS BÁSICOS PRODUZIDOS

Cartas/Mapas	Empresa / Equipe Técnica Executora	Ano	Escala
Mapa Geológico da Área de Influência	CENEC	1998	1:50.000
Mapa Geológico da Área de Intervenção	CENEC	1998	1:5.000

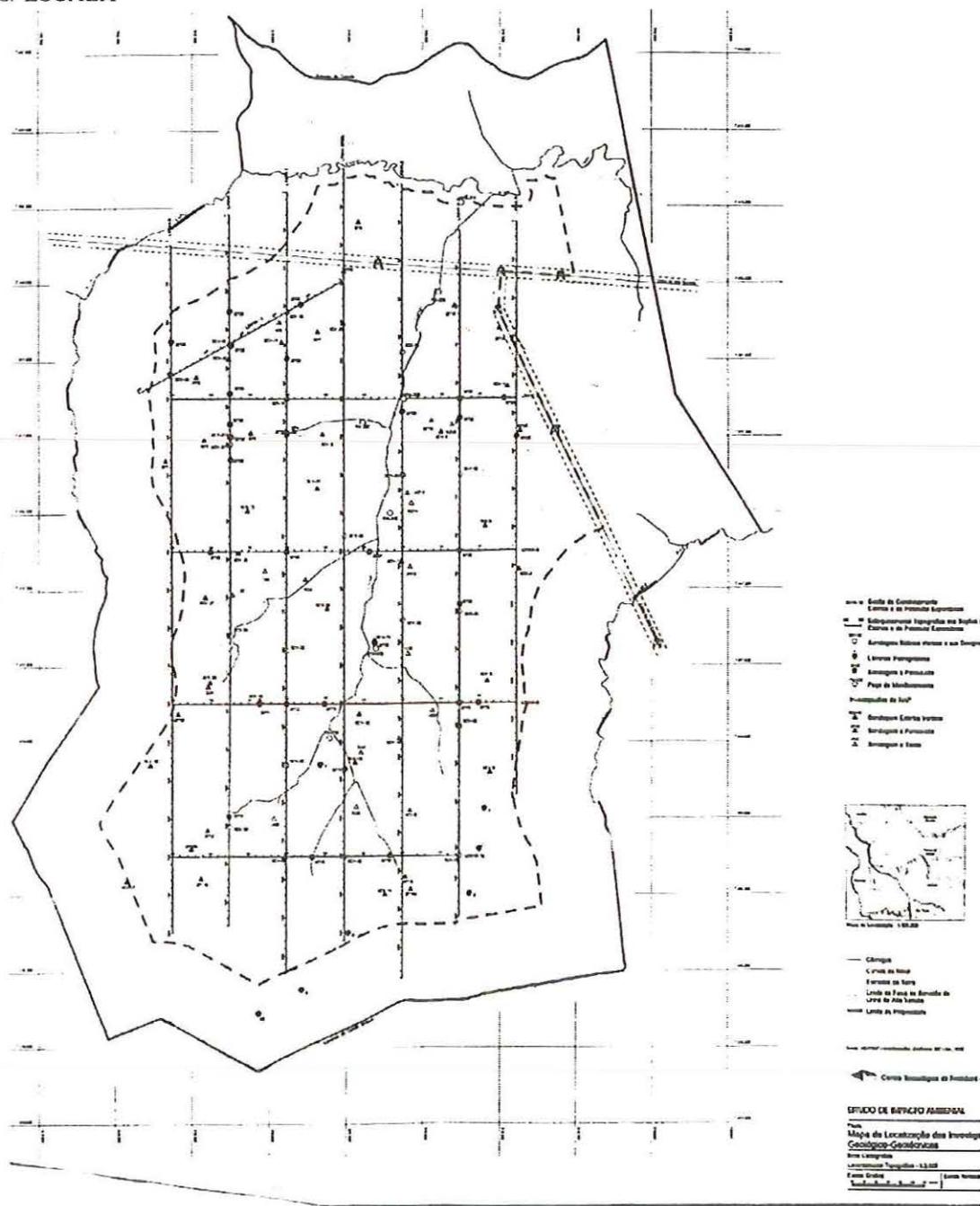
INVESTIGAÇÕES**SONDAGENS DE SIMPLES RECONHECIMENTO**

Tipo de Sondagem	Núm. de Sondagens	Empresa Executora	Malha / Núm. de Seções	Profundidades Atingidas		MATERIAIS
				Mínima	Máxima	
Percussão	EIA 30 RAP 17	não inform.	± 150m x 200m	3,10m	10,05m	Solos de aterro, aluvião, colúvio e alteração de rocha
Trado	RAP 12	não inform.		não inform.	não inform.	não inform.
Mapeamento de Superfície	132 pontos					Afloramento de rochas

GEOFÍSICA

Método Empregado	Malha de Pesquisa	Empresa Executora	Atributos Analisados / Resultados
Sondagem elétrica vertical	EIA - 19 RAP - 28	não inform.	Identificação da posição do nível superior da camada saturada (NA)
Potencial espontâneo	150 m x 400 m	não inform.	Direções do fluxo da água no maciço
Caminhamento elétrico	150 m x 400 m	não inform.	Determinação de fraturamentos , zonas de alteração e contatos litológicos

PLANTA COM LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE SONDAGENS DE SIMPLES RECONHECIMENTO E GEOFÍSICA S/ ESCALA



RELEVO

LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO

Empresa Executora: CNEC

Escala: 1:2.000

Equidist. Curvas de Nível: 1 metro

Formas de Relevo / Declividades Médias: Planície fluvial (declividades baixas);

Morros (declividades > 20% e desnível > 100 m); Morros com Serras Restritas (topografia

acidentada com serras > 150 m); e Serras (vales profundos em V, topos com cristas alongadas - terminação ocidental da Serra da Cantareira)

FEIÇÕES TÍPICAS DE EVENTOS PERIGOSOS

Feições	Localização	Descrição
Erosões	Pontos localizados na área	
Altas declividades	Área de ocupação do empreendimento	

CARTAS E MAPAS BÁSICOS UTILIZADOS

Cartas/Mapas	Fonte	Ano	Escala
Carta Topográfica	IBGE		1:50.000
Levantamento Topográfico	CNEC	1998	1:2.000

CARTAS E MAPAS BÁSICOS PRODUZIDOS

Cartas/Mapas	Empresa / Equipe Técnica Executora	Ano	Escala
Mapa Geomorfológico da Área de Influência	CNEC	1998	1:50.000
Mapa Geomorfológico da Área de Intervenção	CNEC	1998	1:2.000
Mapa de Declividades	CNEC	1998	1:5.000

RECURSOS HÍDRICOS

ÁGUAS SUPERFICIAIS

Principais Cursos d'água / Distância do Aterro: Área de Intervenção - Córrego I e Tanque Velho (± 2 km), Córrego Nhá Sinhá afluentes do Córrego dos Abreus, afluente do Rio Juquerí

Vazões: Média da sub-bacia 6,95 m³/s, Córrego I - 27,9 l/s, Córrego Tanque Velho - 54 l/s

Estudo da bacia de contribuição (nº / área): Área da sub-bacia do Rio Juquerí - 485,55 km² (UGRHI 6).

Principais Usos: Abastecimento público e industrial - Reservatório Paiva Castro

Classificação quanto ao uso e qualidade das águas: Classe III, segundo classificação proposta pela Resolução CONAMA 20/86 para o Rio Juquerí. Na área de intervenção os afluentes são classificados como Classe I.

ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Número de Poços Existentes / Distância ao Aterro: Há nascentes d'água na área de intervenção do aterro

Profundidade dos Poços / Vazões:

Caracterização do Aquífero: Aquífero predominante de regiões de falhas / fraturas na rocha

Profundidade do Nível d'água (dinâmico e estático): NA variável, dependendo da posição das sondagens, inclusive superficial, pela presença de nascentes

Direção e fluxo - Direção principal paralela ao Córrego I e drenagens existentes, com fluxo de sul para norte

CARTAS E MAPAS BÁSICOS UTILIZADOS

Cartas/Mapas	Fonte	Ano	Escala
Levantamento Topográfico	CNEC	1998	1:2.000

CARTAS E MAPAS BÁSICOS PRODUZIDOS

Cartas/Mapas	Empresa / Equipe Técnica Executora	Ano	Escala
Mapa Síntese das Investigações Geofísicas	CNEC	1998	1:5.000

ANÁLISE QUÍMICA DA ÁGUA SUPERFICIAL

ELEMENTO ANALISADO	PONTO	DATA	PONTO	DATA	PONTO	DATA	PONTO	DATA
		06/98						
	Concentração		Concentração		Concentração		Concentração	
DBO (mg O ₂ /l)	1							
Óleos (mg/l)								
Nitrato (mg/l)	<0,017 - 0,09							
Nitrito (mg/l)								
N.Amon.(mg/l)								
Fenol (mg/l)								
Zn (mg/l)	0,015 - 0,051							
Fe sol. (mg/l)	0,659 - 0,213							
Cd (mg/l)								
Cr ⁺⁶ (mg/l)								
Hg (mg/l)								
Pb (mg/l)								
pH								
Temper. °C	17,3° - 20,4°							
Condut.(ms/cm)								
As (mg/l)								
Ba (mg/l)								
Cianeto(mg/l)								
Cu (mg/l)								
Coli Fecal (NMP/100 ml)	1 - 4							
Coli Total (NMP/100 ml)								
Cr Total(mg/l)								
Hg (mg/l)								
Al								
Boro								
Cloretos								
Cloro Residual								
Cu ⁺³								
Estanho								
Fluoreto								
Fósforo Total (mg/l)	0,017 - 0,034							
Mn	0,787 - 0,029							

Cor(Pt/l Hazen)				
Turbidez (NTU)				
As (mg/l)				
Cu (mg/l)				
Hg (mg/l)				
Odor				
Cloro residual				
Fluoreto				
Bário				
Mn				
Selênio				
Colif. Total				
Colif. Fecal				

ASPECTOS CLIMÁTICOS

PRECIPITAÇÃO - MÉDIA MENSAL (mm)

ANO	1988		1989		1990		1991		1992	
	mm	Dias	mm	Dias	mm	Dias	mm	Dias	mm	Dias
JAN	(240,30)	11	(304,3)	21	(212,8)	12	(235)	10	180,8	1
FEV	(245,5)	15	(266,5)	13	114,3	10	(189,1)	10	(183)	3
MAR	172,4	9	(187,6)	14	(288,6)	13	(384,3)	17	120,1	5
ABR	153,3	11	[30,3]	5	[47,5]	4	120,4	6	65,9	7
MAI	197,2	14	[35,3]	6	[48,5]	4	[52,2]	2	[26,3]	3
JUN	64,9	5	41,7	6	[30,5]	3	127,2	5	[2]	2
JUL	0	0	157,2	6	135,1	12	[28,9]	1	33	2
AGO	0	0	[26,1]	5	65,3	6	52,6	2	[27]	4
SET	[24,5]	5	70,2	7	77,9	7	72,2	7	165,7	5
OUT	152,9	10	60,5	4	76,1	9	182,9	8	166,5	14
NOV	104,6	9	86,9	9	119,4	12	[41,3]	6	(229,6)	14
DEZ	(239,5)	12	150,6	12	(189,2)	10	172,6	5	(199)	15
TOT.	1595		1417,2		1345,2		1658,7		1398,9	

() Trimestres mais chuvosos 0 Índice pluviométrico zero

[] Trimestres mais secos

ANO	1993		1994		1995		1996		1997	
	mm	Dias	mm	Dias	mm	Dias	mm	Dias	mm	Dias
JAN	(298,1)	15	140,8	15	(419)	19	(230,8)	14	(266,3)	19
FEV	(254,5)	23	(223,6)	16	(288)	18	(223,9)	15	(186,8)	11
MAR	82,5	13	(276,4)	12	(304)	12	(187,9)	14	45,9	9
ABR	152,7	8	94,7	8	69,2	6	34,5	6	49,2	5
MAI	130,6	7	41,5	13	56,2	5	[11,7]	4	[43]	4
JUN	[60,2]	10	[32,9]	8	[27,3]	3	38,2	4	108,7	11
JUL	[0]	0	45,1	3	53,7	4	[6,7]	4	[10,7]	1
AGO	[48,7]	4	[1,4]	2	[6,9]	1	[20,1]	3	[1,7]	1
SET	(191,2)	15	[2,1]	3	[51,9]	5	139,8	9	95,6	7
OUT	128,4	12	129,7	7	221,2	12	119,5	9	96,6	11
NOV	115	7	89,8	8	63,8	11	67,8	11	142,8	12
DEZ	139,5	12	(282,2)	16	146,7	16	186	19	(169,8)	9
TOT.	1601,4		1360,7		1707,9		1266,9		1217,1	

Fonte:

Estação: Meteorológica do Mirante de Santana Posto E3-030, Posto N. Senhora do Ó, E3-033, Posto Perus

Latitude:.....

Longitude:.....

Altitude:.....

Obs.: Distribuição temporal da pluviosidade para 1988-1997 variou entre o mínimo de 1217 mm (1997) e um máximo de 1707 mm (1995). A pluviosidade média anual é de 1454 mm, sendo o mês mais chuvoso (janeiro - 238,7mm) e o mês mais seco (agosto - 38,9mm). O máximo pluviométrico em 24 horas ocorreu em 12/88 com 151,8mm.

EVAPOTRANSPIRAÇÃO - MÉDIA MENSAL (mm)

ANO												MÉDIA MENSAL
JAN												
FEV												
MAR												
ABR												
MAI												
JUN												
JUL												
AGO												
SET												
OUT												
NOV												
DEZ												
MEDIA ANUAL												

Fonte:.....

Estação:.....

Latitude:.....

Longitude:.....

Altitude:.....

Evapotranspiração Potencial - média anual 900,9 mm

Evapotranspiração Real - média anual 889 mm

Apresentada junto com Balanço Hídrico

UMIDADE RELATIVA DO AR - MÉDIA MENSAL (mm)

ANO												MÉDIA MENSAL
JAN												
FEV												
MAR												
ABR												
MAI												
JUN												
JUL												
AGO												
SET												
OUT												
NOV												
DEZ												
MEDIA ANUAL												

Fonte:.....

Estação:.....

Latitude:.....

Longitude:.....

Altitude:.....

Obs.: Umidade relativa do ar é elevada durante o ano todo, variando entre um mínimo de 74% em agosto e máximo de 80% nos meses de janeiro, março, abril e novembro.

TEMPERATURA °C

ANO												MÉDIA MENSAL
JAN												
FEV												
MAR												
ABR												
MAI												
JUN												
JUL												
AGO												
SET												
OUT												
NOV												
DEZ												
MEDIA ANUAL												

Fonte:

Estação:

Latitude:.....

Longitude:.....

Altitude:.....

Obs.: A média anual das temperaturas máximas foi de 24,9° , com mês mais frio (julho - 21,8° C) e o mês mais quente (fevereiro - 28° C). A máxima absoluta de 35,3° C foi registrada em 11/85. A média anual das temperaturas mínimas foi de 15,5° C. A mínima absoluta de 1,2° C ocorreu em 06/79.

BALANÇO HÍDRICO

ANO												MÉDIA MENSAL
JAN												
FEV												
MAR												
ABR												
MAI												
JUN												
JUL												
AGO												
SET												
OUT												
NOV												
DEZ												
MEDIA ANUAL												

Obs.: A área é caracterizada por possuir excedentes hídricos muito elevados na maioria dos anos estudados. Mesmo nos anos de mínima pluviosidade (1996 e 1997) o excedente hídrico anual ficou entre 464,9mm e 376,5mm, respectivamente. Nos meses de julho e agosto o balanço apresenta uma deficiência hídrica anual de 11,9 mm, e no período de outubro a março o excedente hídrico anual é de

567 mm. O excedente anual máximo ocorreu em 1995 (876,5mm), com excesso hídrico de 318,1mm apenas para o mês de março deste ano.

DIREÇÃO PRINCIPAL DOS VENTOS

ANO																	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
MÊS																	
JAN																	
FEV																	
MAR																	
ABR																	
MAI																	
JUN																	
JUL																	
AGO																	
SET																	
OUT																	
NOV																	
DEZ																	

OBS. 1 - Sentido predominante do vento

2 - Sentido subordinado do vento

PERÍODOS DO DIA MONITORADOS

Fonte Estação do Aeroporto de Congonhas (1983 - 1992) e Estação Meteorológica IAG-USP (1973 - 1979)

Sentido predominante dos ventos SE - 19,6%; S - 16%; E - 8,8%

Períodos monitorados 0:00 - 6:00; 6:00 - 12:00; 12:00 - 18:00; 18:00 - 0:00

VELOCIDADE DOS VENTOS (Direção predominante)

ANO	MÉDIA		MÉDIA		MÉDIA									
	dir	Vel	dir	Vel	dir	Vel	dir	Vel	dir	Vel	dir	Vel	dir	Vel
MÊS														
JAN	SE	IV	S	IV	E	III								
FEV	SE	III	S	III	E	III								
MAR	SE	IV	S	IV	E	III								
ABR	SE	IV	S	IV	E	III								
MAI	SE	III	S	III	E	III								
JUN	SE	III	S	III	E	III								
JUL	SE	III	S	III	E	III								
AGO	SE	IV	S	IV	E	III								
SET	SE	IV	S	IV	E	IV								
OUT	SE	IV	S	IV	E	III								
NOV	SE	IV	S	IV	E	III								
DEZ	SE	IV	S	IV	E	III								

Calmaria (velocidade < 1,8 km/h) predomina em 33,7% do tempo. Na direção predominante para a área - SE as velocidades variam de III - 8,1 a 11 km/h e IV - 11 a 14 km/h e ocorrem entre 20% a 30% do tempo.

Na direção S, as velocidades variam entre III - 8,1 a 11 Km/h e IV - 11,1 a 14 Km/h e ocorrem entre

10% a 20% do tempo. Para a direção E, predomina as velocidades III - 8,1 a 11 Km/h ocorrendo entre 8% a 10% do tempo. Foi apresentado também, estudo com mapa das direções principais predominantes e velocidades médias dos ventos.

QUALIDADE DO AR

Poluente	Leituras	Período	Método de Medição
Partículas Inaláveis µg/m ³	1992 - 58 1993 - 69 1994 - 61 1995 - 64 1996 - 64		
Dióxido de Enxofre (SO ₂) µg/m ³	1992 - 7 1993 - 8 1994 - 7 1996 - 10		
Óxido de Nitrogênio (NO)			
Dióxido de Nitrogênio (NO ₂)			
Monóxido de Carbono (CO)			
Hidrocarboneto (HC)			
Ozônio (O ₃)			
Dioxinas e Furanos			
Metais Pesados			

Relatório menciona qualidade do ar atual muito boa para a área, principalmente pela ausência de elementos potencialmente poluidores. Estação Nossa Senhora do Ó

NÍVEIS DE RUÍDO

LOCAL	NÍVEIS REGISTRADOS (dB)	
	Equiv. Cont. L _{eq}	Ruído Fundo L ₉₀
Ponto 1 - Estrada da Roseira a 3.400m	54,1	49,5
Ponto 2 - Jardim Luciana a 2.100m	51,8	46
Ponto 3 - Área central do empreendimento	85,2	83
Ponto 4 - Área do aterro	48,8	47,5
Ponto 5 - Via secundária a 1.500m	49,3	46
Ponto 6 - Vila dos Pinheiros a 1.500m	54,8	46,5

4. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO BIOLÓGICO

VEGETAÇÃO

Praticamente toda área é ocupada por vegetação secundária constituída por eucalipto (*Eucalyptus satigna*). As florestas nativas ocupam pequenos fragmentos da área (1,4% da área total da CTR), constituída por espécies como *Cecrópia pachstachya*, *Seguieria floribunda*, *Xilopsia brasiliensis* entre outras

ESPECIES ANIMAIS

Espécies terrestres: Foram identificadas 7 espécies de mamíferos como tatu o galinha (*Casypus movemcictus*); cachorro do mato (*Cerdocyon thous*); mão pelada (*Procyon canaryvons*); lontra (*Lutra longicandis*); gato do mato (*Leopardus aigrina*); veado (*Mazama americana*); além de 107 espécies de aves e 2 de répteis.

O método utilizado para identificação das espécies foram observação de campo (pegadas, fezes, visuais) e bibliográfica

Espécies aquáticas:

ELEMENTOS VULNERÁVEIS

O relatório considera o impacto decorrente da implantação do aterro ao meio biológico, com a perda do habitat para as espécies que ocorrem dentro da área de intervenção do aterro, isolamento das populações florestais, aumento do efeito de borda e alteração da biota local.

5. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO SOCIO-ECONÔMICO

PRINCIPAIS ATIVIDADES ECONÔMICAS

Número de estabelecimento Industriais, Comércio e Serviços: Caieiras 298, Cajamar 286 e Franco da Rocha 358, caracterizado por apresentar baixa relação emprego/habitante. O estudo mostra que são cidades dormitório para população de baixa renda.

ESTRUTURA OCUPACIONAL

Densidade demográfica: Caieiras 549 hab/Km²; Cajamar 313 hab/Km²; Franco da Rocha 686 hab/Km², enquanto que São Paulo tinha 2.054 hab/Km² em 1996.

Caieiras - Setor secundário ocupa 40,8% da população; Setor terciário ocupa 28,3% da população

Cajamar - Setor secundário ocupa 43,3% da população; Setor terciário ocupa 38,2% da população

Franco da Rocha - Setor secundário ocupa 28,5% da população; Setor terciário 38% da população

ECONOMIA

Número de habitantes : Caieiras - 55.450 hab. (22,4 toneladas de lixo/dia); Cajamar - 40.761 hab. (16,3 toneladas de lixo/dia); Franco da Rocha - 92.831 hab. (37,13 toneladas lixo/dia).

Gasto atual para coleta e disposição de resíduos urbanos é de R\$ 8,71/ano per capta, ou R\$ 540.000,00/ano

Custo da disposição dos resíduos: resíduos urbanos - R\$ 40,00/tonelada; resíduos industriais classe I R\$ 220,00/tonelada; resíduos industriais classe II - R\$ 160,00/tonelada

Receita Total: Caieiras (1994) R\$14.406.705,00; (1995) R\$26.831.075,00; (1996) R\$26.412.866,00 e (1997) R\$25.565.691,00. Fonte: PM Caieiras

Empresa criará 90 empregos diretos e 180 na fase de implantação, gerando aumento na receita do município.

RESTRIÇÕES

 Não menciona

ENSAIO DE LIXIVIAÇÃO (NBR - 10005) (Não executado)

Identificação da Fonte / Lote Recebido:		
ELEMENTO	LIXIVIAÇÃO (mg/l)	LIXIVIAÇÃO (mg/l) L.M.
Arsênio		5,0
Bário		100,0
Cádmio		0,5
Chumbo		5,0
Cromo VI		
Cromo Total		5,0
Mercúrio		0,1
Prata		5,0
Selênio		1,0
Fluoreto		150,0
Aldrin		0,003
Clordano		0,03
DDT		0,1
Dieldrin		0,003
Endrin		0,02
Epóxi-heptacloro		0,01
Heptacloro		0,01
Hexaclorobenzeno		0,001
Lindano		0,3
Metoxicloro		3,0
Pentaclorofenol		1,0
Toxafeno		0,5
2,4-D		10,0
2,4,5-T		0,2
2,4,5-TP		3,0
Organofosforados e Carbamatos		10,0

* Limite Máximo (L.M.) permitido pela NBR 10004

ENSAIO DE SOLUBILIZAÇÃO (NBR - 10006) (Não executado)

Identificação da Fonte / Lote Recebido:		
ELEMENTO	SOLUBILIZ. (mg/l)	SOLUBILIZ. (mg/l) L.M.
Arsênio		0,05
Bário		1,0
Cádmio		0,005
Chumbo		0,05
Cianeto		0,1
Cromo Total		0,05
Fenol		0,001
Fluoreto		1,5
Mercúrio		0,001
Nitrato (mg N/l)		10,0
Prata		0,05
Selênio		0,01
Aldrin		$3,0 \times 10^{-5}$
Clordano (todos os isômeros)		$3,0 \times 10^{-4}$
DDT (todos os isômeros)		$1,0 \times 10^{-3}$
Dieldrin		$3,0 \times 10^{-5}$
Endrin		$2,0 \times 10^{-4}$

Epóxi-heptacloro	1,0x10 ⁻⁴
Heptacloro	1,0x10 ⁻⁴
Hexaclorobenzeno	1,0x10 ⁻⁵
Lindano	3,0x10 ⁻³
Metoxicloro	0,03
Pentaclorofenol	0,01
Toxafeno	5,0x10 ⁻³
2,4-D	0,1
2,4,5-T	2,0x10 ⁻³
2,4,5-TP	0,03
Organofosforados e carbamatos	0,1
Alumínio	0,2
Cloreto	250,0
Cobre	1,0
Dureza (mgCaCO ₃ /l)	500,0
Ferro	0,3
Manganês	0,1
Sódio	200,0
Surfactantes (tensoativos)	0,2
Sulfato (mg SO ₄ /l)	400,0
Zinco	5,0

* Limite Máximo - L.M. permitido pela NBR 10004

OUTROS ENSAIOS

Controle de recebimento dos resíduos através de ensaios expeditos padrões (pH, paint filter) em laboratório a ser construído nas dependências do aterro

CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS RECEBIDOS NO ATERRO (CAVO)

Indústria Geradora	Características do Resíduo			Característica Química Composição Provável	Periculosidade NBR 10.004			Outra Proposta Classif. Resíduo Proposta de Classificação	Incompatibilidade Elementos Incompatíveis
	Origem (Processo Ind.)	Quantidade Gerada	Estado Físico		Característica de Periculosidade	Constituinte Perigoso	Classificação		
Resíduos urbanos	domiciliares, comerciais, públicos, especiais.		sólido a semi-sólido						
Laticínios, curtumes, alimentos, papel e celulose, cervejaria e cigarros, entre outros	vários		sólido a semi-sólido				CLASSE II		NÃO DEFINIDO
Química, tintas, solvente, mecânica, entre outras	vários		sólido a semi-sólido		Alguns elementos das Listagens nº 1 e nº 2		CLASSE I		NÃO DEFINIDO
*Resíduos de serviços de saúde	vários		vários		infeciosos, patogênicos		CLASSE I		NÃO DEFINIDO
Geração própria (incinerador)	queima dos resíduos		sólidos						NÃO DEFINIDO

NENHUM ENSAIO DE CARACTERIZAÇÃO FOI EXECUTADO, A CARACTERIZAÇÃO FOI BASEADA EM DADOS BIBLIOGRÁFICOS DE GERAÇÃO DE RESÍDUOS PARA A REGIÃO.

*DISPOSIÇÃO NO ATERRO APÓS TRATAMENTO

7. SISTEMAS DE CONTROLE AMBIENTAL

ANÁLISE QUALITATIVA E QUANTITATIVA DOS EFLUENTES LÍQUIDOS DO ATERRO

Ponto de Coleta	Período	Resultados	Observações
Estação de Tratamento de Efluentes			Monitorar parâmetros dos efluentes conforme artigo 18 do decreto 8.468/76 - Resolução CONAMA 20/86

ANÁLISE QUALITATIVA E QUANTITATIVA DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

Ponto de Coleta	Período	Resultados	Observações
Córrego I - 3 pontos Córrego Tanque Velho - 2 pontos			Monitorar vazão e qualidade da água ao longo do córrego central e no seu ponto de despejo no córrego Tanque Velho

ANÁLISE QUALITATIVA E QUANTITATIVA DAS ÁGUAS SUBSUPERFICIAIS

Ponto de Coleta	Período	Resultados	Observações
7 poços de monitoramento próximos ao córrego I	mensais e trimestrais	Conforme a Tabela de Análise Química das Águas Subsuperficiais	monitoramento da qualidade das águas dos poços através de análises físico-químicas e biológicas

ANÁLISE QUALITATIVA E QUANTITATIVA DO MATERIAL INCONSOLIDADO (Controle geoquímico do solo não programado)

Ponto de Coleta	Período	Resultados	Observações

ANÁLISE DA QUALIDADE DO AR

Local Monitorado	Período	Resultados	Observações
Área do aterro e imediações e queima no flair	Trimestral a anual	Conforme Tabela Qualidade do Ar	Controle da geração de gás através da análise das emissões da queima no flair e verificações de odor.

ANÁLISE DA GERAÇÃO DE GÁS

Local Monitorado	Período	Resultados	Observações
Área do Aterro			Acompanhamento das pressões internas do aterro e análise das emissões da queima no flair

MONITORAMENTO GEOTÉCNICO

Sistema de Monitoramento	Período	Atributos monitorados / Resultados	Observações
Placas de recalque no aterro			Levantamentos topográficos periódicos para detecção de movimentações
Inclinômetros no aterro			Levantamentos topográficos periódicos para detecção de movimentações
Inspeções visuais nos taludes laterais			Indícios de processos de instabilizações ou erosões

DETECÇÃO DE VAZAMENTOS

Sistema de Detecção	Período	Ocorrências	Providências
Implantado na base do aterro entre as 2 geomembranas			

INSPEÇÕES VISUAIS NO ATERRO (Implantação de inspeções visuais periódicas)

OCORRÊNCIA	LOCAL	DATA	PROVIDÊNCIAS
TRINCAS			
EROSÃO			
PRESENÇA DE CHORUME NOS TALUDES			
RECALQUES ACENTUADOS			
ACÚMULO DE ÁGUA EM SUPERFÍCIE			
OUTRAS OCORRÊNCIAS			

NÍVEIS DE RUÍDO

Avaliações bimestrais das condições acústicas na região durante a implantação do aterro. Na fase de operação as avaliações passam a ser semestrais

MONITORAMENTO CLIMÁTICO

Instalação de estação meteorológica na área do aterro para controle dos poluentes atmosféricos no aterro

11.3. EIA / RIMA BASF S.A.

<p style="text-align: center;">PLANILHA PARA AVALIAÇÃO E GERENCIAMENTO AMBIENTAL DE ATERRO SANITÁRIO INDUSTRIAL BASF S.A.</p>
--

1. DADOS CADASTRAIS DO ATERRO INDUSTRIAL

NOME DO EMPREENDIMENTOBASF S.A. - Aterro Industrial

ENDEREÇORua Idrongal, 287 - Bairro Eng. Neiva

MUNICÍPIO/ESTADOGuaratinguetá / S.P.

PRINCIPAL VIA DE ACESSORodovia Presidente Dutra / Rua Washington Luis

BACIA HIDROGRÁFICARio Paraíba do Sul

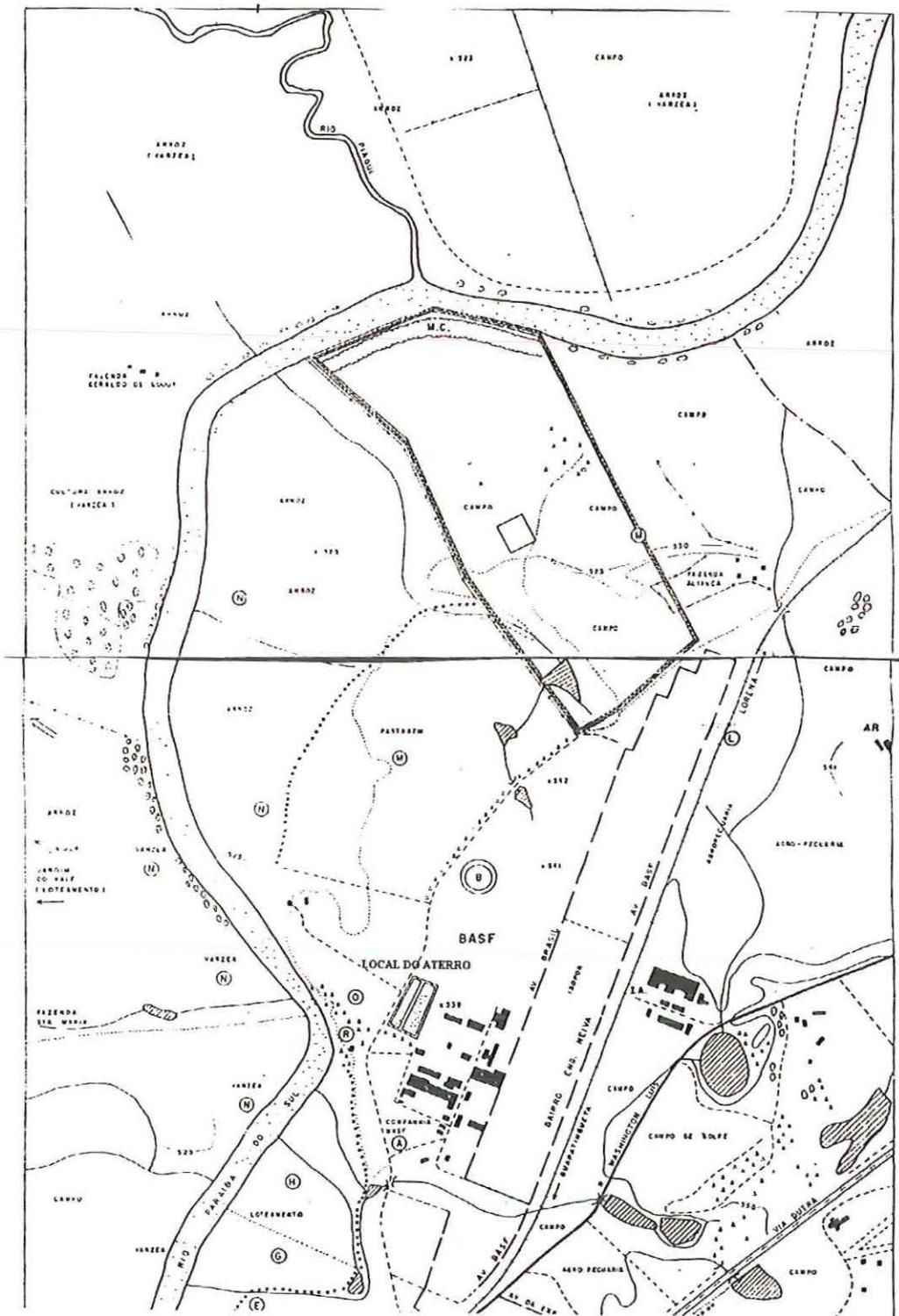
**PLANTA GERAL-ÁREA DO ATERRO E PRINCIPAIS VIAS DE ACESSO-BASE
CARTOGRÁFICA UTILIZADA**Órgão executor: T. ALVES

Nº do Documento:

Escala: 1:10.000

Ano de Execução: 1993

LOCALIZAÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO INDUSTRIAL (PLANTA GERAL), COM SUAS PRINCIPAIS VIAS DE ACESSO. S/ESCALA



**PLANTA DE DETALHE - ÁREA DO ATERRO PROPRIAMENTE DITO - BASE
CARTOGRÁFICA UTILIZADA**

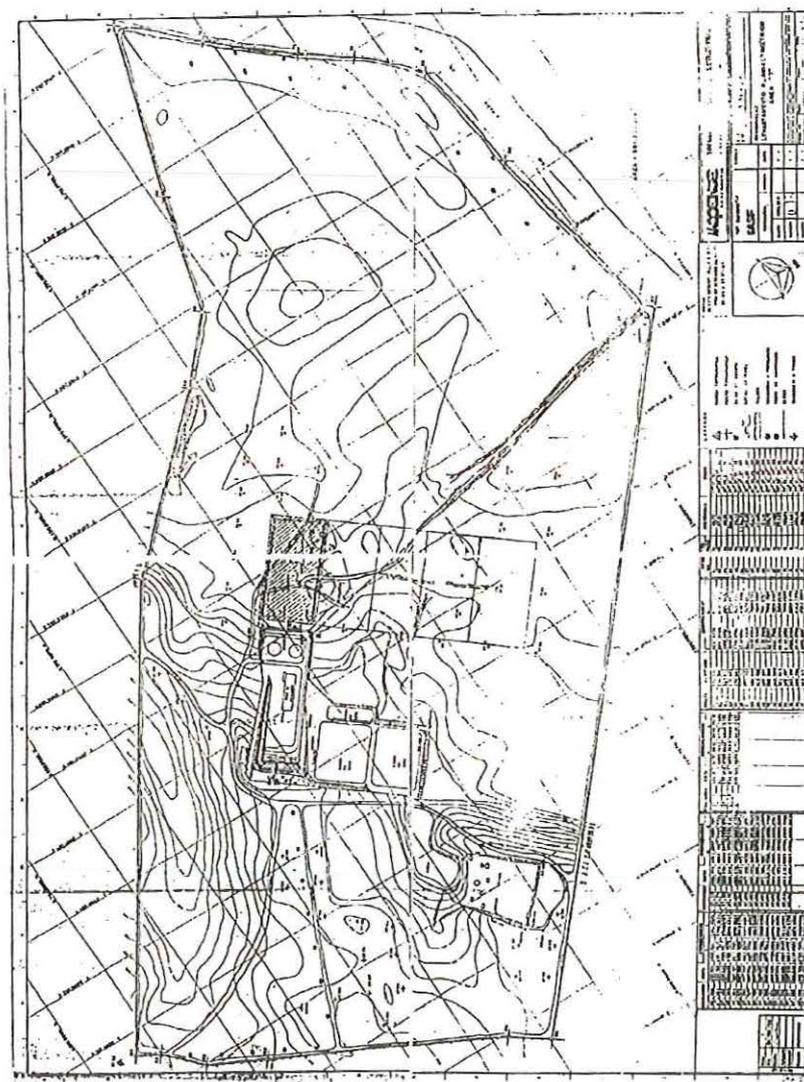
Órgão executor: MAPENGE Engenharia Topográfica e Cálculo Estrutural

Nº do Documento: Planta de Situação das Áreas de Empréstimo e do Mapa de Superfície
Potenciométrica

Escala: 1:2.000

Ano de Execução: 1993

**ÁREA TOTAL E ÁREA DE IMPLANTAÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO INDUSTRIAL
(PLANTA DETALHE)
S/ESCALA**



CLASSES DE RESÍDUOS A SEREM ACEITOS NO ATERRO (CLASSIF. NBR-10.004)

Resíduos Classe II provenientes da própria BASF, da Estação de Tratamento de Esgoto e do Incinerador em funcionamento após tratamento dos resíduos para diminuição da periculosidade

Está previsto também o recebimento de resíduos de outras unidades da BASF

CLASSES DE RESÍDUOS A SEREM ACEITOS NO ATERRO (OUTRA PROPOSTA DE CLASSIFICAÇÃO)**FORMAS DE DISPOSIÇÃO DO RESÍDUO**

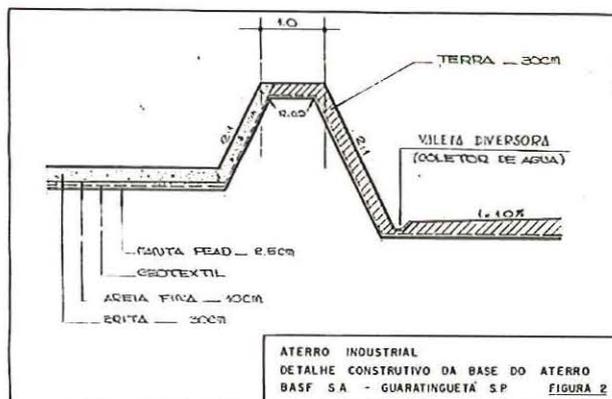
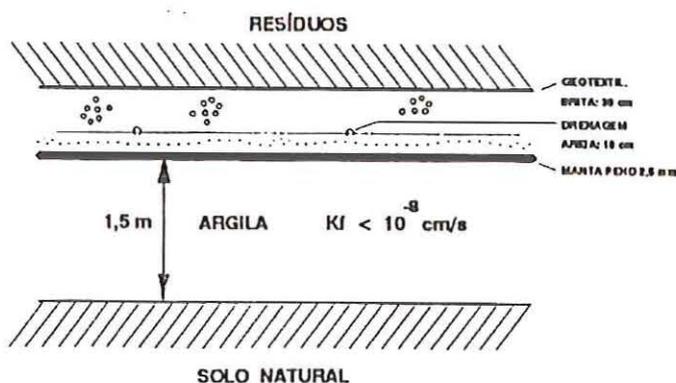
Disposição dos resíduos em 5 valas. Cada vala ocupará uma área aproximada de 14.094 m²

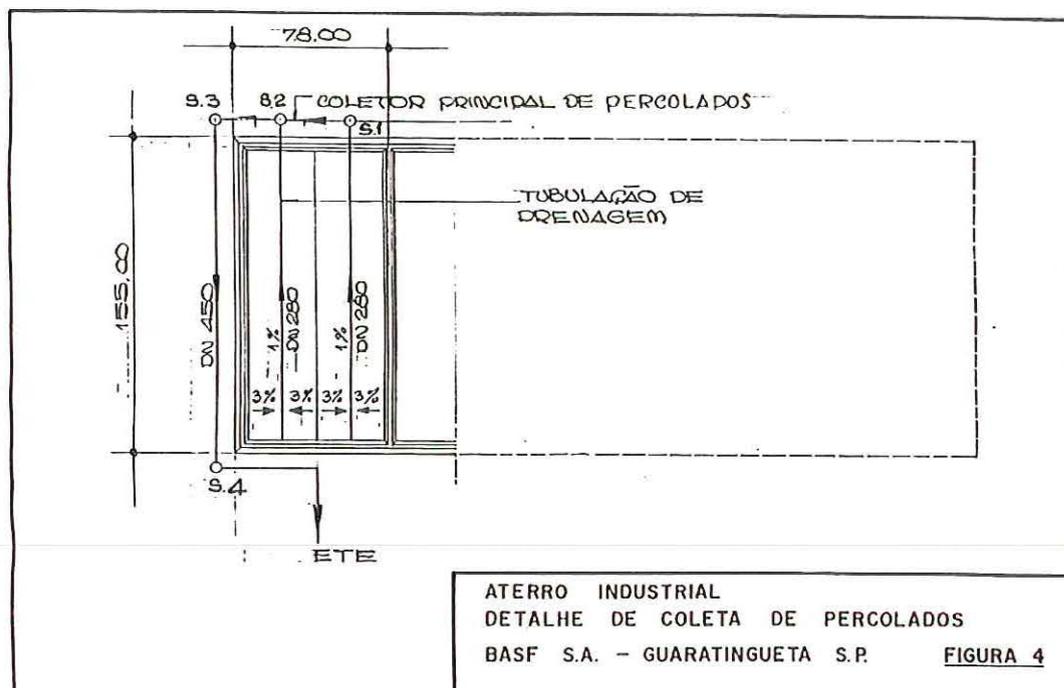
TIPOS DE BARREIRAS DE PROTEÇÃO / MATERIAL UTILIZADO

1,50 m de argila compactada $k < 10^{-8}$ cm/s GC > 98% PN e umidade 2% acima da ótima, associada a manta de PEAD 2,5 mm

Outra proposta é a utilização de 2 camadas de argila compactada de 1,50 de espessura e $k < 10^{-4}$ cm/s e $k < 10^{-7}$ cm/s, sem a manta de PEAD

Considera também sistema de proteção de cobertura com argila, não detalhado

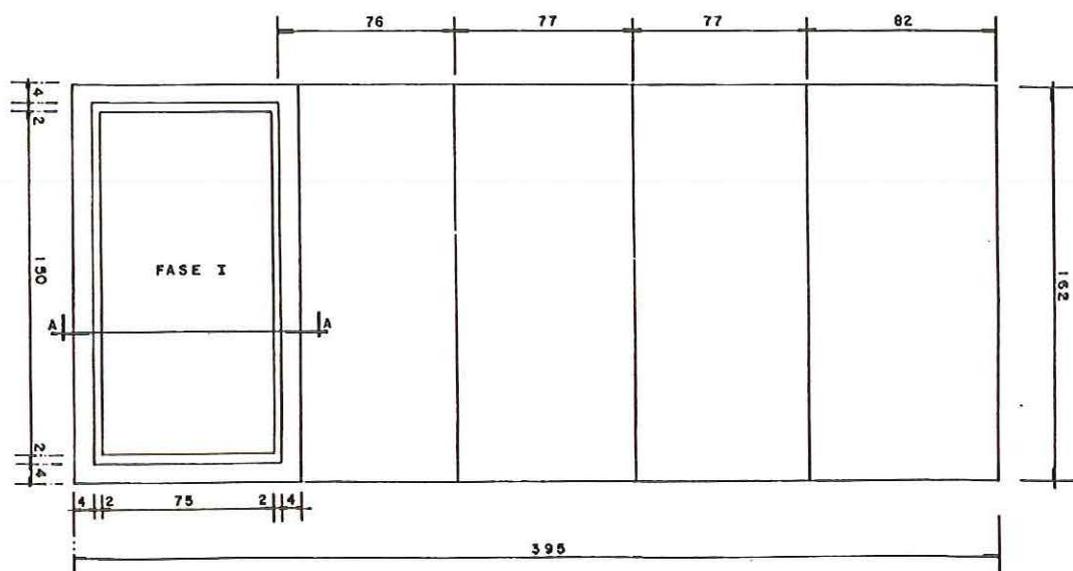
ESQUEMA DOS TIPOS DE BARREIRAS A SEREM IMPLANTADOS S/ESCALA**IMPERMEABILIZAÇÃO DA BASE**



FASES CONSTRUTIVAS

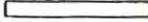
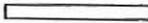
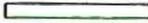
5 fases correspondendo às 5 valas, ocupando uma área de 14.094 m² em cada etapa

ESQUEMA SIMPLIFICADO DAS FASES CONSTRUTIVAS DO ATERRO S/ESCALA

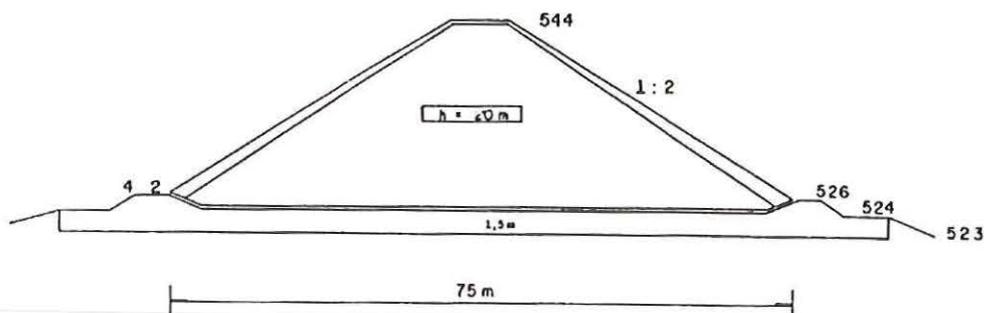


ATERRO INDUSTRIAL

LEGENDA :

	COBERTURA
	RESIDUO
	DRENAGEM e MANTA
	SELO VEDANTE

CORTE - A.A



DESTINO FINAL DOS EFLUENTES LÍQUIDOS

Estação de Tratamento de Esgotos da própria indústria em operação

ELEMENTOS SUSCEPTÍVEIS À CONTAMINAÇÃO / LOCALIZAÇÃO

Segundo o relatório, os elementos susceptíveis estarão num raio de 300 m das células do aterro

Água superficial - Rio Paraíba do Sul localizado

Água subterrânea - na hipótese de rompimento da membrana de proteção pode poluir águas subsuperficiais e o próprio Rio Paraíba do Sul, considera de importância localizada

Solo - pode inviabilizar o uso do solo para atividades normais da região como agricultura e pastagens e contaminar o solo

Flora e Fauna - perda de cobertura vegetal e alteração de habitats ambos já altamente modificados

Ar - durante a construção do aterro com geração de material pulverulento e na operação com geração adicional de odores desagradáveis

Ruído - alterações restritas ao entorno do empreendimento

ATRIBUTOS E PARÂMETROS A SEREM MONITORADOS

Águas superficiais - análises nas águas coletadas em pontos na Estação de Tratamento de Efluentes Líquidos e no Rio Paraíba do Sul

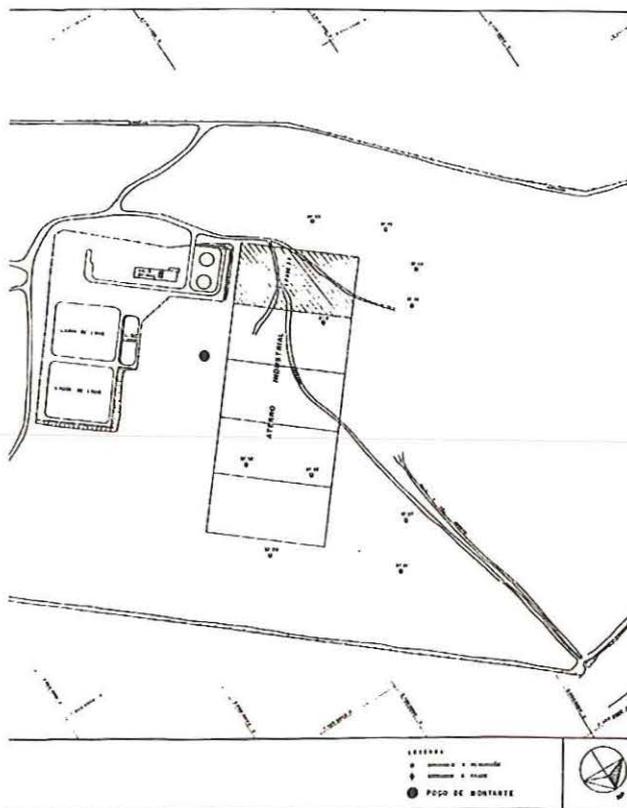
Águas subterrâneas - através da análise das águas coletadas nos poços de monitoramento executados no local do empreendimento

Ar/ Ruído: não julga necessário o monitoramento

SISTEMAS DE MONITORAMENTO EMPREGADOS

Poços de monitoramento e pontos de coleta de água superficial no Rio e na Estação de Tratamento de Efluentes Líquidos

ESQUEMA SIMPLIFICADO DOS SISTEMAS DE MONITORAMENTO S/ ESCALA



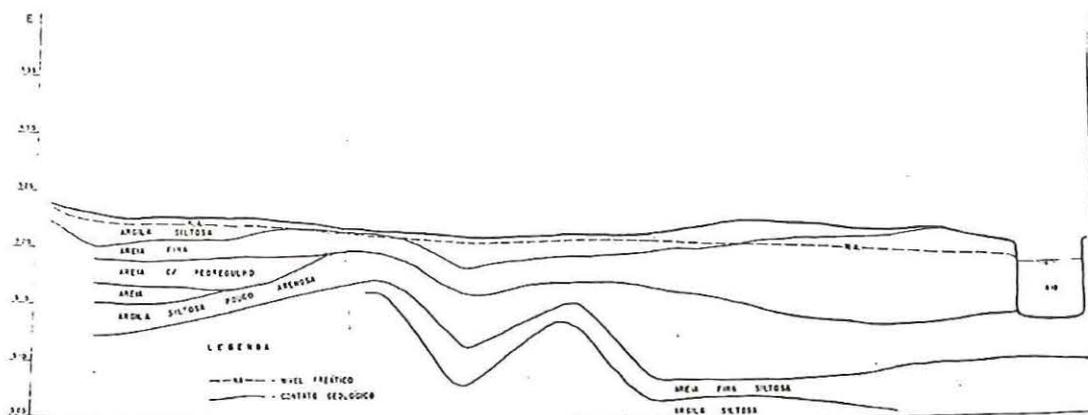
3. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO

MATERIAL INCONSOLIDADO (SOLOS)

CLASSIFICAÇÃO DO PERFIL COMPLETO

Classif. Geológica	Classif. Material	Grau de Alteração	Profundidades
Colúvio/aterro	argila/areia siltosa	solo	0,00 - 2,00m (SPT 2-7)
Sedimentos/aluvião	areia fina a grossa com lentes de argila / silte	solo	2,00 - 10,00m (SPT 4 - 52)
Sedimentos	silte argilo arenoso	solo	não definido (SPT 38 > 39/15)

PERFIL LONGITUDINAL E ORTOGONAL TÍPICOS DOS MATERIAIS INCONSOLIDADOS
S/ ESCALA



ESPESSURA TOTAL DO MAT. INCONSOLIDADO (não detalhado)

Espessura mínima: 2,00

Espessura máxima: 10,00

PRESENÇA DE FEIÇÕES GEOLÓGICAS IMPORTANTES

Proximidade à planície de inundação do Rio Paraíba do Sul

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

Empresa Executora - CEG Centro de Estudos Geotécnicos Relat. CEG 092/93 RT-02				
Ponto Coleta	Profund.	% Material	Classificação ABNT	Outra Classificação
Área do Aterro	até 2 metros	Areia: 31%	Argila arenosa	Obs.: %s médias das amostras coletadas neste local
		Silte: 21%		
		Argila: 48%		
Área de Empréstimo 1	até 2 metros	Areia: 33% - 73%	Areia argilosa	Obs.: %s médias das amostras coletadas neste local
		Silte: 12% - 30%		
		Argila: 23% - 50%		
Área de Empréstimo 2	até 2 metros	Areia: 36% - 91%	Areia argilosa	Obs.: %s médias das amostras coletadas neste local
		Silte: 7% - 15%		
		Argila: 19% - 30%		
Área de Empréstimo 3	até 2 metros	Areia: 7% - 32%	Argila siltosa	Obs.: %s médias das amostras coletadas neste local
		Silte: 24% - 38%		
		Argila: 46% - 65%		



ÍNDICES FÍSICOS

Empresa Executora - CEG Centro de Estudos Geotécnicos Relat. CEG 092/93 RT-02								
ÍNDICES FÍSICOS	PONTO COLETA: Área do Aterro		PONTO COLETA: Área de Empréstimo 1		PONTO COLETA: Área de Empréstimo 2		PONTO COLETA: Área de Empréstimo 3	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
	PROFUNDIDADE: até 2 metros CLASSIFICAÇÃO: argila arenosa		PROFUNDIDADE: até 2 metros CLASSIFICAÇÃO: areia argilosa		PROFUNDIDADE: até 2 metros CLASSIFICAÇÃO: areia argilosa		PROFUNDIDADE: até 2 metros CLASSIFICAÇÃO: argila siltosa	
Massa específica ρ (g/cm ³)								
Teor de umidade w (%)			15,9 - 45,0		14,0 - 19,7			
Massa específica dos sólidos - ρ_s (g/cm ³)	2,62 - 2,71		2,60 - 2,81		2,60		2,60 - 2,82	
Massa específica seca - ρ_d (g/cm ³)								
Massa específica submersa ρ' (g/cm ³)								
Porosidade n (%)								
Grau de Saturação Sr (%)								
Índice de Vazios e (adimensional)								

Empresa Executora - CEG Centro de Estudos Geotécnicos Relat. CEG 092/93 RT-02								
ÍNDICES FÍSICOS	PONTO COLETA: SP 203		PONTO COLETA: SP 204		PONTO COLETA: SP 207		PONTO COLETA: SP 208	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
	PROFUNDIDADE: até 2 metros CLASSIFICAÇÃO: argila arenosa		PROFUNDIDADE: até 2 metros CLASSIFICAÇÃO: argila arenosa		PROFUNDIDADE: até 2 metros CLASSIFICAÇÃO: argila arenosa		PROFUNDIDADE: até 2 metros CLASSIFICAÇÃO: argila arenosa	
Índice de Vazios e (adimensional)	1,060		0,798		0,960		0,812	

CONSISTÊNCIA E PLASTICIDADE

Empresa Executora - CEG Centro de Estudos Geotécnicos Relat. CEG 092/93 RT-02					
Ponto Coleta	Profund. / Classif. Geol.	Limite de Liquidez (%)	Limite de Plasticidade (%)	Índice de Plasticidade (%)	Índice de Contração (%)
SP 203 (aterro)	até 2 metros/ colúvio	70,8	32,4		
SP 204 (aterro)	até 2 metros/ colúvio	52,1	25,1		
Área Empréstimo	até 2 metros/ colúvio	31,6	16,2 - 34,2 (média)		

1					
Área Empréstimo 2	até 2 metros/colúvio	33,6 - 50,6 (média)	19,5 - 27,7 (média)		
Área Empréstimo 3	até 2 metros/colúvio	64,6 - 87,5 (média)	26,9 - 40,2 (média)		

COMPACTAÇÃO

Empresa Executora - CEG Centro de Estudos Geotécnicos Relat. CEG 092/93 RT-02			
Ponto Coleta	Prof. / Classif. Geol.	Umidade Ótima w_{ot} (%)	Massa esp. seca máx. ρ_d (g/cm ³)
Área Empréstimo 1	até 2 metros colúvio	14 - 25	1,5 - 2,8
Área Empréstimo 2	até 2 metros colúvio	13 - 17	1,7 - 1,8
Área Empréstimo 3	até 2 metros colúvio	19,1 - 40,2	1,4

CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA (K)

Empresa Executora - CEG Centro de Estudos Geotécnicos Relat. CEG 092/93 RT-02			
Método de Ensaio: Infiltração em furo de sondagem 2.1/2"			
Ponto Coleta/Ensaio	Prof. / Classif. Geol.	Resultado	Observações
SP 200	2,00-2,50 colúvio.....	$1,04 \times 10^{-5}$ cm/s	
	3,70-4,20 colúvio.....	$1,25 \times 10^{-4}$ cm/s	
	5,50-6,00 colúvio.....	$4,73 \times 10^{-5}$ cm/s	
SP 202	2,50-3,00 colúvio.....	$1,39 \times 10^{-6}$ cm/s	
	4,50-5,00 colúvio.....	$8,89 \times 10^{-6}$ cm/s	
	5,50-6,00 colúvio.....	$5,45 \times 10^{-6}$ cm/s	
SP 205	2,50-3,00 colúvio.....	$1,67 \times 10^{-6}$ cm/s	
	4,00-4,50 colúvio.....	$1,23 \times 10^{-6}$ cm/s	
	5,50-6,00 colúvio.....	$7,30 \times 10^{-6}$ cm/s	
SP 203	1,15-1,45 colúvio.....	$5,20 \times 10^{-5}$ cm/s	
SP 204	1,20-1,50 colúvio.....	$2,42 \times 10^{-4}$ cm/s	
SP 207	1,00-1,30 colúvio.....	$3,64 \times 10^{-4}$ cm/s	

Capacidade de Troca de Cátions (CTC) (Não apresentado)

Empresa Executora:			
Método de Ensaio:			
Ponto Coleta/Ensaio	Prof. / Classif. Geol.	Resultado	Observações

pH (Não apresentado)

Empresa Executora:			
Método de Ensaio:			
Ponto Coleta/Ensaio	Prof. / Classif. Geol.	Resultado	Observações

OUTROS ENSAIOS - CEG Centro de Estudos Geotécnicos Relat. CEG 092/93 RT-02

Ensaio	Metodologia	Resultado	Observações
Pré Adensamento	amostras indef.	(kN/m ²)	
	BL 203.....	300	
	BL 204.....	330	
	BL 207.....	170	
	BL 208.....	380	
Índice de compressão	amostras	(Cc)	
	BL 203.....	0,30	
	BL 204.....	0,28	
	BL 207.....	0,32	
	BL 208.....	0,28	
Ensaio Triaxial	Ens. Rápido.....	Coesão (média) $\tau = 10 + \sigma_t g 17 \text{ kN/m}^2$	
	Ens. Lento.....	$\tau = 10 + \sigma_t g 29 \text{ kN/m}^2$	

FEIÇÕES TÍPICAS DE EVENTOS PERIGOSOS (Não apresentado)

Feição	Localização	Descrição

OBSERVAÇÕES

Apesar de estar mencionado no texto os relatórios de sondagens não constam dos volumes do EIA/RIMA disponíveis para consulta

CARTAS E MAPAS BÁSICOS UTILIZADOS (Não apresentados)

Cartas/Mapas	Fonte	Ano	Escala

CARTAS E MAPAS BÁSICOS PRODUZIDOS (várias seções geológicas)

Cartas/Mapas	Empresa / Equipe Técnica Executora	Ano	Escala

ROCHAS

CLASSIFICAÇÃO

Origem	Grupo / Formação	Litologia	Mineralogia
Sedimentar	Aluvião recente	arenosos ou argilosos	
Sedimentar	Grupo Taubaté	arenitos finos, folhelhos, argilitos	

ESTRUTURAS (Não apresentadas)

Descrição	Foliação	Fraturas	Falhas	Outros:

FEIÇÕES TÍPICAS

FEIÇÃO	LOCALIZAÇÃO	DESCRIÇÃO
	Por toda a área	ocorrência de corpos arenosos ou siltico arenosos em forma de lentes

OBSERVAÇÕES

Ausência de rochas no local

CARTAS E MAPAS BÁSICOS UTILIZADOS (Não apresentado)

CARTAS E MAPAS BÁSICOS PRODUZIDOS

Cartas/Mapas	Empresa / Equipe Técnica Executora	Ano	Escala
Mapa Geológico Regional	T.ALVES (não indicada a fonte)	ñ indicado	1:200.000
Mapa Geológico Guaratinguetá	T.ALVES (não indicada a fonte)	ñ indicado	1:200.000
Perfis Geológicos (vários)	T. ALVES	1993	indicada

INVESTIGAÇÕES

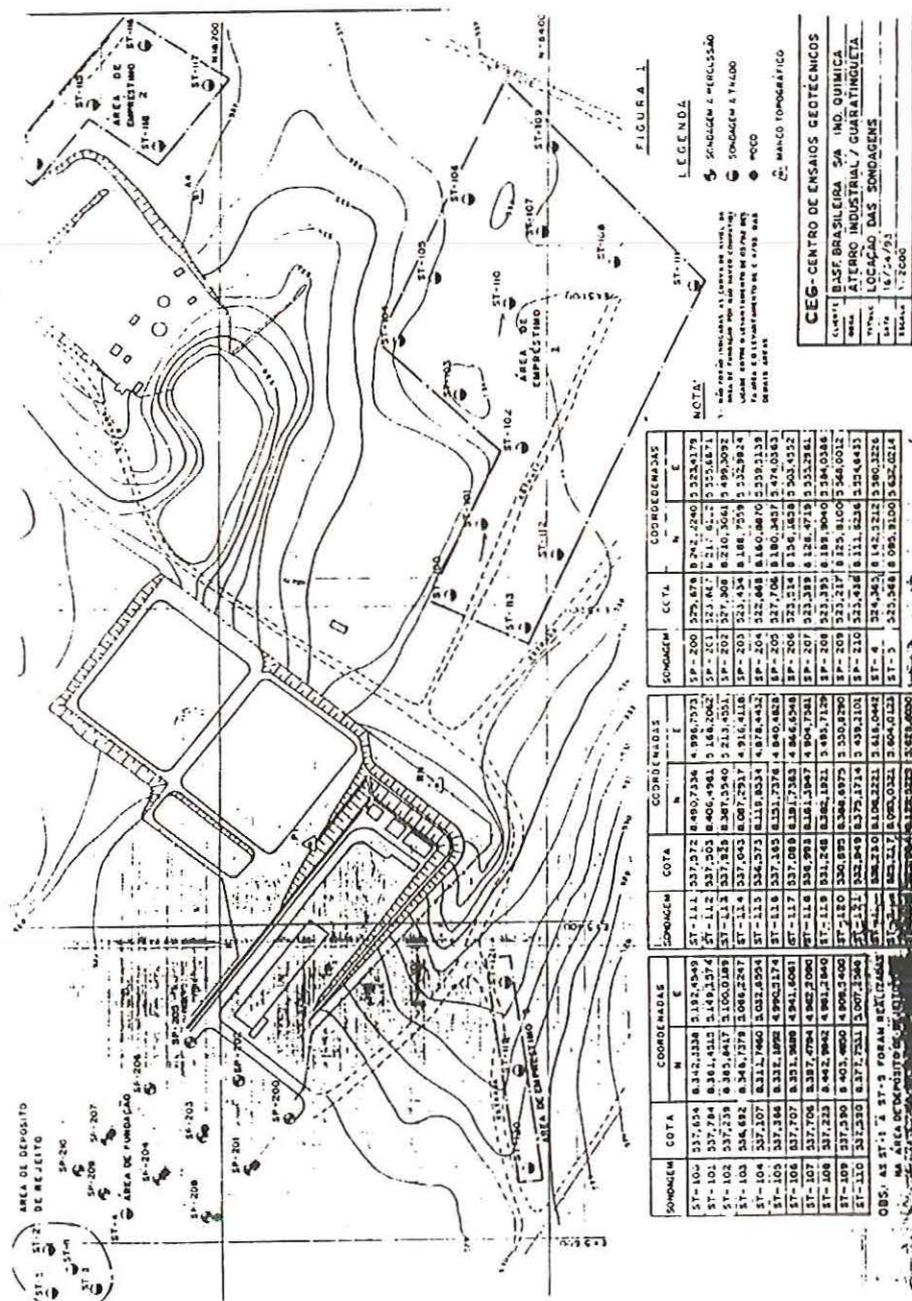
SONDAGENS DE SIMPLES RECONHECIMENTO

Tipo de Sondagem	Núm. de Sondagens	Empresa Executora	Malha / Núm. de Seções	Profundidades Atingidas		MATERIAIS
				Mínima	Máxima	
Percussão	11	CEG	50m x50m	não inform.	não inform.	arenosos, argilosos e areno siltosos
Trado	27	CEG	50m x50m	não inform.	não inform.	arenosos, argilosos e areno siltosos

GEOFÍSICA (Não executada)

Método Empregado	Malha de Pesquisa	Empresa Executora	Atributos Analisados / Resultados

PLANTA COM LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE SONDAJENS DE SIMPLES RECONHECIMENTO E GEOFÍSICA S/ ESCALA



RELEVO

LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO

Empresa Executora: MAPENGE Engenharia Topografia e Cálculo Estrutural

Escala: 1:2.000

Equidist. Curvas de Nível: 1 metro

Formas de Relevo / Declividades Médias: Colinas Terciárias constituídas por rochas do tipo siltito, argilito, arenito e folhelho

Faixas com Superfícies Antigas de Agradação constituídas por terraços com até 10 m acima do nível de inundação sustentadas por sedimentos arenosos e cascalho, apresentando declividades < 10%

Faixa da Bacia de Inundação e Leito do Rio que pode atingir até 6 km de largura apresentando declividades < 2%

FEIÇÕES TÍPICAS DE EVENTOS PERIGOSOS

Feições	Localização	Descrição
Ampla Planície de Inundação	Adjacente à área do aterro	Desnível da planície de inundação em relação ao aterro é inferior a 3 metros

CARTAS E MAPAS BÁSICOS UTILIZADOS

Cartas/Mapas	Fonte	Ano	Escala
Levantamento Planialtimétrico Área T	MAPENGE	1993	1:2.000

CARTAS E MAPAS BÁSICOS PRODUZIDOS

Cartas/Mapas	Empresa / Equipe Técnica Executora	Ano	Escala
Área do Aterro em Relação ao Mapa de Zoneamento Geomorfológico	T. ALVES	1993	1:2.000
Perfis Topográficos da Área de Influência do Aterro Industrial que definem a Área do Aterro Industrial	T. ALVES	1993	indicada

RECURSOS HÍDRICOS

ÁGUAS SUPERFICIAIS

Principais Cursos d'água / Distância do Aterro: Rio Paraíba do Sul, com distância superior a 400 m do aterro

Vazões: Rio Paraíba do Sul com vazões médias de 200 m³/s em Guaratinguetá, atingindo vazão máxima de 694 m³/s e mínima de 46,1 m³/s segundo registros (1940-1950 Fonto DAEE), antes do represamento do rio à montante. Cota de inundação 523,00 m

Estudo da bacia de contribuição (nº / área): Não foi feito estudo da bacia de contribuição

Principais Usos: Abastecimento doméstico, industrial, agrícola e /ou pecuária, sendo retirados aproximadamente 700 m³/h

Classificação quanto ao uso e qualidade das águas: Classe 2 segundo Decreto Estadual 10.755 de

As (mg/l)				
Cu (mg/l)				
Hg (mg/l)				
Odor				
Cloro residual				
Fluoreto				
Bário				
Mn				
Selênio				
Colif. Total				
Colif. Fecal				

ASPECTOS CLIMÁTICOS

PRECIPITAÇÃO - MÉDIA MENSAL (mm) Apresentado resumo dos dados de 1975 a 1989

ANO											MÉDIA	
	mm	Dias	mm	Dias	mm	Dias	mm	Dias	mm	Dias	mm	Dias
JAN											180	
FEV											126	
MAR											170	
ABR											87	
MAI											60	
JUN											37	
JUL											32	
AGO											35	
SET											74	
OUT											94	
NOV											160	
DEZ											188	
MED.												

ANO											MÉDIA	
	mm	Dias	mm	Dias								
JAN												
FEV												
MAR												
ABR												
MAI												
JUN												
JUL												
AGO												
SET												
OUT												
NOV												
DEZ												
MED.												

Fonte: Ministério da Aeronáutica

Estação: Destacamento de Proteção ao Vôo - Guaratinguetá

Latitude: 22° 45' S

Longitude: 45° 10' W

Altitude: 537,00 m

Obs.: O índice pluviométrico médio varia de 20 mm a 200 mm mensal, com maior intensidade nos meses de novembro a março e menores índices registrados entre junho a agosto

EVAPOTRANSPIRAÇÃO - MÉDIA MENSAL (mm)(INPE - 1975-1985)

ANO												MÉDIA MENSAL
JAN												95,8
FEV												97,2
MAR												89,8
ABR												77,9
MAI												77,9
JUN												86,7
JUL												102,7
AGO												121,0
SET												104,9
OUT												121,8
NOV												104,2
DEZ												93,8
MEDIA ANUAL												

Fonte:.....

Estação:.....

Latitude:.....

Longitude:.....

Altitude:.....

UMIDADE RELATIVA DO AR - MÉDIA MENSAL (%)

ANO												MÉDIA MENSAL
JAN												
FEV												
MAR												
ABR												
MAI												
JUN												
JUL												
AGO												
SET												
OUT												
NOV												
DEZ												
MEDIA ANUAL												

Fonte:.....

Estação:.....

Latitude:.....

Longitude:.....

Altitude:.....

Obs.: As menores taxas de umidade relativa do ar foram registradas nos meses de agosto a novembro com índices menores que 70%. As maiores taxas ocorrem nos meses de março a maio com índices superiores a 73%

TEMPERATURA °C

ANO												MÉDIA MENSAL
JAN												
FEV												
MAR												
ABR												
MAI												
JUN												
JUL												
AGO												
SET												
OUT												
NOV												
DEZ												
MEDIA ANUAL												

Fonte:

Estação:

Latitude:.....

Longitude:.....

Altitude:.....

Obs.: A temperatura dos meses mais quentes (dezembro a março) é superior a 24° C com temperaturas máximas superiores a 28° C. A temperatura média dos meses mais frios (junho/julho) é inferior a 18° C com médias mínimas inferiores a 12° C.

BALANÇO HÍDRICO (Não informado)

ANO												MÉDIA MENSAL
JAN												
FEV												
MAR												
ABR												
MAI												
JUN												
JUL												
AGO												
SET												
OUT												
NOV												
DEZ												
MEDIA ANUAL												

Obs.:

DIREÇÃO PRINCIPAL DOS VENTOS

ANO	MÉDIA PREDOMIN.		MÉDIA PREDOMIN.					
	Direção Principal	% Tempo	Direção Secund.	% Tempo	Direção Principal	% Tempo	Direção Secund.	% Tempo
JAN	NE	15,1	E	10,4				
FEV	NE	16,4	E	15,4				
MAR	E	14,8	NE	12,7				
ABR	NE	17,5	E	15,1				
MAI	NE	14,9	E	7,7				
JUN	NE	13,9	E	9,5				
JUL	NE	15,9	E	14,4				
AGO	NE	19,1	E	16,8				
SET	NE	26,6	E	21,7				
OUT	NE	24,1	E	21,2				
NOV	E	18,6	NE	17,1				
DEZ	NE	18,6	E	16,4				

PERÍODOS DO DIA MONITORADOS

VELOCIDADE DOS VENTOS (Direção predominante período de 1981 a 1990)

ANO	MÁXIMA		MÍNIMA		MÉDIA					
	dir	Vel (nós)	dir	Vel (nós)	dir	Vel (nós)	dir	Vel (nós)	dir	Vel (nós)
JAN		17,8		2,3	NE	10,1				
FEV		15,9		3,1	NE	9,5				
MAR		16		1,8	NE	8,9				
ABR		16,2		2,3	NE	9,2				
MAI		16,8		0,3	NE	8,5				
JUN		15		0	NE	7,5				
JUL		17,8		0	NE	8,9				
AGO		17,1		0,4	NE	8,7				
SET		19,1		2,8	E	10,9				
OUT		16,7		3,2	NE	9,9				
NOV		18,6		2,7	E	10,6				
DEZ		18		1,6	E	9,8				

QUALIDADE DO AR

Poluente	Leituras	Período	Método de Medição
Partículas em suspensão (PTS)			
Dióxido de Enxofre (SO ₂)			
Óxido de Nitrogênio (NO)			

Dióxido de Nitrogênio (NO ₂)			
Monóxido de Carbono (CO)			
Hidrocarboneto (HC)			
Ozônio (O ₃)			
Dioxinas e Furanos			
Metais Pesados			

Relatório menciona qualidade do ar atual boa para a área, não havendo necessidade para a instalação de estação de monitoramento

NÍVEIS DE RUÍDO

LOCAL	NÍVEIS REGISTRADOS (dB)	
	Equiv. Cont. L _{eq}	Ruído Fundo L ₉₀
Área interna da Indústria, horário comercial, no período noturno o nível é mantido ou reduzido	60	
Ruído de fundo fora dos limites da Indústria é alto pela proximidade da Rod. Presid. Dutra		50 -55

4. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO BIOLÓGICO

VEGETAÇÃO

Caracterização da Vegetação Existente / Espécies : A área apresenta-se toda degradada, restando apenas manchas de matas secundárias e resquícios de mata ciliar, vegetação sub-arbustiva, herbáceas e gramíneas diversas.

A Basf executa desde 1984 projeto de recuperação da mata ciliar na área

Apresentado também Parecer Técnico Florestal atestando não existir impedimentos para a implantação do aterro no local

ESPECIES ANIMAIS

Espécies terrestres: A área apresenta-se bastante degradada pela atividade antrópica. Algumas espécies de aves nativas se adaptaram às novas condições como o joão de barro, tico tico, além de aves migratórias como o gavião (*Ichthinea plumbea*), cará cará (gen. *Falco*) e quiri quiri (gen. *Falco*)

Existem também animais terrestres como o preá (*Cavea sp*) e a capivara (*Hydrochoerus hydrochoerus*)

Espécies aquáticas: Dentre as espécies aquáticas ocorrem várias espécies de peixes no Rio Paraíba do Sul, como a carpa (*Citrimus sp*), mandi (*Pimelodella sp*), lambari (*Astyana sp*) entre outras

ELEMENTOS VULNERÁVEIS

O relatório considera de baixo grau o impacto decorrente da implantação do aterro ao meio biológico, restringindo-se à perda do habitat para as espécies que ocorrem dentro da área de

intervenção do aterro. Apenas algumas espécies vegetais poderão ter seu desenvolvimento afetado pelo aumento na emissão de gases pelos veículos.

5. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO SOCIO-ECONÔMICO

PRINCIPAIS ATIVIDADES ECONÔMICAS

A cidade de Guaratinguetá assim como as cidades pertencentes ao Vale do Paraíba apresentam um quadro de voltado para atividades industriais.

ESTRUTURA OCUPACIONAL

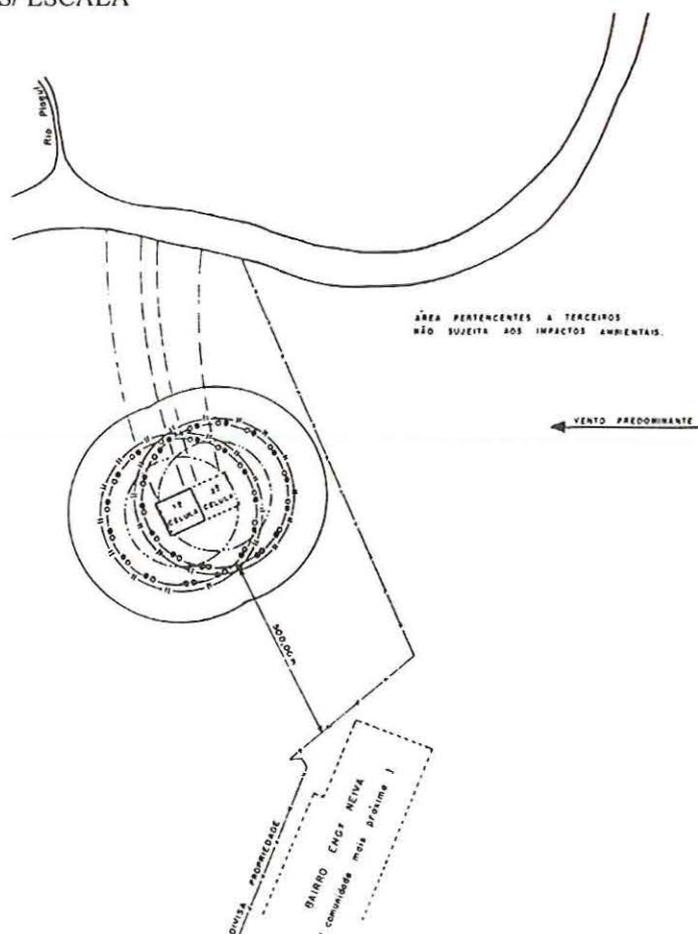
Nas proximidades da área do aterro o Bairro Eng. Neiva está intimamente relacionado à BASF. Apresenta uma infraestrutura com atividades comerciais, farmácias, escola e padaria. Algumas ruas são pavimentadas e não há espaço de lazer, exceto funcionários da BASF.

A população do Bairro é de aproximadamente 1.500 habitantes

ECONOMIA

A renda per capita dos moradores do bairro é inferior a US\$ 1.500,00.

PRINCIPAIS NÚCLEOS DE OCUPAÇÃO / ATIVIDADES S/ ESCALA



6. CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS

CONTROLE DE RECEBIMENTO

Recebimento de resíduos da própria BASF, em suas unidades de Guaratinguetá, São Caetano do Sul e São Bernardo do Campo

RECEBIMENTO DE OUTRAS INDÚSTRIAS (Não há previsão, apenas das unidades BASF)

Nome do Produtor:

Endereço: vários

Atividade Industrial:

Volume de Resíduos Gerados / Período:

RESTRIÇÕES

Não apresentadas

ENSAIO DE LIXIVIAÇÃO (NBR - 10005)

Lodo Primário ETE - BASF

Identificação da Fonte / Lote Recebido:		
ELEMENTO	LIXIVIAÇÃO (mg/l)	LIXIVIAÇÃO (mg/l) *L.M.
Arsênio		5,0
Bário		100,0
Cádmio	0,01	0,5
Chumbo	--	5,0
Cromo VI	0,05	
Cromo Total		5,0
Mercurio		0,1
Prata		5,0
Selênio		1,0
Fluoreto		150,0
Aldrin		0,003
Clordano		0,03
DDT		0,1
Dieldrin		0,003
Endrin		0,02
Epóxi-heptacloro		0,01
Heptacloro		0,01
Hexaclorobenzeno		0,001
Lindano		0,3
Metoxicloro		3,0
Pentaclorofenol		1,0
Toxafeno		0,5
2,4-D		10,0
2,4,5-T		0,2
2,4,5-TP		3,0
Organofosforados	e	10,0
Carbamatos		
Alumínio	0,35	
Cloreto	21	
Cobre	0,1	
Dureza Total	180 Dh	
Fenóis	0,02	
Ferro	5,1	
Manganês	1,6	
Nitrogênio Total	11,2	
Sólido Total Dissolvido	5027	
Sólido Total	5242	
Sulfato	1215	
Zinco	14,3	

DQO	3800	
-----	------	--

* Limite Máximo (L.M.) permitido pela NBR 10004

ENSAIO DE SOLUBILIZAÇÃO (NBR - 10006)

Lodo primário ETE - BASF

Identificação da Fonte / Lote Recebido:		
ELEMENTO	SOLUBILIZ. (mg/l)	SOLUBILIZ. (mg/l) *L.M.
Arsênio		0,05
Bário		1,0
Cádmio	(0,04)	0,005
Chumbo	--	0,05
Cianeto		0,1
Cromo Total	--	0,05
Fenol	(0,02)	0,001
Fluoreto		1,5
Mercurio		0,001
Nitrato (mg N/l)	(39,4)	10,0
Prata		0,05
Selênio		0,01
Aldrin		$3,0 \times 10^{-5}$
Clordano (todos os isômeros)		$3,0 \times 10^{-4}$
DDT (todos os isômeros)		$1,0 \times 10^{-3}$
Dieldrin		$3,0 \times 10^{-5}$
Endrin		$2,0 \times 10^{-4}$
Epóxi-heptacloro		$1,0 \times 10^{-4}$
Heptacloro		$1,0 \times 10^{-4}$
Hexaclorobenzeno		$1,0 \times 10^{-5}$
Lindano		$3,0 \times 10^{-3}$
Metoxicloro		0,03
Pentaclorofenol		0,01
Toxafeno		$5,0 \times 10^{-3}$
2,4-D		0,1
2,4,5-T		$2,0 \times 10^{-3}$
2,4,5-TP		0,03
Organofosforados e carbamatos		0,1
Alumínio	0,15	0,2
Cloreto	80	250,0
Cobre	0,04	1,0
Dureza (mgCaCO ₃ /l)	96 Dh	500,0
Ferro	0,14	0,3
Manganês	0,015	0,1
Sódio		200,0
Surfactantes (tensoativos)		0,2
Sulfato (mg SO ₄ /l)	(1805)	400,0
Zinco	0,05	5,0
Sólido Total Dissolvido	2574	
Sólido Total	2726	
DQO	110	

* Limite Máximo - L.M. permitido pela NBR 10004

OUTROS ENSAIOS

CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS RECEBIDOS NO ATERRO (BASF)

Indústria Geradora	Características do Resíduo			Característica Química Composição Provável	Periculosidade NBR 10.004			Outra Proposta Classif. Resíduo	Incompatibilidade
	Origem (Processo Ind.)	Quantidade Gerada	Estado Físico		Característica de Periculosidade	Constituinte Perigoso	Classificação			Proposta de Classificação	Elementos Incompatíveis
Produtos auxiliares		5 ton/mês	sólido	ceras, tortas e mat. coagulado			Classe II		
Dispersões plásticas		15 ton/mês	sólido	mat. polimerizado, borras e raspa de reator			Classe II		
Diversos		20 ton/mês	sólido				Classe II		
Incinerador		23 ton/mês	sólido	escória			Classe I / II		
ETE (S. C. do Sul, S. B. do Campo e Guaratinguetá)		730 ton/mês	semi-sólido	lodo da estação de tratamento			Classe II		
S. C. do Sul		10 ton/mês	sólido	enxofre e carvão ativo					

Obs: Caracterização conforme apresentado em relatórios ao órgão ambiental

ANÁLISE DA QUALIDADE DO AR (Não executado)

Local Monitorado	Período	Resultados	Observações

ANÁLISE DA GERAÇÃO DE GÁS (Não executado)

Local Monitorado	Período	Resultados	Observações

MONITORAMENTO GEOTÉCNICO (Não executado)

Sistema de Monitoramento	Período	Atributos monitorados / Resultados	Observações

DETECÇÃO DE VAZAMENTOS (Não executado)

Sistema de Detecção	Período	Ocorrências	Providências

INSPEÇÕES VISUAIS NO ATERRO (Não executado)

OCORRÊNCIA	LOCAL	PROVIDÊNCIAS
TRINCAS		
EROSÃO		
PRESENÇA DE CHORUME NOS TALUDES		
RECALQUES ACENTUADOS		
ACÚMULO DE ÁGUA EM SUPERFÍCIE		
OUTRAS OCORRÊNCIAS		

NÍVEIS DE RUÍDO (Não executado)

12. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Após o levantamento das informações constantes nos estudos de impacto ambiental / relatório de impacto ambiental apresentados à Secretaria do Meio Ambiente com a aplicação das planilhas propostas, foi feita a avaliação analisando-se o nível de atendimento às exigências e detalhamento empregados nestes estudos.

Esta análise foi feita atribuindo-se pontuações correspondentes ao atendimento para cada item da planilha, conforme critérios descritos no Capítulo 9, determinando-se então se os estudos foram executados de maneira a atender às exigências ambientais e se os programas de investigações e apresentação dos dados foram os mais adequados para os itens analisados.

12.1. ANÁLISE DOS RESULTADOS EIA/RIMA SASA

Os resultados das análises estão apresentados nas **Tabelas 21 a 27**, à seguir.

Tabela 21. Análise do Projeto SASA

ÍTEM	COMENTÁRIO GERAL	Pontos
1.1 Vida Útil do Aterro		
Análise: O projeto considera 10 anos de vida útil. São recomendados projetos para vida útil de no mínimo 20 anos para a amortização dos investimentos iniciais pela vida útil do aterro.		
Sistema de Pontuação	a) Atende às exigências técnicas	1
	b) Não atende às exigências técnicas	0
1.2 Equipe Técnica		
Análise: A empresa de consultoria ambiental é constituída por equipe multidisciplinar.		
Sistema de Pontuação	a) Atende às exigências técnicas	1
	b) Não atende	0
1.3 Resíduos a Serem Aceitos		
Análise: O estudo apresentado não especifica objetivamente as características dos resíduos a serem aceitos no aterro, nem incompatibilidades, apenas cita de forma genérica as características dos resíduos a serem aceitos.		
Sistema de Pontuação	a) Devidamente caracterizado	3
	b) Caracterização parcial	2
	c) Caracterização de forma genérica	1
	d) Não caracterizado	0

1.4 Projeto Conceitual - Formas de Disposição dos Resíduos / Fases de Implantação			
Análise: O método proposto viabiliza um melhor aproveitamento da área otimizando os volumes, mas a forma de disposição de resíduos não é adequada, pois a operação em vala de grandes dimensões pode gerar problemas de incompatibilidade de resíduos, problemas de operação do aterro, infiltração excessiva de água para o aterro (não há sistema de cobertura permanente ou provisória) além de dificultar o controle e manejo dos resíduos dispostos no aterro. As bermas intermediárias h=5 m dificultam a operação. As fases de implantação não foram detalhadas.			
Sistema de Pontuação	a) Método proposto é adequado às características do meio físico	3	0
	b) Método proposto respeita parcialmente as características do meio físico	2	
	c) Caracterização do meio físico incompleta para definição da adequação do método proposto	1	
	d) Método proposto é incompatível com as características do meio físico	0	
1.5 Sistemas de Revestimento de Proteção de Base e Cobertura			
Análise: Adequado, considerando-se a periculosidade, mas não apresenta estudo de compatibilidade com os resíduos a serem dispostos			
Sistema de Pontuação	a) Atende às exigências tanto para o sistema de proteção de base quanto para a cobertura	3	2
	b) Atende de forma genérica ao sistema de proteção de base, e sistema de cobertura	2	
	c) Atende parcialmente ao sistema de proteção de base ou cobertura	1	
	d) Não atende ao sistema de proteção de base nem de cobertura	0	
1.6 Sistema de Coleta e Drenagem de Percolado			
Análise: Adequado, com dispositivos de coleta e drenagem de percolados associado a detecção de vazamentos.			
Sistema de Pontuação	a) Atende às exigências técnicas	2	2
	b) Atende parcialmente	1	
	c) Não atende	0	
1.7 Sistema de Coleta de Gás			
Análise: Não considera no projeto.			
Sistema de Pontuação	a) Atende às exigências técnicas	1	0
	b) Não atende	0	
1.8 Destino Final dos Efluentes Líquidos			
Análise: Efluentes líquidos serão tratados em estação de tratamento do próprio local			
Sistema de Pontuação	a) Tratamento no local	2	2
	b) Tratamento fora	1	
	c) Não prevê tratamento	0	
1.9 Elementos Vulneráveis			
Análise: Faltou caracterização mais detalhada. Considera mínimo o risco de contaminação das águas superficiais e subsuperficiais. Em caso de acidentes considera o risco localizado para as bacias do rio Piracuama e córrego Serragem. Para o solo não faz nenhuma consideração. Fauna e flora somente na área do aterro e ar considera que não haverá geração de odores.			
Sistema de Pontuação	a) Elementos vulneráveis devidamente caracterizados através de programa de investigação do meio físico adequado	3	1
	b) Vulnerabilidade de determinado elemento do meio físico de importância relevante	2	

	c) Caracterização parcial da vulnerabilidade dos elementos do meio físico considerando investigações insuficientes	1	
	d) Caracterização incompleta ou desfavorável	0	
1.10 Sistemas de Monitoramento / Atributos a Serem Monitorados			
Análise: Faltou maior detalhamento dos elementos vulneráveis do meio físico e uma consideração mais realista, pois um aterro industrial não é totalmente seguro. O sistema de monitoramento é a melhor maneira de comprovar a eficiência dos sistemas de proteção implantados no aterro. Proposta de 2 pontos de monitoramento no córrego Serragem e 6 poços de monitoramento, pouco considerando a localização do aterro.			
Sistema de Pontuação	a) Sistemas de monitoramento propostos adequados ao projeto e à área de implantação do aterro	3	1
	b) Sistemas de monitoramento propostos de maneira muito simplista envolvendo os principais elementos do meio físico, necessitando ser melhor detalhado	2	
	c) Obtenção de dados incompletos não permitindo a proposição adequada dos sistemas de monitoramento	1	
	d) Ausência de sistemas de monitoramento	0	
PONTUAÇÃO		MÁXIMA	22
		AVALIAÇÃO DO ATERRO	10

FAIXAS DE ANÁLISE

FAIXA DE PONTUAÇÃO	ANÁLISE	RECOMENDAÇÕES
0 - 11 Pontos (50%) 50	INADEQUADA - NÃO APROVAR	Necessário complementar a caracterização dos resíduos, o estudo do meio físico e rever projeto
12 - 18 Pontos (31,81%) 81,81	REGULAR - ACEITÁVEL COM COMPLEMENTAÇÃO	Complementar e detalhar determinado item de projeto, caracterização do meio físico ou dos resíduos
19 - 22 Pontos (18,19%) 100	ADEQUADA - ESTUDOS APROVADOS	Projeto executado com todos os fundamentos técnicos necessários.

Tabela 22. Análise do Meio Físico SASA

2.1 MATERIAL INCONSOLIDADO (SASA)			
ITEM	COMENTÁRIO GERAL		Pontos
2.1.1 Espessura Total / Classificação			
Análise: A caracterização para o local do aterro (vala) com apenas 2 sondagens a percussão e 1 rotativa e ensaios de infiltração executados nas cotas de remoção de solo, com 1 único ensaio abaixo da cota de escavação sugere que os estudos não foram bem programados. Sondagens SP 4 e SP 5 impenetráveis são incompatíveis aos perfis apresentado em seções			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	2	0
	b) Caracterização parcial	1	
	c) Caracterização insuficiente ou desfavorável	0	
2.1.2 Análise Granulométrica			
Análise: O relatório menciona 1 ensaio de granulometria, mas não foram apresentados gráficos granulométricos nem as porcentagens dos materiais constituintes do solo			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	1	0
	b) Caracterização parcial ou desfavorável	0	
2.1.3 Índices Físicos			
Análise: Nenhum índice físico do solo foi apresentado nesta etapa de estudo			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	1	0
	b) Caracterização parcial ou desfavorável	0	
2.1.4 Consistência e Plasticidade			
Análise: Nenhum índice foi apresentado nesta etapa de estudo			

Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	1	0	
	b) Caracterização parcial ou desfavorável	0		
2.1.5 Compactação			0	
Análise: Nenhum índice foi apresentado nesta etapa de estudo				
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	1		
	b) Caracterização parcial ou desfavorável	0		
2.1.6 Condutividade Hidráulica			1	
Análise: Apenas 1 ensaio foi executado abaixo da cota do corte para implantação da vala. Os outros ensaios foram feitos em área fora do aterro, com apenas 2 ensaios na área do aterro (corte).				
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	2		
	b) Caracterização parcial	1		
	c) Caracterização insuficiente ou desfavorável	0		
2.1.7 Capacidade de Troca de Cátions (CTC)			0	
Análise: Nenhum ensaio foi executado				
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	2		
	b) Caracterização parcial	1		
	c) Caracterização insuficiente ou desfavorável	0		
2.1.8 Potencial Hidrognênico (pH)			0	
Análise: Nenhum ensaio foi executado				
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	1		
	b) Caracterização parcial ou desfavorável	0		
2.1.9 Outros Ensaio			0	
Análise: Nenhum ensaio adicional foi executado				
Sistema de Pontuação	a) Execução de ensaios adicionais	1		
	b) Nenhum ensaio adicional	0		
2.1.10 Feições Típicas ou de Evento Perigoso			0	
Análise: Nenhuma feição foi registrada ou analisada				
Sistema de Pontuação	a) Ausência ou feições não significativas	1		
	b) Presença de feições / não analisada	0		
2.1.11 Cartas e Mapas Produzidos			0	
Análise: Nenhum mapa ou carta foi produzido				
Sistema de Pontuação	a) Produção de cartas ou mapas	1		
	b) Nenhuma carta ou mapa foi produzido	0		
PONTUAÇÃO PARCIAL		MÁXIMA	14	1
		AVALIAÇÃO DO ATERRO		

2.2 ROCHA (SASA)			
ITEM	COMENTÁRIO GERAL		Pontos
2.2.1 Classificação das Rochas			
Análise: Poucos afloramentos de rocha no local, caracterização da rocha em profundidade na área do aterro não foi executada. A apresentação de perfil da área do aterro apresentou apenas solo, incompatível com as sondagens SP 4 e SP 5 que atingiram o impenetrável. Perfil da sondagem rotativa não foi apresentado.			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa com presença de rochas favoráveis	2	0
	b) Caracterização parcial, necessitando de complemento	1	
	c) Caracterização insuficiente com presença de rochas desfavoráveis	0	
2.2.2 Estruturas			

Análise: Foram apresentadas medidas de xistosidade e fraturas, mas nenhum estudo estrutural foi apresentado, apenas um gráfico com o levantamento estatístico da ocorrência das fraturas.			1
Sistema de Pontuação	a) Análise suficiente, com presença de fraturas favoráveis	2	
	b) Caracterização parcial, necessitando de complementação	1	
	c) Caracterização insuficiente ou presença de estruturas desfavoráveis	0	
2.2.3 Feições Típicas ou de Evento Perigoso Análise: Não foi apresentado nenhum estudo			0
Sistema de Pontuação	a) Ausência ou feições não significativas	1	
	b) Presença de feições ou estudo não executado	0	
2.2.4 Cartas e Mapas Produzidos Análise: Nenhum mapa ou carta foi produzido.			0
Sistema de Pontuação	a) Produção de cartas ou mapas	1	
	b) Nenhuma carta ou mapa foi produzido	0	
PONTUAÇÃO PARCIAL		MÁXIMA 6	1
		AVALIAÇÃO DO ATERRO	

2.3 INVESTIGAÇÕES (SASA)			
ÍTEM	COMENTÁRIO GERAL	Pontos	
2.3.1 Sondagem de Reconhecimento Análise: Foram executadas 10 sondagens à percussão e 1 sondagem rotativa, sendo apenas 3 na área do aterro.			
Sistema de Pontuação	a) Programação apropriada, com sondagens à percussão, trado, rotativa e investigações complementares em número suficiente, possibilitando a caracterização adequada do solo / rocha	3	1
	b) Programação parcial, com execução de número reduzido de sondagens para a caracterização adequada do solo / rocha	2	
	c) Programação insuficiente, não permitindo a correta caracterização do solo / rocha	1	
	d) Não foram executadas	0	
2.3.2 Geofísica Análise: Nenhum ensaio foi executado.			
Sistema de Pontuação	a) Emprego de vários métodos de prospecção geofísica, adequados à investigação e resultados favoráveis à implantação do aterro	3	0
	b) Utilização de um único método para caracterizar o subsolo apresentando dados confiáveis à investigação	2	
	c) Métodos utilizados não adequados à investigação, apresentando resultados não confiáveis	1	
	d) Não foram executadas sondagens geofísicas ou resultados desfavoráveis à implantação do aterro	0	
PONTUAÇÃO PARCIAL		MÁXIMA 6	1
		AVALIAÇÃO DO ATERRO	

2.4 RELEVO (SASA)			
ÍTEM	COMENTÁRIO GERAL	Pontos	
2.4.1 Levantamento Topográfico Análise: O levantamento topográfico executado foi apresentado na escala 1:1.000 com eqüidistância das curvas de nível de 1 metro. A área do aterro deveria ser apresentada no mínimo na escala 1:500.			
Sistema de Pontuação	a) Apresentação apropriada	1	0
	b) Não recomendável	0	

2.4.2 Formas de Relevo / Declividades			0	
Análise: Nenhum estudo foi apresentado, mas o aterro não foi posicionado em local adequado, pois ocupa um divisor de águas.				
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	1		
	b) Caracterização parcial ou desfavorável	0		
2.4.3 Feições Características de Eventos Perigosos			0	
Análise: Nenhum levantamento foi executado				
Sistema de Pontuação	a) Ausência de feições	1		
	b) Presença de feições / não analisado	0		
2.4.4 Cartas e Mapas Produzidos			0	
Análise: Nenhuma carta ou mapa foi produzido				
Sistema de Pontuação	a) Apresentação de mapas ou cartas com características favoráveis ao empreendimento	1		
	b) Nenhuma carta ou mapa foi produzido ou as características não são favoráveis ao empreendimento	0		
PONTUAÇÃO PARCIAL		MÁXIMA	4	0
		AVALIAÇÃO DO ATERRO		

2.5 RECURSOS HÍDRICOS (SASA)			
ITEM	COMENTÁRIO GERAL		Pontos
2.5.1 Águas Superficiais			
Análise: A análise apresentada considera um risco muito baixo para as águas superficiais, o que não é verdade.			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	2	1
	b) Caracterização parcial	1	
	c) Caracterização insuficiente ou desfavorável	0	
2.5.2 Análises Químicas das Águas Superficiais			
Análise: Foram analisadas amostras de água coletada no córrego Serragem e apenas coliformes fecais e totais apresentaram valores acima do limite permitido, para o restante das análises mostrou boa qualidade das águas.			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	2	2
	b) Caracterização parcial	1	
	c) Caracterização insuficiente ou desfavorável	0	
2.5.3 Águas Subsuperficiais			
Análise: Foram cadastrados 6 pontos de captação de águas de subsuperfície no entorno do local do aterro e foi feito modelamento inferido do fluxo das águas de subsuperfície. A única sondagem que atingiu a cota de escavação do aterro mostrou nível d'água 7 metros abaixo da base do aterro.			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	2	1
	b) Caracterização parcial	1	
	c) Caracterização insuficiente ou desfavorável	0	
2.5.4 Análise Química das Águas Subsuperficiais			
Análise: Foram analisadas a qualidade das águas coletadas em furos de sondagem, podendo ter ocorrido a contaminação pelo processo de perfuração.			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	2	1
	b) Caracterização parcial	1	
	b) Caracterização insuficiente ou desfavorável	0	
2.5.5 Cartas e Mapas Produzidos			
Análise: Foi produzido um mapa com indicação dos pontos de captação de águas subsuperficiais e de direção de fluxo inferido.			
Sistema de Pontuação	a) Produção de cartas ou mapas	1	1

	b) Nenhuma carta ou mapa foi produzido	0	
PONTUAÇÃO PARCIAL	MÁXIMA	9	6
	AVALIAÇÃO DO ATERRO		

2.6 ASPECTOS CLIMÁTICOS (SASA)			
ITEM	COMENTÁRIO GERAL		Pontos
2.6.1 Precipitação			
Análise: Dados apresentados consideram a média mensal mínima, média e máxima apresentada em gráfico de um período de 10 anos de análise em estação meteorológica próximo ao aterro. A precipitação média anual varia de 1.250mm a 1.500mm.			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa ou favorável	1	0
	b) Caracterização parcial ou desfavorável	0	
2.6.2 Evapotranspiração			
Análise: Foi apresentado apenas a taxa média anual de evaporação potencial de 1.700 mm/ano, sendo insuficiente para a análise correta do local do aterro com relação a este item.			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	1	0
	b) Caracterização parcial ou desfavorável	0	
2.6.3 Umidade Relativa do Ar			
Análise: Apresentação de dados incompletos, considerando apenas a taxa média anual superior a 70%.			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	1	0
	b) Caracterização parcial ou desfavorável	0	
2.6.4 Temperatura			
Análise: Apresentado gráfico com as temperaturas, médias mensais para um tempo de observação de 10 anos. A temperatura média anual é de 20,70° C.			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	1	1
	b) Caracterização parcial ou desfavorável	0	
2.6.5 Balanço Hídrico			
Análise: Não apresentado.			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	1	0
	b) Caracterização parcial ou desfavorável	0	
2.6.6 Direção dos Ventos			
Análise: Apresenta as direções principais S (18,5%) O-E-N (9%) NE (7,5%) e SW-SE (5%) com predomínio de calmarias em 35% do tempo de registro			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	1	0
	b) Caracterização parcial ou desfavorável	0	
2.6.7 Qualidade do Ar e Níveis de Ruído			
Análise: Afirma que o ar apresenta boa qualidade por se tratar de zona rural, e pelo mesmo motivo os níveis de ruído são baixos, exceção à área do aterro em operação. Não apresentam dados de leituras em estações de monitoramento			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	1	0
	b) Caracterização parcial ou desfavorável	0	
PONTUAÇÃO PARCIAL	MÁXIMA	7	1
	AVALIAÇÃO DO ATERRO		
PONTUAÇÃO TOTAL DO MEIO FÍSICO	PONTUAÇÃO PARCIAL MÁXIMA	46	10
	SOMATÓRIO DA AVALIAÇÃO DO ATERRO		

FAIXAS DE ANÁLISE

FAIXA DE PONTUAÇÃO	ANÁLISE	RECOMENDAÇÕES
0 - 23 Pontos (50%) 50	INADEQUADA - NÃO APROVAR	Caracterização do meio físico incompleta ou desfavorável, necessitando de novas campanhas para a caracterização da maioria dos atributos
22 - 37 Pontos (30%) 80	REGULAR - ACEITÁVEL COM COMPLEMENTAÇÃO	Atributos específicos do meio físico devem ser caracterizados com maior detalhe
38 - 46 Pontos (20%) 100	ADEQUADA - ESTUDOS APROVADOS	Atributos do meio físico caracterizados corretamente, através de programação de investigação e análises bem elaboradas, com resultados favoráveis ao empreendimento

Tabela 23. Análise do Meio Biológico SASA

ÍTEM	COMENTÁRIO GERAL	Pontos
3.1 Vegetação		
Análise: A vegetação foi caracterizada em faixas de domínio, com predomínio de vegetação secundária ou gramíneas (pasto).		
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa com análise favorável, sem presença de vegetação primária no local	3
	b) Caracterização completa com presença de vegetação primária ocupando área menor que 25% do local do aterro	2
	c) Caracterização parcial ou presença de vegetação primária ocupando área entre 25% a 50% do local do aterro	1
	d) Caracterização insuficiente ou desfavorável com vegetação primária ocupando área superior a 50% do local do aterro	0
3		
3.2 Fauna		
Análise: Identificação de espécies de aves e animais terrestres já adaptados às condições alteradas do meio físico.		
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa com análise favorável, registrando presença de espécies já adaptadas em área degradada pelo Homem	3
	b) Caracterização completa registrando presença de espécies nativas em mata primária próximo numa faixa de 50 metros da área do aterro	2
	c) Caracterização parcial ou presença de espécies nativas em mata primária dentro da área do aterro	1
	d) Caracterização insuficiente ou desfavorável com presença de espécies ameaçadas de extinção em mata primária dentro da área do aterro	0
3		
3.3 Vulnerabilidades		
Análise: Não faz muitas considerações sobre as vulnerabilidades das espécies levantadas. Admite baixo impacto para estas espécies.		
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa com análise favorável tanto para as espécies vegetais quanto para a fauna	3
	b) Caracterização completa apresentando pequenas modificações na vegetação primária, com perdas insignificantes para a fauna	2
	c) Caracterização parcial ou modificações significantes na vegetação primária, causando perdas consideráveis à fauna	1
2		

	d) Caracterização insuficiente ou desfavorável, com modificações de grande extensão na vegetação primária causando perda total à fauna	0	
PONTUAÇÃO		MÁXIMA	9
		AVALIAÇÃO DO ATERRO	8

FAIXAS DE ANÁLISE

FAIXA DE PONTUAÇÃO	ANÁLISE	RECOMENDAÇÕES
0 - 5 Pontos (55,56%) 55,56	INADEQUADA - NÃO APROVAR	Caracterização insuficiente ou desfavorável, necessitando de complementação
6 - 7 Pontos (22,22%) 77,78	REGULAR - ACEITÁVEL COM COMPLEMENTAÇÃO	Caracterização aceitável, necessitando de detalhamento de algum elemento
8 - 9 Pontos (22,22%) 100	ADEQUADA - ESTUDOS APROVADOS	Caracterização completa e favorável do meio biológico

Tabela 24. Análise do Meio Socio-econômico SASA

ÍTEM	COMENTÁRIO GERAL	Pontos	
4.1 Atividades Socio-econômicas			
Análise: Caracterização detalhada, apresentando dados regionais e locais			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização regional e local completa com análise favorável	3	
	b) Caracterização completa apenas da situação regional ou local, com análise favorável	2	
	c) Caracterização parcial tanto para a situação regional quanto para a local	1	
	d) Caracterização insuficiente ou desfavorável	0	
4.2 Estrutura Ocupacional			
Análise: Caracterização regional e local foram apresentadas			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização regional e local completa com análise favorável	3	
	b) Caracterização completa apenas da situação regional ou local, com análise favorável	2	
	c) Caracterização parcial tanto para a situação regional quanto para a local	1	
	d) Caracterização insuficiente ou desfavorável	0	
4.3 Economia			
Análise: Caracterização regional e local foram apresentadas.			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização regional e local completa com análise favorável	2	
	b) Caracterização parcial para situação regional e/ou local	1	
	c) Caracterização insuficiente ou desfavorável	0	
PONTUAÇÃO		MÁXIMA	8
		AVALIAÇÃO DO ATERRO	8

FAIXAS DE ANÁLISE

FAIXA DE PONTUAÇÃO	ANÁLISE	RECOMENDAÇÕES
0 - 4 Pontos (50%) 50	INADEQUADA - NÃO APROVAR	Caracterização insuficiente ou desfavorável, necessitando de complementação
5 - 7 Pontos (37,50%) 87,5	REGULAR - ACEITÁVEL COM COMPLEMENTAÇÃO	Caracterização aceitável, necessitando de detalhamento de algum elemento

8 Pontos (12,50%) 100	ADEQUADA - ESTUDOS APROVADOS	Meio socio-economico bem caracterizado, com características favoráveis ao empreendimento
--------------------------	-------------------------------------	--

Tabela 25. Caracterização dos Resíduos SASA

ÍTEM	COMENTÁRIO GERAL	Pontos	
5.1 Volumes Gerados e Principais Indústrias Geradoras			
Análise: A caracterização apresentada baseou-se em levantamento regional efetuado pela CETESB			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa com análise favorável através do estudo local das principais indústrias geradoras	3	
	b) Caracterização local ou regional baseada em relatórios existentes	2	
	c) Caracterização parcial com análise incompleta dos volumes gerados pelas indústrias ou consideração de alguns setores industriais apenas	1	
	d) Caracterização insuficiente ou desfavorável	0	
5.2 Ensaio de Caracterização dos Resíduos			
Análise: Não foi executado nenhum ensaio para caracterização dos resíduos gerados pelas indústrias. Apenas recomenda em tópico de riscos de acidentes a verificação de incompatibilidade de resíduos.			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa determinada por ensaios padrões de solubilização, lixiviação e outros complementares	3	
	b) Caracterização determinada por apenas um ensaio padrão	2	
	c) Caracterização parcial sem a execução de ensaios, apenas baseada em informações existentes	1	
	d) Caracterização insuficiente ou desfavorável	0	
5.3 Classificação dos Resíduos			
Análise: Os resíduos a serem dispostos no aterro das mais variadas origens são tratados de forma genérica como perigosos Classe I.			
Sistema de Pontuação	a) Classificação completa considerando a origem, quantidades, periculosidade e elementos perigosos	3	
	b) Classificação parcial, considerando apenas a periculosidade do resíduo e elementos perigosos	2	
	c) Classificação baseada em informações existentes, não sendo comprovadas através de ensaios	1	
	d) Caracterização insuficiente ou desfavorável	0	
PONTUAÇÃO		MÁXIMA	9
		AVALIAÇÃO DO ATERRO	4

FAIXAS DE ANÁLISE

FAIXA DE PONTUAÇÃO	ANÁLISE	RECOMENDAÇÕES
0 - 5 Pontos (55,56%) 55,56	INADEQUADA - NÃO APROVAR	A caracterização dos resíduos a serem dispostos é insuficiente para a elaboração de um bom projeto
6 - 7 Pontos (22,22%) 77,78	REGULAR - ACEITÁVEL COM COMPLEMENTAÇÃO	A caracterização mais detalhada dos resíduos deverá ser executada antes de sua disposição final
8 - 9 Pontos (22,22%) 100	ADEQUADA - ESTUDOS APROVADOS	Os resíduos foram bem caracterizados, não necessitando de ensaios adicionais, apenas de controle de rotina

Tabela 26. Sistemas de Controle Ambiental SASA

ITEM	COMENTÁRIO GERAL		Pontos
6.1 Efluentes Líquidos			
Análise: Propõem análise dos efluentes da estação de tratamento			
Sistema de Pontuação	a) Adequado	1	1
	b) Impróprio	0	
6.2 Águas Superficiais			
Análise: Pontos de monitoramento das águas nos córregos, receptores dos efluentes tratados			
Sistema de Pontuação	a) Adequado	1	1
	b) Impróprio	0	
6.3 Águas Subsuperficiais			
Análise: Poços de monitoramento para controle de eventuais modificações. Número e localização dos poços não são os mais corretos.			
Sistema de Pontuação	a) Adequado	1	0
	b) Impróprio	0	
6.4 Material Inconsolidado			
Análise: Não considera, apenas menciona monitoramento em fases posteriores do projeto.			
Sistema de Pontuação	a) Adequado	1	0
	b) Impróprio	0	
6.5 Controle do Ar e Ruídos			
Análise: Não apresentado, considera desnecessário			
Sistema de Pontuação	a) Adequado	1	0
	b) Impróprio	0	
6.6 Monitoramento Geotécnico			
Análise: Fala em instrumentação a ser detalhada em fase posterior do projeto			
Sistema de Pontuação	a) Adequado	1	0
	b) Impróprio	0	
PONTUAÇÃO		MÁXIMA	6
		AVALIAÇÃO DO ATERRO	2

FAIXAS DE ANÁLISE

FAIXA DE PONTUAÇÃO	ANÁLISE	RECOMENDAÇÕES
0 - 3 Pontos (50%) 50	INADEQUADA - NÃO APROVAR	Sistema de controle ambiental insuficiente.
4 - 5 Pontos (33,34%) 83,34	REGULAR - ACEITÁVEL COM COMPLEMENTAÇÃO	O sistema de controle ambiental deve ser melhor detalhado para determinado elemento do meio físico
6 Pontos (16,66%) 100	ADEQUADA - ESTUDOS APROVADOS	Sistema de controle proposto é suficiente para um bom controle do aterro

Tabela 27. Análise de Todos os Itens da Planilha SASA

COMPONENTE ANALISADO	PONTUAÇÃO MÁXIMA ATRIBUÍDA	PONTUAÇÃO DA ANÁLISE	ATENDIMENTO AO ÍTEM ANALISADO (%)
PROJETO	22	10	45,45
MEIO FÍSICO	46	10	21,74
MEIO BIOLÓGICO	9	8	88,88
MEIO SOCIOECONÔMICO	8	8	100
RESÍDUOS	9	4	44,44
CONTROLE AMBIENTAL	6	2	33,33
TOTAL	100	42	42

Analisando os dados obtidos dos estudos de impacto ambiental - EIA / relatório de impacto ambiental - RIMA com aplicação do sistema de pontuação proposto para a avaliação de cada item da planilha conforme apresentado nas **Tabelas 21 a 26**, conclui-se que:

Análise do Projeto

O critério de projeto apresentou deficiências e falhas conceituais, considerando uma vida útil curta para o aterro (10 anos), além da locação do aterro em posição topográfica não recomendada, em região de topo de morro, pois se houver algum acidente ambiental a contaminação das águas subsuperficiais poderá se espalhar por mais de uma vertente, atingindo uma vasta área, gerando custos adicionais para a recuperação ambiental e monitoramento.

A falta de informações e melhor qualidade dos estudos com relação à caracterização do meio físico tem grande influência nessa deficiência apresentada pelo projeto. O grau de “incertezas” com relação ao meio físico é elevado, prejudicando a elaboração de um bom projeto.

Nota atribuída a este item foi de 10 pontos em 22 possíveis, portanto a análise é considerada “Inadequada” e os estudos devem ser reprovados ou revisados na sua totalidade.

Meio Físico

A caracterização do meio físico foi a que apresentou menor porcentagem de atendimento aos estudos considerados fundamentais para a elaboração de um projeto adequado. Os principais constituintes do meio físico apresentaram os seguintes resultados:

- Material inconsolidado - não foi bem caracterizado, principalmente pela deficiência da campanha de investigação executada e pela ausência de ensaios para definição dos principais parâmetros geotécnicos. Apenas 1 ensaio de infiltração foi executado abaixo da cota de escavação na área do aterro, outros ensaios de infiltração foram executados

dentro do material a ser escavado ou fora da área de influência do aterro. O relatório menciona 1 ensaio de granulometria mas não foi apresentado nenhum gráfico ou as porcentagens dos materiais constituintes do solo. A documentação também não apresentou nenhum mapa de solos, apenas alguns perfis com informações de sondagens que geram dúvidas. Pontuação deste sub-item foi de 1 ponto em 14 possíveis (7,14% de atendimento para esta caracterização);

- Rochas - assim como os materiais inconsolidados, não foi bem caracterizado. A campanha de investigação não foi bem elaborada, para a única sondagem rotativa executada não foi apresentado o perfil. O relatório menciona poucos afloramentos na área em estudos. Nenhum mapa da geologia local foi produzido. Com relação às estruturas presentes as deficiências foram as mesmas. Pontuação deste sub-item foi de 1 ponto em 6 possíveis (16,66% de atendimento para esta caracterização);
- Investigações - apesar do número razoável de sondagens, a programação da investigação não foi bem elaborada, inclusive gerando dúvidas com relação às sondagens SP4 e SP5 dentro da área de escavação do aterro. Nenhum outro método de investigação foi executado. Pontuação deste sub-item foi de 1 ponto em 6 possíveis (16,66% de atendimento para esta caracterização);
- Relevo - a escala do levantamento topográfico não é apropriada para a elaboração dos projetos do aterro. Nenhuma análise de formas de relevo ou declividades foi executada. A localização do aterro em área de divisor de águas não é recomendada. Pontuação deste sub-item 0 em 4 possíveis (0% de atendimento para esta caracterização);
- Recursos Hídricos - a caracterização foi razoável, identificando-se os recursos superficiais e explorações de águas de subsuperfície. Os resultados das análises químicas executadas mostram que o local é preservado apresentando boa qualidade das águas. Com relação às águas subsuperficiais, a representação esquemática dos fluxos subsuperficiais não permite a avaliação correta da situação geral da área. Pontuação deste sub-item 6 pontos em 9 possíveis (66,66% de atendimento para esta caracterização);
- Aspectos Climáticos - foram apresentadas medidas de valores de precipitação evapotranspiração, umidade relativa do ar e direções dos ventos de maneira simplificada, registrando apenas médias mensais ou anuais, não permitindo uma análise real das condições atmosféricas predominantes no local, pois os registros deveriam ser apresentados na íntegra. Pontuação deste sub-item 1 ponto em 7 possíveis (14,28% de atendimento para esta caracterização).

A nota total atribuída a este item foi de 10 pontos em 46 possíveis, portanto a análise é considerada “Inadequada” e os estudos devem ser reprovados ou revisados na sua totalidade.

Meio Biológico

O meio biológico considerando a vegetação e fauna existentes na área em estudo foi bem caracterizado e não existe nenhum aspecto desfavorável à implantação do aterro, pois a área ocupa região já desmatada e as espécies animais presentes já estão adaptadas a estas condições alteradas do meio físico.

Nota atribuída a este item foi de 8 pontos em 9 possíveis, específica para esta caracterização é “Adequada”, atendendo às necessidades do estudo.

Meio Socio-econômico

A caracterização também foi bem elaborada, envolvendo as atividades socio-econômicas, estrutura ocupacional e economia tanto dos aspectos locais quanto regionais, concluindo-se pela viabilidade do empreendimento frente a estes aspectos.

Nota atribuída a este item 8 pontos em 8 possíveis, portanto a análise para estes estudos é “Bom”, atendendo às necessidades.

Caracterização dos Resíduos

Os resíduos a serem recebidos pelo aterro foram caracterizados utilizando-se levantamentos regionais apresentados pela CETESB. Não foram executados estudos específicos junto às indústrias da região do aterro, que serão as principais usuárias deste novo empreendimento. O sistema de disposição de resíduos considerado para a operação do aterro apresenta restrições aos resíduos de diferentes origens que possam apresentar incompatibilidades, não permitindo sua disposição numa mesma área.

Nota atribuída a este item foi de 4 pontos em 9 possíveis, portanto a análise é considerada “Inadequada” e os estudos devem ser reprovados ou revisados na sua totalidade.

Sistemas de Controle Ambiental

O monitoramento ambiental é a principal ferramenta para a verificação do funcionamento dos sistemas de proteção adotados para o aterro. Qualquer falha nestes sistemas deve ser acusada num curto espaço de tempo pelos sistemas de controle ambiental propostos. Os sistemas adotados para este aterro consideram soluções básicas, mas que não

são eficientes considerando-se a localização em posição desfavorável do aterro, associadas às deficiências apresentadas pela caracterização do meio físico, inviabilizando qualquer programa eficiente de monitoramento.

Nota atribuída a este item foi de 2 pontos em 6 possíveis, portanto a análise é considerada “Inadequada” e os estudos devem ser reprovados ou revisados na sua totalidade.

A **Tabela 27** mostra a análise geral para o aterro levando-se em consideração todos os estudos apresentados. De uma maneira geral a análise da qualidade destes estudos foi “Inadequada”, pois a pontuação total do aterro chegou a apenas 42 pontos ou seja, apenas 42% das exigências foram atendidas pelos estudos apresentados.

Conforme proposta de avaliação apresentada no Capítulo 10, considerando três faixas de pontuação, os estudos poderão ser aprovados, passar por revisões e complementações ou ser reprovados, dentro dos limites de pontuação apresentadas abaixo:

- Análise inadequada - quando a pontuação total do aterro estiver abaixo de 51 pontos, ou seja, atender a uma porcentagem inferior a 51 % dos estudos considerados fundamentais para a correta caracterização de áreas para a disposição de resíduos, tendo como base as características do meio físico, biológico e socio-econômico, associados aos critérios de projeto, programas de monitoramento dos elementos vulneráveis e correta caracterização dos resíduos a serem dispostos no aterro sanitário industrial. Nesta faixa, o aterro não deve ser aprovado, pois a baixa pontuação alcançada é decorrente de falhas nos programas utilizados para a caracterização dos principais componentes do estudo ou das características do local, restritiva à implantação de um aterro sanitário industrial;
- Análise regular - quando a pontuação obtida pela análise estiver entre 51 pontos e 80 pontos, ou seja, atender a uma porcentagem entre 51 % a 80 % dos estudos considerados fundamentais para a correta caracterização de áreas para a disposição de resíduos, tendo como base as características do meio físico, biológico e socio-econômico, associados aos critérios de projeto, programas de monitoramento dos elementos vulneráveis e correta caracterização dos resíduos a serem dispostos no aterro sanitário industrial. Nesta faixa de pontuação alguns dos componentes dos estudos devem ser melhor detalhados ou deve ocorrer uma revisão dos conceitos utilizados para o projeto do aterro; e
- Análise adequada - quando a pontuação obtida pela análise for superior a 80 pontos, ou seja, atender a uma porcentagem superior a 80 % dos estudos considerados fundamentais para a correta caracterização de áreas para a disposição de resíduos, tendo como base as características do meio físico, biológico e socio-econômico, associados aos critérios de projeto, programas de monitoramento dos elementos vulneráveis e correta caracterização dos resíduos a serem dispostos no aterro sanitário industrial. Atingindo esta faixa de

pontuação, os estudos apresentados para a área do aterro deverão ser aprovados, pois a pontuação reflete a utilização de programas de investigação adequados às necessidades dos estudos, associados à correta apresentação das informações e, principalmente, às características favoráveis apresentadas pela área para a implantação de um aterro sanitário industrial.

As piores pontuações foram atribuídas aos itens principais da planilha como critérios de projeto, caracterização do meio físico e caracterização dos resíduos. Esta situação reflete o baixo atendimento às exigências para o estudo apresentado.

Pela avaliação final da planilha considerando-se a pontuação obtida, este estudo de impacto ambiental - EIA / relatório de impacto ambiental - RIMA não deveria ser aprovado, pois atingiu apenas 42% da pontuação total e a maioria dos itens da planilha não foram atendidos, impossibilitando a elaboração de um projeto adequado, levando-se em consideração as características do local.

12.2. ANÁLISE DOS RESULTADOS EIA/RIMA CAVO

Os resultados das análises estão apresentados nas **Tabelas 28 a 34**, à seguir.

Tabela 28. Análise do Projeto CAVO

ÍTEM	COMENTÁRIO GERAL		Pontos
1.1 Vida Útil do Aterro			
Análise: O projeto considera 79 anos de vida útil máxima para o aterro sanitário.			
Sistema de Pontuação	a) Atende às exigências técnicas	1	1
	b) Não atende às exigências técnicas	0	
1.2 Equipe Técnica			
Análise: A empresa de consultoria ambiental é constituída por equipe multidisciplinar.			
Sistema de Pontuação	a) Atende às exigências técnicas	1	1
	b) Não atende	0	
1.3 Resíduos a Serem Aceitos			
Análise: O estudo apresentado não especifica objetivamente as características dos resíduos a serem aceitos no aterro, nem incompatibilidades, apenas cita de forma genérica as características dos resíduos a serem aceitos.			
Sistema de Pontuação	a) Devidamente caracterizado	3	1
	b) Caracterização parcial	2	
	c) Caracterização de forma genérica	1	
	d) Não caracterizado	0	
1.4 Projeto Conceitual - Formas de Disposição dos Resíduos / Fases de Implantação			
Análise: O método proposto para o aterro sanitário é a ocupação de um vale onde existe um canal de drenagem denominado Córrego I, portanto não é muito adequado. Para os aterros industriais Classe II, a implantação será em 2 ramificações de drenagem, que também não é muito adequado. Já o aterro industrial Classe I será implantado em local adequado e será operado em vala com sistema de cobertura.			

Sistema de Pontuação	a) Método proposto é adequado às características do meio físico	3	1
	b) Método proposto respeita parcialmente as características do meio físico	2	
	c) Caracterização do meio físico incompleta para definição da adequação do método proposto	1	
	d) Método proposto é incompatível com as características do meio físico	0	
1.5 Sistemas de Revestimento de Proteção de Base e Cobertura			
Análise: Adequado, considerando-se a periculosidade, mas não apresenta estudo de compatibilidade com os resíduos a serem dispostos.			
Sistema de Pontuação	a) Atende às exigências tanto para o sistema de proteção de base quanto para a cobertura	3	2
	b) Atende de forma genérica ao sistema de proteção de base, e sistema de cobertura	2	
	c) Atende parcialmente ao sistema de proteção de base ou cobertura	1	
	d) Não atende ao sistema de proteção de base nem de cobertura	0	
1.6 Sistema de Coleta e Drenagem de Percolado			
Análise: Adequado, com dispositivos de coleta e drenagem de percolados associado a detecção de vazamentos.			
Sistema de Pontuação	a) Atende às exigências técnicas	2	2
	b) Atende parcialmente	1	
	c) Não atende	0	
1.7 Sistema de Coleta de Gás			
Análise: Considerado para o aterro sanitário, com coleta e queima			
Sistema de Pontuação	a) Atende às exigências técnicas	1	1
	b) Não atende	0	
1.8 Destino Final dos Efluentes Líquidos			
Análise: Efluentes líquidos serão tratados em estação de tratamento do próprio local			
Sistema de Pontuação	a) Tratamento no local	2	2
	b) Tratamento fora	1	
	c) Não prevê tratamento	0	
1.9 Elementos Vulneráveis			
Análise: Existe alta vulnerabilidade para as águas superficiais e subsuperficiais, pois os aterros sanitário e industrial Classe II serão implantados em regiões com nascentes de água			
Sistema de Pontuação	a) Elementos vulneráveis devidamente caracterizados através de programa de investigação do meio físico adequado	3	0
	b) Vulnerabilidade de determinado elemento do meio físico de importância relevante	2	
	c) Caracterização parcial da vulnerabilidade dos elementos do meio físico considerando investigações insuficientes	1	
	d) Caracterização incompleta ou desfavorável	0	
1.10 Sistemas de Monitoramento / Atributos a Serem Monitorados			
Análise: O projeto demonstra preocupação com o controle do aterro através de sistemas de monitoramento das águas superficiais, subsuperficiais, ar, ruído e condições meteorológicas.			
Sistema de Pontuação	a) Sistemas de monitoramento propostos adequados ao projeto e à área de implantação do aterro	3	2
	b) Sistemas de monitoramento propostos de maneira muito simplista envolvendo os principais elementos do meio físico, necessitando ser melhor detalhado	2	

	c) Obtenção de dados incompletos não permitindo a proposição adequada dos sistemas de monitoramento	1	
	d) Ausência de sistemas de monitoramento	0	
PONTUAÇÃO	MÁXIMA	22	13
	AVALIAÇÃO DO ATERRO		

FAIXAS DE ANÁLISE

FAIXA DE PONTUAÇÃO	ANÁLISE	RECOMENDAÇÕES
0 - 11 Pontos (50%) 50	INADEQUADA - NÃO APROVAR	Necessário complementar a caracterização dos resíduos, o estudo do meio físico e rever projeto
12 - 18 Pontos (31,81%) 81,81	REGULAR - ACEITÁVEL COM COMPLEMENTAÇÃO	Complementar e detalhar determinado item de projeto, caracterização do meio físico ou dos resíduos
19 - 22 Pontos (18,19%) 100	ADEQUADA - ESTUDOS APROVADOS	Projeto executado com todos os fundamentos técnicos necessários.

Tabela 29. Análise do Meio Físico CAVO

2.1 MATERIAL INCONSOLIDADO (CAVO)			
ITEM	COMENTÁRIO GERAL		Pontos
2.1.1 Espessura Total / Classificação			
Análise: Foi executada vasta campanha de investigações para a caracterização do material inconsolidado. As espessuras do perfil de solo atingiram entre 3,10 e 10,05 m. Presença de solos de aluvião orgânico nas partes mais baixas. Ocorrência de rocha não foi caracterizada em profundidade.			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	2	1
	b) Caracterização parcial	1	
	c) Caracterização insuficiente ou desfavorável	0	
2.1.2 Análise Granulométrica			
Análise: Não foi executado.			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	1	0
	b) Caracterização parcial ou desfavorável	0	
2.1.3 Índices Físicos			
Análise: Não foi executado.			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	1	0
	b) Caracterização parcial ou desfavorável	0	
2.1.4 Consistência e Plasticidade			
Análise: Não foi executado.			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	1	0
	b) Caracterização parcial ou desfavorável	0	
2.1.5 Compactação			
Análise: Não foi executado.			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	1	0
	b) Caracterização parcial ou desfavorável	0	
2.1.6 Condutividade Hidráulica			
Análise: Vários ensaios de infiltração em furos de sondagens foram executados em diversas profundidades, apresentando k da ordem de 10^{-5} e 10^{-6} cm/s			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	2	2
	b) Caracterização parcial	1	
	c) Caracterização insuficiente ou desfavorável	0	
2.1.7 Capacidade de Troca de Cátions (CTC)			
Análise: Não foi executado			

Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	2	0	
	b) Caracterização parcial	1		
	c) Caracterização insuficiente ou desfavorável	0		
2.1.8 Potencial Hidrogeniônico (pH) Análise: Não foi executado.			0	
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	1		
	b) Caracterização parcial ou desfavorável	0		
2.1.9 Outros Ensaios Análise: Não foi executado			0	
Sistema de Pontuação	a) Execução de ensaios adicionais	1		
	b) Nenhum ensaio adicional	0		
2.1.10 Feições Típicas ou de Evento Perigoso Análise: Cadastrados alguns pontos com indícios de erosões			1	
Sistema de Pontuação	a) Ausência ou feições não significativas	1		
	b) Presença de feições / não analisada	0		
2.1.11 Cartas e Mapas Produzidos Análise: Nenhum mapa ou carta foi produzido			0	
Sistema de Pontuação	a) Produção de cartas ou mapas	1		
	b) Nenhuma carta ou mapa foi produzido	0		
PONTUAÇÃO PARCIAL		MÁXIMA	14	4
		AVALIAÇÃO DO ATERRO		

2.2 ROCHA (CAVO)				
ITEM	COMENTÁRIO GERAL	Pontos		
2.2.1 Classificação das Rochas Análise: O mapeamento de superfície possibilitou a divisão da área em 4 unidades geológicas, utilizando-se de lâminas petrográficas para o devido reconhecimento das unidades. Nota-se a ausência de sondagens rotativas para a caracterização em profundidade.				
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa com presença de rochas favoráveis	2	1	
	b) Caracterização parcial, necessitando de complemento	1		
	c) Caracterização insuficiente com presença de rochas desfavoráveis	0		
2.2.2 Estruturas Análise: O mapeamento de superfície caracterizou 2 grandes domínios de xistosidade presentes no local, além do mapeamento geofísico auxiliando no reconhecimento das estruturas de fraturamentos. Xistosidade é favorável na maior parte da área				
Sistema de Pontuação	a) Análise suficiente, com presença de fraturas favoráveis	2	2	
	b) Caracterização parcial, necessitando de complementação	1		
	c) Caracterização insuficiente ou presença de estruturas desfavoráveis	0		
2.2.3 Feições Típicas ou de Evento Perigoso Análise: A ausência de rochas carbonáticas na área do aterro foi confirmada nos mapeamentos e lâminas petrográficas				
Sistema de Pontuação	a) Ausência ou feições não significativas	1	1	
	b) Presença de feições ou estudo não executado	0		
2.2.4 Cartas e Mapas Produzidos Análise: Estudos apresentados em mapas geológicos locais				
Sistema de Pontuação	a) Produção de cartas ou mapas	1	1	
	b) Nenhuma carta ou mapa foi produzido	0		
PONTUAÇÃO PARCIAL		MÁXIMA	6	5
		AVALIAÇÃO DO ATERRO		

2.3 INVESTIGAÇÕES (CAVO)				
ITEM	COMENTÁRIO GERAL		Pontos	
2.3.1 Sondagem de Reconhecimento				
Análise: A programação de sondagens de reconhecimento incluiu 47 sondagens à percussão, 12 a trado, além de pontos de mapeamento superficial. Não foi executada nenhuma sondagem rotativa. Também foi executado mapeamento de superfície com 152 pontos cadastrados.				
Sistema de Pontuação	a) Programação apropriada, com sondagens à percussão, trado, rotativa e investigações complementares em número suficiente, possibilitando a caracterização adequada do solo / rocha	3	2	
	b) Programação parcial, com execução de número reduzido de sondagens para a caracterização adequada do solo / rocha	2		
	c) Programação insuficiente, não permitindo a correta caracterização do solo / rocha	1		
	d) Não foram executadas	0		
2.3.2 Geofísica				
Análise: Investigação executada utilizando-se sondagens elétricas verticais, potencial espontâneo e caminhamento elétrico				
Sistema de Pontuação	a) Emprego de vários métodos de prospecção geofísica, adequados à investigação e resultados favoráveis à implantação do aterro	3	3	
	b) Utilização de um único método para caracterizar o subsolo apresentando dados confiáveis à investigação	2		
	c) Métodos utilizados não adequados à investigação, apresentando resultados não confiáveis	1		
	d) Não foram executadas sondagens geofísicas ou resultados desfavoráveis à implantação do aterro	0		
PONTUAÇÃO PARCIAL		MÁXIMA	6	5
		AVALIAÇÃO DO ATERRO		

2.4 RELEVO (CAVO)			
ITEM	COMENTÁRIO GERAL		Pontos
2.4.1 Levantamento Topográfico			
Análise: O levantamento topográfico executado foi apresentado na escala 1:2.000 com equidistância das curvas de nível de 1 metro. A área do aterro deveria ser apresentada no mínimo na escala 1:500.			
Sistema de Pontuação	a) Apresentação apropriada	1	0
	b) Não recomendável	0	
2.4.2 Formas de Relevo / Declividades			
Análise: O aterro sanitário foi projetado para ocupar a cabeceira e corpo de um córrego, não sendo recomendável.			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	1	0
	b) Caracterização parcial ou desfavorável	0	
2.4.3 Feições Características de Eventos Perigosos			
Análise: Presença de taludes com inclinação superiores a 30%, nascentes e corpos de água na região do aterro, além de solo aluvionar.			
Sistema de Pontuação	a) Ausência de feições	1	0
	b) Presença de feições / não analisado	0	
2.4.4 Cartas e Mapas Produzidos			
Análise: Os estudos foram apresentados em cartas interpretativas			
Sistema de Pontuação	a) Apresentação de mapas ou cartas com características favoráveis ao empreendimento	1	1

	b) Nenhuma carta ou mapa foi produzido ou as características não são favoráveis ao empreendimento	0	
PONTUAÇÃO PARCIAL	MÁXIMA	4	1
	AVALIAÇÃO DO ATERRO		

2.5 RECURSOS HÍDRICOS (CAVO)			
ITEM	COMENTÁRIO GERAL	Pontos	
2.5.1 Águas Superficiais			
Análise: Os estudos apresentam várias situações de lançamento de efluentes nos córregos, que receberá também as águas provenientes das nascentes do aterro.			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	2	1
	b) Caracterização parcial	1	
	c) Caracterização insuficiente ou desfavorável	0	
2.5.2 Análises Químicas das Águas Superficiais			
Análise: Foram analisadas amostras de água coletada nos córregos existentes na área mostrando boa qualidade.			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	2	2
	b) Caracterização parcial	1	
	c) Caracterização insuficiente ou desfavorável	0	
2.5.3 Águas Subsuperficiais			
Análise: Os ensaios geofísicos possibilitaram o modelamento do fluxo das águas subsuperficiais. Várias nascentes ocorrem pela área de ocupação do aterro.			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	2	0
	b) Caracterização parcial	1	
	c) Caracterização insuficiente ou desfavorável	0	
2.5.4 Análise Química das Águas Subsuperficiais			
Análise: Foram analisadas a qualidade das águas coletadas poços de monitoramento instalados no local, apresentando boa qualidade			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	2	2
	b) Caracterização parcial	1	
	b) Caracterização insuficiente ou desfavorável	0	
2.5.5 Cartas e Mapas Produzidos			
Análise: Foi produzido mapa com indicação do fluxo das águas subsuperficiais, além dos pontos de monitoramento para coleta de amostras.			
Sistema de Pontuação	a) Produção de cartas ou mapas	1	1
	b) Nenhuma carta ou mapa foi produzido	0	
PONTUAÇÃO PARCIAL	MÁXIMA	9	6
	AVALIAÇÃO DO ATERRO		

2.6 ASPECTOS CLIMÁTICOS (CAVO)			
ITEM	COMENTÁRIO GERAL	Pontos	
2.6.1 Precipitação			
Análise: Apresentação dos dados integrais de medidas de precipitação mensais e registros diários.			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa ou favorável	1	1
	b) Caracterização parcial ou desfavorável	0	
2.6.2 Evapotranspiração			
Análise: Apresentação juntamente com dados do balanço hídrico			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	1	1
	b) Caracterização parcial ou desfavorável	0	

2.6.3 Umidade Relativa do Ar			0	
Análise: Apresentação de taxas médias anuais e mensais				
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	1		
	b) Caracterização parcial ou desfavorável	0		
2.6.4 Temperatura			1	
Análise: Apresentação de variações mínimas e máximas mensais para período de 10 anos				
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	1		
	b) Caracterização parcial ou desfavorável	0		
2.6.5 Balanço Hídrico			0	
Análise: A área apresenta elevado excedente hídrico				
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	1		
	b) Caracterização parcial ou desfavorável	0		
2.6.6 Direção dos Ventos			1	
Análise: Apresentado dados com as direções principais e velocidades médias				
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	1		
	b) Caracterização parcial ou desfavorável	0		
2.6.7 Qualidade do Ar e Níveis de Ruído			1	
Análise: Qualidade do ar apresentada em de registros gerais e níveis de ruído com medições locais				
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	1		
	b) Caracterização parcial ou desfavorável	0		
PONTUAÇÃO PARCIAL		MÁXIMA	7	5
		AVALIAÇÃO DO ATERRO		
PONTUAÇÃO TOTAL DO MEIO FÍSICO		PONTUAÇÃO PARCIAL MÁXIMA	46	26
		SOMATÓRIO DA AVALIAÇÃO DO ATERRO		

FAIXAS DE ANÁLISE

FAIXA DE PONTUAÇÃO	ANÁLISE	RECOMENDAÇÕES
0 - 23 Pontos (50%) 50	INADEQUADA - NÃO APROVAR	Caracterização do meio físico incompleta ou desfavorável, necessitando de novas campanhas para a caracterização da maioria dos atributos
24 - 37 Pontos (30%) 80	REGULAR - ACEITÁVEL COM COMPLEMENTAÇÃO	Atributos específicos do meio físico devem ser caracterizados com maior detalhe
38 - 46 Pontos (20%) 100	ADEQUADA - ESTUDOS APROVADOS	Atributos do meio físico caracterizados corretamente, através de programação de investigação e análises bem elaboradas, com resultados favoráveis ao empreendimento

Tabela 30. Análise do Meio Biológico CAVO

ÍTEM	COMENTÁRIO GERAL	Pontos
3.1 Vegetação		
Análise: A vegetação foi caracterizada em faixas de domínio, com predomínio de vegetação secundária constituída principalmente por eucaliptos de reflorestamento		
	a) Caracterização completa com análise favorável, sem presença de vegetação primária no local	3
	b) Caracterização completa com presença de vegetação primária ocupando área menor que 25% do local do aterro	2
		3

Sistema de Pontuação	c) Caracterização parcial ou presença de vegetação primária ocupando área entre 25% a 50% do local do aterro	1		
	d) Caracterização insuficiente ou desfavorável com vegetação primária ocupando área superior a 50% do local do aterro	0		
3.2 Fauna				
Análise: Identificação de espécies animais nativas, inclusive espécies ameaçadas de extinção como o gato do mato e mão pelada.				
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa com análise favorável, registrando presença de espécies já adaptadas em área degradada pelo Homem	3	1	
	b) Caracterização completa registrando presença de espécies nativas em mata primária próximo numa faixa de 50 metros da área do aterro	2		
	c) Caracterização parcial ou presença de espécies nativas em mata primária dentro da área do aterro	1		
	d) Caracterização insuficiente ou desfavorável com presença de espécies ameaçadas de extinção em mata primária dentro da área do aterro	0		
3.3 Vulnerabilidades				
Análise: As alternativas adotadas para o empreendimento visam preservar tanto a vegetação quanto as espécies animais. Alguns trechos de mata nativa serão afetados, podendo ocorrer perda de habitat para as espécies animais nativas.				
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa com análise favorável tanto para as espécies vegetais quanto para a fauna	3	1	
	b) Caracterização completa apresentando pequenas modificações na vegetação primária, com perdas insignificantes para a fauna	2		
	c) Caracterização parcial ou modificações significantes na vegetação primária, causando perdas consideráveis à fauna	1		
	d) Caracterização insuficiente ou desfavorável, com modificações de grande extensão na vegetação primária causando perda total à fauna	0		
PONTUAÇÃO		MÁXIMA	9	5
		AVALIAÇÃO DO ATERRO		

FAIXAS DE ANÁLISE

FAIXA DE PONTUAÇÃO	ANÁLISE	RECOMENDAÇÕES
0 - 5 Pontos (55,56%) 55,56	INADEQUADA - NÃO APROVAR	Caracterização insuficiente ou desfavorável, necessitando de complementação
6 - 7 Pontos (22,22%) 77,78	REGULAR - ACEITÁVEL COM COMPLEMENTAÇÃO	Caracterização aceitável, necessitando de detalhamento de algum elemento
8 - 9 Pontos (22,22%) 100	ADEQUADA - ESTUDOS APROVADOS	Caracterização completa e favorável do meio biológico

Tabela 31. Análise do Meio Socio-econômico CAVO

ÍTEM	COMENTÁRIO GERAL	Pontos
4.1 Atividades Socio-econômicas		
Análise: Caracterização detalhada, apresentando dados regionais e locais		
	a) Caracterização regional e local completa com análise favorável	3
	b) Caracterização completa apenas da situação regional ou local, com análise favorável	2
		3

Sistema de Pontuação	c) Caracterização parcial tanto para a situação regional quanto para a local	1	
	d) Caracterização insuficiente ou desfavorável	0	
4.2 Estrutura Ocupacional			
Análise: Caracterização regional e local foram apresentadas			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização regional e local completa com análise favorável	3	3
	b) Caracterização completa apenas da situação regional ou local, com análise favorável	2	
	c) Caracterização parcial tanto para a situação regional quanto para a local	1	
	d) Caracterização insuficiente ou desfavorável	0	
4.3 Economia			
Análise: Caracterização regional e local foram apresentadas.			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização regional e local completa com análise favorável	2	2
	b) Caracterização parcial para situação regional e/ou local	1	
	c) Caracterização insuficiente ou desfavorável	0	
PONTUAÇÃO		MÁXIMA	8
		AVALIAÇÃO DO ATERRO	8

FAIXAS DE ANÁLISE

FAIXA DE PONTUAÇÃO	ANÁLISE	RECOMENDAÇÕES
0 - 4 Pontos (50%) 50	INADEQUADA - NÃO APROVAR	Caracterização insuficiente ou desfavorável, necessitando de complementação
5 - 7 Pontos (37,50%) 87,5	REGULAR - ACEITÁVEL COM COMPLEMENTAÇÃO	Caracterização aceitável, necessitando de detalhamento de algum elemento
8 Pontos (12,50%) 100	ADEQUADA - ESTUDOS APROVADOS	Meio socio-econômico bem caracterizado, com características favoráveis ao empreendimento

Tabela 32. Caracterização dos Resíduos CAVO

ÍTEM	COMENTÁRIO GERAL	Pontos
5.1 Volumes Gerados e Principais Indústrias Geradoras		
Análise: A caracterização apresentada baseou-se em levantamento regional efetuado pela CETESB		
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa com análise favorável através do estudo local das principais indústrias geradoras	3
	b) Caracterização local ou regional baseada em relatórios existentes	2
	c) Caracterização parcial com análise incompleta dos volumes gerados pelas indústrias ou consideração de alguns setores industriais apenas	1
	d) Caracterização insuficiente ou desfavorável	0
5.2 Ensaios de Caracterização dos Resíduos		
Análise: Não foi executado nenhum ensaio para caracterização dos resíduos gerados pelas indústrias. Apenas recomenda alguns ensaios padrão.		
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa determinada por ensaios padrões de solubilização, lixiviação e outros complementares	3
	b) Caracterização determinada por de apenas um ensaio padrão	2
	c) Caracterização parcial sem a execução de ensaios, apenas baseada em informações existentes	1

	d) Caracterização insuficiente ou desfavorável	0	
5.3 Classificação dos Resíduos			
Análise: Os resíduos a serem dispostos no aterro das mais variadas origens são tratados de forma genérica como perigosos Classe I.			
Sistema de Pontuação	a) Classificação completa considerando a origem, quantidades, periculosidade e elementos perigosos	3	1
	b) Classificação parcial, considerando apenas a periculosidade do resíduo e elementos perigosos	2	
	c) Classificação baseada em informações existentes, não sendo comprovadas através de ensaios	1	
	d) Caracterização insuficiente ou desfavorável	0	
PONTUAÇÃO		MÁXIMA	4
		9	
		AVALIAÇÃO DO ATERRO	

FAIXAS DE ANÁLISE

FAIXA DE PONTUAÇÃO	ANÁLISE	RECOMENDAÇÕES
0 - 5 Pontos (55,56 %) 55,56	INADEQUADA - NÃO APROVAR	A caracterização dos resíduos a serem dispostos é insuficiente para a elaboração de um bom projeto
6 - 7 Pontos (22,22%) 77,78	REGULAR - ACEITÁVEL COM COMPLEMENTAÇÃO	A caracterização mais detalhada dos resíduos deverá ser executada antes de sua disposição final
8 - 9 Pontos (22,22%) 100	ADEQUADA - ESTUDOS APROVADOS	Os resíduos foram bem caracterizados, não necessitando de ensaios adicionais, apenas de controle de rotina

Tabela 33. Sistemas de Controle Ambiental CAVO

ÍTEM	COMENTÁRIO GERAL	Pontos
6.1 Efluentes Líquidos		
Análise: Propõem análise dos efluentes da estação de tratamento		
Sistema de Pontuação	a) Adequado	1
	b) Impróprio	0
6.2 Águas Superficiais		
Análise: Pontos de monitoramento das águas nos Córregos I e Tanque Velho, principais receptores dos efluentes do aterro		
Sistema de Pontuação	a) Adequado	1
	b) Impróprio	0
6.3 Águas Subsuperficiais		
Análise: Poços de monitoramento para controle de eventuais modificações.		
Sistema de Pontuação	a) Adequado	1
	b) Impróprio	0
6.4 Material Inconsolidado		
Análise: Recomendações e programas de monitoramento das estabilidades dos taludes e erosões superficiais, faltando o controle geoquímico dos solos		
Sistema de Pontuação	a) Adequado	1
	b) Impróprio	0
6.5 Controle do Ar e Ruídos		
Análise: Monitoramento dos gases gerados no aterro e na queima. Controle dos níveis de ruído gerados na implantação e operação do aterro.		
Sistema de Pontuação	a) Adequado	1
	b) Impróprio	0
6.6 Monitoramento Geotécnico		

Análise: Controle de recalques, movimentações dos maciços.			1
Sistema de Pontuação	a) Adequado	1	
	b) Impróprio	0	
PONTUAÇÃO		MÁXIMA	6
		AVALIAÇÃO DO ATERRO	5

FAIXAS DE ANÁLISE

FAIXA DE PONTUAÇÃO	ANÁLISE	RECOMENDAÇÕES
0 - 3 Pontos (50%) 50	INADEQUADA - NÃO APROVAR	Sistema de controle ambiental insuficiente.
4 - 5 Pontos (33,34%) 83,34	REGULAR - ACEITÁVEL COM COMPLEMENTAÇÃO	O sistema de controle ambiental deve ser melhor detalhado para determinado elemento do meio físico
6 Pontos (16,66%) 100	ADEQUADA - ESTUDOS APROVADOS	Sistema de controle proposto é suficiente para um bom controle do aterro

Tabela 34. Análise de Todos os Itens da Planilha CAVO

COMPONENTE ANALISADO	PONTUAÇÃO MÁXIMA ATRIBUÍDA	PONTUAÇÃO DA ANÁLISE	ATENDIMENTO AO ÍTEM ANALISADO (%)
PROJETO	22	13	59
MEIO FÍSICO	46	26	56,52
MEIO BIOLÓGICO	9	5	55,55
MEIO SOCIOECONÔMICO	8	8	100
RESÍDUOS	9	4	44,44
CONTROLE AMBIENTAL	6	5	83,33
TOTAL	100	61	61

Analisando os dados obtidos dos estudos de impacto ambiental - EIA / relatório de impacto ambiental -RIMA com a aplicação do sistema de pontuação proposto para a avaliação de cada item da planilha conforme apresentado nas Tabelas 28 a 33, conclui-se que:

Análise do Projeto

O critério de projeto utilizado para a implantação do aterro apresentou algumas deficiências. A localização dos aterros não é a mais segura do ponto de vista ambiental. O princípio adotado para a disposição dos resíduos foi o aproveitamento de configurações naturais do terreno. As áreas previstas para implantação dos aterros sanitários para resíduos urbanos e para resíduos industriais classe II ocupam regiões de fundo de vale com presença de várias nascentes de água.

O projeto foi embasado em programas de investigações que apresentaram algumas falhas.

Nota atribuída a este item foi de 13 pontos em 22 possíveis, portanto a análise é considerada “Regular” e os estudos para o projeto devem ser complementados e revisados, principalmente no que se refere à localização do aterro e caracterização dos resíduos para se obter o índice de aprovação.

Meio Físico

Os principais constituintes do meio físico apresentaram os seguintes resultados:

- Material inconsolidado - não foi bem caracterizado, apesar da utilização de extensas campanhas de sondagem de reconhecimento e geofísica. A ausência de ensaios para determinação de parâmetros geotécnico nesta etapa acarretaram na baixa pontuação obtida. Pontuação deste sub-item foi de 4 pontos em 14 possíveis (28,57% de atendimento para esta caracterização);
- Rochas - caracterização embasada em programa de mapeamento superficial, amostragens e lâminas delgadas. A ausência de sondagens rotativas impossibilitou a caracterização das rochas em profundidade. Com relação às estruturas presentes foi executado também um mapeamento estrutural. Pontuação deste sub-item foi de 5 pontos em 6 possíveis (83,33% de atendimento para esta caracterização);
- Investigações - a programação das sondagens de reconhecimento e geofísica foi bem elaborada possibilitando a correta caracterização dos solos / rochas do local. A ausência de sondagens rotativas não permitiu a correta caracterização das rochas em profundidade. Pontuação deste sub-item foi de 5 pontos em 6 possíveis (83,33% de atendimento para esta caracterização);
- Relevo - a caracterização do relevo foi bem executada com apresentação de cartas interpretativas. A escala do levantamento topográfico não é recomendável para a elaboração do projeto de implantação do aterro. A localização dos aterros em áreas com nascentes de água e a presença de taludes com inclinações superiores a 30% são fatores adversos à implantação da obra nos locais propostos. Pontuação deste sub-item 1 ponto em 4 possíveis (25% de atendimento para esta caracterização);
- Recursos Hídricos - a caracterização para as águas superficiais foi boa, identificando-se os recursos superficiais. Os resultados das análises químicas executadas mostram que o local é preservado apresentando boa qualidade das águas. Com relação às águas subsuperficiais, a presença de nascentes na região do aterro é um fator restritivo à instalação do empreendimento, apesar da adoção de todos os sistemas de proteção ambiental. Pontuação deste sub-item 6 pontos em 9 possíveis (66,66% de atendimento para esta caracterização);

- Aspectos Climáticos - Os dados foram apresentados na íntegra, possibilitando uma visualização das condições reais ao longo dos meses, possibilitando uma análise envolvendo todos os condicionantes meteorológicos. Pontuação deste sub-item 5 pontos em 7 possíveis (71,42% de atendimento para esta caracterização).

A nota total atribuída a este item foi de 26 pontos em 46 possíveis, portanto a análise é considerada “Regular” para os estudos do meio físico, devendo ser complementados e revisados principalmente as caracterizações com menores índices de atendimento aos estudos (material consolidado, relevo e recursos hídricos) para obter o índice de aprovação.

Meio Biológico

O meio biológico considerando a vegetação e fauna existentes na área em estudo foi bem caracterizado. Com relação à vegetação a área apresenta predominância de espécies secundárias. Com relação à fauna, foi observado a presença de animais nativos na área, que podem ser prejudicados na implantação do empreendimento com a perda de seus habitats naturais.

Nota atribuída a este item foi de 5 pontos em 9 possíveis, portanto a análise é considerada “Inadequada” pois a presença destes animais nativos, em especial os pertencentes aos grupos em extinção devem ser melhor caracterizados, evitando-se o impacto negativo para estas espécies.

Meio Socio-econômico

A caracterização também foi bem elaborada, envolvendo as atividades socio-econômicas, estrutura ocupacional e economia tanto dos aspectos locais quanto regionais, concluindo-se pela viabilidade do empreendimento frente a estes aspectos.

Nota atribuída a este item foi de 8 pontos em 8 possíveis, portanto a análise específica para esta caracterização é considerada “Adequada”, e os estudos aprovados.

Caracterização dos Resíduos

Os resíduos a serem recebidos pelo aterro foram caracterizados utilizando-se de levantamentos regionais apresentados pela CETESB. Não foram executados estudos específicos junto às indústrias da região do aterro, que serão as principais usuárias deste novo empreendimento.

Nota atribuída a este item foi de 4 pontos em 9 possíveis, portanto a análise é considerada “Inadequada” e os estudos devem ser reprovados ou revisados na totalidade.

Sistemas de Controle Ambiental

O monitoramento ambiental é a principal ferramenta para a verificação do funcionamento dos sistemas de proteção adotados para o aterro. Qualquer falha nestes sistemas deve ser acusada num curto espaço de tempo pelos sistemas de controle ambiental propostos. Os sistemas adotados para este aterro consideram o monitoramento de todos os elementos do meio físico, apenas o monitoramento com relação à contaminação dos solos não foi considerado

Nota atribuída a este item foi de 5 pontos em 6 possíveis, portanto a análise é considerada “Regular”, devendo ser incluído o monitoramento geoquímico dos materiais inconsolidados.

A **Tabela 34** mostra a análise geral para o aterro levando-se em consideração todos os estudos apresentados.

De uma maneira geral a análise da qualidade destes estudos foi “Regular”, pois a pontuação total do aterro chegou a 61 pontos ou seja, 61% das exigências foram atendidas pelos estudos apresentados.

As caracterizações dos principais itens da planilha foram regulares necessitando de complementações ou revisões. Apenas o critério de aproveitamento da área para o aterro sanitário para resíduos urbanos e industrial Classe II apresentam sérias restrições, pois ocupam regiões de vales com presença de nascentes, inclusive um córrego.

Conforme proposta de avaliação apresentada no Capítulo 10, considerando três faixas de pontuação, os estudos poderão ser aprovados, passar por revisões e complementações ou ser reprovados, dentro dos limites de pontuação apresentadas abaixo:

- Análise inadequada - quando a pontuação total do aterro estiver abaixo de 51 pontos, ou seja, atender a uma porcentagem inferior a 51 % dos estudos considerados fundamentais para a correta caracterização de áreas para a disposição de resíduos, tendo como base as características do meio físico, biológico e socio-econômico, associados aos critérios de projeto, programas de monitoramento dos elementos vulneráveis e correta caracterização dos resíduos a serem dispostos no aterro sanitário industrial. Nesta faixa, o aterro não deve ser aprovado, pois a baixa pontuação alcançada é decorrente de falhas nos programas utilizados para a caracterização dos principais componentes do estudo ou das características do local, restritiva à implantação de um aterro sanitário industrial;
- Análise regular - quando a pontuação obtida pela análise estiver entre 51 pontos e 80 pontos, ou seja, atender a uma porcentagem entre 51 % a 80 % dos estudos considerados fundamentais para a correta caracterização de áreas para a disposição de resíduos, tendo

como base as características do meio físico, biológico e socio-econômico, associados aos critérios de projeto, programas de monitoramento dos elementos vulneráveis e correta caracterização dos resíduos a serem dispostos no aterro sanitário industrial. Nesta faixa de pontuação alguns dos componentes dos estudos devem ser melhor detalhados ou deve ocorrer uma revisão dos conceitos utilizados para o projeto do aterro; e

- Análise adequada - quando a pontuação obtida pela análise for superior a 80 pontos, ou seja, atender a uma porcentagem superior a 80 % dos estudos considerados fundamentais para a correta caracterização de áreas para a disposição de resíduos, tendo como base as características do meio físico, biológico e socio-econômico, associados aos critérios de projeto, programas de monitoramento dos elementos vulneráveis e correta caracterização dos resíduos a serem dispostos no aterro sanitário industrial. Atingindo esta faixa de pontuação, os estudos apresentados para a área do aterro deverão ser aprovados, pois a pontuação reflete a utilização de programas de investigação adequados às necessidades dos estudos, associados à correta apresentação das informações e, principalmente, às características favoráveis apresentadas pela área para a implantação de um aterro sanitário industrial.

Pela avaliação final da planilha, considerando-se a pontuação obtida, este estudo de impacto ambiental - EIA / relatório de impacto ambiental - RIMA deveria passar por revisão com relação ao critério de projeto que prioriza a ocupação dos vales para a implantação dos aterros, pois a presença de nascentes por vários pontos nestes locais é um condicionante restritivo à aprovação da área. Vários itens considerados fundamentais, como o meio físico, meio biológico e a caracterização dos resíduos devem ser complementados.

12.3. ANÁLISE DOS RESULTADOS EIA/RIMA BASF

Os resultados das análises estão apresentados nas **Tabelas 35 a 41**, à seguir.

Tabela 35. Análise do Projeto BASF

ÍTEM	COMENTÁRIO GERAL		Pontos
1.1 Vida Útil do Aterro			
Análise: O projeto considera 52 anos de vida útil.			
Sistema de Pontuação	a) Atende às exigências técnicas	1	1
	b) Não atende às exigências técnicas	0	
1.2 Equipe Técnica			
Análise: A empresa de consultoria ambiental é constituída por equipe multidisciplinar.			
Sistema de Pontuação	a) Atende às exigências técnicas	1	1
	b) Não atende	0	
1.3 Resíduos a Serem Aceitos			

Análise: O estudo apresentado especifica as características dos resíduos a serem aceitos no aterro, mas não menciona incompatibilidades ou limitações			2
Sistema de Pontuação	a) Devidamente caracterizado	3	
	b) Caracterização parcial	2	
	c) Caracterização de forma genérica	1	
	d) Não caracterizado	0	
1.4 Projeto Conceitual - Formas de Disposição dos Resíduos / Fases de Implantação Análise: A forma de disposição dos resíduos proposta é em células, num total de 5, cada uma constituindo uma etapa de construção. Topograficamente e geologicamente o local não apresenta a segurança necessária à implantação de um aterro, pois ocupa uma área próxima a planície de inundação do Rio Paraíba do Sul.			0
Sistema de Pontuação	a) Método proposto é adequado às características do meio físico	3	
	b) Método proposto respeita parcialmente as características do meio físico	2	
	c) Caracterização do meio físico incompleta para definição da adequação do método proposto	1	
	d) Método proposto é incompatível com as características do meio físico	0	
1.5 Sistemas de Revestimento de Proteção de Base e Cobertura Análise: Adequado, considerando-se a periculosidade, mas não apresenta estudo de compatibilidade com os resíduos a serem dispostos e não detalha revestimento de cobertura.			2
Sistema de Pontuação	a) Atende às exigências tanto para o sistema de proteção de base quanto para a cobertura	3	
	b) Atende de forma genérica ao sistema de proteção de base, e sistema de cobertura	2	
	c) Atende parcialmente ao sistema de proteção de base ou cobertura	1	
	d) Não atende ao sistema de proteção de base nem de cobertura	0	
1.6 Sistema de Coleta e Drenagem de Percolado Análise: Adequado, está previsto a disposição dos sistemas de drenagem e coleta do percolado para todas as etapas.			2
Sistema de Pontuação	a) Atende às exigências técnicas	2	
	b) Atende parcialmente	1	
	c) Não atende	0	
1.7 Sistema de Coleta de Gás Análise: O projeto não prevê sistemas de coleta de gás nem a geração de gases no aterro.			0
Sistema de Pontuação	a) Atende às exigências técnicas	1	
	b) Não atende	0	
1.8 Destino Final dos Efluentes Líquidos Análise: Efluentes líquidos serão tratados em estação de tratamento do próprio local			2
Sistema de Pontuação	a) Tratamento no local	2	
	b) Tratamento fora	1	
	c) Não prevê tratamento	0	
1.9 Elementos Vulneráveis Análise: O local do aterro ocupa posição próxima a planície de inundação do Rio Paraíba do Sul, sendo altamente vulnerável à construção do empreendimento.			0
Sistema de Pontuação	a) Elementos vulneráveis devidamente caracterizados através de programa de investigação do meio físico adequado	3	
	b) Vulnerabilidade de determinado elemento do meio físico de importância relevante	2	

	c) Caracterização parcial da vulnerabilidade dos elementos do meio físico considerando investigações insuficientes	1	
	d) Caracterização incompleta ou desfavorável	0	
1.10 Sistemas de Monitoramento / Atributos a Serem Monitorados			
Análise: Considera o monitoramento das águas superficiais e subsuperficiais, mas não considera o monitoramento de níveis de ruído, meteorológico, geração de gases e solo.			
Sistema de Pontuação	a) Sistemas de monitoramento propostos adequados ao projeto e à área de implantação do aterro	3	0
	b) Sistemas de monitoramento propostos de maneira muito simplista envolvendo os principais elementos do meio físico, necessitando ser melhor detalhado	2	
	c) Obtenção de dados incompletos não permitindo a proposição adequada dos sistemas de monitoramento	1	
	d) Ausência de sistemas de monitoramento	0	
PONTUAÇÃO		MÁXIMA	22
		AVALIAÇÃO DO ATERRO	10

FAIXAS DE ANÁLISE

FAIXA DE PONTUAÇÃO	ANÁLISE	RECOMENDAÇÕES
0 - 11 Pontos (50%) 50	INADEQUADA - NÃO APROVAR	Necessário complementar a caracterização dos resíduos, o estudo do meio físico e rever projeto
12 - 18 Pontos (31,81%) 81,81	REGULAR - ACEITÁVEL COM COMPLEMENTAÇÃO	Complementar e detalhar determinado item de projeto, caracterização do meio físico ou dos resíduos
19 - 22 Pontos (18,19%) 100	ADEQUADA - ESTUDOS APROVADOS	Projeto executado com todos os fundamentos técnicos necessários.

Tabela 36. Análise do Meio Físico BASF

2.1 MATERIAL INCONSOLIDADO (BASF)			
ITEM	COMENTÁRIO GERAL		Pontos
2.1.1 Espessura Total / Classificação			
Análise: Foram apresentados vários perfis com as camadas de solo determinadas pelas sondagens, mas nenhum boletim de sondagem foi apresentado, apesar do texto mencionar o relatório de sondagem em anexo.			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	2	1
	b) Caracterização parcial	1	
	c) Caracterização insuficiente ou desfavorável	0	
2.1.2 Análise Granulométrica			
Análise: Foram executados ensaios na área do aterro e áreas de empréstimo. Pela granulometria o local é favorável ao empreendimento, mas o material mostrado é uma argila de aluvião com matéria orgânica e ocorrem lentes de areia, sendo portanto desfavorável ao tipo de obra.			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	1	0
	b) Caracterização parcial ou desfavorável	0	
2.1.3 Índices Físicos			
Análise: Foram executados vários ensaios para determinação de alguns índices físicos do solo, mas o relatório de ensaio não foi apresentado, Foram executados vários ensaios			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	1	1
	b) Caracterização parcial ou desfavorável	0	
2.1.4 Consistência e Plasticidade			
Análise: Foram executados vários ensaios, com apresentação apenas dos resultados médios.			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	1	1

	b) Caracterização parcial ou desfavorável	0	
2.1.5 Compactação			
Análise: Foram executados vários ensaios, com apresentação apenas dos resultados médios.			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	1	1
	b) Caracterização parcial ou desfavorável	0	
2.1.6 Condutividade Hidráulica			
Análise: Vários ensaios foram feitos para determinação da condutividade hidráulica, os valores de k variam de 10^{-4} a 10^{-6} cm/s, mas não foi apresentado nenhum ensaio ou relatório do ensaio.			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	2	1
	b) Caracterização parcial	1	
	c) Caracterização insuficiente ou desfavorável	0	
2.1.7 Capacidade de Troca de Cátions (CTC)			
Análise: Nenhum ensaio foi executado			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	2	0
	b) Caracterização parcial	1	
	c) Caracterização insuficiente ou desfavorável	0	
2.1.8 Potencial Hidrogeniônico (pH)			
Análise: Nenhum ensaio foi executado			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	1	0
	b) Caracterização parcial ou desfavorável	0	
2.1.9 Outros Ensaios			
Análise: Foram feitos ensaios de compressão e triaxial em blocos de amostra indeformada.			
Sistema de Pontuação	a) Execução de ensaios adicionais	1	1
	b) Nenhum ensaio adicional	0	
2.1.10 Feições Típicas ou de Evento Perigoso			
Análise: Presença de solo aluvionar, com matéria orgânica.			
Sistema de Pontuação	a) Ausência ou feições não significativas	1	0
	b) Presença de feições / não analisada	0	
2.1.11 Cartas e Mapas Produzidos			
Análise: Nenhum mapa ou carta foi produzido			
Sistema de Pontuação	a) Produção de cartas ou mapas	1	0
	b) Nenhuma carta ou mapa foi produzido	0	
PONTUAÇÃO PARCIAL		MÁXIMA	14
		AVALIAÇÃO DO ATERRO	6

2.2 ROCHA (BASF)			
ITEM	COMENTÁRIO GERAL		Pontos
2.2.1 Classificação das Rochas			
Análise: Não existe afloramento ou ocorrência de rochas na área em estudo, apenas de sedimentos.			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa com presença de rochas favoráveis	2	2
	b) Caracterização parcial, necessitando de complemento	1	
	c) Caracterização insuficiente com presença de rochas desfavoráveis	0	
2.2.2 Estruturas			
Análise: O local apresenta apenas sedimentos.			
Sistema de Pontuação	a) Análise suficiente, com presença de fraturas favoráveis	2	2
	b) Caracterização parcial, necessitando de complementação	1	

	c) Caracterização insuficiente ou presença de estruturas desfavoráveis	0	
2.2.3 Feições Típicas ou de Evento Perigoso			
Análise: Proximidade à planície de inundação do Rio Paraíba do Sul.			
Sistema de Pontuação	a) Ausência ou feições não significativas	1	0
	b) Presença de feições ou estudo não executado	0	
2.2.4 Cartas e Mapas Produzidos			
Análise: Foram apresentados vários perfis geológicos da área.			
Sistema de Pontuação	a) Produção de cartas ou mapas	1	1
	b) Nenhuma carta ou mapa foi produzido	0	
PONTUAÇÃO PARCIAL		MÁXIMA	5
		AVALIAÇÃO DO ATERRO	
2.3 INVESTIGAÇÕES (BASF)			
ÍTEM	COMENTÁRIO GERAL		Pontos
2.3.1 Sondagem de Reconhecimento			
Análise: Foram executadas 11 sondagens à percussão e 27 a trado, nenhum boletim ou relatório de sondagem foi apresentado, embora o relatório de execução das sondagens seja mencionado no texto.			
Sistema de Pontuação	a) Programação apropriada, com sondagens à percussão, trado, rotativa e investigações complementares em número suficiente, possibilitando a caracterização adequada do solo / rocha	3	1
	b) Programação parcial, com execução de número reduzido de sondagens para a caracterização adequada do solo / rocha	2	
	c) Programação insuficiente, não permitindo a correta caracterização do solo / rocha	1	
	d) Não foram executadas	0	
2.3.2 Geofísica			
Análise: Nenhum ensaio foi executado.			
Sistema de Pontuação	a) Emprego de vários métodos de prospecção geofísica, adequados à investigação e resultados favoráveis à implantação do aterro	3	0
	b) Utilização de um único método para caracterizar o subsolo apresentando dados confiáveis à investigação	2	
	c) Métodos utilizados não adequados à investigação, apresentando resultados não confiáveis	1	
	d) Não foram executadas sondagens geofísicas ou resultados desfavoráveis à implantação do aterro	0	
PONTUAÇÃO PARCIAL		MÁXIMA	1
		AVALIAÇÃO DO ATERRO	

2.4 RELEVO (BASF)			
ÍTEM	COMENTÁRIO GERAL		Pontos
2.4.1 Levantamento Topográfico			
Análise: O projeto foi apresentado em escala 1:2.000 com equidistância das curvas de nível a cada 1 metro.			
Sistema de Pontuação	a) Apresentação apropriada	1	0
	b) Não recomendável	0	
2.4.2 Formas de Relevo / Declividades			
Análise: O aterro ocupa área próxima à planície de inundação do Rio Paraíba do Sul, em posição não recomendável.			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	1	0

	b) Caracterização parcial ou desfavorável	0	
2.4.3 Feições Características de Eventos Perigosos			
Análise: Proximidade à planície de inundação do Rio Paraíba do Sul.			
Sistema de Pontuação	a) Ausência de feições	1	0
	b) Presença de feições / não analisado	0	
2.4.4 Cartas e Mapas Produzidos			
Análise: Os estudos foram apresentados em carta interpretativa e perfis.			
Sistema de Pontuação	a) Apresentação de mapas ou cartas com características favoráveis ao empreendimento	1	0
	b) Nenhuma carta ou mapa foi produzido ou as características não são favoráveis ao empreendimento	0	
PONTUAÇÃO PARCIAL		MÁXIMA	0
		AVALIAÇÃO DO ATERRO	

2.5 RECURSOS HÍDRICOS (BASF)			
ÍTEM	COMENTÁRIO GERAL		Pontos
2.5.1 Águas Superficiais			
Análise: A análise apresentada considera o lançamento dos efluentes tratados no Rio Paraíba do Sul, o que já ocorre na área. A proximidade à planície de inundação inviabiliza o empreendimento			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	2	0
	b) Caracterização parcial	1	
	c) Caracterização insuficiente ou desfavorável	0	
2.5.2 Análises Químicas das Águas Superficiais			
Análise: As águas do Rio Paraíba do Sul foram analisadas mostrando boa qualidade			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	2	2
	b) Caracterização parcial	1	
	c) Caracterização insuficiente ou desfavorável	0	
2.5.3 Águas Subsuperficiais			
Análise: O nível do lençol subterrâneo é bem próximo à superfície, variando de 1,30 a 2,00 m.			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	2	0
	b) Caracterização parcial	1	
	c) Caracterização insuficiente ou desfavorável	0	
2.5.4 Análise Química das Águas Subsuperficiais			
Análise: Não foram analisadas.			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	2	0
	b) Caracterização parcial	1	
	b) Caracterização insuficiente ou desfavorável	0	
2.5.5 Cartas e Mapas Produzidos			
Análise: Não foi apresentado.			
Sistema de Pontuação	a) Produção de cartas ou mapas	1	0
	b) Nenhuma carta ou mapa foi produzido	0	
PONTUAÇÃO PARCIAL		MÁXIMA	2
		AVALIAÇÃO DO ATERRO	

2.6 ASPECTOS CLIMÁTICOS (BASf)				
ITEM	COMENTÁRIO GERAL		Pontos	
2.6.1 Precipitação				
Análise: Dados apresentados consideram as médias mensais dos valores de precipitação num período de 14 anos.				
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa ou favorável	1	0	
	b) Caracterização parcial ou desfavorável	0		
2.6.2 Evapotranspiração				
Análise: Foi apresentado as médias mensais num período de 10 anos.				
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	1	0	
	b) Caracterização parcial ou desfavorável	0		
2.6.3 Umidade Relativa do Ar				
Análise: Apresentado apenas a taxa média anual.				
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	1	0	
	b) Caracterização parcial ou desfavorável	0		
2.6.4 Temperatura				
Análise: Apresentado apenas os valores médios dos meses quentes e frios.				
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	1	0	
	b) Caracterização parcial ou desfavorável	0		
2.6.5 Balanço Hídrico				
Análise: Não foi apresentado.				
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	1	0	
	b) Caracterização parcial ou desfavorável	0		
2.6.6 Direção dos Ventos				
Análise: Apresentadas as direções principais e velocidades médias.				
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	1	1	
	b) Caracterização parcial ou desfavorável	0		
2.6.7 Qualidade do Ar e Níveis de Ruído				
Análise: Qualidade do ar classificada como boa, menciona que não ocorrem eventos que justifique o monitoramento contínuo de níveis de ruído por meio de medidas no local.				
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa e favorável	1	1	
	b) Caracterização parcial ou desfavorável	0		
PONTUAÇÃO PARCIAL		MÁXIMA	7	2
		AVALIAÇÃO DO ATERRO		
PONTUAÇÃO TOTAL DO MEIO FÍSICO		PONTUAÇÃO PARCIAL MÁXIMA	46	16
		SOMATÓRIO DA AVALIAÇÃO DO ATERRO		

FAIXAS DE ANÁLISE

FAIXA DE PONTUAÇÃO	ANÁLISE	RECOMENDAÇÕES
0 - 23 Pontos (50%) 50	INADEQUADA - NÃO APROVAR	Caracterização do meio físico incompleta ou desfavorável, necessitando de novas campanhas para a caracterização da maioria dos atributos
24 - 37 Pontos (30%) 80	REGULAR - ACEITÁVEL COM COMPLEMENTAÇÃO	Atributos específicos do meio físico devem ser caracterizados com maior detalhe
38 - 46 Pontos (20%) 100	ADEQUADA - ESTUDOS APROVADOS	Atributos do meio físico caracterizados corretamente, através de programação de investigação e análises bem elaboradas, com resultados favoráveis ao empreendimento

Tabela 37. Análise do Meio Biológico BASF

ÍTEM	COMENTÁRIO GERAL	Pontos	
3.1 Vegetação			
Análise: A vegetação foi caracterizada, sendo que a área encontra-se totalmente degradada.			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa com análise favorável, sem presença de vegetação primária no local	3	
	b) Caracterização completa com presença de vegetação primária ocupando área menor que 25% do local do aterro	2	
	c) Caracterização parcial ou presença de vegetação primária ocupando área entre 25% a 50% do local do aterro	1	
	d) Caracterização insuficiente ou desfavorável com vegetação primária ocupando área superior a 50% do local do aterro	0	
3.2 Fauna			
Análise: Espécies existentes totalmente adaptadas às condições do meio físico.			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa com análise favorável, registrando presença de espécies já adaptadas em área degradada pelo Homem	3	
	b) Caracterização completa registrando presença de espécies nativas em mata primária próximo numa faixa de 50 metros da área do aterro	2	
	c) Caracterização parcial ou presença de espécies nativas em mata primária dentro da área do aterro	1	
	d) Caracterização insuficiente ou desfavorável com presença de espécies ameaçadas de extinção em mata primária dentro da área do aterro	0	
3.3 Vulnerabilidades			
Análise: As alternativas adotadas para o empreendimento visam preservar tanto as espécies da flora quanto a fauna. Alguns trechos de vegetação serão afetados, mas há previsão de reposição destas espécies ao longo da faixa de domínio do aterro.			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa com análise favorável tanto para as espécies vegetais quanto para a fauna	3	
	b) Caracterização completa apresentando pequenas modificações na vegetação primária, com perdas insignificantes para a fauna	2	
	c) Caracterização parcial ou modificações significantes na vegetação primária, causando perdas consideráveis à fauna	1	
	d) Caracterização insuficiente ou desfavorável, com modificações de grande extensão na vegetação primária causando perda total à fauna	0	
PONTUAÇÃO		MÁXIMA	9
		AVALIAÇÃO DO ATERRO	8

FAIXAS DE ANÁLISE

FAIXA DE PONTUAÇÃO	ANÁLISE	RECOMENDAÇÕES
0 - 5 Pontos (55,56%) 55,56	INADEQUADA - NÃO APROVAR	Caracterização insuficiente ou desfavorável, necessitando de complementação
6 - 7 Pontos (22,22%) 77,78	REGULAR - ACEITÁVEL COM COMPLEMENTAÇÃO	Caracterização aceitável, necessitando de detalhamento de algum elemento
8 - 9 Pontos (22,22%) 100	ADEQUADA - ESTUDOS APROVADOS	Caracterização completa e favorável do meio biológico

Tabela 38. Análise do Meio Socio-econômico BASF

ÍTEM	COMENTÁRIO GERAL	Pontos	
4.1 Atividades Socio-econômicas			
Análise: Caracterização foi feita com base em dados regionais.			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização regional e local completa com análise favorável	3	
	b) Caracterização completa apenas da situação regional ou local, com análise favorável	2	
	c) Caracterização parcial tanto para a situação regional quanto para a local	1	
	d) Caracterização insuficiente ou desfavorável	0	
4.2 Estrutura Ocupacional			
Análise: Caracterização da área de influência do aterro.			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização regional e local completa com análise favorável	3	
	b) Caracterização completa apenas da situação regional ou local, com análise favorável	2	
	c) Caracterização parcial tanto para a situação regional quanto para a local	1	
	d) Caracterização insuficiente ou desfavorável	0	
4.3 Economia			
Análise: Caracterização da economia da área de influência e renda per capita da população.			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização regional e local completa com análise favorável	2	
	b) Caracterização parcial para situação regional e/ou local	1	
	c) Caracterização insuficiente ou desfavorável	0	
PONTUAÇÃO		MÁXIMA	8
		AVALIAÇÃO DO ATERRO	6

FAIXAS DE ANÁLISE

FAIXA DE PONTUAÇÃO	ANÁLISE	RECOMENDAÇÕES
0 - 4 Pontos (50%) 50	INADEQUADA - NÃO APROVAR	Caracterização insuficiente ou desfavorável, necessitando de complementação
5 - 7 Pontos (37,50%) 87,5	REGULAR - ACEITÁVEL COM COMPLEMENTAÇÃO	Caracterização aceitável, necessitando de detalhamento de algum elemento
8 Pontos (12,50%) 100	ADEQUADA - ESTUDOS APROVADOS	Meio socio-econômico bem caracterizado, com características favoráveis ao empreendimento

Tabela 39. Caracterização dos Resíduos BASF

ÍTEM	COMENTÁRIO GERAL	Pontos	
5.1 Volumes Gerados e Principais Indústrias Geradoras			
Análise: Devidamente caracterizado			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa com análise favorável através do estudo local das principais indústrias geradoras	3	
	b) Caracterização local ou regional baseada em relatórios existentes	2	
	c) Caracterização parcial com análise incompleta dos volumes gerados pelas indústrias ou consideração de alguns setores industriais apenas	1	
	d) Caracterização insuficiente ou desfavorável	0	
5.2 Ensaio de Caracterização dos Resíduos			
Análise: Os resíduos foram devidamente caracterizados em relatórios entregues a CETESB.			
Sistema de Pontuação	a) Caracterização completa determinada por ensaios padrões de solubilização, lixiviação e outros complementares	3	
	b) Caracterização determinada por apenas um ensaio padrão	2	
	c) Caracterização parcial sem a execução de ensaios, apenas baseada em informações existentes	1	
	d) Caracterização insuficiente ou desfavorável	0	
5.3 Classificação dos Resíduos			
Análise: Os resíduos a serem dispostos no aterro são classificados como Classe II.			
Sistema de Pontuação	a) Classificação completa considerando a origem, quantidades, periculosidade e elementos perigosos	3	
	b) Classificação parcial, considerando apenas a periculosidade do resíduo e elementos perigosos	2	
	c) Classificação baseada em informações existentes, não sendo comprovadas através de ensaios	1	
	d) Caracterização insuficiente ou desfavorável	0	
PONTUAÇÃO		MÁXIMA	9
		AVALIAÇÃO DO ATERRO	9

FAIXAS DE ANÁLISE

FAIXA DE PONTUAÇÃO	ANÁLISE	RECOMENDAÇÕES
0 - 5 Pontos (55,56%) 55,56	INADEQUADA - NÃO APROVAR	A caracterização dos resíduos a serem dispostos é insuficiente para a elaboração de um bom projeto
6 - 7 Pontos (22,22%) 77,78	REGULAR - ACEITÁVEL COM COMPLEMENTAÇÃO	A caracterização mais detalhada dos resíduos deverá ser executada antes de sua disposição final
8 - 9 Pontos (22,22%) 100	ADEQUADA - ESTUDOS APROVADOS	Os resíduos foram bem caracterizados, não necessitando de ensaios adicionais, apenas de controle de rotina

Tabela 40. Sistemas de Controle Ambiental BASF

ITEM	COMENTÁRIO GERAL		Pontos
6.1 Efluentes Líquidos			
Análise: Análise dos efluentes já monitoradas pela CETESB			
Sistema de Pontuação	a) Adequado	1	1
	b) Impróprio	0	
6.2 Águas Superficiais			
Análise: Pontos de monitoramento das águas superficiais no Rio Paraíba do Sul já executado.			
Sistema de Pontuação	a) Adequado	1	1
	b) Impróprio	0	
6.3 Águas Subsuperficiais			
Análise: Poços de monitoramento para controle de eventuais modificações na qualidade das águas subsuperficiais do local.			
Sistema de Pontuação	a) Adequado	1	1
	b) Impróprio	0	
6.4 Material Inconsolidado			
Análise: Não menciona.			
Sistema de Pontuação	a) Adequado	1	0
	b) Impróprio	0	
6.5 Controle do Ar e Ruídos			
Análise: Considera desnecessário			
Sistema de Pontuação	a) Adequado	1	0
	b) Impróprio	0	
6.6 Monitoramento Geotécnico			
Análise: Não menciona.			
Sistema de Pontuação	a) Adequado	1	0
	b) Impróprio	0	
PONTUAÇÃO		MÁXIMA	6
		AVALIAÇÃO DO ATERRO	3

FAIXAS DE ANÁLISE

FAIXA DE PONTUAÇÃO	ANÁLISE	RECOMENDAÇÕES
0 - 3 Pontos (50%) 50	INADEQUADA - NÃO APROVAR	Sistema de controle ambiental insuficiente.
4 - 5 Pontos (33,34%) 83,34	REGULAR - ACEITÁVEL COM COMPLEMENTAÇÃO	O sistema de controle ambiental deve ser melhor detalhado para determinado elemento do meio físico
6 Pontos (16,66%) 100	ADEQUADA - ESTUDOS APROVADOS	Sistema de controle proposto é suficiente para um bom controle do aterro

Tabela 41. Análise de Todos os Itens da Planilha BASF

COMPONENTE ANALISADO	PONTUAÇÃO MÁXIMA ATRIBUÍDA	PONTUAÇÃO DA ANÁLISE	ATENDIMENTO AO ÍTEM ANALISADO (%)
PROJETO	22	10	45,45
MEIO FÍSICO	46	16	34,78
MEIO BIOLÓGICO	9	8	88,88
MEIO SOCIOECONÔMICO	8	6	75,00
RESÍDUOS	9	9	100,00
CONTROLE AMBIENTAL	6	3	50,00
TOTAL	100	52	52

Analisando os dados obtidos dos estudos de impacto ambiental - EIA / relatório de impacto ambiental - RIMA com a aplicação do sistema de pontuação proposto para a avaliação de cada item da planilha conforme apresentado nas Tabelas 35 a 40, conclui-se que:

Análise do Projeto

O critério de projeto apresentou deficiências, principalmente com relação à escolha do local do aterro sanitário industrial, pois ocupa uma área muito próxima à planície de inundação do Rio Paraíba do Sul.

Nota atribuída neste item foi de 10 pontos em 22 possíveis, portanto a análise é considerada “Inadequada” e os estudos devem ser reprovados ou revisados na sua totalidade, principalmente com relação à localização do aterro.

Meio Físico

A caracterização do meio físico apresentou baixa porcentagem de atendimento aos estudos considerados fundamentais para a elaboração de um projeto adequado. Os principais constituintes do meio físico apresentaram os seguintes resultados:

- Material inconsolidado - foi bem caracterizado, inclusive com programa de ensaios complementares para definição dos parâmetros geotécnicos dos materiais inconsolidados. A presença de solo de aluvião e lentes de areia são fatores negativos à implantação do aterro. Pontuação deste sub-item foi de 6 pontos em 14 possíveis (42,85% de atendimento para esta caracterização);
- Rochas - a área não apresenta nenhuma ocorrência de rochas, pois trata-se de um domínio geológico de rochas sedimentares do Grupo Taubaté. A proximidade da área à

planície de inundação do Rio Paraíba do Sul deve ser registrada como feição de evento perigoso. Pontuação deste sub-item foi de 5 pontos em 6 possíveis (83,33% de atendimento para esta caracterização);

- Investigações - a programação de sondagens foi executada nos possíveis locais para implantação do aterro e áreas de empréstimo mas os relatórios não foram apresentados, apenas os perfis interpretativos foram registrados. Pontuação deste sub-item foi de 1 ponto em 6 possíveis (16,66% de atendimento para esta caracterização);
- Relevo - a área prevista para instalação do aterro ocupa região próxima à planície de inundação do Rio Paraíba do Sul, fator altamente negativo ao empreendimento. O levantamento topográfico foi executado na escala 1:2.000 não sendo recomendável para a execução do projeto de implantação. Pontuação deste sub-item 0 ponto em 4 possíveis (0% de atendimento para esta caracterização);
- Recursos Hídricos - com relação às águas superficiais foram registradas as características hidrológicas do Rio Paraíba do Sul com análises das águas mostrando boa qualidade. As águas subsuperficiais estão próximas à superfície e nenhuma análise da qualidade destas águas foram executadas. Pontuação deste sub-item 2 pontos em 9 possíveis (22,22% de atendimento para esta caracterização);
- Aspectos Climáticos - foram apresentadas de valores de precipitação, evapotranspiração, do ar e direção dos ventos de maneira simplificada, registrando médias mensais ou anuais não permitindo uma análise real das condições atmosféricas predominantes no local. Pontuação deste sub-item 2 pontos em 7 possíveis (28,57% de atendimento para esta caracterização).

A nota total atribuída a este item foi de 16 pontos em 46 possíveis, portanto a análise é considerada “Inadequada” e os estudos devem ser reprovados ou revisados na sua totalidade.

Meio Biológico

O meio biológico considerando a vegetação e fauna existentes na área em estudo foi bem caracterizado e não existe nenhum aspecto desfavorável à implantação do aterro, pois a área ocupa região já desmatada e as espécies animais presentes já estão adaptadas a estas condições alteradas do meio físico.

Nota atribuída a este item foi de 8 pontos em 9 possíveis, portanto, a análise específica para esta caracterização é considerada “Adequada” e os estudos aprovados.

Meio Socio-econômico

A caracterização foi bem elaborada, envolvendo as atividades socio-econômicas, estrutura ocupacional e economia tanto dos aspectos locais quanto regionais, concluindo-se pela viabilidade do empreendimento frente a estes aspectos.

Nota atribuída a este item foi de 6 pontos em 8 possíveis, portanto a análise é considerada “Regular” e os estudos devem ser complementados com elementos regionais para o levantamento.

Caracterização dos Resíduos

Por ser um aterro programado para recebimento de resíduos de geração própria a caracterização foi executada pela própria indústria e apresentada em relatórios ao órgão ambiental, sendo estas caracterizações utilizadas para o estudo.

Nota atribuída a este item foi de 9 pontos em 9 possíveis, portanto a análise é considerada “Adequada” e os estudos aprovados.

Sistemas de Controle Ambiental

O monitoramento ambiental é a principal ferramenta para a verificação do funcionamento dos sistemas de proteção adotados para o aterro. Qualquer falha nestes sistemas deve ser acusada num curto espaço de tempo pelos sistemas de controle ambiental propostos. Os sistemas adotados para este aterro consideram soluções básicas, mas que não são eficientes considerando-se a localização em posição desfavorável do aterro, associadas às deficiências apresentadas pela caracterização do meio físico, inviabilizando qualquer programa eficiente de monitoramento.

Nota atribuída a este item foi de 3 pontos em 6 possíveis, portanto a análise é considerada “Inadequada” e os estudos devem ser reprovados ou revisados na sua totalidade.

A **Tabela 41** mostra a análise geral do aterro levando-se em consideração todos os estudos apresentados. De uma maneira geral a análise da qualidade desses foi “Regular”, pois atingiu a pontuação de 52 pontos, ou seja, 52% das exigências foram atendidas.

Conforme proposta de avaliação apresentada no Capítulo 10, considerando três faixas de pontuação, os estudos poderão ser aprovados, passar por revisões e complementações ou ser reprovados, dentro dos limites de pontuação apresentadas abaixo:

- Análise inadequada - quando a pontuação total do aterro estiver abaixo de 51 pontos, ou seja, atender a uma porcentagem inferior a 51 % dos estudos considerados fundamentais para a correta caracterização de áreas para a disposição de resíduos, tendo como base as características do meio físico, biológico e socio-econômico, associados aos critérios de

projeto, programas de monitoramento dos elementos vulneráveis e correta caracterização dos resíduos a serem dispostos no aterro sanitário industrial. Nesta faixa, o aterro não deve ser aprovado, pois a baixa pontuação alcançada é decorrente de falhas nos programas utilizados para a caracterização dos principais componentes do estudo ou das características do local, restritiva à implantação de um aterro sanitário industrial;

- Análise regular - quando a pontuação obtida pela análise estiver entre 51 pontos e 80 pontos, ou seja, atender a uma porcentagem entre 51 % a 80 % dos estudos considerados fundamentais para a correta caracterização de áreas para a disposição de resíduos, tendo como base as características do meio físico, biológico e socio-econômico, associados aos critérios de projeto, programas de monitoramento dos elementos vulneráveis e correta caracterização dos resíduos a serem dispostos no aterro sanitário industrial. Nesta faixa de pontuação alguns dos componentes dos estudos devem ser melhor detalhados ou deve ocorrer uma revisão dos conceitos utilizados para o projeto do aterro; e
- Análise adequada - quando a pontuação obtida pela análise for superior a 80 pontos, ou seja, atender a uma porcentagem superior a 80 % dos estudos considerados fundamentais para a correta caracterização de áreas para a disposição de resíduos, tendo como base as características do meio físico, biológico e socio-econômico, associados aos critérios de projeto, programas de monitoramento dos elementos vulneráveis e correta caracterização dos resíduos a serem dispostos no aterro sanitário industrial. Atingindo esta faixa de pontuação, os estudos apresentados para a área do aterro deverão ser aprovados, pois a pontuação reflete a utilização de programas de investigação adequados às necessidades dos estudos, associados à correta apresentação das informações e, principalmente, às características favoráveis apresentadas pela área para a implantação de um aterro sanitário industrial.

Vários itens considerados fundamentais devem ser complementados como os critérios de projeto, meio físico e sistemas de controle ambiental, pois apresentaram avaliação “Inadequada”, devendo ser totalmente revisados, principalmente no que se refere à ocupação próximo à planície de inundação do rio Paraíba do Sul.

Pela avaliação final da planilha considerando-se a pontuação obtida, este estudo de impacto ambiental -EIA / relatório de impacto ambiental - RIMA não deveria ser aprovado, pois atingiu apenas 52% da pontuação total e a maioria dos itens principais dos estudos não foram atendidos, impossibilitando a elaboração de um projeto adequado. Esta avaliação solicitando revisão ocorreu principalmente em função da localização do aterro em área não recomendável. (planície de inundação do Rio Paraíba do Sul).

13. CONCLUSÕES

Á partir da RESOLUÇÃO CONAMA 001 de 1986, as ferramentas utilizadas para a análise e avaliação de novos empreendimentos ou projetos que causam grandes modificações ao meio físico e representem riscos ao meio ambiente e à saúde pública são os Estudos de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental.

Estes documentos deveriam avaliar as reais condições do meio antes da implantação dos projetos, avaliando as alterações provocadas em todos os setores do meio físico, meio biológico e meio socio-econômico, analisando-se os impactos diretos e indiretos causados, apresentando propostas de medidas mitigadoras aos impactos gerados pelo empreendimento.

A qualidade técnica dos EIA / RIMA, está diretamente relacionada à experiência da equipe técnica, que deve mostrar profundo conhecimento de todos os aspectos envolvidos na implantação do empreendimento. Com relação aos EIA / RIMA para implantação de aterros sanitários ou aterros industriais, a caracterização engloba uma vasta área de conhecimento, havendo necessidade de equipes multidisciplinares para a elaboração de um estudo completo que atenda às exigências dos órgãos públicos ambientais.

Os Estudos de Impacto Ambiental / Relatório de Impacto Ambiental para as atividades de disposição de resíduos têm apresentado muitas falhas. Estes documentos normalmente são muito extensos com repetições de informações, dificultando sua leitura e entendimento.

A Secretaria do Meio Ambiente apresentou uma planilha para avaliação da qualidade dos aterros sanitários em operação. Esta planilha considera o Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos - IQR, em função de pontuação atribuída às análises executadas. Os assuntos abordados por esta planilha não englobam todos os itens necessários para a avaliação da qualidade dos aterros. Esta avaliação deve considerar todos os aspectos, desde a caracterização do meio físico, biológico, socio-econômico e dos resíduos a serem dispostos, possibilitando a correta avaliação dos critérios de projeto adotados e dos sistemas de controle ambiental propostos. Também não permite a avaliação completa de um estudo de viabilidade de áreas para disposição de resíduos como apresentado por um estudo de impacto ambiental

- EIA / relatório de impacto ambiental - RIMA, além de não permitir a proposição de alternativas de projeto ou medidas corretivas exigidas pela fiscalização.

A planilha proposta tem como objetivo uniformizar os critérios de análise dos EIA / RIMA, além de documentar todo o processo de aprovação e solicitação de complementações, tanto na fase de licenciamento ambiental como nas fases de implantação, operação e encerramento das atividades do aterro sanitário industrial.

A aplicação destas planilhas nos três aterros analisados com base nos EIA /RIMA mostrou-se eficiente, juntamente com os critérios adotados para a avaliação destas planilhas com a atribuição de pontuações para análise final da qualidade dos estudos.

A melhor pontuação alcançada foi o EIA/RIMA apresentado pela CAVO, atingindo 61 pontos, ou seja, os estudos apresentados atenderam a 61% das expectativas com relação à análise completa da área. Embora tenha alcançado uma pontuação razoável, pelo critério de análise proposto, os estudos não seriam aprovados. Deveriam passar por uma revisão do critério adotado para o projeto, pois preconiza a ocupação de vales naturais. E os estudos apresentados mostraram a presença de 9 nascentes no local previsto para a implantação do aterro sanitário e aterro sanitário industrial para resíduos Classe II.

Os estudos apresentados para a área da BASF atingiu 52% dos pontos atribuídos. Alguns itens principais da planilha receberam pontuação abaixo de 50%. Esta baixa pontuação reflete a restrição à localização do aterro, programado para ser instalado próximo à planície de inundação do Rio Paraíba do Sul. Pela pontuação obtida o estudo deve ser revisado, admitindo-se a instalação do aterro em outras áreas que apresentem restrições menores quanto às características o meio físico, devendo ser complementado em itens com baixa pontuação.

Os estudos para a área da SASA atingiu a menor pontuação, com apenas 42 % dos pontos atribuídos. O estudo apresenta deficiências em todos os itens principais da caracterização como o projeto, caracterização do meio físico e caracterização dos resíduos a serem dispostos. Este estudo deveria portanto ser reprovado ou passar por revisão completa para atender à correta caracterização do meio.

O preenchimento das planilhas é simples, e direto, com exceção às figuras que foram copiadas em xerox e “scaneadas” para a inclusão nos devidos espaços. A transcrição das informações devem ser resumidas, considerando os principais estudos abordados por cada item.

A análise final da qualidade dos EIA/RIMA utilizando os critérios de atribuição de pontuação para os estudos também mostrou-se favorável, e de fácil aplicação, traduzindo de uma maneira direta e simples o atendimento ou não aos itens analisados.

Com relação às análises realizadas, os 3 estudos de impacto ambiental - EIA / relatório de impacto ambiental - RIMA não deveriam ser aprovados numa primeira abordagem pois os estudos foram incompletos e a qualidade das informações apresentadas não atenderam às expectativas.

Portanto, como conclusão final pode-se afirmar que a aplicação da “Planilha para Avaliação e Gerenciamento Ambiental”elaborada neste trabalho permite uma avaliação criteriosa mostrando a situação precária dos estudos geológico-geotécnicos apresentados nos Estudos de Impacto Ambiental – EIA e Relatórios de Impacto Ambiental – RIMA executados para a seleção e aprovação de áreas para disposição de resíduos sólidos.

Cabe lembrar que a aplicação da planilha foi feita levando-se em consideração os dados apresentados nos volumes dos EIAs e RIMAs apresentados à Secretaria do Meio Ambiente e disponíveis na biblioteca da CETESB.

A utilização da planilha poderia ainda formar um banco de dados para registrar as ocorrências nos aterros em análise desde o princípio dos estudos, possibilitando a fiscalização por qualquer técnico do órgão de fiscalização ambiental, pois as informações ficariam registradas e disponíveis em documento de fácil leitura.

Finalmente, sugere-se que os aterros passem por avaliações periódicas certificando suas instalações e funcionamento. Estas avaliações, inclusive dos registros de monitoramento da qualidade ambiental e possíveis alterações devem ser documentadas e expostas a análises públicas.

14. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAM, D. & KOPF, F. (1998). Application of continuous compaction control (CCC) to waste disposal liners. *Environmental Geotechnics*. v. 1, p. 365-370.
- AMBITERRA TECNOLOGIA DE MEIO AMBIENTE LTDA (1997). *Estudo de Impacto Ambiental – EIA*. 3 volumes.
- AMBITERRA TECNOLOGIA DE MEIO AMBIENTE LTDA (1997). *Relatório de Impacto Ambiental – RIMA*. 3 volumes.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1984). NBR 8418. *Apresentação de projetos de aterros de resíduos industriais perigosos*. Rio de Janeiro. 17 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1985). NBR 8419. *Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos*. Rio de Janeiro. 9 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1987). NBR 10004. *Resíduos sólidos: classificação*. Rio de Janeiro. 63 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1987). NBR 10005. *Lixiviação de resíduos*. Rio de Janeiro. 7 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1987). NBR 10006. *Solubilização de resíduos*. Rio de Janeiro. 2p.

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1987). NBR 10007. *Amostragem de resíduos: procedimento*. Rio de Janeiro. 25p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1987). NBR 10157. *Aterros de resíduos perigosos: critérios para projeto, construção e operação*. Rio de Janeiro. 22p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1989). NBR 10703. *Degradação do solo*. Rio de Janeiro.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. PN 1: 603.06-006. Projeto de Norma: *Aterro de resíduos não perigosos - critérios para projeto, implantação e operação*. 37 p.
- ATTEWELL, P.B. (1995). Waste and waste management: some geotechnical considerations. *Revista da Sociedade Portuguesa de Geotecnia*. n 75, p. 7-38
- BAGCHI, A. (1990). *Design, construction and monitoring of sanitary landfill*. Wiley Interscience. 284 p.
- BENSON, C.H. (1993). Probability distribution for hydraulic conductivity of compacted soil liners. *Journal of Geotechnical Engineering*. v. 119, n. 3, p. 471-486.
- BLAIR, A.H., (1974). *Hydrogeological factors in groundwater pollution. Ground water pollution in Europe*. Water Research Association, England. p. 300-366.
- BOUAZZA, A.; VAN IMPE, W.F. (1998). Liner design for waste disposal. Springer Verlag. *Environmental Geology*, v. 35, n.1, p. 41-54.
- BUCHHOLZ, R.A. (1998). *Principles of environmental management: the greening of business*. 2ed. Prentice Hall Inc. cap.13-14, p. 365-392, 393-411.
- CARVALHO, M.F. & VILAR, °M. (1998). In situ tests in urban waste sanitary landfill. *Environmental Geotechnics*. v. 1, p. 121-126.

- CAMBRIDGE, M. & DALE, S.G. (1993). The use of liners for the containment and control of pollution: a review. In: FELL, R. ; PHILLIPS, T.; GERRARD, C. *Geotechnical menagemente of waste and contamination*. A.A. Balkema, Australia, p.335-342.
- CETESB (1981). P4 - 240. *Apresentação de projeto de aterros industriais*. 1º ed. São Paulo, 19p.
- CONSONI, A.J.; PERES, C.S.; CASTRO, A.P., (1996). Origem e composição do lixo. In: JARDIM, N.S. (ed.) . *Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado*. São Paulo, IPT, cap.2, p.23-34.
- CONSÓRCIO NACIONAL DE ENGENHEIROS CONSULTORES S.A. – CENEC (1998). *Estudo de Impacto Ambiental - EIA*. Centro Tecnológico de Resíduos. 6 volumes.
- CONSÓRCIO NACIONAL DE ENGENHEIROS CONSULTORES S.A. – CENEC (1998). *Relatório de Impacto Ambiental - RIMA*. Centro Tecnológico de Resíduos. 1 volume.
- COTTAS, L.R. (1991a). Condicionantes de um local apropriado para instalação de aterros de resíduos industriais. SIMPÓSIO SOBRE BARRAGENS DE REJEITOS E DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS. Rio de Janeiro. v. 1, p. 243-252.
- COTTAS, L.R. (1991b). Definição de áreas adequadas para instalação de aterros industriais e sanitários em Rio Claro, SP. SIMPÓSIO SOBRE BARRAGENS DE REJEITOS E DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS. Rio de Janeiro. v. 1, p. 253-261.
- CUSTÓDIO, E. & CARRERA, J., (1992). Interferências das águas subterrâneas no meio ambiente. In: 7º CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS. Belo Horizonte.
- DANIEL, D.E., (1993a). Introduction. In: DANIEL, D.E.. *Geotechnical practice for waste disposal*. Chapman & Hall, London, cap.1, p.3-14.
- DANIEL, D.E., (1993b). Landfills and impoundments. In: DANIEL, D.E.. *Geotechnical practice for waste disposal*. Chapman & Hall, London, cap.5, p97-112.

- DANIEL, D.E., (1993c). Clay liners. In: DANIEL, D.E.. *Geotechnical practice for waste disposal*. Chapman & Hall, London, cap.7, p.137-163.
- DORHOFER, G. & SIEBERT, H. (1998). The seards for landfill sites: regirements ans implementation in Lower Saxony, Germany. Springer Verlag. *Environmental Geology*. v.35, n. 1, p.55-65.
- DURDUN, I. & MARUNTEANU, C. (1998). Site selection criteria for the disposal of spent nuclear fuel in Romania. Springer Verlag. *Environmental Geology*.v.35, n. 1, p. 53-59.
- EDIL, T.B.; PARK, J.K.; HEIM, D.P. (1994). Large-size test for transport of organics through clay liners. p.353-374. In: DANIEL, D.E & TRAUTWEIN, S.J. (Eds.). *Hydraulic conductivity and waste contaminant transport in soil. ASTM STP 1142*. Americam Society for Testing and Materials, Philadelphia.
- FREEZE, R.A. & CHERRY, J.A., (1979). *Groundwater*. Prentice-Hall Inc, New Jersey 604p.
- GILPIN, A. (1995). *Environmental impact assessment (EIA): cutting edge for the twenty-first century*. Cambridge University Press. 182p.
- HASAN, S.E. (1995). *Geology and hazardous waste management*. Prentice Hall, Inc, p. 387.
- JESSBERGER, H.L. (1994). Geotechnical aspects of landfill design and *construction*.*Proc. Instn. Civ. Engrs Geotech. Engng*. v. 107, p.99-122.
- KAYABALI, K. & KEZER, H. (1998). Testing the ability of bentonite amended natural zeolite (clinoptinolite) to remove heavy metals from liquid waste. Springer Verlag. *Environmental Geology*. v. 34, n. 2/3, p. 95-102.
- KOERNER, M.R., (1993). Geomembrane liners. In: DANIEL, D.E.. *Geotechnical practice for waste disposal*. Chapman & Hall, London, cap8, p.164-186.
- LANGER, M. (1998). Geoenvironmental aspects of waste disposal. *Environmental Geology*. v.35, n. 1, p. 1-18.

- LEE, J.E.; LEE, K.K. (1998). Assessment of the geological and hydrogeological environment at a site of government - level conflict in Incheon, Korea. Springer Verlag. *Environmental Geology*. v. 35, n. 4, p. 278-286.
- LEITE, J.C., (1995). *Metodologia para elaboração da carta de susceptibilidade à contaminação e poluição das águas subsuperficiais*. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia/ USP. São Carlos, 192p.
- LEITE, J.C. & ZUQUETTE, L.V., (1996). Atributos fundamentais à elaboração da carta de susceptibilidade à contaminação e poluição das águas subsuperficiais. In: 8º CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA. Rio de Janeiro, p.647-657.
- LI, L.Y. & WU, G. (1999). Numerical simulation of transport of four heavy metals in kaolinite clay. *Journal of Environmental Engineering*. v.125, n. 4, p. 37-40.
- LO, I.M.C.; LILJESTRAND, H.M.; DANIEL, D.E. (1994). Hydraulic conductivity and adsorption parameters for pollutant transport through montmorillonite and modified montmorillonite clay liner material. p.422-438. In: DANIEL, D.E & TRAUTWEIN, S.J. (Eds.). *Hydraulic conductivity and waste contaminant transport in soil. ASTM STP 1142*. American Society for Testing and Materials, Philadelphia.
- LOPES, M.G.D.A. & BARROSO, M.C.P. (1995). Aterro sanitário para deposição de cinzas: concepção, instalação e sistema de controle da estangueidade da geomembrana. *Revista da Sociedade Portuguesa de Geotecnia*. n. 74, p.53-59.
- LORETTA, Y.L. & WU, G. (1999). Numerical simulation of transport of four heavy metals in kaolinite clay. *J. Environmental Engineering*. v.125, n. 4, p.314-324.
- MARQUES, A.C.M.; VILAR, O.M.; KAIAMOTO, L.S.A. (1998). Urban solid waste: conception and design of a test fill. *Environmental Geotechnics*. v. 1, p. 127-132.
- MARSILY, G. (1986). *Quantitative hydrogeology groundwater hidrology for engineers*. Academic Press. 435p.

- MATTING, U.; MULDER, E.F.J. (1998). Report on the geo-environmental inquiry project, central and eastern Europe. Springer Verlag. *Environmental Geology*, v. 35, n. 1, p. 37-40.
- McBEAN, E.A.; ROVERS, F.A.; FARQUHAR, G.J. (1995). *Solid waste landfill engineering and design*. Prentice Hall Inc. 521p.
- MEIBNER, H. & WENDLING, S. (1998). Crack formation due to desiccation of mineral liners of landfills. *Environmental Geotechnics*. v. 1, p. 145-150.
- MUNN, R.E. (1975). *Environmental impact assessment: principles and procedures*. SCOPE, UNESCO, Report n. 5.
- O' LEARY, P.R. & CANTER, L. (1986). Land disposal. In: ROBINSON, W.D. *The solid waste handbook: a practical guide*. John Wiley & Sons Inc. cap. 11, p. 259-338.
- OLIVEIRA, S.S.; JORDÃO, C.P.; BRUNE, W., (1992). Retenção de íons Pb^{+2} , Cd^{+2} , CO^{+2} e Zn^{+2} em alumina. *Revista CETESB de Tecnologia - Ambiente*. São Paulo. v.6, nº 1, p.41-44.
- PADMACAL, D.; MAYA, K.; SERALATHAN, P. (1997). Geochemistry of Cu, Co, Ni, Zn, Cd and Cr in the surficial sediments of a tropical estuary, southwest coast on India: a granulometric approach. Springer Verlag. *Environmental Geology*, v. 31, n1/2, p.85-93.
- PAGILLA, K.R. & CANTER, L.W. (1999). Laboratory studies on remediation of chromium-contaminated soils. *Journal of Environmental Engineering*. v.125, n. 3, p. 243-248.
- PEJON, O.J., (1992). *Mapeamento geotécnico regional da folha de Piracicaba - S.P. (escala 1:100.000): estudo de aspectos metodológicos, de caracterização e de apresentação de atributos*. Tese de Doutorado. Escola de Engenharia/USP. São Carlos, 214p.

- PERAZZA, M.C.; BIRRAQUE, M.J.; LINK, V.R.; QUEIROZ, N.H.L. (1985). *Estudo analítico de metodologias de avaliação de impacto ambiental*. São Paulo, CETESB, 12p.
- RIBEIRO-FILHO, M.R.; CURI, N.; SIQUEIRA, J.O.; MOTTA da, P.E.F. (1999). Metais pesados em solos de área de rejeitos de indústria de processamento de zinco. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 23, n.2, p. 453-464.
- ROCCA, A.C.C. ; IACOVONE,A.M.M.B.; BARROTI A.J. (ed.), (1993). *Resíduos sólidos industriais*. CETESB, São Paulo, 233p.
- SCAPOZZA, I. & AMANN, P. (1998). Assessment of a new bottom seeding system for landfill sites made of na asphalt seeding layer on a day groundation layer. *Environmental Geotechnics*. v. 1, p. 307-311.
- SCHRECK, P. (1998). Environmental impact of uncontrolled waste disposal in mining and industrial areas in central germany. Springer Verlag. *Environmental Geology*, v. 35, n. 1, p. 66-72.
- SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE (1998). Inventário estadual de resíduos sólidos urbanos. *Diário Oficial do Estado de São Paulo*. v.108, n. 44.
- SHACKELFORD, C.D., (1993). Contaminat transport. In: DANIEL, D.E.. *Geotechnical practice for waste disposal*. Chapman & Hall, London, cap.3, p.33-65.
- SHARMA, D.H. & LEWIS, S.P. (1994). *Waste containment systems, waste stabilization and landfills: design and evaluation*. John Wilwy & Sons Inc, USA, p.588.
- SORG, T.J. & BENDIXEN, T.W. (1975). Sanitary landfill. In: MANTELL, C.L. *Solid wastes: origen, collection, processing and disposal*. John Wiley & Sons Inc. cap 2, p. 71-113.
- T. ALVES ENGENHARIA AMBIENTAL S/C LTDA (1993). *Estudo de Impacto Ambiental – EIA*.1 volume

- T. ALVES ENGENHARIA AMBIENTAL S/C LTDA (1993). *Relatório de Impacto Ambiental – RIMA*. 1 volume
- T. ALVES ENGENHARIA AMBIENTAL S/C LTDA (1997). *Estudo de Impacto Ambiental – EIA*. 1 volume
- T. ALVES ENGENHARIA AMBIENTAL S/C LTDA (1997). *Relatório de Impacto Ambiental – RIMA*. 1 volume.
- TESTA, S.M. (1994). *Geological aspects of hazardous waste management*. CRF Press Inc, Boca Ranton, Flórida, p. 537.
- TSAI, T.D. & VESILIND, P.A. (1998). A new landfill liner to reduce ground-water contamination from heavy metals. *Journal of Environmental Engineering*. v. 124, n. 11, p. 1061-1065.
- TOMMASI, L.R. (1994). *Estudo de impacto ambiental*. CETESB, São Paulo, 355p.
- WHITTON Jr. F.O.; HIRAI, P.K.; MARTINS, M.P.; MOISE, Z. (1993). *Limitações e intransigências para obtenção de novas áreas para implantação de aterros sanitários - SSO*. Prefeitura do Município de São Paulo. Questão ambiental urbana. Secretaria do verde. São Paulo, p. 256-265.
- WOOD, E.F.; FERRARA, R.A.; GRAY, W.G.; PINDER, G.F., (1984). Decision framework for siting hazardous waste facilities. In: WOOD, E.F.; FERRARA, R.A.; GRAY, W.G.; PINDER, G.F.. *Groundwater contamination from hazardous wastes*. Prentice Hall Inc, New Jersey, cap.6, p.106-120.
- XIAO, S.; MORESOLI, C.; BORCZYK, A.; PENTAURO, P.; KEE, D.D. (1999). Transport of organic contaminants in geomembranes under stress. *Journal of Environmental Engineering*. v. 125, n. 7, p. 647-652.
- YONG, R.N.; MOHAMED, A.M.O.; WARKENTIN, B.P., (1992). *Principles of contaminant transport in soils*. Elsevier Science Publishers, Amsterdam, 327p.

ZUQUETTE, L.V., (1987). *Análise crítica da cartografia geotécnica e proposta metodológica para condições brasileiras*. Tese de Doutorado. Escola de Engenharia/ USP, São Carlos, 657p.

ZUQUETTE, L.V., (1993). *Importância do mapeamento geotécnico no uso e ocupação do meio físico: fundamentos e guia para elaboração*. Tese de Livre Docência. Escola de Engenharia/ USP., São Carlos. 368p.

ZUQUETTE, L.V. & GANDOLFI, N., (1990). Análise da relação entre disposição de rejeitos perigosos (baixa periculosidade) e meio físico geológico receptor - Brasil. *Geolis*, v.4. nº 1-2, p.249-266.

15. ANEXOS

ANEXO I - LISTAGENS PADRÕES PARA CLASSIFICAÇÃO DE PERICULOSIDADE DE RESÍDUOS - LISTAGEM 1 A LISTAGEM 10. FONTE: ABNT - NBR 10004 (1987)

LISTAGEM Nº 1 - Resíduos Perigosos de Fontes Não Específicas

Indústria	Código do Resíduo Perigoso	Resíduo Perigoso	Código de Periculos.
Genérica	F001	Solventes halogenados gastos utilizados em desengraxe: tetracloretileno, tricloroetileno, cloreto de metileno, 1,1,1-tricloroetano, tetracloreto de carbono e fluorocarbonetos clorados, além de lamas provenientes da recuperação destes solventes	Tóxico
	F002	Solventes halogenados gastos: tetracloretileno, cloreto de metileno, tricloroetileno, 1,1,1-tricloroetano, clorobenzeno, 1,1,2-tricloro-1,2,2-trifluoretano, ortodichlorobenzeno, triclorofluormetano e resíduo de fundo da recuperação destes solventes	Tóxico
	F003	Solventes não halogenados gastos: xileno, acetona, acetato de etila, etilbenzeno, éter etílico, metilisobutilcetona, n-butilálcool, ciclohexanona e metanol além de resíduo de fundo de coluna da recuperação destes solventes	Inflamável
	F004	Solventes não halogenados gastos: cresóis e ácido cresílico, nitrobenzeno e resíduo de fundo de coluna da recuperação destes solventes	Tóxico
	F005	Solventes não halogenados gastos: tolueno, metiletilcetona, dissulfeto de carbono, isobutanol, piridina e resíduo de fundo de coluna proveniente da recuperação destes solventes	Inflamável Tóxico
	F006	Lodos de tratamento de águas residuárias provenientes de operações de eletrodeposição, exceto os originários dos seguintes processos: 1- anodização do alumínio com ácido sulfúrico, 2- estanhagem do aço carbono, 3- zincagem do aço carbono, 4- revestimento de alumínio ou zinco-alumínio no aço carbono, 5- operações de limpeza/extração associadas com revestimentos de estanho, zinco e alumínio do aço carbono, e 6- fresagem e estampagem química de alumínio	Tóxico
	F007	Soluções exauridas de banho de tratamento superficial com cianeto proveniente de operações de eletrodeposição (exceto soluções exauridas que contêm cianetos provenientes da eletrodeposição de metais preciosos)	Reativo Tóxico
	F008	Lodos de fundo de tanque de banhos de tratamento superficial provenientes de operações de eletrodeposição onde os cianetos são utilizados no processo (exceto lodos de banho de tratamento superficial com metais preciosos por eletrodeposição)	Reativo Tóxico
	F009	Soluções exauridas de banhos de extração e limpeza provenientes de operações de eletrodeposição onde os cianetos são utilizados no processo (exceto soluções exauridas dos banhos de extração e limpeza da eletrodeposição com metais preciosos)	Reativo Tóxico
	F010	Lodos de banho de têmpera provenientes de banhos de óleo das operações de tratamento térmico de metais dos processos, onde são utilizados cianetos (exceto lodos de banho de têmpera no tratamento térmico de metais preciosos)	Reativo Tóxico
	F011	Soluções de cianeto exauridas provenientes da limpeza do cadinho de banho salino das operações de tratamento térmico de metais (exceto soluções exauridas do tratamento térmico de metais preciosos provenientes da limpeza de cadinhos de banhos salinos)	Reativo Tóxico

F012	Lodos de tratamento de águas residuárias provenientes de banhos de temperatura das operações de tratamento térmico de metais dos processos onde os cianetos são utilizados (exceto lodos de tratamento de águas residuárias provenientes de banhos de temperatura no tratamento térmico de metais preciosos)	Tóxico
F014	Sedimentos de fundo de lagoa de descarga do tratamento de águas residuárias da cianetação das operações de extração de metais de minérios	Tóxico
F015	Soluções exauridas de banhos, que contêm cianeto provenientes das operações de extração de metais de minérios	Reativo Tóxico
F017	Resíduos de lodos de tintas da pintura industrial	Tóxico
F018	Lodos do sistema de tratamento de águas residuárias da pintura industrial	Tóxico
F019	Lodos de tratamento de águas residuárias do revestimento do alumínio por conversão química	Tóxico
F020	Resíduos (exceto águas residuárias e carvão gasto na purificação do ácido clorídrico) da produção ou uso (como reagente) intermediário ou componente de tri ou tetraclorofenol, ou de intermediários usados para produzir seus biocidas derivados exceto os resíduos da produção de hexacloropreno a partir de 2,4,5-triclorofenol	Altamente Tóxico
F021	Resíduos da produção ou uso (como reagente, intermediário ou componente) do pentaclorofenol ou de intermediários usados para produzir seus derivados, exceto águas residuárias e carvão gasto na purificação do ácido clorídrico	Altamente Tóxico
F022	Resíduos do uso (como reagente, intermediário ou componente) do tetra, penta ou hexa clorobenzeno sob condições alcalinas, exceto águas residuárias e carvão gasto na purificação do ácido clorídrico	Altamente Tóxico
F023	Resíduos (exceto águas residuárias e carvão gasto na purificação do ácido clorídrico) da produção de materiais em equipamentos usados previamente para a produção ou uso (como reagente, intermediário ou componente) do tri e tetraclorofenol, exceto resíduos de equipamento usado somente para a produção ou uso de hexacloropreno quando feito a partir de 2,4,5-triclorofenol	Altamente Tóxico
F024	Resíduos da produção de hidrocarbonetos alifáticos clorados que possuam de um a cinco carbonos, utilizando processo de radicais livres catalisados, incluindo, mas não se limitando a resíduos de destilação, fundos de coluna, alcatrões e resíduos da limpeza de reator, exceto os citados na Listagem n.2	Tóxico
F026	Resíduos da produção de materiais em equipamentos usados previamente para o uso (como reagente, intermediário ou componente) de tetra, penta ou hexaclorobenzeno sob condições alcalinas, exceto águas residuárias e carvão gasto na purificação de ácido clorídrico	Altamente Tóxico
F027	Resíduos de formulações não usadas contendo tri, tetra ou pentaclorofenol ou aquelas que contêm compostos derivados destes clorofenóis exceto formulações contendo hexacloropreno sintetizado de 2,4,5-triclorofenol	Altamente Tóxico
F028	Resíduos resultantes da incineração ou tratamento térmico de soluto contaminado com resíduos F020 a F023 e F026 ou F027	Tóxico
F030	Oleo usado incluindo os de uso lubrificante (motores, engrenagens e turbinas), com fluido hidráulico (incluindo aquele usado na transmissão), no trabalho com metais (incluindo para corte, polimento, usinagem, estampagem, resfriamento e cobertura) e óleo usado em isolamento ou na refrigeração que seja contaminado	Tóxico
F100	Fluídos dielétricos a base de bifelinas policloradas.	Tóxico

LISTAGEM Nº 2 - Resíduos Perigosos de Fontes Específicas

Indústria	Código do Resíduo Perigoso	Resíduo Perigoso	Código de Periculosid.
Preservação de madeira	K001	Lodos de sedimentos de fundo do tratamento de águas residuárias de processos de preservação de madeira que utilizam creosoto e/ou pentaclorofenol	Tóxico
Pigmentos inorgânicos	K002	Lodo do tratamento de águas residuárias da produção de pigmentos laranja e amarelo de cromo	Tóxico
	K003	Lodo do tratamento de águas residuárias da produção de pigmento laranja de molibdato	Tóxico
	K004	Lodo de tratamento de águas residuárias da produção de pigmento amarelo de zinco	Tóxico
	K005	Lodo de tratamento de águas residuárias da produção de pigmento verde de cromo	Tóxico
	K006	Lodo de tratamento de águas residuárias da produção de pigmento verde de óxido de cromo (anidro e hidratado)	Tóxico
	K007	Lodo de tratamento de águas residuárias de pigmento azul de ferro	Tóxico
	K008	Resíduos de fornos da produção de pigmento verde de óxido de cromo	Tóxico

Produtos químicos orgânicos	K009	Resíduos de fundo de destilação da produção de acetaldeído a partir do etileno	Tóxico	
	K010	Frações de destilação da produção de acetaldeído a partir de etileno	Tóxico	
	K011	Corrente de fundo proveniente do "stripper" de resíduos líquidos na produção de acrilonitrila	Tóxico	
	K013	Saída de fundo da coluna de acetonitrila da produção de acrilonitrila	Reativo Tóxico	
	K014	Resíduo de fundo da coluna de purificação de acetonitrila da produção de acrilonitrila	Tóxico	
	K015	Resíduo de fundo de coluna de destilação de cloreto de benzila	Tóxico	
	K016	Fração pesada ou resíduos de destilação da produção de tetracloreto de carbono	Tóxico	
	K017	Resíduo de fundo de coluna de purificação na produção de epícloridrina	Tóxico	
	K018	Resíduo de fração pesada de coluna de fracionamento da produção de cloreto de etila	Tóxico	
	K019	Fração pesada de destilação de dicloroetileno da produção desta substância	Tóxico	
	K020	Fração pesada de destilação de cloreto de vinila da produção de monômero de cloreto de vinila	Tóxico	
	K021	Resíduo de catalisador aquoso de antimônio exaurido da produção de fluorometano	Tóxico	
	K022	Resíduos de fundo de destilação com alcatrões da produção de fenol/acetona a partir do cumeno	Tóxico	
	K023	Resíduos leves de destilação da produção de anidrido ftálico a partir do naftaleno	Tóxico	
	K024	Resíduos de fundo de destilação da produção de anidrido ftálico a partir do naftaleno	Tóxico	
	K025	Resíduos de fundo de destilação da produção de nitrobenzeno pela nitração do benzeno	Tóxico	
	K026	Resíduos de fundo de extrator da produção de metiletilpiridinas	Tóxico	
	K027	Resíduos de destilação e centrifugação da produção de tolueno diisocianato	Reativo Tóxico	
	K028	Catalisador exausto do reator de hidrocloração da produção de 1,1,1-tricloroetano	Tóxico	
	K029	Resíduo do extrator a vapor da produção de 1,1,1-tricloroetano	Tóxico	
	K030	Resíduos de fundo de coluna ou fração pesada da produção combinada de tricloroetileno e percloroetileno	Tóxico	
	K083	Fundo de destilação da produção de anilina	Tóxico	
	K085	Fundos de coluna de destilação ou fracionamento da produção de clorobenzenos	Tóxico	
	K093	Resíduos leves de destilação da produção de anidrido ftálico a partir do ortoxileno	Tóxico	
	K094	Resíduos de fundo de destilação de anidrido ftálico a partir do ortoxileno	Tóxico	
	K095	Resíduos de fundo de destilação da produção de 1,1,1-tricloroetano	Tóxico	
	K096	Fundo de coluna de destilação da fração pesada na produção de 1,1,1-tricloroetano	Tóxico	
	K102	Resíduos de processo na extração de anilina durante a sua produção	Tóxico	
	K103	Águas residuárias combinadas geradas na produção de nitrobenzeno/anilina	Tóxico	
	K104	Efluente aquoso da limpeza do reator de produto na produção em bateladas de clorobenzeno	Tóxico	
	K105	Águas de lavagem da produção de clorobenzeno	Tóxico	
	Pesticidas	K031	Subprodutos na forma de sais gerados na produção de MSMA e ácido cacodílico	Tóxico
		K032	Lodo de estação de tratamento de águas residuárias da produção de clordano	Tóxico
K033		Águas residuárias e água do lavador de gases da cloração do ciclopentadieno da produção de clordano	Tóxico	
K034		Resíduos sólidos da filtração de hexaclorociclopentadieno da produção de clordano	Tóxico	
K035		Lodos do tratamento das águas residuárias geradas na produção de creosoto	Tóxico	
K036		Resíduos de fundo do processo de recuperação do tolueno por destilação da produção de dissulfoton	Tóxico	
K037		Lodos do tratamento de águas residuárias da produção de dissulfoton	Tóxico	
K038		Águas residuárias de lavagem e extração da produção de "phorate"	Tóxico	
K039		Resíduos de torta da filtração de ácido dietilfosforoditióico da produção de "phorate"	Tóxico	
K040		Lodo do tratamento de águas residuárias da produção de "phorate"	Tóxico	

	K041	Lodo do tratamento de águas residuárias da produção de toxafeno	Tóxico
	K042	Frações pesadas ou resíduos da destilação do tetraclorobenzeno da produção de 2,4,5-T	Tóxico
	K043	Resíduo de 2,6-diclorofenol da produção de 2,4-D	Tóxico
	K097	Descarga do extrator a vácuo do clorador de clordano feita durante a sua produção	Tóxico
	K098	Águas residuárias do processo, sem tratamento, da produção de toxafeno	Tóxico
	K099	Águas residuárias, sem tratamento, da produção de 2,4-D	Tóxico
Explosivos	K044	Lodos de tratamento de águas residuárias da manufatura e processamento de explosivos	Reativo
	K045	Carvão gasto no tratamento das águas residuárias, que contém explosivos	Reativo
	K046	Lodos de tratamento de águas residuárias da manufatura, formulação e operações de manuseio de compostos iniciadores a base de chumbo	Tóxico
	K047	Água rosa/vermelha das operações de TNT	Reativo
Refinação de petróleo	K048	Sobrenadante de separadores tipo DAF, nas indústrias de refino de petróleo	Tóxico
	K049	Sólidos da emulsão de óleo residual da indústria de refinação de petróleo	Tóxico
	K050	Lodo da limpeza dos tubos dos trocadores de calor da indústria de refinação de petróleo	Tóxico
	K051	Lodos dos separadores de óleo de indústrias de refino de petróleo	Tóxico
	K052	Resíduos que contêm chumbo de fundo de tanque da indústria de refinação de petróleo	Tóxico
Ferro e aço	K061	Lodo ou poeira do sistema de controle de emissão de gases da produção de aço primário em fornos elétricos	Tóxico
	K062	Banho de decapagem exaurido das operações de acabamento de aço	Corrosivo Tóxico
	K090	Lodos ou poeira do sistema de controle de emissões da produção de ferro-cromo-silício	Tóxico
	K091	Lodos ou poeira do sistema de controle de emissões da produção de ferro-cromo	Tóxico
	K092	Lodos ou poeira do sistema de controle de emissões da produção de ferro-manganês	Tóxico
	K209	Poeira do sistema de controle de emissão de gases nos fornos Cubilot na fundição de ferro	Tóxico
Cobre primário	K064	Lodos e lamas do espessamento do "blow down" ácido na produção de cobre primário	Tóxico
Chumbo primário	K065	Sólidos contidos em reservatórios de sistemas de tratamento de emissões de fundição de chumbo primário ou retirados destes reservatórios	Tóxico
Zinco primário	K066	Lodos do tratamento de águas residuárias ou do "blow down" ácido na produção de zinco primário	Tóxico
	K067	Lodos ou lamas calcários de ânodos eletrolíticos da produção de zinco primário	Tóxico
	K068	Resíduo da unidade cádmio (óxido de ferro) na produção de zinco primário	Tóxico
Chumbo secundário	K069	Lodo ou poeira do sistema de controle de emissão de gases da fusão de chumbo secundário	Tóxico
	K100	Solução residual da lavagem ácida do lodo ou poeira do sistema de controle de emissão de gases da fusão de chumbo secundário	Tóxico
Química Inorgânica	K071	Lama da estação de tratamento dos efluentes do processo de produção de cloro em célula de mercúrio	Tóxico
	K073	Resíduos de hidrocarbonetos clorados da etapa de purificação do processo de células de diafragma usando ânodos de grafita na produção do cloro	Tóxico
	K074	Lodos de tratamento de águas residuárias na produção de pigmento de TiO ₂ com minérios que contêm cromo pelo processo de cloretos	Tóxico
	K106	Lodo de tratamento de águas residuárias do processo de células de mercúrio na produção de cloro	Tóxico
Fabricação de tintas	K078	Resíduo de limpeza com solvente na fabricação de tintas	Inflamável/ Tóxico
	K079	Resíduo de limpeza com água ou materiais cáusticos na fabricação de tintas	Tóxico
	K081	Lodos de tratamento de águas residuárias da produção de tintas	Tóxico
	K082	Lodo ou poeira do controle de emissões de gases da produção de tintas	Tóxico
	K086	Lodos e lavagens com solvente, lodos e lavagens alcalinas, ou lodos e lavagens aquosas da limpeza de tubulações e equipamentos usados na formulação de tintas a partir de pigmentos, secantes, sabões e/ou estabilizantes contendo cromo ou chumbo	Tóxico
Produtos	K084	Lodos do tratamento de águas residuárias geradas durante a produção de produtos farmacêuticos veterinários a partir de compostos arsenicais ou organoarsenicais	Tóxico

farmacêuticos e veterinários	K101	Resíduos de fundo da destilação de compostos a base de anilina na obtenção de produtos farmacêuticos veterinários de compostos arsenicais ou organoarsenicais	Tóxico
	K102	Resíduos do uso de carvão ativo para descoloração na produção de produtos veterinários a base de arsênico e organoarsenicais	Tóxico
	K203	Resíduos dos laboratórios de pesquisa de doenças	Patogênico
	K205	Resíduo de carvão ativo utilizado para descoloração na produção de compostos arsenicais ou organoarsenicais	Tóxico
Coqueificação	K060	Lodo calcário que contém amônia do resíduo de fundo das operações de coqueificação	Tóxico
	K087	Lodo de alcatrão do tanque de decantação utilizado no sistema de tratamento de gases de coqueira	Tóxico
	K206	Resíduo de lavagem ácida do benzeno, originário da destilação do alcatrão de coque	Corrosivo/ Tóxico
Alumínio primário	K088	Cátodos exauridos da redução de alumínio primário	Tóxico
	K200	Resíduo do desmonte das cubas de redução na produção de alumínio primário	Tóxico
Hospitais	K201	Resíduos em geral	Patog.
Lab.An.Clinicas	K202	Resíduos oriundos do processamento de análises	Patog.
Inst. Pesquisas	K204	Resíduos dos laboratórios de pesquisas de doenças	Patog.
Re-refino do óleo	K207	Borra ácida originada do re-refino de óleos usados	Corrosivo/ Tóxico
	K208	Borra neutra do re-refino de óleos usados	Tóxico

LISTAGEM N° 3 - Constituintes perigosos - base para relação dos resíduos e produtos das listagens n°s 1 e 2

Código do Resíduo Perigoso	Constituintes perigosos pelos quais o resíduo foi listado
F001	Tetracloroetileno, cloreto de metileno, tricloroetileno, 1,1,1-tricloroetano, tetracloro de carbono, fluorcarbonos clorados
F002	Tetracloroetileno, cloreto de metileno, tricloroetileno, 1,1,1-tricloroetano, clorobenzeno, 1,1,2-tricloro-1,2,2-trifluoretano, ortodichlorobenzeno, triclorofluormetano
F003	N.A.
F004	Cresóis e ácido crisílico, nitrobenzeno
F005	Tolueno, metililcetona, dissulfeto de carbono, piridina, isobutanol
F006	Cádmio, cromo hexavalente, níquel, cianeto (complexo)
F007	Cianeto (saís)
F008	Cianeto (saís)
F009	Cianeto (saís)
F010	Cianeto (saís)
F011	Cianeto (saís)
F012	Cianeto (complexo)
F014	Cianeto (complexo)
F015	Cianeto (saís)
F017	Cádmio, cromo, chumbo, cianeto, tolueno, tetracloroetileno
F018	Cádmio, cromo, chumbo, cianeto, tolueno, tetracloroetileno
F019	Cromo hexavalente, cianeto (complexo)
F020	Tetra e pentacloro dibenzo-p-dioxinas, tetra e pentacloro benzofuranos, tri e tetraclorofenol e ácidos, éteres, amins e outros, saís derivados do clorofenoxi
F021	Penta e hexacloro dibenzo-p-dioxinas, penta e hexacloro dibenzofuranos, pentaclorofenol e seus derivados
F022	Tetra, penta e hexacloro dibenzo-p-dioxinas, tetra, penta e hexacloro dibenzofurano
F023	Tetra e pentacloro dibenzo-p-dioxinas, tetra e pentacloro dibenzofuranos, tri e tetra clorofenóis e ácidos, éteres, amins e outros saís derivados do clorofenoxi
F024	Clorometano, diclorometano, triclorometano, tetracloro de carbono, 1,1-dicloroetano, 1,2-dicloroetano, trans-1,2-dicloroetileno, 1,1-dicloroetileno, 1,1,1-tricloroetano, 1,1,2-tricloroetano, tricloroetileno, 1,1,1,2-tetracloroetano, 1,1,2,2-tetracloroetano, tetracloroetileno, pentacloroetano, tetracloroetileno, pentacloroetano, hexacloroetano, cloreto de alila (3-cloropreno), dicloropropano, dicloropreno, 2-cloro-1,3-butadieno, hexacloro-1,3-butadieno, hexaclorociclopentadieno, hexaclorociclohexano, benzeno, clorobenzeno, dichlorobenzenos, 1,2,1-triclorobenzenos, tetraclorobenzeno, pentaclorobenzeno, hexaclorobenzeno, tolueno e naftaleno
F026	Tetra, penta e hexaclorodibenzo-p-dioxinas, tetra, penta e hexaclorodibenzofuranos
F027	Tetra, penta e hexaclorodibenzo-p-dioxina, tetra, penta e hexaclorodibenzofuranos, tri, tetra e

	pentaclorofenóis e seus ácidos, ésteres, éteres, amins e outros sais derivados do clorofenoxi
F028	Tetra, penta e hexaclorodibenzo-p-dioxinas; tetra, penta e hexaclorodibenzofurano; tri, tetra e pentaclorofenóis e seus ácidos, ésteres, éteres, amins e outros sais derivados do clorofenoxi
F030	Chumbo, arsênio, cádmio, cromo; 1,1,1-tricloroetano, tricloroetano, tetracloroetano (percloroetileno), tolueno, naftaleno
F100	Bifenilas policloradas, triclorobenzeno
K001	Pentaclorofenol, fenol, 2-clorofenol, p-cloro-m-cresol, 2,4-dimetilfenol, 2,4-dinitrofenol, creosoto, criseno, naftaleno, fluoranteno, benzo (b) fluoranteno, benzo (a) pireno, indeno (1,2,3-c,d) pireno, benzo (a) antraceno, dibenzo (a) antraceno, acenaftaleno, triclorofenóis, tetraclorofenóis
K002	Cromo hexavalente, chumbo
K003	Cromo hexavalente, chumbo
K004	Cromo hexavalente
K005	Cromo hexavalente, chumbo
K006	Cromo hexavalente
K007	Cianeto (complexo) cromo hexavalente
K008	Cromo hexavalente
K009	Clorofórmio, formaldeído, cloreto de metileno, cloreto de metila, paraldeído, ácido fórmico
K010	Clorofórmio, formaldeído, cloreto de metileno, cloreto de metila, paraldeído, ácido fórmico, cloroacetaldéido
K011	Acrilonitrila, acetonitrila, ácido cianídrico
K013	Ácido cianídrico, acrilonitrila, acetonitrila
K014	Acetonitrila, acrilamida
K015	Cloreto de benzila, clorobenzeno, tolueno, cloreto de benzilidina
K016	Hexaclorobenzeno, hexaclorobutadieno, tetracloroeto de carbono, hexacloroetano, percloroetileno
K017	Epicloridrina, cloroéteres (bis-(clorometil)-éter e bis-(2-cloroetil)-éter), tricloropropano, dicloropropanóis
K018	1,2-dicloroetano, tricloroetileno, hexaclorobutadieno, hexaclorobenzeno
K019	Dicloroeto de etileno, 1,1,1-tricloroetano, 1,1,2-tricloroetano, tetracloroetanos (1,1,2-tetracloroetano e 1,1,1,2-tetracloroetano), tricloroetileno, tetracloroetileno, tetracloroeto de carbono, clorofórmio, cloreto de vinila, cloreto de vinilideno
K020	Dicloroeto de etileno, 1,1,1-tricloroetano, 1,1,2-tricloroetano, tetracloroetanos (1,1,2-tetracloroetano e 1,1,1,2-tetracloroetano), tricloroetileno, tetracloroetileno, tetracloroeto de carbono, clorofórmio, cloreto de vinila, cloreto de vinilideno
K021	Antimônio, tetracloroeto de carbono, clorofórmio
K022	Fenól, alcatrões (hidrocarbonetos policíclicos aromáticos)
K023	Anidrido ftálico, anidrido maléico
K024	Anidrido ftálico, 1,4-naftoquinona
K025	Metadinitrobenzeno, 2,4-dinitrotolueno
K026	Paraldeído, piridinas, 2-picolina
K027	Tolueno, diisocianato, tolueno-2,4-diamina
K028	1,1,1-tricloroetano, cloreto de vinila
K029	1,2-dicloroetano, 1,1,1-tricloroetano, cloreto de vinila, cloreto de vinilideno, clorofórmio
K030	Hexaclorobenzeno, hexaclorobutadieno, hexacloroetano, 1,1,1,2-tetracloroetano, 1,1,2,2-tetracloroetano, dicloroeto de etileno
K031	Arsênio
K032	Hexaclorociclopentadieno
K033	Hexaclorociclopentadieno
K034	Hexaclorociclopentadieno
K035	Creosoto, criseno, naftaleno, fluoranteno, benzo (b) fluoranteno, benzo (a) pireno, indeno-(1,2,3 c,d)-pireno, benzo (a) antraceno, dibenzo (a) antraceno, acenaftaleno
K036	Tolueno, ésteres de ácidos fosforoditióico e fosforotióico
K037	Tolueno, ésteres de ácidos fosforoditióico e fosforotióico
K038	"Phorate", formaldeído, ésteres de ácidos fosforoditióico e fosforotióico
K039	Ésteres de ácidos fosforoditióico e fosforotióico
K040	"Phorate", formaldeído, ésteres de ácidos fosforoditióico e fosforotióico
K041	Toxafeno
K042	Hexaclorobenzeno, ortodiclorobenzeno
K043	2,4-diclorofenol, 2,6-diclorofenol, 2,4,6-triclorofenol
K044	N.A.
K045	N.A.
K046	Chumbo
K047	N.A.
K048	Cromo hexavalente, chumbo
K049	Cromo hexavalente, chumbo
K050	Cromo hexavalente
K051	Cromo hexavalente, chumbo
K052	Chumbo
K060	Cianeto, naftaleno, compostos fenólicos, arsênio
K061	Cromo hexavalente, chumbo, cádmio
K062	Cromo hexavalente, chumbo

K064	Chumbo, cádmio
K065	Chumbo, cádmio
K066	Chumbo, cádmio
K067	Chumbo, cádmio
K068	Chumbo, cádmio
K069	Cromo hexavalente, chumbo, cádmio
K071	Mercurio
K073	Clorofórmio, tetracloro de carbono, hexacloroetano, tricloroetano, tetracloroetileno, dicloroetileno, 1,1,2,2-tetracloroetano
K074	Cromo
K078	Cromo, chumbo
K079	Chumbo, mercúrio, benzeno, tetracloro de carbono, cloreto de metileno, tetracloroetileno, naftaleno, di-(2-etil-hexilftalato), di-n-butilftalato, tolueno
K081	Cromo, chumbo, mercúrio, níquel, cloreto de metileno, tolueno
K082	Antimônio, cádmio, cromo, chumbo, níquel, prata, cianetos, fenol, mercúrio, pentaclorofenol, cloreto de vinila, 3,3-diclorobenzideno, naftaleno, di-(2-etil-hexilftalato), di-n-butilftalato, benzeno, tolueno, tetracloro de carbono, cloreto de metileno, tricloroetileno
K083	Anilina, nitrobenzeno, difenilamina, fenilenodiamina
K084	Arsênio
K085	Benzeno, monoclorobenzeno, diclorobenzeno, triclorobenzeno, tetraclorobenzeno, pentaclorobenzeno, hexaclorobenzeno, cloreto de benzila
K086	Cromo, chumbo
K087	Fenol, naftaleno
K088	Cianeto (complexo)
K090	Cromo
K091	Cromo, chumbo
K092	Cromo, chumbo
K093	Anidrido ftálico, anidrido maléico
K094	Anidrido ftálico
K095	1,1,2-tricloroetano, 1,1,1,2-tetracloroetano, 1,1,2,2-tetracloroetano
K096	1,2-dicloroetano, 1,1,1-tricloroetano, 1,1,2-tricloroetano
K097	Clordano, heptaclor
K098	Toxafeno
K099	2,4-diclorofenol, 2,4,6-triclorofenol
K100	Cromo hexavalente, chumbo, cádmio
K101	Arsênio
K102	Arsênio
K103	Anilina, nitrobenzeno, difenilamina, fenilenodiamina
K104	Benzeno, monoclorobenzeno, diclorobenzeno, tetraclorobenzeno, pentaclorobenzeno, hexaclorobenzeno, cloreto de benzila
K105	Benzeno, monoclorobenzeno, diclorobenzenos, 2,4,6-triclorofenol
K106	Mercurio
K200	Cianetos (complexos)
K201	Microorganismos patogênicos, toxinas
K202	Microorganismos patogênicos, toxinas
K203	Microorganismos patogênicos, toxinas
K204	Microorganismos patogênicos, toxinas
K205	Arsênio
K206	Benzeno, tolueno, naftaleno, fenol
K207	Chumbo, arsênio, cádmio, cromo, 1,1,1-tricloroetano, tricloroetano, tetracloroetano (percloroetileno), tolueno, naftaleno
K208	Chumbo, arsênio, cádmio, cromo, 1,1,1-tricloroetano, tricloroetano, tetracloroetano (percloroetileno), tolueno, naftaleno
K209	Cromo, chumbo, cádmio

LISTAGEM N° 4 - Substâncias que conferem periculosidade aos resíduos

acetaldeído	acetato de chumbo	acetato de fenilmercúrio	acetato de tálio (I)
2-acetilaminofluoreno	acetil-2-tioureia	3-(α -acetonilbenzil)-4-hidroxicumarina e sais	acetonitrila
ácido arsênico	ácido benzenoarsônico	ácido cianídrico	ácido cresílico
ácido 1-(p-clorobenzoil)-s-metóxi-2-metilindol-3-acético	ácido 2,4-diclorofenoxi-acético (2,4-D)	ácido fluorídrico	ácido 7-oxabicyclo 2,2,1-heptano-2,3-dicarboxílico
ácido selenioso	ácido 2,4,5-triclorofenoxi-acético (2,4,5-T)	ácido 2-(2,4,5-triclorofenoxi)propiónico (2,4,5-TP)	acrilamida
acrilonitrila	acroleína	aflatoxinas	alcatrão de carvão

álcool alílico	álcool 3,4-diidroxi- α -metilamino-metilbenzilico	álcool isobutilico	aldrin
4-aminobifenila	5-(aminometil)-3-isoxazolol	4-aminopiridina	amitrol
anidrido ftálico	anidrido maléico	anilina	antimônio e compostos
aramite	arsênio e compostos	auramina	azaserina
bário e compostos	benzo (c) acridina	benzo (a) antraceno	benzo (b) fluoranteno
benzo (j) fluoranteno	benzo (a) pireno	benzeno	benzenos clorados
benzenotiol	benzoquinona e isômeros	benzidina	benzotricloreto
berílio e compostos	bifenilas policloradas (PCB)	bis-(2-cloroetil)-éter	N, N-bis-(2-cloroetil)-2-naftilamina
bis-(2-cloroetóxi)-metano	bis-(2-cloroisopropil)-éter	bis-(clorometil)-éter	bis-(dimetiltiocarbamil)-dissulfeto
bis-(2-etilexil)-ftalato	brometo de cianogênio	bromoacetona	4-bromofenil fenil-éter
bromometano	brucina	butilbenzenoftalato	2-sec-butil-4,6-dinitro-fenol (DNBP)
cádmio e compostos	carbonato de tálio (I)	carbonila de níquel	chumbo e compostos
chumbo tetraetila	cianeto (sais solúveis e complexos)	cianeto de bário	cianeto de cálcio
cianeto de cobre	cianeto de etila	cianeto de níquel	cianeto de potássio
cianeto de prata	cianeto de prata e potássio	cianeto de sódio	cianeto de zinco
cianogênio	2-ciclohexil-4,6-dinitro-fenol	ciclofosfamida	"citrus red" n.2
clorambucil	clordano (isômeros α γ)	cloreto de acetila	cloreto de benzila
cloreto de cianogênio	cloreto de dimetilcarbamoila	cloreto de o-toluidina	cloreto de tálio (I)
cloreto de vinila	cloreto de vinilideno	cloroacetaldeído	p-cloroanilina
clorobenzeno	clorobenzilato	p-cloro-m-cresol	1-cloro-2,3-epoxibutano
1-(0-clorofenil)-tiouréia	clorofenóis	2-clorofenol	clorofórmio
clorometano	2-cloronaftaleno	cloronaftalenos	3-cloropropionitrila
clorotolueno	α -clorotolueno	creosoto	cresóis
crisênio	cromato de cálcio	cromo e compostos	crotonaldeído
"cycasin"	"daunomycin"	DDD	DDT
DDE	dialato	dibenzo(a,h) acridina	dibenzo(a,j) acridina
dibenzo(a,h) antraceno	7-H-dibenzo(c,g)carbazol	dibenzo(a,e) pireno	dibenzo(a,h) pireno
dibenzo(a,i) pireno	1,2-dibromo-3-cloro-propano	1,2-dibromoetano	dibromoetano
di-n-butilftalato	diclorobenzenos	3,3-diclorobenzidina	1,1-dicloroetano
1,2-dicloroetano	trans-1,2-dicloroetano	dicloroetilenos	1,1-dicloroetileno
diclorofenilarsina	2,4-diclorofenol	2,6-diclorofenol	diclorometano
1,2-dicloropropano	dicloropropanos	dicloropropenos	1,3-dicloropropeno
dieldrin	diepoxibutano	dietilarsina	dietilestilbestrol
dietilftalato	1,2-dietil-hidrazina	0,0-dietil-0-(2-pirazinil) fosforotioato	difenilamina
1,2-difenil-hidrazina	di-hidrossafrol	diisocianato de tolueno (TDI)	diisopropilfluorofosfato (DFP)
p-dimetilaminoazobenzeno	3,3-dimetilbenzidina	7,12-dimetilbenzo(a) antraceno	0,0-dimetil-0-(p-(N,N-dimetilsulfamoil)fenil) tiofosfato
α,α -dimetilfenetilamina	2,4-dimetilfenol	dimetilftalato	1,1-dimetil-hidrazina
1,2-dimetil-hidrazina	3,3-dimetil-(metiltio)-2-butanona-0-(metilamina) carboniloxima	dimetilnitrosoamina	dimetoato
1-((2,5-dimetoxifenil)azo) naftol ("citrus red" n.2)	3,3-dimetoxibenzidina	dinitrobenzenos	4,6-dinitro-0-cresol e sais
2,4-dinitrofenol	2,4-dinitrotolueno	2,6-dinitrotolueno-di-n-octilftalato	1,4-dioxano
dióxido de nitrogênio	di-n-propilnitrosamina	dissulfeto de carbono	dissulfoton
2,4-ditiobiureto	endossulfan	endrin e metabólicos	epicloridrina
éster NN-dimetilbenzeno sulfonamida com éster 0,0-dimetil do ácido fosforotióico	éster 0,0-dietil-s-(2-etiltio) etílico de ácido fosforotióico	éster 0,0-dietil-s-metil do ácido fosforoditióico	éster 0,0-nitrofenil do ácido 0,0-dietilfosfórico
éster metílico do ácido isocianico	ésteres de ácido ftálico	estricnina e sais	éter 2-cloroetilvinílico
éter clorometilmetílico	éteres de cloroalquila	estilcarbamatos ("Uretha")	etilenobisditiocarbamato (EBDC)
etilenoinmina	etilenotiouréia	fenacetina	fenildicloroarsina
fenilenodiamina	N-feniltiouréia	fenol	flúor

flúor carbonos clorados	2-fluoracetamida	fluoranteno	formaldeído
fosfato de chumbo	fosfato de tris-(2,3-dibromopropila)	fosfeto de alumínio	fosfeto de zinco
fosfina	fosforotioato de 0,0,0-trietila	fosgênio	gás-mostarda
glicidilaldeído	halometanos	heptacloro	heptacloroepóxi (isômeros α, β, γ)
hexaclorobenzeno	hexaclorobutadieno	hexaclorocicloexano (todos os isômeros)	hexaclorociclopentadieno
hexacloroetano	hexaclorofeno	1,2,3,4,10,10-hexacloro-1,4,4a,5,8,8a-hexaidro-1,4,58-endo, endodimetanonafaleno	hexacloropropeno
hidrazina	indeno-(1,2,3-c,d)-pireno	iodometano	"iron dextran"
isossafrol	"kepone"	lasiocarpina	melanonitrila
"melphalan"	mercúrio e compostos	metacrilato de metila	metanossulfonato de etila
metanossulfonato de metila	metapirileno	"methomil"	"methoxiclór"
2-metilactonitrila	2-metilaziridina	3-metilcolantreno	4,4-metileno-bis-(2-cloro-anilina)
metiletilcetona	metil-hidrazina	2-metil-2-(metiltio)-propionaldeído-carbonil) oxima	N-metil-N'-nitro-nitrosoguanidina
"metilparathion"	metiltiouracila	mitomicina C	mostarda de uracila
mostarda nitrogenada e seus cloretos	naftaleno	1-naftilamina	2-naftilamina
1-naftil-2-tiouréia	1,4-naftoquinona	nicotina e sais	níquel e compostos
nitrate de tálio (I)	p-nitroanilina	nitrobenzeno	4-nitrofenol
nitroglicerina	nitrosaminas	N-nitrosodi-N-butilamina	N-nitrosodietanolamina
N-nitrosodietilamina	N-nitrosodifenilamina	N-nitrosodimetilamina	N-nitrosodi-N-propilamina
N-nitroso-N-etiluréia	N-nitrosometiletilamina	N-nitroso-N-metiluréia	N-nitroso-N-metiluretano
N-nitrosometilvinilamina	N-nitrosomorfolina	N-nitrosornicotina	N-nitrosopiperidina
N-nitrosopirrolidina	N-nitrosossarcosina	5-nitro-o-toluidina	octametilpirofosforamida
óxido de etileno	N-óxido de mostarda nitrogenada e seus cloretos	óxido de tálio	óxido nítrico
1-oxi-4-nitroquinolina	"parathion"	pentaclorobenzeno	pentacloroetano
pentaclorofenol	pentacloronitrobenzeno (PCNB)	pentóxido de arsênio	pentóxido de vanádio (pó)
peróxido de 2-butanona	peróxido de nitrogênio	2-picolina	piridina
prata e compostos	pronamida	1,3-propanossulfona	propiltio uracila
2-propin-1-01	propionitrila	reserpina	resorcinol
sacarina	safrol	selênio e compostos	selenito de tálio
selenouréia	streptozotocin	subacetato de chumbo	sulfato de tálio (I)
sulfato dimetilico	sulfeto de estrôncio	sulfeto de hidrogênio	sulfeto de selênio
sulfeto de tris-(1-aziridinil)-fosfina	tálio e compostos	1,2,4,5-tetraclorobenzeno	2,3,7,8-tetraclorodibenzo-p-dioxina (TCDD)
tetracloroetanos	1,1,1,2-tetracloroetano	1,1,2,2-tetracloroetano	tetracloroetano (tetracloro-etileno)
2,3,4,6-tetraclorofenol	tetraclorometano	tetraetilditiopirofosfato	tetraetilpirofosfato
tetrafosfato de hexaetila	tetróxido de nitrogênio	tetróxido de ósmio	"thiuran"
tioacetamida	tiossemicarbazida	tiouréia	tolueno
toluenodiamina	toxafenotribromometano	1,2,4-triclorobenzeno	1,1,1-tricloroetano
1,1,2-tricloroetano	tricloroetano (tricloroetileno)	2,4,5-triclorofenol	2,4,6-triclorofenol
triclorometanotiol	tricloropropanos	1,2,3-tricloropropano	trinitrobenzeno
trióxido de arsênio	"trypan blue"	uretano	vanadato de amônio

Nota: I - Inflamável

LISTAGEM N° 5 - Substâncias agudamente tóxicas

Código da Substância	Substância Agudamente Tóxica
P092	Acetato de fenilmercúrio
P092	Acetato de o-fenilmercúrio
P002	1-Acetil-2-tiouréia
P001	3-(α -Acetonilbenzil)-4-hidroxycumarina e seus sais

P010	Acido arsênico
P103	Acido carbamido selenóico
P088	Acido 2,3-dicarboxílico-7-oxabicyclo (2,2,1) heptano
P063	Acido cianídrico
P003	Acroleína
P005	Alcool alílico
P102	Alcool propargílico
P070	Aldicarb
P004	Aldrin
P007	5-(Aminometil)-3-isoxazolol
P007	5-(Aminometil)-3-(2H)-isoxazolona
P008	4-a-Aminopiridina
P105	Azida de sódio
P054	Aziridina
P014	Benzenotiol
P015	Berílio (pó)
P022	Bissulfeto de carbono
P017	1-Bromo-2-propanona
P017	Bromoacetona
P018	Brucina
P073	Carbonila de níquel
P110	Chumbo tetraetila
P013	Cianeto de bário
P021	Cianeto de cálcio
P029	Cianeto de cobre
P101	Cianeto de etila
P063	Cianeto de hidrogênio
P074	Cianeto de níquel
P074	Cianeto de níquel ^{II}
P098	Cianeto de potássio
P104	Cianeto de prata
P099	Cianeto de prata e potássio
P106	Cianeto de sódio
P121	Cianeto de zinco
P031	Cianogênio
P034	2-Ciclohexil-4,6-dinitrofenol
P028	Cloreto de benzila
P095	Cloreto de carbonila
P033	Cloreto de cianogênio
P024	4-Clorobenzenamina
P023	Cloroacetaldeído
P024	p-Cloroanilina
P033	Clorocianeto
P026	2-Clorofenil tiouréia
P026	1-(o-Clorofenil) tiouréia
P028	Clorometilbenzeno
P027	3-Cloropropanonitrila
P049	Diamida tioimidodicarbônico
P036	Diclorofenilarsina
P037	Dieldrin
P038	Dietilarsina
P039	0,0-Dietil S [2-(etil tio) etil] fosforoditioato
P040	0,0-Dietil-0-pirazinil fosforotioato
P043	Diisopropil fluorofosfato
P046	1,1-Dimetil, 2-feniletanamina
P046	α,α -Dimetilfenacetilamina
P071	0,0-Dimetil 0-nitrofenil fosforotioato
P045	3,3-Dimetil-1-(tiometil)-2-butanona 0-[(metilamina) carbonil] oxima
P082	Dimetilnitrosamina
P044	Dimetoato
P018	2,3-Dimetóxiestricnidina-10-ona
P034	4,6-Dinitro-o-ciclohexilfenol
P047	4,6-Dinitro-o-cresol e seus sais
P047	2,4-Dinitro-6-metilfenol
P020	2,4-Dinitro-6-(metilpropil) fenol
P048	2,4-Dinitrofenol
P020	Dinoseb

P078	Dióxido de nitrogênio
P022	Dissulfeto de carbono
P039	Dissulfoton
P049	2,4-Diotiobiureto
P050	Endossulfan
P088	"Endothal"
P051	Endrin
P042	Epinefrina
P089	Ester 0,0-dietil-0-(p-nitrofenil) do ácido fosforotióico
P041	Ester dietil-p-nitrofenílico do ácido fosfórico
P040	Ester 0,0-dietil-0-pirazinil do ácido fosforotióico
P097	Ester 0,0-dimetil-0-[p-((dimetilamino)-sufonil) fenil] do ácido fosforotióico
P044	Ester 0,0-dimetil-S-[2-(metilamino)-2-oxoetil] do ácido fosforoditióico
P067	Ester hexaetílico do ácido tetrafosfórico
P043	Ester-Bis-(1-metiletil) do ácido fosforofluorídrico
P064	Ester metílico do ácido isocianico
P066	Ester metílico do ácido N-(metilcarbamoil) (óxi) tioacetamídico
P109	Ester tetraetílico do ácido ditiopirofosfórico
P111	Ester tetraetílico do ácido pirofosfórico
P094	Éstermetil 0,0-dietil S-(tioetil) do ácido fosforotióico
P108	Estricnidina-10-ona e sais
P108	Estricina e sais
P016	Eter-Bis-clorometílico
P054	Etilenimina
P097	"Famphur"
P036	Fenildicloroarsina
P093	Feniltiouréia
P093	N-Feniltiouréia
P056	Flúor
P057	Fluoroacetamida
P057	2-Fluoroacetamida
P041	Fosfato de dietil-p-nitrofenil
P006	Fosfeto de alumínio
P096	Fosfeto de hidrogênio
P122	Fosfeto de zinco (R,T)
P096	Fosfina
P096	Fosgênio
P055	Fulminato de mercúrio
P059	Heptacloro
P059	1,4,5,6,7,8,8-Heptacloro-3a,4,7,7a-tetrahidro-4,7-metano, 1H-indeno
P051	1,2,3,4,10,10 -Hexacloro- 6,7-epoxi -1,4,4a,5,6,7,8,8a -octahidro -endo, endo -1,4,5,8-dimetanonaftaleno (Endrin)
P037	1,2,3,4,10,10- Hexacloro -6,7- epóxi -1,4,4a,5,6,7,8,8a- octahidro -endo -exo -1,4,5,8- dimetanonaftaleno (Dieldrin)
P060	1,2,3,4,10,10- Hexacloro- 1,4,4a,5,8,8a- hexahidro -1,4,5,8-endo- endo- dimetanonaftaleno
P064	1,2,3,4,10,10- Hexacloro- 1,4,4a,5,8,8a- hexahidro -1,4,5,8-endo- exo- dimetanonaftaleno (éster metílico do ácido isocianico)
P060	Hexaclorohexahidro-exo-exo-dimetanonaftaleno
P116	Hidrazinacarbotoioamida
P042	4-[1-Hidróxi-2-(metil-amino)-etil]-1,2-benzenodiol
P069	2-Hidróxi-2-metil-propanonitrila
P064	Isocianato de metila
P069	2-Metil-lactonitrila
P084	N-Metil-N-nitroso etenamina
P070	0-[(Metilamino)-carbonil]-oxima-2-metil-2-(metiltio) propanal
P067	2-Metilaziridina
P068	Metilhidrazina
P071	Metilparation
P075	(S)-3-(1-Metil-2-pirrolidina) piridina e sais
P066	Metomil
P072	1-Naftaleniltiouréia
P072	α-Naftiltiouréia
P075	Nicotina e sais
P077	p-Nitroanilina
P077	4-Nitro-benzenamina
P081	Nitroglicerina (R)
P082	N-Nitrosodimetilamina

P084	N-Nitrosometilvinilamina
P123	Octaclorocanfeno
P085	Octametildifosfonamida
P085	Octametilpirofosforoamida
P016	Oxibisclorometano
P012	Oxido de arsênio ^{III}
P011	Oxido de arsênio ^V
P076	Oxido de nitrogênio ^{II}
P078	Oxido de nitrogênio ^{IV}
P087	Oxido de ósmio
P113	Oxido de tálio ^{III}
P120	Oxido de vanádio
P076	Oxido nítrico
P113	Oxido tálico
P089	Paration
P011	Pentóxido de arsênio
P120	Pentóxido de vanádio
P079	Peróxido de nitrogênio
P094	"Phorate"
P009	Picrato de amônio (R)
P008	4-Piridilamina
P101	Propanonitrila
P005	2-Propen-1-ol
P003	2-Propenal
P067	1,2-Propilenoimina
P102	2-Propin-1-ol
P119	Sais amoniacais do ácido vanádico
P009	Sal amoniacal de 2,4,6-dinitrofenol (R)
P115	Sal de tálio ^I do ácido sulfúrico
P065	Sal mercúrio do ácido fulmínico
P058	Sal sódico do ácido fluoracético
P114	Selenito de tálio ^I
P103	Selenouréia
P115	Sulfato de tálio ^I
P050	Sulfeto cíclico de 5-norboneno-2-3-dimetanol-1,4,5,6,7-hexacloroendossulfato
P107	Sulfeto de estrôncio
P073	Tetracarbonila de níquel
P110	Tetraetila de chumbo
P109	Tetraetilditiopirofosfato
P111	Tetraetilpirofosfato
P062	Tetrafosfato de hexaetila
P112	Tetranitrometano (R)
P080	Tetróxido de nitrogênio
P087	Tetróxido de ósmio
P046	"Thiotanox"
P014	Tiofenol
P116	Tiossemicarbazida
P002	N-(Tioxometilamina) acetamida
P123	Toxafeno
P118	Triclorometanotiol
P181	Trinitrato de 1,2,3-propanotiol (R)
P012	Trióxido de arsênio
P119	Vanadato de amônio
P001	"Warfarin"

Nota: T - Tóxico

R - Reativo

LISTAGEM N° 6 - Substâncias tóxicas

Código da Substância	Substância Tóxica
U001	Acetaldeído (I)
U144	Acetato de chumbo
U112	Acetato de etila (I)
U214	Acetato de tálio (I)

U059	(8S-cis)-8-Acetil-10-[β-amino-2,3,6-trideóxi-α-L-oxil hexopiranosil oxil]- 7,8,9,10-tetrahydro-6,8,11-trihidróxi-1-metóxi-5,12-naftacenediona
U005	2-Acetilaminofluoreno
U004	Acetofenona
U002	Acetona (I)
U003	Acetonitrila (I, T)
U008	Acido acrílico (I)
U136	Acido cacodílico
U052	Acido cresílico
U114	Acido 1,2-etanodibiscarbamoditióico
U134	Acido fluorídrico (C,T)
U123	Acido fórmico (C,T)
U123	Acido metanóico (C,T)
U008	2-Acido propenóico (I)
U204	Acido selenioso
U232	Acido 2,4,5-triclorofenoxiacético
U233	Acido 2-(2,4,5-triclorofenoxipropiónico)
U007	Acrilamida
U113	Acrilato de etila (I)
U009	Acrilonitrila
U150	Alanina L-fenil 3-[p-Bis(2-cloroetil)aminol]
U031	Alcool n-butílico (I)
U140	Alcool isobutílico(I,T)
U154	Alcool metílico (I)
U203	4-Alil-1,2-metilenodioxibenzeno
U011	Amitrol
U190	Anidrido de ácido 1,2-benzenodicarboxílico
U190	Anidrido ftálico
U147	Anidrido maléico
U012	Anilina (I,T)
U014	Auramina
U015	"Azaserine"
U010	"Azirino"-(2',3'=3,4)-pirol (1,2-a)- indol- 4,7- diona, 6- amino- 8- [[[aminocarbonil)- oxil]-metil]-1,1a,2,8,8a,8b-hexahidro-8a-metóxi-5-metilcarbamato (éster)
U016	Benz (c) acridina
U018	1,2-Benzantraceno
U019	Benzeno (I,T)
U012	Benzenoamina (I,T)
U201	1,3-Benzenodiol
U021	Benzidina
U018	Benzo (a) antraceno
U120	Benzo (j,k) fluoreno
U022	Benzo (a) pireno
U016	3,4-Benzoacridina
U050	1,2-Benzofenantreno
U022	3,4-Benzopireno
U197	p-Benzoquinona
U023	Benzotricloreto (C,R,T)
U021	1,1'-Bifenil-4,4'-diamina
U085	"2,2'-Bioxirane"(I,T)
U246	Brometo de cianogênio
U029	Brometo de metila
U068	Brometo de metileno
U030	1-Bromo-4-fenoxibenzeno
U030	4-Bromofenil-feniléter
U225	Bromofórmio
U029	Bromometano
U031	1-Butanol (I)
U159	2-Butanona (I,T)
U053	2-Butenal
U172	N-Butil-N-nitroso 1-butanoamina
U215	Carbonato de tálio (I)
U026	"Chlornaphazine"
U246	Cianeto de bromo
U142	2H-Ciclobuta (c,d) pentalen-2-ona-decacloroctahidro-1,3,4-meteno
U197	1,4-Ciclohexadienodiona
U056	Ciclohexano (I)

U057	Ciclohexanona (I)
U058	Ciclofosfamida
U034	Cloral
U035	Clorambucil
U036	Clordano
U006	Cloreto de acetila (C,R,T)
U020	Cloreto de ácido benzenossulfônico (C,R)
U017	Coreto de benzal
U020	Cloreto de benzenossulfonila (C,R)
U097	Cloreto de dimetilcarbamóila
U006	Cloreto de etanoila (C,R,T)
U045	Cloreto de metila (I,T)
U080	Cloreto de metileno
U216	Cloreto de tálio (I)
U043	Cloreto de vinila
U037	Clorobenzeno
U245	1-(p-Clorobenzoil)-5-metóxi-2-metilindol-3-ácido acético
U156	Clorocarbonato de metila (I,T)
U039	4-Cloro-m-cresol
U041	1-Cloro-2,3-epoxipropano
U043	Cloroetano
U035	4-[Bis(2-Cloroetil)-amino] benzeno do ácido butanóico
U042	2-Cloroetoxieteno
U024	Bis 2-Cloroetoximetano
U048	o-Clorofenol
U048	2-Clorofenol
U044	Clorofórmio
U226	Clorofórmio metílico
U027	Bis 2-Cloroisopropil éter
U045	Clorometano (I,T)
U237	5[Bis(2-Clorometil)amino] uracila
U049	4-Cloro-2-metilbenzenoamina
U039	4-Cloro-3-metilfenol
U026	N,N-Bis (2-Clorometil)-2-nafilamina
U041	2-(Clorometil)-oxirano
U046	Clorometoximetano
U047	β -Cloronaftaleno
U047	2-Cloronaftaleno
U051	Creosoto
U052	Cresóis
U050	Criseno
U032	Cromato de cálcio
U053	Crotonaldeído
U055	Cumeno (I)
U059	"Daunomycin"
U060	DDD
U061	DDT
U206	2-Deóxi-2(3-metil-3-nitroso ureído)-D-glucopiranosose
U139	Dextran férrico
U107	Di-n-octilftalato
U111	Di-N-propilnitrosamina
U062	Dialato
U133	Diamina (R,T)
U221	Diaminotolueno
U015	Diazoacetato de L-serina (éster)
U063	Dibenzo (a,h) antraceno
U063	1,2;5,6-Dibenzoantraceno
U064	Dibenzo (a,i) pireno
U064	1,2;7,8-Dibenzopireno
U067	Dibrometo de etileno
U066	1,2-Dibromo-3-cloropropano
U067	1,2-Dibromoetano
U067	Dibromometano
U069	Dibutilftalato
U077	Dicloreto de etileno
U076	Dicloreto de etilideno
U083	Dicloreto de propileno

U073	3,3'-Dicloro-1,1'-bifenil-4,4'-diamina
U074	1,4-Dicloro-2-buteno (I,T)
U060	Diclorodifenildicloroetano
U061	Diclorodifeniltricloroetano
U192	3,5-Dicloro-N-(1,1-dimetil-2-propinil) benzamida
U080	Diclorometano
U017	Diclorometilbenzeno
U062	S-(2,3-Dicloroalil) diisopropiltiocarbamato
U070	1,2-Diclorobenzeno
U071	1,3-Diclorobenzeno
U072	1,4-Diclorobenzeno
U071	m-Diclorobenzeno
U070	o-Diclorobenzeno
U072	p-Diclorobenzeno
U073	3,3'-Diclorobenzidina
U038	4,4'-Diclorobenzilato de etila
U075	Diclorodifluorometano
U076	1,1-Dicloroetano
U077	1,2-Dicloroetano
U078	1,1-Dicloroetano
U079	Trans-1,2-Dicloroetano
U078	1,1-Dicloroetileno
U079	1,2-Dicloroetileno
U081	2,4-Diclorofenol
U082	2,6-Diclorofenol
U083	1,2-Dicloropropano
U084	1,3-Dicloropropeno
U085	1,2,3,4-Diepoxibutano (I,T)
U089	α,α -Dietil-4,4'-etilbenediol
U089	Dietilestilbestrol
U088	Dietilftalato
U086	N,N-Dietilhidrazina
U086	1,2-Dietilhidrazina
U087	0,0-Dietil-S-metil-ditiofosfato
U109	1,2-Difenilhidrazina
U157	1,2-Dihidro-3-metil-benz (j) aceantrileno
U164	2,3-Dihidro-6-metil-2-tioxo-4 (1H) pirimidinona
U148	1,2-Dihidro-3,6-piradizinediona
U090	1,2-Dihidrossafrol
U223	Diisocianato de tolueno (R,T)
U223	1,3-Diisocianato metilbenzeno (R,T)
U092	Dimetilamina (I)
U093	Dimetilaminoazobenzeno
U155	2-[2-(Dimetilamino-2-fenilamino)] piridina
U094	7,12-Dimetil-benz(a) antraceno
U094	7,12-Dimetil-1,2-benzantraceno
U239	Dimetilbenzeno (I,T)
U095	3,3'-Dimetilbenzidina
U096	α,α -Dimetilbenzil hidroperóxido (R)
U095	3,3'-Dimetil-1,1'-bifenil-4,4'-diamina
U093	N,N'-Dimetil-4-fenil-azo-benzoamina
U101	2,4-Dimetilfenol
U102	Dimetilftalato
U098	1,1-Dimetilhidrazina
U099	1,2-Dimetilhidrazina
U091	3,3'-Dimetoxibenzidina
U091	3,3'-Dimetoxi-1,1'-bifenil-4,4'-diamina
U105	2,4-Dinitrotolueno
U106	2,6-Dinitrotolueno
U108	1,4-Dioxano
U193	2,2-Dióxido, 1,2-oxatiolano
U202	1,1-Dióxido de 1,2-benzoisotiazolin-3-ona
U108	Dióxido de 1,4-dietileno
U204	Dióxido de selênio
U110	Dipropilamina (I)
U244	Dissulfeto de Bis-dimetiltiocarbamoila
U244	Dissulfeto de Bis (dimetiltiocarbonil)

U205	Dissulfeto de selênio (R,T)
U126	2,3-Epóxi-1-propanol
U069	Ester dibutílico do ácido 1,2-benzenodicarboxílico
U088	Ester dietílico do ácido 1,2-benzenodicarboxílico
U102	Ester dimetilico do ácido 1,2-benzenodicarboxílico
U103	Ester dimetilico do ácido sulfúrico
U107	Ester di-n-octílico do ácido 1,2-benzenodicarboxílico
U028	Ester Bis-2 (etil-hexílico) do ácido 1,2-benzenodicarboxílico
U112	Ester etílico do ácido acético (I)
U238	Ester etílico do ácido carbâmico
U038	Ester etílico do ácido 4-cloro- α -(4-clorofenil)- α -hidroxibenzenoacético
U119	Ester etílico do ácido metanossulfônico
U113	Ester etílico do ácido 2-propenóico (I)
U178	Ester etílico metilnitroso do ácido carbâmico
U118	Ester 2-metiletilico do ácido 2--propenóico
U162	Ester 2-metilmetílico do ácido 2-propenóico (I,T)
U087	Ester-s-metilico 0,0-dietil do ácido fosforoditióico
U200	Ester metílico 11,17-dimetóxi-18-[(3,4,5-trimetoxibenzoila)oxil] yohimbam do ácido- 16- carboxílico
U156	Ester metílico do ácido carbonoclorídrico (I,T)
U206	Estreptozotocina
U001	Etanal (I)
U003	Etanonitrila (I,T)
U218	Etanotioamida
U042	Eter cloroetilvinílico
U046	Eter clorometilmetílico
U025	Eter dicloroetilico
U117	Eter etílico (I)
U238	Etilcarbamato (urethan)
U114	Etileno-Bis-ditiocarbamato (EBDC)
U116	Etilenotiouréia
U028	Bis-2-Etil-hexilftalato
U118	Etilmetacrilato
U176	N-Etil-N-nitroso carbamida
U174	N-Etil-N-nitroso etanamina
U187	N-4-Etoxifenil acetamida
U187	Fenacetina
U137	1,10-(1,2-Fenileno)pireno
U004	1-Feniletanona
U188	Fenol
U139	ferrodextran
U120	Fluoranteno
U005	N-9H-Fluoranteno-2-il-acetamida
U033	Fluoreto de carbonila (R,T)
U134	Fluoreto de hidrogênio (C,T)
U122	Formaldeído
U145	Fosfato de chumbo
U235	Fosfato de (3:1)-2,3-dibromo-1-propanol
U235	Fosfato de tris (2,3-dibromopropil)
U189	Fosfeto de enxofre (R)
U124	Furan (I)
U125	2-Furancarboxialdeído (I)
U147	2,5-Furandiona
U125	Furfural (I)
U124	Furfuran (I)
U126	Glicidilaldeído
U127	Hexaclorobenzeno
U128	Hexaclorobutadieno
U128	1,1,2,3,4,4-Hexacloro-1,3-butadieno
U129	Hexaclorociclotetano (isômero α)
U130	Hexaclorociclopentadieno
U130	1,2,3,4,5,5-Hexacloro-1,3-ciclopentadieno
U131	Hexacloroetano
U131	1,1,1,2,2-Hexacloroetano
U132	Hexaclorofeno
U243	Hexacloropropeno
U243	1,1,2,3,3,3-Hexacloro-1-propeno
U179	Hexahidro-N-nitroso piridina

U148	Hidrazida maléica
U133	Hidrazina (R,T)
U135	Hidreto de enxofre
U222	Hidrocloreto de o-toluidina
U188	Hidroxibenzeno
U116	2-Imidazoximetiona
U014	4,4'-(Imidocarbonil)-Bis-N,N'-dimetilbenzenoamina
U137	Indeno (1,2,3-cd) pireno
U245	Indometacin
U138	Iodeto de metila
U138	Iodo metano
U141	Isossafrol
U142	"kepone"
U143	Lasiocarpina
U129	Lindano
U149	Malononitrila
U150	"Melphalan"
U151	Mercúrio
U152	Metacrilonitrila (I,T)
U119	Metano sulfonato de etila
U154	Metanol (I)
U153	Metanotiol (I,T)
U155	Metapirileno
U220	Metilbenzeno
U186	1-Metilbutadieno (I)
U157	3-Metilcolantreno
U105	1-Metil-1,2,4-dinitrobenzeno
U106	1-Metil-2,6-dinitrobenzeno
U158	4,4'-Metileno Bis-2-cloro benzenoamina
U158	4,4'-Metileno Bis (2-cloroanilina)
U024	1,1'-[Metileno Bis (óxi)] Bis (2-cloroetano)
U132	2,2'-Metileno Bis (3,4,6-triclorofenol)
U203	1,2-Metilenodióxi-4-alilbenzeno
U141	1,2-Metilenodióxi-4-propenilbenzeno
U090	1,2-Metilenodióxi-4-propilbenzeno
U055	1-Metiletil benzeno (I)
U159	Metil-etilcetona (MEK) (I,T)
U096	1-Metil-1-feniletíl-hidroperóxido (R)
U161	Metilisobutilcetona (I)
U162	Metilmetacrilato (I,T)
U092	N-Metilmetanamina (I)
U181	2-Metil-5-nitrobenzenoamina
U163	N-Metil-N-nitro-N-nitrosoguanidina
U177	N-Metil-N-nitrosocarbamida
U161	4-Metil-2-pentanona (I)
U191	2-Metil-piridina
U140	2-Metil-1-propanol (I,T)
U152	2-Metil-2-propenonitrila (I,T)
U164	Metiltiouracil
U010	"Mitomycin C"
U237	Mostarda de uracila
U165	Naftaleno
U166	1,4-Naftalenodiona
U167	α -Naftilamina
U168	β -Naftilamina
U167	1-Naftilamina
U168	2-Naftilamina
U166	1,4-Naftoquinona
U217	Nitrato de tálio (I)
U169	Nitrobenzeno (I,T)
U170	p-Nitrofenol
U170	4-Nitrofenol
U171	2-Nitropropano (I)
U173	N-Nitroso dietanolamina
U174	N-Nitroso dietilamina
U176	N-Nitroso N-etiluréia
U173	2,2'-(Nitroso-imino) Bis-etanol

U163	N-Nitroso-N-metil-N'-nitroguanidina
U177	N-Nitroso N-metiluréia
U178	N-Nitroso N-metiluretano
U111	N-Nitroso N-propilamina
U172	N-Nitrosodi n-butilamina
U179	N-Nitrosopiperidina
U180	N-Nitrosopirrolidina
U181	5-Nitro-o-toluidina
U036	1,2,4,5,6,7,8,8-Octacloro-3a,4,7,7a-tetrahidro-4,7-metano-indan
U025	1,1'-Oxibis (2-cloroetano)
U027	2,2'-Oxibis (2-cloropropano)
U117	1,1'-Oxibis-etano (I)
U058	Oxido de 2-2-[Bis (2-cloroetil) amino] tetrahidro 2H 1,3,2-oxazafosforina
U115	Oxido de etileno (I,T)
U136	Oxido de hidroxidimetilarsina
U122	Oxido de metileno
U033	Oxifluoreto de carbono (R,T)
U115	Oxirano (I,T)
U182	Paraldeído
U183	Pentaclorobenzeno
U184	Pentacloroetano
U242	Pentaclorofenol
U185	Pentacloronitrobenzeno
U186	1,3-Pentadieno (I)
U160	Peróxido de 2-butanona (R,T)
U160	Peróxido de metiletilcetona (R,T)
U191	2-Picolina
U196	Piridina
U192	Pronamida
U194	1-Propanamina (I,T)
U149	Propanodinitrila
U002	2-Propanona (I)
U193	1,3-Propanossultone
U007	2-Propenamida
U009	2-Propenonitrila
U194	N-Propilamina (I,T)
U110	N-Propil-1-propanamina (I)
U200	Reserpina
U201	Resorcinol
U202	Sacarina e sais
U203	Safrol
U032	Sais de cálcio do ácido crômico
U144	Sais de chumbo do ácido acético
U145	Sais de chumbo do ácido fosfórico
U215	Sais de ditálio (I) do ácido carbônico
U214	Sais de tálio (I) do ácido acético
U240	Sais e ésteres de 2,4,4-D
U240	Sais e ésteres do ácido 2,4-diclorofenoxacético
U236	Sal tetrassódio do ácido 3,3'-[(3,3'-dimetil-(1,1'-bifenil)-4,4'-dil)-Bis (azo) Bis (5-amino-4-hidróxi)-2,7-naftaleno dissulfônico
U205	Seleneto de enxofre (R,T)
U233	Silvex
U146	Subacetato de chumbo
U103	Sulfato dimetilico
U135	Sulfeto de hidrogênio
U189	Sulfeto fosforoso (R)
U232	2,4,5-T
U211	Tetracloroeto de carbono
U207	1,2,4,5-Tetraclorobenzeno
U208	1,1,1,2-Tetracloroetano
U209	1,1,2,2-Tetracloroetano
U210	Tetracloroeteno
U210	1,1,2,2-Tetracloroeteno
U210	Tetracloroetileno
U212	2,3,4,6-Tetraclorofenol
U211	Tetraclorometano
U213	Tetrahidrofuran (I)

U213	Tetrahidrofurano (I)
U180	Tetrahidro-N-nitroso-pirol
U218	Tioacetamida
U219	Tiocarbamida
U153	Tiometano (I,T)
U219	Tiouréia
U244	Tiran
U220	Tolueno
U221	Toluenodiamina
U223	2,4,5-TP
U225	Tribromometano
U034	Tricloroacetaldeído
U226	1,1,1-Tricloroetano
U227	1,1,2-Tricloroetano
U228	Tricloroetano
U228	Tricloroetileno
U230	2,4,5-Triclorofenol
U231	2,4,6-Triclorofenol
U121	Triclorofluorometano
U044	Triclorometano
U023	Triclorometilbenzeno (C,R,T)
U121	Tricloromonofluorometano
U182	2,4,5-Trimetil-1,3,5-trioxano
U234	Trinitrobenzeno (R,T)
U234	1,3,5-Trinitrobenzeno (R,T)
U011	1H-1,2,4-Trizol-3-amino
U236	"Trypan Blue"
U239	Xileno (I)

Nota: T - Tóxico
 I - Inflamável
 R - Reativo
 C - Corrosivo

LISTAGEM Nº 7 - Concentração - limite máximo no extrato obtido no teste de lixiviação

Código	Poluente	Limite máximo no lixiviado (mg/l)
D005	Arsênio	5,0
D006	Bário	100,0
D007	Cádmio	0,5
D008	Chumbo	5,0
D009	Cromo total	5,0
D010	Fluoreto	150,0
D011	Mercúrio	0,1
D012	Prata	5,0
D013	Selênio	1,0
D014	Aldrin	0,003
D015	Clordano	0,03
D016	DDT	0,1
D017	Dieldrin	0,003
D018	Endrin	0,02
D019	Epóxi-heptacloro	0,01
D020	Heptacloro	0,01
D021	Hexaclorobenzeno	0,001
D022	Lindano	0,3
D023	Metóxicloro	3,0
D024	Pentaclorofenol	1,0
D025	Toxafeno	0,5
D026	2,4-D	10,0
D027	2,4,5-T	0,2
D028	2,4,5-TP	3,0
D029	Organofosforados e carbamatos	10,0

Nota: Parâmetros baseados no W.H.O. - *Guidelines for Drinking Water Quality - Vol.I - Recommendations* - Geneva - 1984

LISTAGEM N° 8 - Padrões para o teste de solubilização

Poluente	Limite máximo no extrato (mg/l)
Arsênio	0,05
Bário	1,0
Cádmio	0,005
Chumbo	0,05
Cianeto	0,1
Cromo total	0,05
Fenol	0,001
Fluoreto	1,5
Mercúrio	0,001
Nitrato (mg N/l)	10,0
Prata	0,05
Selênio	0,01
Aldrin	$3,0 \times 10^{-3}$
Clordano (todos os isômeros)	$3,0 \times 10^{-4}$
DDT (todos os isômeros)	$1,0 \times 10^{-3}$
Dieldrin	$3,0 \times 10^{-3}$
Endrin	$2,0 \times 10^{-4}$
Epóxi-heptacloro	$1,0 \times 10^{-4}$
Heptacloro	$1,0 \times 10^{-4}$
Hexaclorobenzeno	$1,0 \times 10^{-3}$
Lindano	$3,0 \times 10^{-3}$
Metoxicloro	0,03
Pentaclorofenol	0,01
Toxafeno	$5,0 \times 10^{-3}$
2,4-D	0,1
2,4,5-T	$2,0 \times 10^{-4}$
2,4,5-TP	0,03
Organofosforados e carbamatos	0,1
Alumínio	0,2
Cloreto	250,0
Cobre	1,0
Dureza (mgCaCO ₃ /l)	500,0
Ferro	0,3
Manganês	0,1
Sódio	200,0
Sufactantes (tensoativos)	0,2
Sulfato (mg SO ₄ /l)	400,0
Zinco	5,0

Nota: Valores obtidos no W.H.O. - *Guidelines for Drinking Water Quality - Vol.I - Recommendations* - Geneva - 1984 e complementados com a Portaria n° 56 Bsb, de 14.03.77, do Ministério da Saúde - Padrão Brasileiro de Potabilidade da Água

LISTAGEM N° 9 - Concentrações máximas de poluentes na massa bruta de resíduo, que são utilizadas pelo Ministério do Meio Ambiente - França para classificação de resíduos

Poluente	Limite máximo no resíduo total
Berílio ou seus componentes	100 mg Be/kg
Cromo IV ou seus compostos	100 mg Cr/kg
Mercúrio ou seus compostos	100 mg Hg/kg
Chumbo (compostos orgânicos)	100 mg Pb/kg
Selênio ou seus compostos	100 mg Se/kg
Alcalóides ou bases azotadas	100 mg/kg

Arsênio ou seus compostos	1.000 mg As/kg
Chumbo (compostos minerais)	1.000 mg Pb/kg
Vanádio ou seus compostos	1.000 mg V/kg
Cianetos (produzidos por hidrólise)	1.000 mg CN/kg
Compostos aromáticos hidroxilados, como fenóis	10 mg Fenol/kg
Fluídos de usinagem e efluentes de máquinas lavadoras	1% em massa
Solventes cíclicos não-parafínicos, exceto os já citados	5% em massa
Hidrocarbonetos líquidos ou bombeáveis a 80° C, exceto os já citados	5% em massa
Solventes halogenados, exceto os já citados	5% em massa
Substâncias explosivas, exceto as já citadas	5% em massa

Nota: Estes poluentes devem ser dosados no resíduo total e, se pelo menos um poluente estiver acima do limite máximo, o resíduo deve ser disposto em instalações adequadas

LISTAGEM N° 10 - Concentração mínima para caracterizar o resíduo como perigoso

Código	Poluente	Conc. Mínima (mg/kg)
C001	Benzeno	20,0
C002	Benzo (a) pireno	0,02
C003	Clorofórmio	60,0
C004	1,2-Dicloroetano	20,0
C005	1,1-Dicloroetano	0,6
C006	Tetracloroeto de carbono	6,0
C007	Tetracloroetano	20,0
C008	Tricloroetano	60,0
C009	2,4,6-Triclorofenol	20,0

ANEXO II - LISTAGEM DE RESÍDUOS INCOMPATÍVEIS

Incompatibilidade de resíduos. Fonte: ABNT-NBR 10157 (1987) baseado na U.S. Environmental Protection Agency, Federal Register

GRUPO 1-A	GRUPO 1-B
<ul style="list-style-type: none"> - Lama de acetileno - Líquidos fortemente alcalinos - Líquidos de limpeza alcalina - Líquidos alcalinos corrosivos - Líquido alcalino de bateria - Águas residuárias alcalinas - Lama de cal e outros álcalis corrosivos - Soluções de cal - Soluções cáusticas gastas 	<ul style="list-style-type: none"> - Lama ácidas - Soluções ácidas - Ácidos de bateria - Líquidos diversos de limpeza - Eletrólitos ácidos - Líquidos utilizados para gravação em metais - Componentes de líquidos de limpeza - Banhos de decapagem e outros ácidos corrosivos - Ácidos gastos - Mistura de ácidos residuais - Ácido sulfúrico residual
Efeitos da mistura de resíduos do GRUPO 1-A com os do GRUPO 1-B	Geração de calor, reação violenta
GRUPO 2-A	GRUPO 2-B
<ul style="list-style-type: none"> - Resíduos de asbestos - Resíduos de berílio - Embalagens vazias contaminadas com pesticidas - Resíduos de pesticidas - Outras quaisquer substâncias tóxicas 	<ul style="list-style-type: none"> - Solventes de limpeza de componentes eletrônicos - Explosivos obsoletos - Resíduos de petróleo - Resíduos de refinaria - Solventes em geral - Resíduos de óleo e outros resíduos inflamáveis e explosivos
Efeitos da mistura de resíduos do GRUPO 2-A com os do GRUPO 2-B	Geração de substâncias tóxicas em caso de fogo ou explosão
GRUPO 3-A	GRUPO 3-B
<ul style="list-style-type: none"> - Alumínio - Berílio - Cálcio - Lítio - Magnésio - Potássio - Sódio - Zinco em pó, outros metais reativos e hidretos metálicos 	<ul style="list-style-type: none"> - Resíduos do GRUPO 1-A ou 1-B
Efeitos da mistura de resíduos do GRUPO 3-A com os do GRUPO 3-B	Fogo ou explosão, geração de hidrogênio gasoso inflamável
GRUPO 4-A	GRUPO 4-B
<ul style="list-style-type: none"> - Alcoois - Soluções aquosas em geral 	<ul style="list-style-type: none"> - Resíduos concentrados dos GRUPOS 1-A ou 1-B - Cálcio - Lítio - Hidretos metálicos - Potássio - Sódio - SO₂Cl₂, SOCl₂, PCl₂, CH₃SiCl₃ e outros resíduos reativos com água

Efeitos da mistura de resíduos do GRUPO 4-A com os do GRUPO 4-B Fogo, explosão ou geração de calor, geração de gases inflamáveis ou tóxicos

GRUPO 5-A	GRUPO 5-B
<ul style="list-style-type: none"> - Alcoois - Aldeídos - Hidrocarbonetos halogenados - Hidrocarbonetos nitrados e outros compostos orgânicos reativos, e solventes - Hidrocarbonetos insaturados 	<ul style="list-style-type: none"> - Resíduos concentrados do GRUPO 1-A ou 1-B - Resíduos do GRUPO 3-A

Efeitos da mistura de resíduos do GRUPO 5-A com os do GRUPO 5-B Fogo, explosão ou reação violenta

GRUPO 6-A	GRUPO 6-B
<ul style="list-style-type: none"> - Soluções gastas de cianetos e sulfetos 	<ul style="list-style-type: none"> - Resíduos do GRUPO 1-B

Efeitos da mistura de resíduos do GRUPO 6-A com os do GRUPO 6-B Geração de gás cianídrico ou gás sulfídrico

GRUPO 7-A	GRUPO 7-B
<ul style="list-style-type: none"> - Cloratos e outros oxidantes fortes - Cloro - Cloritos - Ácido crômico - Hipocloritos - Nitratos - Ácido nítrico fumegante - Percloratos - Permanganatos - Peróxidos 	<ul style="list-style-type: none"> - Ácido acético e outros ácidos orgânicos - Ácidos minerais concentrados - Resíduos do GRUPO 2-B - Resíduos do GRUPO 3-A - Resíduos do GRUPO 5-A e outros resíduos combustíveis ou inflamáveis

Efeitos da mistura de resíduos do GRUPO 7-A com os do GRUPO 7-B Fogo, explosão ou reação violenta



**ANEXO III - PLANILHA PARA AVALIAÇÃO E GERENCIAMENTO
AMBIENTAL DE ATERRO SANITÁRIO INDUSTRIAL**

<p>PLANILHA PARA AVALIAÇÃO E GERENCIAMENTO AMBIENTAL DE ATERRO SANITÁRIO INDUSTRIAL</p>
--

1. DADOS CADASTRAIS DO ATERRO INDUSTRIAL

NOME DO EMPREENDIMENTO

ENDEREÇO

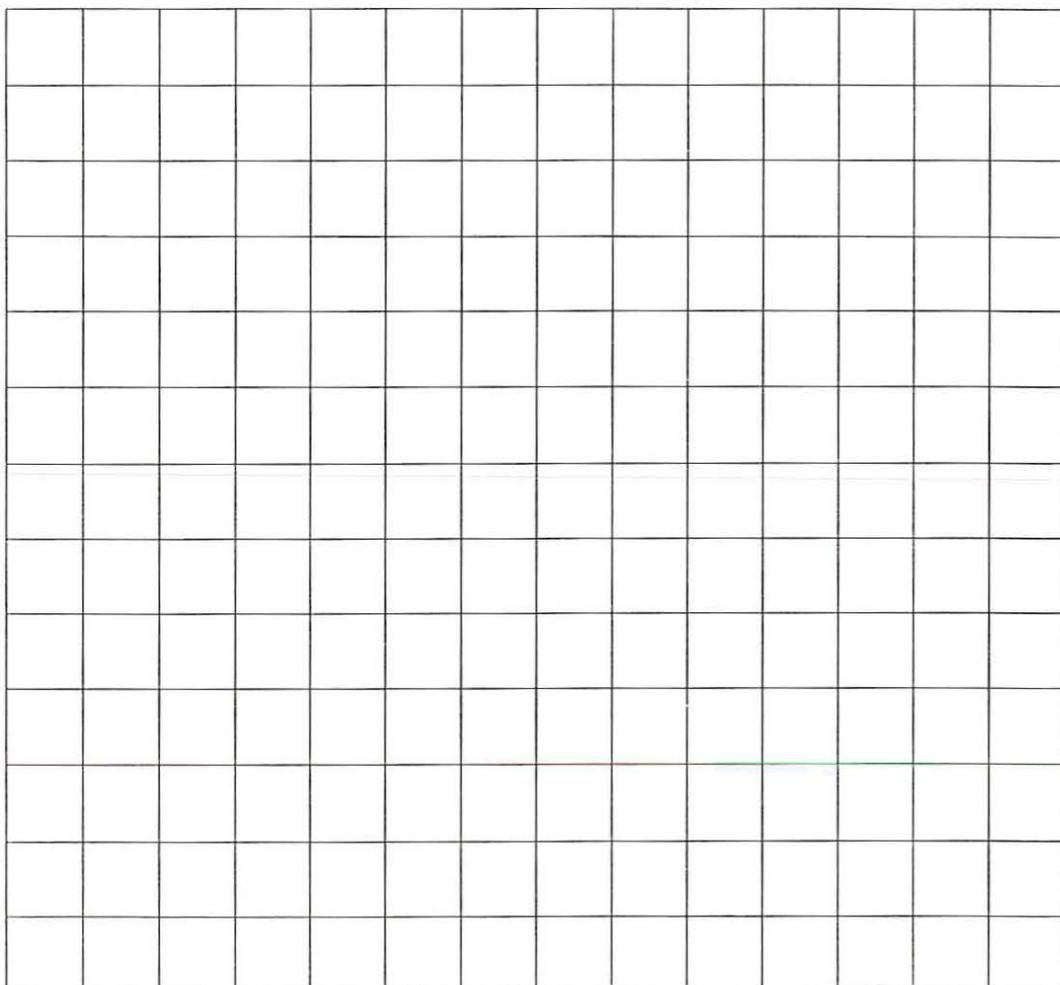
MUNICÍPIO/ESTADO

PRINCIPAL VIA DE ACESSO

BACIA HIDROGRÁFICA

**PLANTA GERAL-ÁREA DO ATERRO E PRINCIPAIS VIAS DE ACESSO-BASE
CARTOGRÁFICA UTILIZADA**

LOCALIZAÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO INDUSTRIAL (PLANTA GERAL), COM SUAS PRINCIPAIS VIAS DE ACESSO.



PLANTA DE DETALHE - ÁREA DO ATERRO PROPRIAMENTE DITO - BASE CARTOGRÁFICA UTILIZADA

CONSTRUTORA RESPONSÁVEL PELA IMPLANTAÇÃO DO ATERRO

LICENCIAMENTO AMBIENTAL

	RAP	EIA/RIMA	LP	LI	LF/O
DATA ENTREGA					
PROCESSO N°					
PUBLICAÇÃO D.O. E.					
ANÁLISE					
EMPRESA CONSULTORIA AMBIENT.					
COMENTÁRIO					

CLASSES DE RESÍDUOS A SEREM ACEITOS NO ATERRO (CLASSIF. NBR-10.004)

CLASSES DE RESÍDUOS A SEREM ACEITOS NO ATERRO (OUTRA PROPOSTA DE CLASSIFICAÇÃO)

FORMAS DE DISPOSIÇÃO DO RESÍDUO

TIPOS DE BARREIRAS DE PROTEÇÃO / MATERIAL UTILIZADO

ÍNDICES FÍSICOS

Empresa Executora:								
ÍNDICES FÍSICOS	PONTO COLETA:		PONTO COLETA:		PONTO COLETA:		PONTO COLETA:	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
	PROFUNDIDADE:		PROFUNDIDADE:		PROFUNDIDADE:		PROFUNDIDADE:	
	CLASSIFICAÇÃO:		CLASSIFICAÇÃO:		CLASSIFICAÇÃO:		CLASSIFICAÇÃO:	
Massa específica ρ (g/cm ³)								
Teor de umidade w (%)								
Massa específica dos sólidos - ρ_s (g/cm ³)								
Massa específica seca - ρ_d (g/cm ³)								
Massa específica submersa - ρ' (g/cm ³)								
Porosidade n (%)								
Grau de Saturação Sr (%)								
Índice de Vazios e (adimensional)								

CONSISTÊNCIA E PLASTICIDADE

Empresa Executora:					
Ponto Coleta	Profund. / Classif. Geol.	Limite de Liquidez (%)	Limite de Plasticidade (%)	Índice de Plasticidade (%)	Índice de Contração (%)

COMPACTAÇÃO

Empresa Executora:			
Ponto Coleta	Prof. / Classif. Geol.	Umidade Ótima w_{ot} (%)	Massa esp. seca máx. ρ_d (g/cm ³)

CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA (K)

Empresa Executora:			
Método de Ensaio:			
Ponto Coleta/Ensaio	Prof. / Classif. Geol.	Resultado	Observações

Capacidade de Troca de Cátions (CTC)

Empresa Executora:			
Método de Ensaio:			
Ponto Coleta/Ensaio	Prof. / Classif. Geol.	Resultado	Observações

pH

Empresa Executora:			
Método de Ensaio:			
Ponto Coleta/Ensaio	Prof. / Classif. Geol.	Resultado	Observações

ESTRUTURAS

Descrição	Foliação	Fraturas	Falhas	Outros:

FEIÇÕES TÍPICAS

FEIÇÃO	LOCALIZAÇÃO	DESCRIÇÃO

OBSERVAÇÕES

CARTAS E MAPAS BÁSICOS UTILIZADOS

Cartas/Mapas	Fonte	Ano	Escala

CARTAS E MAPAS BÁSICOS PRODUZIDO

Cartas/Mapas	Empresa / Equipe Técnica Executora	Ano	Escala

INVESTIGAÇÕES

SONDAGENS DE SIMPLES RECONHECIMENTO

Tipo de Sondagem	Núm. de Sondagens	Empresa Executora	Malha / Núm. de Seções	Profundidades Atingidas		MATERIAIS
				Mínima	Máxima	

GEOFÍSICA

Método Empregado	Malha de Pesquisa	Empresa Executora	Atributos Analisados / Resultados

Fe sol. (mg/l)				
Cd (mg/l)				
Cr ⁶⁺ (mg/l)				
Hg (mg/l)				
Pb (mg/l)				
Cianeto (mg/l)				
pH				
Temper. °C				
Condut.(µs/cm)				
Sol.Total (mg/l)				
Dureza (mg/l)				
Cloreto (mg/l)				
Sulfato (mg/l)				
Surfact.(mg/l)				
Cor(Pt/l Hazen)				
Turbidez (NTU)				
As (mg/l)				
Cu (mg/l)				
Hg (mg/l)				

ASPECTOS CLIMÁTICOS

PRECIPITAÇÃO - MÉDIA MENSAL (mm)

ANO											MÉDIA	
	mm	Dias	mm	Dias								
JAN												
FEV												
MAR												
ABR												
MAI												
JUN												
JUL												
AGO												
SET												
OUT												
NOV												
DEZ												
MED.												

Fonte:

Estação:

Latitude:.....

Longitude:.....

Altitude:.....

EVAPOTRANSPIRAÇÃO - MÉDIA MENSAL (mm)

ANO												MÉDIA MENSAL
JAN												
FEV												
MAR												
ABR												
MAI												
JUN												
JUL												
AGO												
SET												
OUT												
NOV												
DEZ												
MEDIA ANUAL												

Fonte:.....

Estação:.....

Latitude:.....

Longitude:.....

Altitude:.....

UMIDADE RELATIVA DO AR - MÉDIA MENSAL (%)

ANO												MÉDIA MENSAL
JAN												
FEV												
MAR												
ABR												
MAI												
JUN												
JUL												
AGO												
SET												
OUT												
NOV												
DEZ												
MEDIA ANUAL												

Fonte:.....

Estação:.....

Latitude:.....

Longitude:.....

Altitude:.....

QUALIDADE DO AR

Poluente	Leituras	Período	Método de Medição
Partículas em suspensão (PTS)			
Dióxido de Enxofre (SO ₂)			
Óxido de Nitrogênio (NO)			
Dióxido de Nitrogênio (NO ₂)			
Monóxido de Carbono (CO)			
Hidrocarboneto (HC)			
Ozônio (O ₃)			

NÍVEIS DE RUÍDO

LOCAL	NÍVEIS REGISTRADOS (dB)

4. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO BIOLÓGICO**VEGETAÇÃO**

ESPECIES ANIMAIS

Espécies aquáticas:

ELEMENTOS VULNERÁVEIS

5. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO SOCIO-ECONÔMICO**PRINCIPAIS ATIVIDADES ECONÔMICAS**

RECEBIMENTO DE OUTRAS INDÚSTRIAS

RESTRIÇÕES

ENSAIO DE LIXIVIAÇÃO (NBR - 10005)

Identificação da Fonte / Lote Recebido:		
ELEMENTO	LIXIVIAÇÃO (mg/l)	LIXIVIAÇÃO (mg/l) L.M.
Arsênio		5,0
Bário		100,0
Cádmio		0,5
Chumbo		5,0
Cromo VI		
Cromo Total		5,0
Mercúrio		0,1
Prata		5,0
Selênio		1,0
Fluoreto		150,0
Aldrin		0,003
Clordano		0,03
DDT		0,1
Dieldrin		0,003
Endrin		0,02
Epóxi-heptacoloro		0,01
Heptacoloro		0,01
Hexaclorobenzeno		0,001
Lindano		0,3
Metoxicloro		3,0
Pentaclorofenol		1,0
Toxafeno		0,5
2,4-D		10,0
2,4,5-T		0,2
2,4,5-TP		3,0
Organofosforados Carbamatos	e	10,0

* Limite Máximo (L.M.) permitido pela NBR 10004

ENSAIO DE SOLUBILIZAÇÃO (NBR - 10006)

Identificação da Fonte / Lote Recebido:		
ELEMENTO	SOLUBILIZ. (mg/l)	SOLUBILIZ. (mg/l) L.M.
Arsênio		0,05
Bário		1,0
Cádmio		0,005
Chumbo		0,05
Cianeto		0,1
Cromo Total		0,05
Fenol		0,001
Fluoreto		1,5
Mercúrio		0,001
Nitrato (mg N/l)		10,0
Prata		0,05
Selênio		0,01
Aldrin		$3,0 \times 10^{-3}$
Clordano (todos os isômeros)		$3,0 \times 10^{-4}$
DDT (todos os isômeros)		$1,0 \times 10^{-3}$

Dieldrin		$3,0 \times 10^{-3}$
Endrin		$2,0 \times 10^{-4}$
Epóxi-heptacoloro		$1,0 \times 10^{-4}$
Heptacoloro		$1,0 \times 10^{-4}$
Hexaclorobenzeno		$1,0 \times 10^{-3}$
Lindano		$3,0 \times 10^{-3}$
Metoxicloro		0,03
Pentaclorofenol		0,01
Toxafeno		$5,0 \times 10^{-3}$
2,4-D		0,1
2,4,5-T		$2,0 \times 10^{-3}$
2,4,5-TP		0,03
Organofosforados e carbamatos		0,1
Alumínio		0,2
Cloreto		250,0
Cobre		1,0
Dureza (mgCaCO ₃ /l)		500,0
Ferro		0,3
Manganês		0,1
Sódio		200,0
Surfactantes (tensoativos)		0,2
Sulfato (mg SO ₄ /l)		400,0
Zinco		5,0

* Limite Máximo - L.M. permitido pela NBR 10004

OUTROS ENSAIOS

CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS RECEBIDOS NO ATERRO

Indústria Geradora	Características do Resíduo			Característica Química	Periculosidade NBR 10.004			Outra Proposta Classif. Resíduo	Incompatibilidade
	Atividade Industrial	Origem (Processo Ind.)	Quantidade Gerada		Estado Físico	Composição Provável	Característica de Periculosidade			Constituinte Perigoso	Classificação	Proposta de Classificação	Elementos Incompatíveis

7. SISTEMAS DE CONTROLE AMBIENTAL

ANÁLISE QUALITATIVA E QUANTITATIVA DOS EFLUENTES LÍQUIDOS DO ATERRO

Ponto de Coleta	Período	Resultados	Observações

ANÁLISE QUALITATIVA E QUANTITATIVA DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

Ponto de Coleta	Período	Resultados	Observações

ANÁLISE QUALITATIVA E QUANTITATIVA DAS ÁGUAS SUBSUPERFICIAIS

Ponto de Coleta	Período	Resultados	Observações

ANÁLISE QUALITATIVA E QUANTITATIVA DO MATERIAL INCONSOLIDADO

Ponto de Coleta	Período	Resultados	Observações

ANÁLISE DA QUALIDADE DO AR

Local Monitorado	Período	Resultados	Observações

ANÁLISE DA GERAÇÃO DE GÁS

Local Monitorado	Período	Resultados	Observações

MONITORAMENTO GEOTÉCNICO

Sistema de Monitoramento	Período	Atributos monitorados / Resultados	Observações

DETECÇÃO DE VAZAMENTOS

Sistema de Detecção	Período	Ocorrências	Providências

INSPEÇÕES VISUAIS NO ATERRO

OCORRÊNCIA	LOCAL	DATA	PROVIDÊNCIAS
TRINCAS			
EROSÃO			
PRESENÇA DE CHORUME NOS TALUDES			
RECALQUES ACENTUADOS			
ACÚMULO DE ÁGUA EM SUPERFÍCE			
OUTRAS OCORRÊNCIAS			

NÍVEIS DE RUÍDO
