

ARQUIVO TECNICO

RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS
DISPOSIÇÃO EM ATERROS

6701
R581r
011061



04168



011061

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL



CETESB

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA Prof. Dr. Lucas I. Garcez
Av. Prof. Frederico Hermann Junior, 645 - Pinheiros
05489-900 - SÃO PAULO - BR SIL

RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS
DISPOSIÇÃO EM ATERROS

01-03	
01-03	
01-03	32.699 ex. 2

6701
R581r
032699
Ex. 2

DIRETORIA

Werner Eugênio Zulauf
Diretor-Presidente

Antônio Alves de Almeida
Diretor Administrativo

Nelson Mansour Nabhan
Diretor de Engenharia

Nelson Vieira de Vasconcelos
Diretor de Controle

Fredmar Corrêa
Diretor de Planejamento Ambiental

Paulo Bezerril Júnior
Diretor Financeiro

Samuel Murgel Branco
Diretor de Pesquisa

XI CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

FORTALEZA - CEARÁ DE 20 A 25 DE SETEMBRO DE 1981

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS - DISPOSIÇÃO EM ATERROS

Engº Alfredo Carlos C. Rocca
Engº Cyro Bernardes Junior
Eng.^a Elvira Lidia Straus Grinbaum
Engº Mário Narduzzo
Engº Paulo Salvador Filho
Engº Pedro Penteado de Castro Neto
Engº Rediciere Zaniolo Junior

XI CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

FORTALEZA - CEARÁ DE 20 A 25 DE SETEMBRO DE 1981

RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS - DISPOSIÇÃO EM ATERROS

Engº Alfredo Carlos C. Rocca
Engº Cyro Bernardes Junior
Eng.^a Elvira Lidia Straus Grinbaum
Engº Mário Narduzzo
Engº Paulo Salvador Filho
Engº Pedro Penteado de Castro Neto
Engº Rediciere Zaniolo Junior

RESÍDUOS SÓLIDOS

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
Av. Prof. Frederico Hermann Junior, nº 345
Pinheiros - São Paulo - SP
CEP - 05459

CURRICULOS

- Eng^o Alfredo Carlos C. Rocca; engenheiro da Superintendência de Engenharia, formado em engenharia civil pela Escola Politécnica da U.S.P. em 1978, com especialização em Planejamento de Uso e Controle de Recursos Hídricos pela Escola Politécnica da U.S.P., tendo trabalhado na CETESB de 1978 a 1980 na área de Resíduos Sólidos e desde 1980 na Superintendência de Engenharia.
- Eng^o Cyro Bernardes Junior; engenheiro da Gerência de Resíduos Industriais, formado em engenharia química pela Escola Politécnica da U.S.P. em 1976, com especialização em Resíduos Sólidos pela Japan International Cooperation Agency, tendo trabalhado na CETESB desde 1976, sendo desde 1977 na área de resíduos sólidos industriais.
- Eng.^a Elvira Lidia S. Grinbaum; engenheira da Gerência de Resíduos Industriais, formada em engenharia química pela Escola Politécnica da U.S.P. em 1975, com cursos de pós-graduação em engenharia química. Trabalhou na elaboração de projetos de tratamento de água para a firma ECOPAM de 1977 a 1978 e vem trabalhando na Gerência de Resíduos Sólidos Industriais da CETESB desde dezembro de 1978.
- Eng^o Mario Narduzzo; Gerente de Resíduos Industriais, formado em engenharia química pela Escola de Engenharia Mauá em 1972, em Engenharia Sanitária e Segurança do Trabalho de Saúde Pública da U.S.P., com especialização em Limpeza Urbana pela Universidade de Buenos Aires, trabalhando na CETESB desde 1973, assumindo o cargo de Gerente em 1978 na área de Resíduos Sólidos.
- Eng^o Paulo Salvador Filho; formado em engenharia industrial - modalidade química - pela Faculdade de Engenharia

Industrial da PUCSP em 1966, com mestrado em Engenharia Ambiental pela The University of Texas at Austin, USA, em 1979, trabalhando na CETESB desde 1970, exercendo entre 1977 a 1980 o cargo de Gerente de Resíduos Industriais e atualmente o cargo de Coordenador das Unidades Regionais da CETESB.

- Eng^o Pedro Penteado de Castro Neto; engenheiro da Gerência de Resíduos Industriais, formado em engenharia civil pela Escola Politécnica da U.S.P. em 1976 e em engenharia sanitária pela Faculdade de Saúde Pública da U.S.P. em 1979, com pós-graduação em Hidrobiologia, tratamento de Águas Residuárias e Segurança do Trabalho pela U.S.P., tendo trabalhado na CETESB desde 1976 na área de Resíduos Sólidos.
- Eng^o Rediciere Zaniolo Junior; engenheiro da Gerência de Resíduos Industriais, formado em engenharia química pela Faculdade de Engenharia Industrial em 1979, com curso de especialização em Limpeza Urbana pela Universidade de Buenos Aires em 1980, trabalhando na Gerência de Resíduos Industriais da CETESB desde 1978.

RESUMO

Disposição de Resíduos Sólidos Industriais em Aterros

A disposição deve ser feita segundo normas operacionais específicas, em aterros adequados, possibilitando um confinamento seguro desses resíduos objetivando o controle da poluição ambiental e a proteção à saúde pública. Este trabalho se constitui em um manual para o desenvolvimento de projetos de aterros industriais analisando essencialmente a caracterização qualitativa e quantitativa dos resíduos, a seleção de locais favoráveis à disposição e a fixação de diretrizes de projeto, implantação e operação de aterros industriais.

1. INTRODUÇÃO

A disposição de resíduos sólidos industriais visa o controle da poluição ambiental e a proteção à saúde pública. Esta disposição pode ser feita de uma das seguintes maneiras:

- . aterros industriais;
- . espalhamento sobre o solo;
- . lagoas;
- . injeção em poços profundos; e
- . lançamento no mar.

A utilização de uma dessas formas de disposição vai depender do nível de controle que se deseja ter sôbre os resíduos dispostos, do montante a ser gasto em implantação, operação e monitoramento e das condições hidrogeológicas do local.

A disposição de resíduos industriais em aterros constitui alternativa muitas vezes recomendável e esta forma de disposição é a que se encontra melhor desenvolvida entre nós, tanto no que diz respeito aos critérios de engenharia quanto às normas operacionais.

De maneira geral, para a disposição de resíduos industriais em aterro, deverão ser levados em conta os seguintes aspectos:

- . Classificação dos resíduos;
- . Seleção de locais favoráveis à disposição, e
- . Projeto, implantação e operação do tipo de aterro es-colhido para a disposição.

Assim sendo este trabalho procura desenvolver com maior profundidade os dois últimos itens acima mencionados.

2. CLASSIFICAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS

São considerados resíduos sólidos industriais os resíduos sólidos e semi-sólidos resultantes do processamento industrial, bem como determinados líquidos, oriundos do mesmo processamento, não passíveis de tratamento pelos métodos convencionais e que, por suas características, não podem ser lançados na rede de esgotos ou em corpos de água. Incluem-se, também, nesta classificação, os lodos de estações de tratamento de efluentes.

Os resíduos sólidos industriais são classificados em 4 categorias básicas:

- Categoria 1 - Resíduos Perigosos

Estes resíduos requerem cuidados especiais quanto à coleta, acondicionamento, transporte e destinação final, pois apresentam substancial periculosidade, real ou potencial, à saúde humana ou aos organismos vivos e se caracterizam pela letalidade e/ou persistência e/ou pelos efeitos cumulativos adversos.

- Categoria 2 - Resíduos Biodegradáveis e/ou Combustíveis

Incluem-se nesta categoria os resíduos passíveis de degradação biológica e/ou combustíveis.

- Categoria 3 - Resíduos Inertes e Incombustíveis

- Categoria 4 - Resíduos Mistos

Incluem-se nesta categoria os resíduos resultantes de uma mistura variável e heterogênea de substâncias que individualmente poderiam ser classificadas nas categorias 2 e 3.

A classificação de um resíduo implica na sua caracterização que, em geral, compreende 4 fases:

- . definição clara da origem do resíduo , bem como das suas características (estado físico e densidade aproximada), das quantidades produzidas, da frequência de produção e de composição provável;
- . estudo do resíduo, em termos da sua agressividade ao meio ambiente, avaliação dos eventuais impactos ambientais que poderão advir de sua manipulação inadequada, baseados em pesquisas bibliográficas;
- . amostragem dos resíduos, se necessário, segundo critérios que permitam a retirada de uma amostra representativa;
- . realização de exames e testes de laboratório padronizados, de forma a possibilitar um julgamento seguro sobre o procedimento a ser seguido.

Os resultados obtidos através desta metodologia permitirão assim, a classificação do resíduo.

A parte crítica da classificação de resíduos sólidos industriais é a que se refere à identificação dos residuos perigosos.

No caso de resíduos com composição conhecida e constantes de listas de resíduos considerados perigosos, adotadas em alguns países, estes são automaticamente enquadrados, sem necessidade da execução de testes ou análises.

Em caso de se desconhecer a composição qualitativa e quantitativa exata do resíduo, eventuais efeitos sinér

gicos indesejáveis e determinadas características das substâncias componentes, tal resíduo deverá ser amostrado criteriosamente e submetido a análises e testes de laboratório que permitirão uma avaliação de propriedades que o caracterizam como perigoso.

Tais propriedades são: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade.

Estas propriedades são determinadas através de ensaios de laboratório, via de regra, de difícil execução, quer pela complexidade, quer pelos altos custos envolvidos.

3. CLASSIFICAÇÃO DOS ATERROS

De acordo com o tipo, natureza, quantidade e grau de periculosidade, os resíduos sólidos industriais poderão ser dispostos em "aterros sanitários convencionais", destinados a receber lixo domiciliar, ou então em "aterros industriais" projetados especialmente para receber este tipo de resíduo.

As características necessárias a um aterro, para recebimento de resíduos industriais incluídos nas categorias 2,3 e 4 são análogas às dos aterros sanitários convencionais. Entende-se como aterros sanitários aqueles cujas condições hidrogeológicas permitem um escoamento lento dos percolados através de uma zona insaturada com espessura satisfatória, de forma que possa haver uma atenuação significativa destes líquidos, especialmente da matéria orgânica, antes que atinjam o lençol freático.

Os resíduos industriais perigosos requerem cuidados especiais quanto ao acondicionamento, coleta e destinação final, e a sua disposição em aterros está condicionada a critérios bem mais restritos.

Para efeito de disposição de resíduos sólidos industriais, os aterros podem ser classificados em:

- . aterros sanitários convencionais classe I;
- . aterros sanitários convencionais classe II;
- . aterros industriais classe I e
- . aterros industriais classe II.

3.1 Aterros Sanitários Convencionais Classe I

São considerados aterros sanitários convencionais classe I aqueles que, em face das suas condições hidrogeológicas e de operação estão aptos a receber, além de resíduos urbanos, resíduos sólidos industriais não perigosos.

Um aterro para ser classificado como convencional classe I deve ter, como condição hidrogeologia ideal, uma camada insaturada, entre a superfície inferior do aterro e o nível freático mais alto, de pelo menos 3,0 m de espessura, de solo com coeficiente de permeabilidade (k) menor ou igual a $1,0 \times 10^{-6}$ cm/s.

Outro tipo de subsolo é aceitável desde que o período de retenção dos líquidos percolados (tempo necessário para que atinjam o lençol freático) seja de no mínimo 3 anos e o solo apresente um coeficiente de permeabilidade não superior a $1,0 \times 10^{-4}$ cm/s.

3.2 Aterros Sanitários Convencionais Classe II

São os aterros sanitários convencionais que, em face das suas condições hidrogeológicas, de localização e de operação poderão receber, além de resíduos domiciliares e resíduos sólidos industriais não perigosos, determinados resíduos industriais incluídos na categoria 1, desde que a disposição não ultrapasse as taxas de aplicação indicadas no quadro nº 1. Neste caso, a operação do aterro deverá ser controlada e fiscalizada rigorosamente.

Um aterro para ser classificado como convencional classe II deve ter, como condição hidrogeológica ideal, uma camada insaturada, entre a superfície inferior

hidrogeologia

do aterro e o nível freático mais alto, de pelo menos 3,0 metros de espessura de solo com coeficiente de permeabilidade menor ou igual a $1,0 \times 10^{-7}$ cm/s.

A aceitação de outro tipo de subsolo ficará a critério do órgão controlador de poluição. De qualquer forma, o subsolo deverá ser constituído por um material com coeficiente de permeabilidade inferior a $1,0 \times 10^{-5}$ cm/s. O aterro deverá ainda satisfazer condições de localização e operação, indicadas para o aterro industrial classe II.

3.3 Aterros Industriais Classe I.

São considerados aterros industriais classe I aqueles projetados especialmente para receber resíduos industriais não perigosos. As condições hidrogeológicas, bem como de projeto, implantação e operação são análogas às dos aterros sanitários Convencionais Classe I.

3.4 Aterro Industrial Classe II

Os aterros industriais classe II são aqueles projetados especialmente para a disposição de resíduos industriais perigosos.

Este aterro industrial deve ser projetado, implantado e operado de forma a:

- . garantir uma proteção a longo prazo da qualidade do aquífero, da saúde pública e do meio ambiente em geral;
- . minimizar erosões, deslizamentos e desmoronamentos ;

- . possibilitar um monitoramento eficiente da quali
dade das águas.

Sempre que as condições naturais do local escolhido para a disposição não puderem atender a estes requisitos deverão ser melhoradas através da:

- . implantação de um sistema de drenagem de águas superficiais;
- . impermeabilização do aterro, e
- . implantação de um sistema de coleta, remoção e tratamento de líquidos percolados do aterro.

Para a implantação deste aterro devem ser considerados:

- . escolha de local adequado para a implantação do aterro;
- . projeto criterioso, e
- . operação correta.

No anexo 1 é apresentada a norma P.4.240 "Apresentação de Projeto de aterro industrial" elaborada e adotada pela CETESB, que fixa a sistemática de apresentação de projetos de aterros industriais, através de normalização dos documentos apresentados ao órgão controlador da poluição para sua análise e aprovação.

*Com vista a análise e aprovação do
proj. de aterro*

4. SELEÇÃO E AVALIAÇÃO DE LOCAIS PARA EXECUÇÃO DE ATERRO INDUSTRIAL

Na escolha ou avaliação de um local para execução de um aterro industrial, bem como na escolha ou avaliação de um aterro sanitário convencional para a disposição de resíduos sólidos industriais devem ser considerados os aspectos:

- . topográficos;
- . geológicos (tipo de rocha, estrutura geológica, composição do solo, etc.);
- . climáticos (taxas de precipitação e evapotranspiração)
- . hidrológicos (permeabilidade do subsolo, níveis do lençol freático, variação dos níveis, vazão e direção do escoamento das águas subsuperficiais), e
- . hídricos (corpos d'água, localização de mananciais de abastecimento humano ou animal, qualidade das águas, etc.)

De uma maneira geral, as características favoráveis de uma área, à execução de um aterro industrial são:

- . baixa densidade populacional;
- . proximidade à fonte geradora e vias de transporte;
- . baixo potencial de contaminação do aquífero;
- . baixo índice de precipitação;
- . alto índice de evapotranspiração;
- . subsolo com alto teor de argila, e
- . pouca declividade e ausência de depressões naturais.

Em qualquer caso os seguintes critérios devem ser rigorosamente observados:

- . o aterro não deve ser executado em áreas sujeitas a inundações;

- . entre a superfície inferior do aterro e o mais alto nível do lençol freático deve haver uma camada de es p_{essura} mínima de 1,50 m de solo insaturado;
- . o aterro não deve ser executado em área cujo subsolo seja constituído exclusivamente por um material que apresente um coeficiente de permeabilidade superior a $1,0 \times 10^{-4}$ cm/s, e
- . o aterro deve ser localizado a uma distância mínima de 200 m de qualquer coleção hídrica ou curso d'água.

5. PROJETO DE ATERRO INDUSTRIAL CLASSE II.

Um aterro industrial classe II deve ser projetado de forma a superar as condições desfavoráveis do local escolhido. O projeto dependerá fundamentalmente das condições hidrogeológicas e climáticas deste local. Assim, em função destas condições, poderemos ter os seguintes casos:

- CASO A*
Projeto I - Condições geológicas e climáticas adequadas;
- CASO B*
Projeto II - Condições geológicas adequadas e climáticas insatisfatórias;
- CASO C*
Projeto III - Condições geológicas e climáticas insatisfatórias com tratamento de líquidos percolados;
- CASO D*
Projeto IV - Condições geológicas e climáticas insatisfatórias sem tratamento de líquidos percolados.

CASO D
5.1 Projeto I - Condições Geológicas e Climáticas Adequadas.

Quando as condições geológicas e climáticas forem adequadas, o projeto de um aterro industrial classe II será análogo ao de um aterro sanitário convencional, devendo, no entanto, ser obedecidas determinadas regras de operação.

Como condição adequada para a execução de um aterro sanitário classe II, o sub-solo deve apresentar as seguintes características:

- . ser constituído por um depósito extenso e homogêneo de solo argiloso, com coeficiente de permeabi

lidade (k) menor a igual a $1,0 \times 10^{-7}$ cm/s;

- . ser classificado como CL, CH, SC ou OH, segundo o sistema Unificado de Classificação de Solos (ASTM Standard D 2487-69);
- . apresentar uma porcentagem maior do que 30% de partículas passando pela peneira nº 200 da ASTM (Análise Granulométrica por Peneiramento e Sedimentação conforme o MB 32/1968 - ABNT);
- . apresentar um Limite de Liquidez maior ou igual a 30% (Ensaio de Determinação do Limite de Liquidez conforme o MB 30/1969 - ABNT);
- . apresentar um índice de plasticidade maior ou igual a 15 unidades;
- . apresentar um pH igual ou maior que 7,0, e
- . não sofrer alteração na sua permeabilidade, devido a efeitos provocados pelos resíduos a serem dispostos no aterro.

Em relação às condições climáticas adequadas recomenda-se que a evapotranspiração anual exceda a precipitação anual em pelo menos 500 mm.

Nestas condições o aterro deve apresentar uma cama da de solo argiloso com as especificações acima e espessura mínima de 3,0 metros, sob toda a sua superfície inferior e laterais, sendo que a distância mínima recomendada entre a superfície inferior do aterro e o nível mais alto do lençol freático, deve ser de 4,50 m (ver figura 1).

Caso
5.2 Projeto II - Condições Geológicas adequadas e Climáticas insatisfatórias.

Nas áreas em que as condições geológicas forem adequadas (de acordo com as condições apresentadas para o projeto *Caso I*), mas as condições climáticas forem insatisfatórias, poderá ser adotado um projeto *Caso* análogo ao projeto I, porém com uma impermeabilização de toda a superfície superior do aterro, para impedir a infiltração de água através dos resíduos dispostos (ver figura 2). Tal impermeabilização deverá seguir as especificações fornecidas no item 5.5-Elementos de Projeto.

Caso
5.3 Projeto III - Condições Geológicas e Climáticas insatisfatórias com Tratamento de Líquidos Percolados

Nas áreas em que as condições geológicas ou ambas as condições geológicas e climáticas forem insatisfatórias, de acordo com as condições apresentadas no Projeto *Caso I*, mas houver a possibilidade de tratamento de líquidos percolados, deverá ser prevista uma impermeabilização de toda a superfície inferior do aterro, sobreposta por um sistema de coleta e remoção destes líquidos. Tal sistema deve ser constituído por um colchão drenante em areia ou material arenoso, sobreposto a toda extensão da impermeabilização inferior e conectado nos pontos mais baixos a um ou mais tanques de coleta e remoção, de acordo com especificações fornecidas no item 5.5-Elementos de Projeto.

Conforme as condições geológicas e o grau de periculosidade dos resíduos poderemos ter dois tipos de projeto:

Caso
a) Projeto III-1

A impermeabilização inferior deverá ser constituída por uma camada de, no mínimo, 1,50 m de espessura de solo argiloso compactado, natural ou colocado, com coeficiente de permeabilidade menor ou igual a $1,0 \times 10^{-7}$ cm/s e especificações fornecidas no projeto I (ver figura 3).

Caso
b) Projeto III-2

A impermeabilização inferior deverá ser constituída por:

- . um sistema de detecção e remoção de percolados, para funcionar nos casos de danificação da impermeabilização, constituído por uma camada de, no mínimo, 0,15m de espessura de solo arenoso, executada diretamente sobre a superfície natural do terreno, capaz de permitir um escoamento rápido dos percolados até os tanques de coleta e remoção;
- . uma camada de impermeabilização, com coeficiente de permeabilidade de 1×10^{-12} cm/s ou equivalente, superposta ao sistema de detecção e remoção e estendida a toda a superfície inferior do aterro, e
- . uma camada de, no mínimo, 1m de espessura de solo compactado com coeficiente de permeabilidade menor ou igual a 1×10^{-7} cm/s e especificações fornecidas no projeto I (ver figura 4).

Caso
5.4 Projeto IV - Condições Geológicas e Climáticas in
satisfatórias sem Tratamento de Líquidos Percolados

Nos casos em que as condições geológicas e climáticas forem insatisfatórias, (de acordo com o apresentado no Projeto I), e não houver possibilidade de tratamento ou destinação adequada dos líquidos percolados deverão ser executadas impermeabilizações das superfícies inferior e superior do aterro, de forma que os resíduos fiquem totalmente confinados, não havendo a possibilidade de infiltração de águas nos resíduos nem extravazamento dos líquidos contidos nos mesmos (ver figura 5).

5.5 Elementos de Projeto

No projeto de um aterro industrial classe II devem ser considerados fundamentalmente:

- . drenagem de águas superficiais;
- . sistema de coleta e remoção de líquidos percolados, e
- . impermeabilização do aterro.

a) Drenagem de águas superficiais

Deve ser previsto em todos os projetos de aterro um sistema de drenagem de águas superficiais, para desviar as águas que tenderiam a escoar para a área do aterro, evitando que se infiltrem nos resíduos, carreando poluentes para o aquífero, bem como para coletar e desviar as águas que precipitam diretamente sobre ele.

No dimensionamento do sistema deve ser considera

do um período de retorno de pelo menos cinco a
nos.

b) Impermeabilização do aterro

Em todos os casos em que o nível do lençol freático for muito elevado, o subsolo for constituído por um material muito permeável ou as condições climáticas forem insatisfatórias, será necessária uma impermeabilização do aterro que, de acordo com as condições, deverá ser da superfície superior ou inferior, ou de ambas as superfícies. Sempre que se executar uma impermeabilização apenas da superfície inferior do aterro, deverá ser previsto um sistema de coleta, remoção e tratamento de líquidos percolados.

Como materiais de impermeabilização podem ser empregados argila, asfalto, concreto ou membranas sintéticas. Tais materiais diferem entre si quanto às suas propriedades, resistências mecânica, elasticidade, resistência química e durabilidade, devendo ser empregados de acordo com as condições de compatibilidade com os resíduos a serem dispostos.

Qualquer que seja o material empregado, devem ser observadas as seguintes recomendações:

- os materiais devem apresentar resistência química comprovada aos resíduos que irão conter, sendo desejável que conservam suas propriedades enquanto durar a periculosidade destes resíduos;

- uma impermeabilização deve ser projetada e executada de forma que sua integridade e estanqueidade sejam garantidas sob quaisquer condições, quer seja durante a implantação, operação e fechamento do aterro, quer seja após sua conclusão;
- uma impermeabilização deve ser executada sobre uma base preparada, bem compactada e firme de forma a evitar recalques que comprometeriam sua integridade;
- na execução da impermeabilização propriamente dita devem ser observadas as técnicas e os cuidados peculiares a cada tipo de material, de forma que se obtenha uma camada que seja, ao mesmo tempo, impermeável e estanque;
- finalmente, qualquer que seja o material empregado, a camada impermeabilizante não deverá servir como pavimento recebendo cargas ou tráfego de equipamentos diretamente sobre ela, devendo portanto ser protegida de esforços, bem como das intempéries.

c) Sistema de coleta e remoção dos líquidos percolados.

Sempre que houver a possibilidade de que líquidos percolados através dos resíduos (águas externas infiltradas ou líquidos contidos no próprio resíduo) venham a atingir o aquífero, devido a condições geológicas insatisfatórias e houver a viabilidade de tratamento ou destinação adequada, estes líquidos devem ser coletados e removidos.

O sistema de coleta deverá apresentar declividade mínima de 1% em todos os pontos e funcionar de tal forma que os líquidos escoem por gravidade até os tanques de coleta, de onde serão removidos.

Os tanques de coleta devem obedecer as seguintes especificações:

- devem ser impermeabilizados por materiais compatíveis com os líquidos percolados no aterro;
- o(s) tanque(s) deve(m) ser acessível(is) para remoção dos líquidos nos casos em que as bombas estejam inoperantes e/ou as tubulações de descarga estejam danificadas,
- o(s) tanque(s) deve(m) apresentar um volume igual ou maior que o volume de líquidos percolados esperado em três meses, mas não inferior a 4.500 litros, e
- o(s) tanque(s) deve(m) estar localizados de modo a permitir que o sistema de coleta funcione sempre por gravidade.

5.6 Operação do Aterro

Na operação de um aterro de disposição de resíduos industriais devem ser observados:

- regras de operação, para minimizar os efeitos adversos que a mesma possa causar;
- plano de segregação de resíduos;

*localizar os
tanques por
reservatórios*

- controle da operação do aterro, e
- monitoramento do aquífero.

a) Regras de Operação

Na operação de um aterro industrial classe II, além dos cuidados constantes do Quadro I deverão ser observadas as seguintes práticas:

- uma camada de, no mínimo, 0,15m de material inerte compactado, deverá ser aplicada diariamente sobre os resíduos depositados;
- todo o recipiente que contém resíduo líquido deve ser envolvido por uma quantidade suficiente de material inerte, capaz de absorver todo o seu conteúdo;
- sempre que o resíduo depositado for permanecer por mais de uma semana sem a superposição de uma nova camada de resíduo deve ser coberto por uma camada de material inerte, com, no mínimo 0,30 m de espessura.

Após concluído, o aterro deverá receber uma cobertura final com uma camada de, no mínimo 0,30m de solo argiloso compactado, com um coeficiente de permeabilidade menor ou igual a $1,0 \times 10^{-7}$ cm/s e especificações fornecidas no Projeto I. Esta camada deverá ser superposta por outra camada de solo qualquer, com pelo menos 0,30m de espessura, para o plantio de vegetação de raízes pouco profundas.

Recomenda-se que os taludes finais do aterro devem apresentar uma inclinação de 1(V): 3(H), de



o que é bermas

vendo ser previstas bermas a cada 2,0m de elevação do aterro.

O proprietário ou operador do aterro deverá manter, durante 20 anos, no mínimo, após a conclusão de aterro:

- o sistema de coleta de líquidos percolados;
- o sistema de coleta de gases, quando houver;
- o sistema de monitoramento do aquífero e a integridade do aterro (taludes, cobertura final, etc.), e
- o isolamento da área.

b) Plano de Segregação de Resíduos

Na operação de um aterro onde são dispostos resíduos perigosos, deverá ser observado um plano de segregação de resíduos, para evitar que residuos incompatíveis sejam dispostos em uma mesma área do aterro, provocando efeitos indesejáveis tais como fogo, liberação de fumaça ou gases tóxicos, etc.

O quadro 2 apresenta a incompatibilidade da mistura de determinados resíduos assim como os efeitos produzidos.

c) Controle da operação

Deve ser efetuado um controle rigoroso da operação do aterro, que dentre outros está condicionado aos seguintes fatores:

- existência de um elemento capacitado, encarregado do controle e fiscalização da operação,

que tenha pleno conhecimento dos resíduos a serem dispostos e das áreas de disposição;

- demarcação dos locais para recebimento, estocagem e disposição de cada resíduo;
- sistema de registro e mapeamento de resíduos dispostos, e dos locais de disposição.

d) Monitoramento do aquífero

Deve ser executado um monitoramento do aquífero, para avaliação da influência do aterro na qualidade da água.

Para monitoramento do lençol freático deverão ser executados, pelo menos, 4 poços, de acordo com as seguintes especificações:

- considerando-se o sentido de escoamento das águas subsuperficiais sob o aterro, pelo menos um poço deverá ser localizado a montante do aterro, para retirada de amostras representativas da qualidade das águas do lençol;
- pelo menos três poços devem ser localizados à jusante do aterro, atingindo diferentes profundidades no lençol freático onde haja a possibilidade de contaminação, sendo um deles localizado bem próximo à área de disposição;
- os poços devem ser executados e mantidos de forma a garantir a extração de amostras sob quaisquer condições, revestidos e cobertos de forma a evitar a penetração de águas superficiais.

Os pontos de amostragem de águas sub-superficiais, bem como a frequência de amostragem e análises ficarão a critério do órgão de controle da poluição.

Devem ser retiradas amostras, antes do início da operação do aterro, para estabelecimento da qualidade de fundo. Os parâmetros a serem analisados dependerão dos tipos de resíduos a serem dispostos, ficando a critério do órgão de controle da poluição a fixação dos mesmos.

6. METODOLOGIA DA DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS EM ATERROS

A metodologia para disposição de resíduos sólidos industriais em aterro pode ser resumida pela figura 6.

O primeiro passo para a disposição correta de um resíduo é a sua classificação de acordo com a metodologia de classificação já apresentada.

O tipo de aterro no qual o resíduo poderá ser disposto dependerá da categoria em que o resíduo for enquadrado, bem como da sua taxa de produção.

a) Resíduos incluídos na categoria 2,3 e 4

Se o resíduo for classificado como não perigoso poderá ser disposto em qualquer tipo de aterro, preferencialmente em aterros sanitários convencionais em face dos custos envolvidos.

Deve-se ressaltar que determinados resíduos inertes e incombustíveis, em face de suas características, podem ser utilizados como material de cobertura.

b) Resíduos Perigosos

Nos casos em que o resíduo for classificado como perigoso a sua disposição deverá ser em aterros sanitários convencionais classe II ou em aterros industriais classe II, de acordo com o tipo, a natureza e a taxa de produção do resíduo.

A disposição de resíduos perigosos em aterros sanitários convencionais deverá ser feita dentro de uma filosofia de diluição e dispersão, de forma que não

provoque alterações significativas nas características dos líquidos percolados nos aterros. Isto implica no estabelecimento de quantidades máximas permissíveis destes resíduos dispostos neste tipo de aterro.

Para resíduos contendo metais recomenda-se taxas de aplicação de forma que a concentração final na mistura resíduo perigoso e resíduo urbano, não ultrapasse o dobro da concentração inicial de metal no resíduo urbano. Esta taxa pode ser expressa pela inequação

$$\frac{P_1 C_1 + P_2 C_2}{P_1 + P_2} \leq K, \text{ onde} \quad (6.b)$$

P_1 - Massa de resíduo a ser disposta por unidade de tempo, em base seca (kg/dia).

C_1 - Concentração de poluentes no resíduo em base seca (mg/kg).

P_2 - Massa de lixo urbano a ser misturada com a quantidade P_1 de resíduo por unidade de tempo em base seca (kg/dia).

C_2 - Concentração do poluente no lixo urbano em base seca (mg/kg).

K - Concentração máxima permissível do poluente no aterro (normalmente estimada em duas vezes a concentração do poluente em lixo essencialmente doméstico, mg/kg).

Em face das variações de C_1 e C_2 , a determinação da

taxa de aplicação de um determinado resíduo poderá ser feita através de um método estatístico, pela de terminação destas concentrações em um número mínimo de dez amostras, coletadas em período significativo e pela utilização de testes de hipóteses.

O quadro 1 indica quantidades aceitáveis para dis- posição em aterros sanitários convencionais classe II.

Este tipo de aterro poderá receber um resíduo perigoso desde que conste da tabela citada, que sua quantidade seja igual ou inferior as quantidades re comendadas e que sejam observadas todas as regras de operação e controle necessários.

Caso contrário, dever-se-á então considerar se o re síduo admite alguma forma de tratamento que reduza seu grau de periculosidade. Nos casos em que exis tir uma forma viável de tratamento, tal procedimento deverá ser adotado. De acordo com o resultado ob tido o resíduo poderá então ser disposto em aterros sanitários convencionais classe II ou em aterros in dustriais classe II.

Quando não existir nenhuma forma viável de tratamen to que reduza o grau de periculosidade do resíduo, o mesmo deverá ser disposto em aterros industriais classe II.

Os resíduos perigosos que não constarem do quadro I deverão ser submetidos à análise do órgão controlador de poluição, para estabelecimento das medidas necessárias à sua disposição correta.

7. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ANDERDEN, J.R.; DORIBUSH, J.N.; Influence of Sanitary Landfill on Ground Water Quality; Journal of American Water Works Association, vol. 59, 1967 - pg. 457

ANDERSON, D.R.; BISHOP, D.; LUDWIG, H.F.; Percolation of Citrus Wastes Through Soil; Industrial Waste Conference Part Two-Purdue University-Lafayette, May-1966, pgs. 892 - 901

BRADLEY, R.M.; Disposal of Industrial Wastes in Land fill Areas - Report to CETESB - São Paulo, March 1977

BRADLEY, R.M.; Survey of Industrial Solid Wastes, Rept to CETESB, São Paulo, Fevereiro de 1977.

BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE; Diário Oficial da União; Portaria nº 56/Bsb de 14 de março de 1977, 22 de março de 1977, pgs. 3304 - 3307

BRUNNER, D.R.; et alii; Sanitary Landfill Design and Operation; Environmental Protection Agency; Solid Waste Management Office, Rockville (MD) EPA SW 65&S 67 - 1972

CETESB; Drenagem em Aterros Sanitários; Gerência de Resíduos Sólidos Industriais e Gerência de Resíduos Sólidos Domésticos, São Paulo, 1979

CETESB; Sólidos Industriais Produzidos na Região da Grande São Paulo; Gerência de Resíduos Sólidos Industriais, Vol. I, São Paulo, 1979

CURRY, N.A.; Guidelines for Landfill of Toxic Industrial Sludges; Twenty-Eighth Industrial Waste Conference Purdue University, W. Lafayette Indiana, May, 1973

FIELD JR. T.; LINDSEY, A.W.; Landfill Disposal of Hazardous Wastes. A review of Literature and Known Approaches; Report on Solid Waste Management U.S. Environmental Protection Agency, June, 1975, Cincinnati, Ohio

GESWEIN, A.J.; Liners for Land Disposal Sites-An Assessment; Report on Solid Waste Management U.S. Environmental Protection Agency - March, 1975, Cincinnati, Ohio

GHASSENI, M.; QUINLIVAN, S.C.; DAY, H.R.; Landfills for Pesticide Waste Disposal; Environmental Science & Technology - Vol. 10, Pg. 1209, December 1976

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO; Diário Oficial do Estado de São Paulo; Decreto nº 8468 de 8 de setembro de 1976; 9 de novembro de 1976, pgs. 4 a 18

INSTITUTO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO; I Simpósio Brasileiro de Impermeabilização na Construção Civil, São Paulo, outubro de 1978

INTER-GOVERNMENTAL MARITIME CONSULTATIVE ORGANIZATION; International Maritime Dangerous Goods Code; Vol. I, London, 1975.

JAPAN ENVIRONMENTAL SANITATION CENTER; Guide to Disposal of Industrial Waste; Kawasaki - Kanagawa, Japan, August, 1978

KRIEGER; H.L.; Interim Radiochemical Methodology for Drinking Water; Environmental Monitoring and Support Laboratory - Cincinnati, Ohio, 1976, 61 p. (EPA/600/4-75/008 - Rev.)

U.K. DEPARTMENT OF THE ENVIRONMENT; Halogenated Hydrocarbon Solvent Wastes from Cleanning Process; Waste Management Paper n° 9, London, Her Majesty's Stationery Office, 1976

U.K. DEPARTMENT OF THE ENVIRONMENT; Asbestos Wastes; Waste Management Paper n° 18, London, Her Majesty's Stationery Office, 1979

U.K. DEPARTMENT OF THE ENVIRONMENT; Heat-treatment Cyanide Wastes; Waste Management Paper n° 8, London, Her Majesty's Stationery Office, 1976

U.K. DEPARTMENT OF THE ENVIRONMENT; Mercury - Bearing Wastes; Waste Management Paper n° 12, London, Her Majesty's Stationery Office, 1976

U.K. DEPARTMENT OF THE ENVIRONMENT; Metal Finishing Wastes; Waste Management Paper n° 11, London, Her Majesty's Stationery Office, 1976

U.K. DEPARTMENT OF THE ENVIRONMENT; Mineral Oil Wastes; Waste Management Paper n° 7, London, Her Majesty's Stationery Office, 1976

U.K. DEPARTMENT OF THE ENVIRONMENT; Polychlorinated Biphenyl Wastes; Waste Management Paper n° 6, London, Her Majesty's Stationery Office, 1976

U.K. DEPARTMENT OF THE ENVIRONMENT, Solvent Wastes (Excluding Halogenated Hydrocarbons); Waste Management Paper n° 14, London, Her Majesty's Stationery

U.K. DEPARTMENT OF THE ENVIRONMENT, Tarry and Distillation Wastes and Other Chemical Based Residues; Waste Management Paper n° 13, London, Her Majesty's Stationery Office, 1977

U.K. DEPARTMENT OF THE ENVIRONMENT; The Licencing of Waste Disposal Sites; Waste Management Paper n° 4, London, Her Majesty's Stationery Office, 1976

U.K. DEPARTMENT OF THE ENVIRONMENT; Wastes from the Manufacture of Pharmaceuticals, Toiletries and Cosmetics; Waste Management Paper n° 19, London, Her Majesty's Stationery Office, 1978

U.K. DEPARTMENT OF THE ENVIRONMENT; Waste From Tanning, Leather, Dressing and Fellmongering; Waste Management Paper n° 17, London, Her Majesty's Stationery Office, 1978

U.S. APHA, AWWA, WPCF; Standard Methods for the Examination of Waste and Wastewater; 13th Edition New York - 1971, Part 300

U.S. DEPARTMENT OF HEALTH EDUCATION AND WELFARE; The Toxic Substances List; Public Health Service Center for Disease Control - National Institute for Occupational Safety and Health Rockville, Maryland, June, 1974

U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY; Hazardous Waste Proposed Guidelines and Regulations and Proposal on Identification and Listing; Federal Register, vol. 43, n° 243, Monday, December 18, 1978, Part - IV U.S.A. (OH)

U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY; Hazardous Waste Proposed Guidelines and Regulations and Proposal on Identification and Listing; Federal Register, vol. 45, n° 98, Monday 19, 1980, Parts. II, III, IV, V, VI, VII, VIII e IX; U.S.A.

QUADRO 1 - FORMAS DE DESTINAÇÃO E/OU TRATAMENTO, TAXAS DE APLICAÇÃO E REGRAS DE OPERAÇÃO PARA A DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS EM ATERROS SANITÁRIOS CONVENCIONAIS CLASSE II.

TIPO DE RESÍDUO	FORMAS DE DESTINAÇÃO ADEQUADAS	TAXAS DE APLICAÇÃO PARA DISPOSIÇÃO CONJUNTA EM ATERROS SANITÁRIOS CONVENCIONAIS	REGRAS OPERACIONAIS E CUIDADOS ESPECIAIS
1) resíduos de PCB (Bifenila Policlorada)	- incineração - disposição em aterro apenas para capacitores de uso em eletrônica	um pequeno capacitor por tonelada de resíduo domiciliar de forma que a concentração final não exceda 1 unidade para cada 7 toneladas de resíduo domiciliar	disposição de forma bastante dispersa na massa do aterro.
2) resíduos de óleo mineral - águas residuárias contendo óleo - borras de óleo - óleos gastos - resíduos contendo óleos em geral e borras de alcatrão	- incineração - águas residuárias devem ser tratadas e lançadas no esgoto - disposição em aterro	quantidade que não supere a capacidade de absorção do resíduo domiciliar, para evitar infiltração excessiva no subsolo e/ou extravazamento (50 l/m³ de resíduo domiciliar)	- resíduos de produção de aditivos devem ter sua atividade diminuída para evitar problemas de auto ignição no aterro. - a disposição de lamas deve ser feita em trincheiras abertas na massa de lixo. - resíduos contendo cianetos, originários de óleos de arrefecimento devem ser filtrados e incinerados. - lamas contendo gasolina com chumbo devem ser encapsuladas antes da disposição.

continua ...

QUADRO 1 (continuação) - FORMAS DE DESTINAÇÃO E/OU TRATAMENTO, TAXAS DE APLICAÇÃO E REGRAS DE OPERAÇÃO PARA A DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS EM ATERROS SANITÁRIOS CONVENCIONAIS CLASSE II.

TIPO DE RESÍDUO	FORMAS DE DESTINAÇÃO ADEQUADAS	TAXAS DE APLICAÇÃO PARA DISPOSIÇÃO CONJUNTA EM ATERROS SANITÁRIOS CONVENCIONAIS	REGRAS OPERACIONAIS E CUIDADOS ESPECIAIS
3) resíduos contendo cianeto • sais impuros dos banhos • conteúdo dos banhos • equipamento e materiais contaminados • derramamentos ácidos • varreduras • águas residuárias • óleos de resfriamento • sólidos oriundos da purificação de óleos de resfriamento	• oxidação do cianeto (é o método mais recomendado) • disposição em aterros • incineração para os óleos contaminados	• em aterros onde haja uma contenção parcial do líquido percolado (aterro sanitário convencional classe II) não devem ser dispostos resíduos com mais de 10 g de CN/m³ e a taxa de aplicação não deve exceder 1 g CN/m³ de resíduo • em aterros onde a contenção dos líquidos percolados seja pequena (aterro sanitário convencional classe I) não devem ser dispostos resíduos contendo mais de 1 g CN/m³	• deve-se tomar cuidado no manuseio do resíduo inclusive pela correta etiquetagem e uso de equipamento individual de proteção adequada. • o local onde será feita a disposição deve ser devidamente marcado para se evitar que sejam depositados ácidos no mesmo local.
4) resíduos contendo metais como cádmio, cobalto, cromo, cobre, ferro, manganês, níquel, chumbo e zinco	• disposição em aterro	• a taxa de aplicação depende da concentração do metal no resíduo e da existência de mais de um resíduo a ser disposto. É definida pela fórmula $\frac{C_1 P_1 + C_2 P_2}{P_1 + P_2} \leq K$	• a disposição de lamas contendo metais deve ser feita de modo a não ultrapassar a capacidade de absorção de líquido do lixo, estimada em 0,05 m³ de água por tonelada. • o cádmio de soluções concentradas deve ser precipitado.

continua ...

QUADRO 1 (continuação) - FORMAS DE DESTINAÇÃO E/OU TRATAMENTO, TAXAS DE APLICAÇÃO E REGRAS DE OPERAÇÃO PARA A DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS EM ATERROS SANITÁRIOS CONVENCIONAIS CLASSE II.

TIPO DE RESÍDUO	FORMAS DE DESTINAÇÃO ADEQUADAS	TAXAS DE APLICAÇÃO PARA DISPOSIÇÃO CONJUNTA EM ATERROS SANITÁRIOS CONVENCIONAIS	REGRAS OPERACIONAIS E CUIDADOS ESPECIAIS
continuação..		onde: P₁ - massa de resíduo a ser disposta por unidade de tempo, em base seca (kg/dia) C₁ - concentração do metal no resíduo em base seca (mg/kg) P₂ - massa de lixo doméstico disposta no aterro, por unidade de tempo, em base seca (kg/dia) C₂ - concentração do metal no lixo doméstico, em base seca (mg/kg) K - concentração máxima permitível do poluente no solo, normalmente equivalente ao dobro da concentração do metal em lixo doméstico (mg/kg)	pitado na forma de sulfeto ou hidróxido, antes de ser disposto sobre o solo. - resíduos contendo altas concentrações de cromo hexavalente devem ser tratados quimicamente para reduzir o cromo para trivalente; antes de serem dispostos - na disposição de resíduos contendo metais, estes devem ser segregados de áreas onde sejam depositados ácidos - em locais onde seja depositado quase que exclusivamente resíduo doméstico, as lamas devem ser dispersadas ao máximo, no aterro, isto pode ser feito pela disposição da lama ao longo da frente de trabalho seguida de

continua ...

QUADRO 1 (continuação) - FORMAS DE DESTINAÇÃO E/OU TRATAMENTO, TAXAS DE APLICAÇÃO E REGRAS DE OPERAÇÃO PARA A DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS EM ATERROS SANITÁRIOS CONVENCIONAIS CLASSE II.

TIPO DE RESÍDUO	FORMAS DE DESTINAÇÃO ADEQUADAS	TAXAS DE APLICAÇÃO PARA DISPOSIÇÃO CONJUNTA EM ATERROS SANITÁRIOS CONVENCIONAIS	REGRAS OPERACIONAIS E CUIDADOS ESPECIAIS
continuação... resíduos contendo metais	TABELA		cobrimento com lixo doméstico OBS.: os valores de K a apresentados servem apenas como orientação - TAXAS maiores podem ser aplicadas desde que justificadas e aprovadas pelo órgão de controle da poluição
	METAL	k (mg/kg) (1)	
	arsênio bário chumbo cromo níquel zinco	10,0 80,4 34,4 10,4 1,4 96,4	
5) resíduos contendo mercúrio	- recuperação - disposição em aterro	não deve ser excedida a concentração de 2 mg/kg de mercúrio em cada 1000 m³ de resíduo (1)	não é permitida a disposição no solo, de materiais com mais de 2% de mercúrio ou 0,01% de alquilmercúrio
6) resíduos de destilação e outros resíduos químicos - resíduo de alcatrão - borras ácidas - óxidos de ferro contaminados	- disposição em aterro - incineração - recuperação	dada a grande variedade de resíduos não é possível estabelecer uma regra fixa para disposição, devendo cada caso ser analisado individualmente	os resíduos que contenham tóxicos solúveis em água só serão aceitos em aterros industriais classe II

continua ...

QUADRO 1 (continuação) - FORMAS DE DESTINAÇÃO E/OU TRATAMENTO, TAXAS DE APLICAÇÃO E REGRAS DE OPERAÇÃO PARA A DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS EM ATERROS SANITÁRIOS CONVENCIONAIS CLASSE II.

TIPO DE RESÍDUO	FORMAS DE DESTINAÇÃO ADEQUADAS	TAXAS DE APLICAÇÃO PARA DISPOSIÇÃO CONJUNTA EM ATERROS SANITÁRIOS CONVENCIONAIS	REGRAS OPERACIONAIS E CUIDADOS ESPECIAIS
continuação .. • compostos orgânicos gerados na produção de gás de destilação de ind. químicas • resíduos de uma grande variedade de atividades industriais principalmente as com conversão química • resíduo de tortas de filtros contaminados • materiais de purificação do carvão • produtos fora de especificação • resíduos aquosos contendo quantidades limitadas de compostos orgânicos nocivos			• resíduos inflamáveis não devem ser dispostos sobre o solo e sim incinerados • a disposição de alcatores ácidos é possível numa razão de 25 l por m³ de lixo em aterros convencionais e só deve ser feita após estudo criterioso • deve-se evitar a disposição dos resíduos em tambores • caso, por motivos operacionais, seja necessário dispor resíduos acondicionados em tambores, estes devem ser colocados na base da frente de trabalho e cobertos com uma camada de lixo mantendo-se uma distância mínima de 5 m entre cada tambor

continua ...

QUADRO 1 (continuação) - FORMAS DE DESTINAÇÃO E/OU TRATAMENTO, TAXAS DE APLICAÇÃO E REGRAS DE OPERAÇÃO PARA A DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS EM ATERROS SANITÁRIOS CONVENCIONAIS CLASSE II.

TIPO DE RESÍDUO	FORMAS DE DESTINAÇÃO ADEQUADAS	TAXAS DE APLICAÇÃO PARA DISPOSIÇÃO CONJUNTA E ATERROS SANITÁRIOS CONVENCIONAIS	REGRAS OPERACIONAIS E CUIDADOS ESPECIAIS
continuação .. 6) resíduos de destilação e outros resíduos químicos			- os resíduos líquidos ou pastosos devem ser dispostos em trincheiras abertas sobre a célula do lixo, longe da frente de trabalho com o cuidado de não se ultrapassar a capacidade de absorção de líquido do lixo - dada a variedade de características dos resíduos, devem ser tomados cuidados para que se evitem misturas que possam provocar efeitos adversos como fogo, liberação de gases tóxicos, solubilização de compostos tóxicos, etc. - resíduos reativos só podem ser dispostos sobre o solo, após sofrerem neutralização ou hidrólise

continua ...

QUADRO 1 (continuação) - FORMAS DE DESTINAÇÃO E/OU TRATAMENTO, TAXAS DE APLICAÇÃO E REGRAS DE OPERAÇÃO PARA A DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS EM ATERROS SANITÁRIOS CONVENCIONAIS CLASSE II.

TIPO DE RESÍDUO	FORMAS DE DESTINAÇÃO ADEQUADAS	TAXAS DE APLICAÇÃO PARA DISPOSIÇÃO CONJUNTA EM ATERROS SANITÁRIOS CONVENCIONAIS	REGRAS OPERACIONAIS E CUIDADOS ESPECIAIS
continuação ..) resíduos de destilação e outros resíduos químicos			se, ou quando for provado que sua disposição não trará maiores problemas
) resíduos contendo asbestos (amianto) - resíduos de isolamento térmico de equipamentos - resíduos de material de fricção - resíduos com asbestos em matrizes de cimento, plásticos etc.	- disposição em aterros - encapsulamento	não existem taxas específicas	- os resíduos na forma de pó devem ser embalados antes da disposição - o pessoal que manuseia o resíduo deve estar protegido contra inalações acidentais - o transporte do material deve ser feito de forma que não se exponha a população a partículas de asbestos - resíduos de fibra de cimento não podem ser utilizados para construção ou reparos em acessos no aterro

referências:-

1) Dobro dos valores médios dos teores de metais encontrados no lixo doméstico da cidade de Curitiba segundo análises realizadas pela CETESB em 1980/1981.

BS:- Não devem ser dispostos resíduos perigosos em aterros sanitários convencionais em razões superiores a 25 kg de resíduo perigoso por tonelada de lixo doméstico.

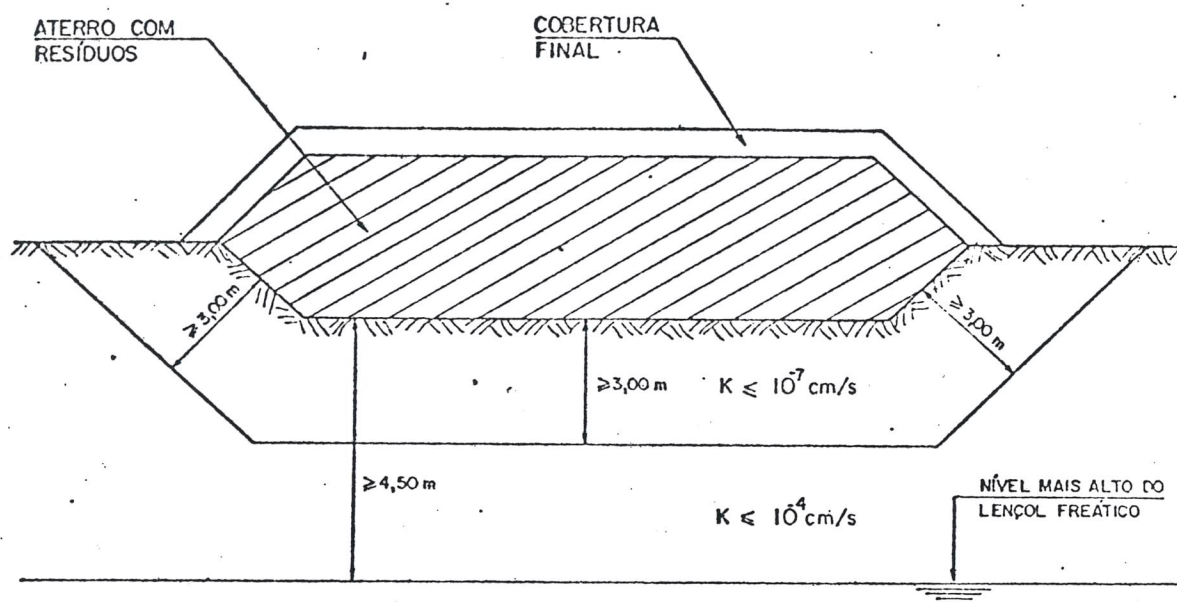


Figura 1 - ATERRO INDUSTRIAL CLASSE II - PROJETO I

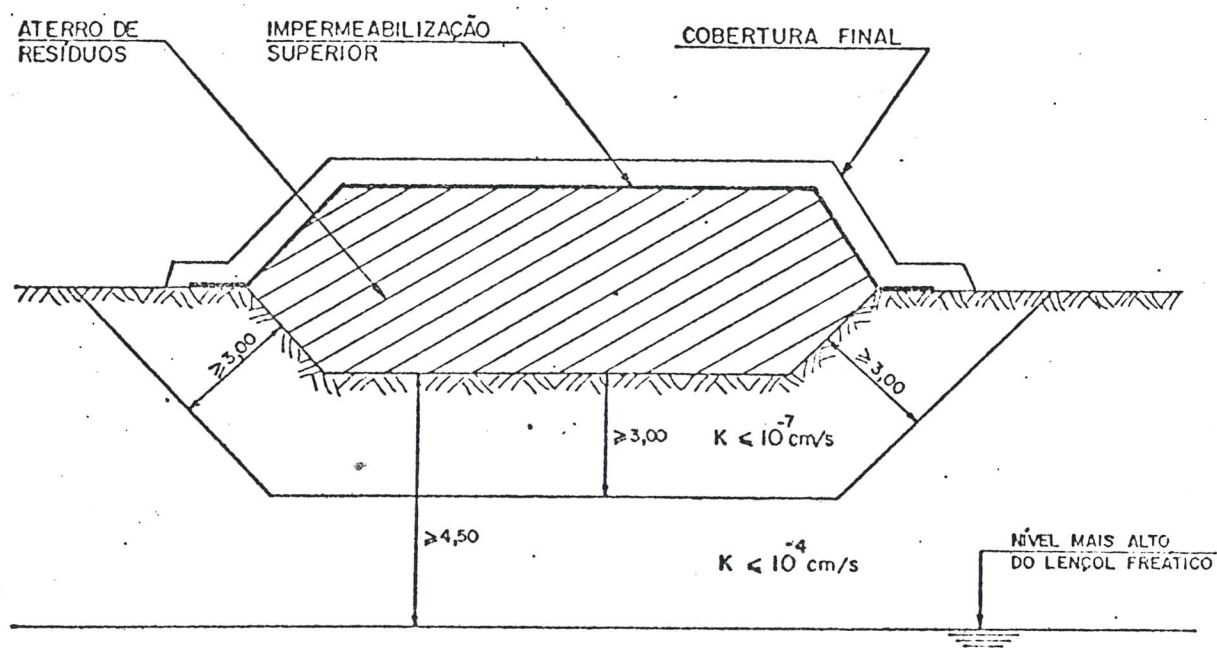


Figura 2 - ATERRO INDUSTRIAL CLASSE II - PROJETO II

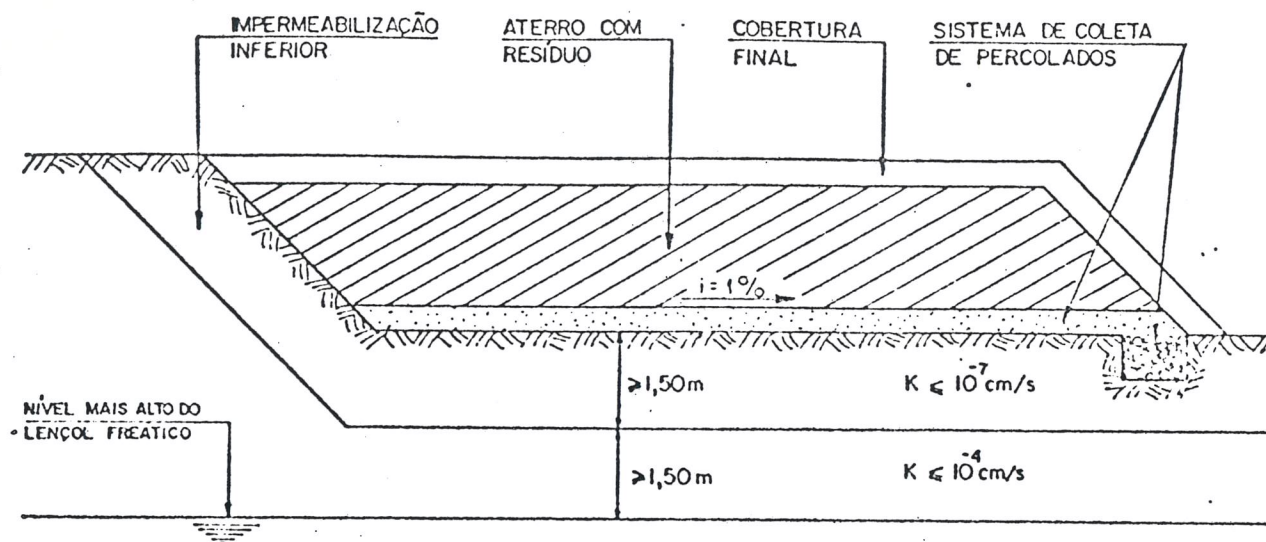


Figura 3 — ATERRO INDUSTRIAL CLASSE II — PROJETO III - 1

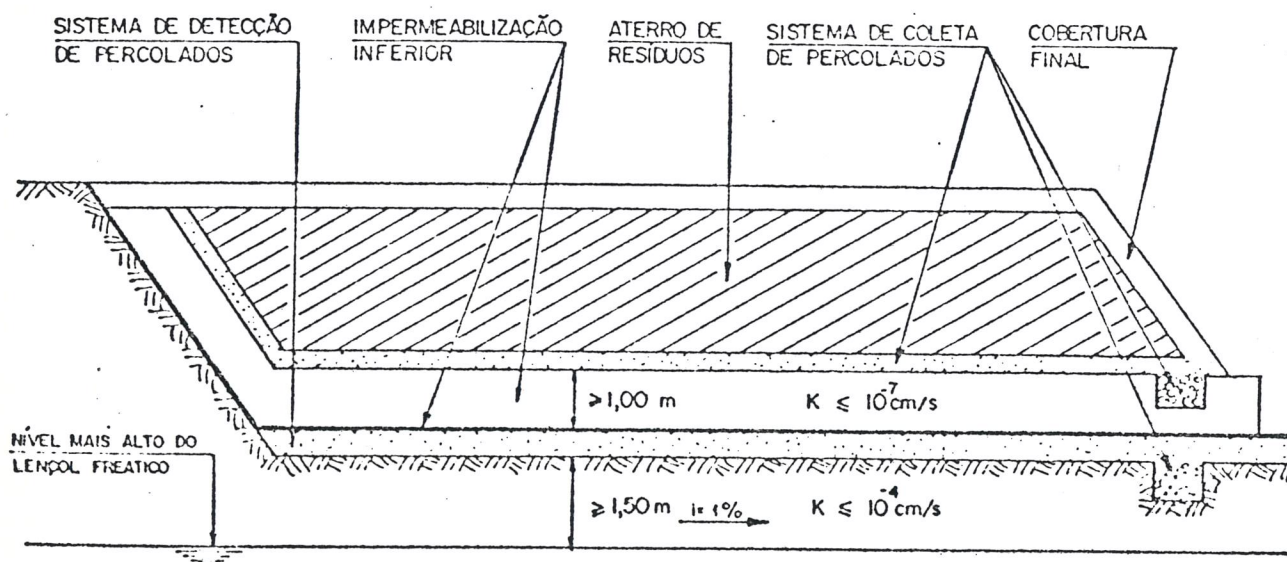


Figura 4 — ATERRO INDUSTRIAL CLASSE II — PROJETO III - 2

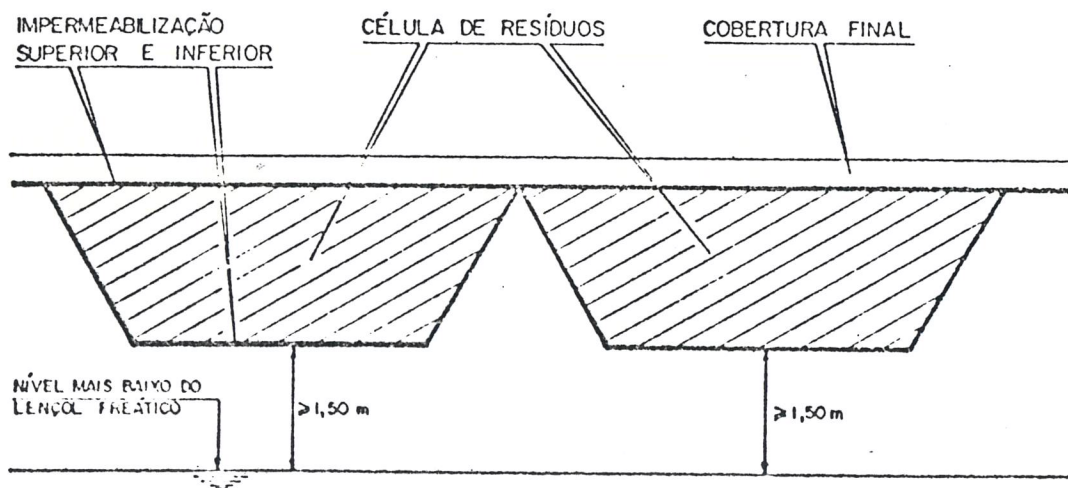


Figura 5 — ATERRO INDUSTRIAL CLASSE II — PROJETO IV

QUADRO 2 (continuação) - INCOMPATIBILIDADE DE RESÍDUOS

GRUPO 3-A

- Alumínio
- Berílio
- Cálcio
- Lítio
- Magnésio
- Potássio
- Sódio
- Zinco em pó e outros metais reativos e hidretos metálicos *metais*

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

- Álcoois
- Soluções aquosas

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 3-B

- Qualquer resíduo do Grupo 1-A ou 1-B

GRUPO 4-B

- Qualquer resíduo concentrado dos grupos 1-A ou 1-B
- Cálcio
- Lítio
- Hidretos metálicos
- Potássio
- Sódio
- SO_2Cl_2 , SOCl_2 , PCl_3 , CH_3SiCl_3 , e outros resí-
duos reativos com água

QUADRO 2 (continuação) - INCOMPATIBILIDADE DE RESÍDUOS

<u>GRUPO 5-A</u>		<u>GRUPO 5-B</u>
- Álcoois		- Resíduos concentrados do Grupo 1-A ou 1-B
- Aldeídos		- Resíduos do Grupo 3-A
- Hidrocarbonetos halogenados		
- Hidrocarbonetos nitrados e outros compostos orgânicos reativos, e solventes		
- Hidrocarbonetos insaturados		
feitos da mistura de resíduos do grupo 5-A com os do Grupo 5-B	} Fogo, explosão ou reação violenta	
<u>GRUPO 6-A</u>		<u>GRUPO 6-B</u>
- Soluções gastas de cianetos e sulfetos		- 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	
<u>GRUPO 7-A</u>		<u>GRUPO 7-B</u>
- Cloratos e outros oxidantes fortes		- Ácido acético e outros ácidos orgânicos
- Cloro		- Ácidos minerais concentrados
- Cloretos		- Resíduos do Grupo 2-B
- Ácido crômico		- Resíduos do Grupo 3-A
- Hipocloritos		- Resíduos do Grupo 5-A e outros resíduos combustíveis ou inflamáveis
- Nitratos		
- Ácido nítrico fumegante		

QUADRO 2 (continuação) - INCOMPATIBILIDADE DE RESÍDUOS

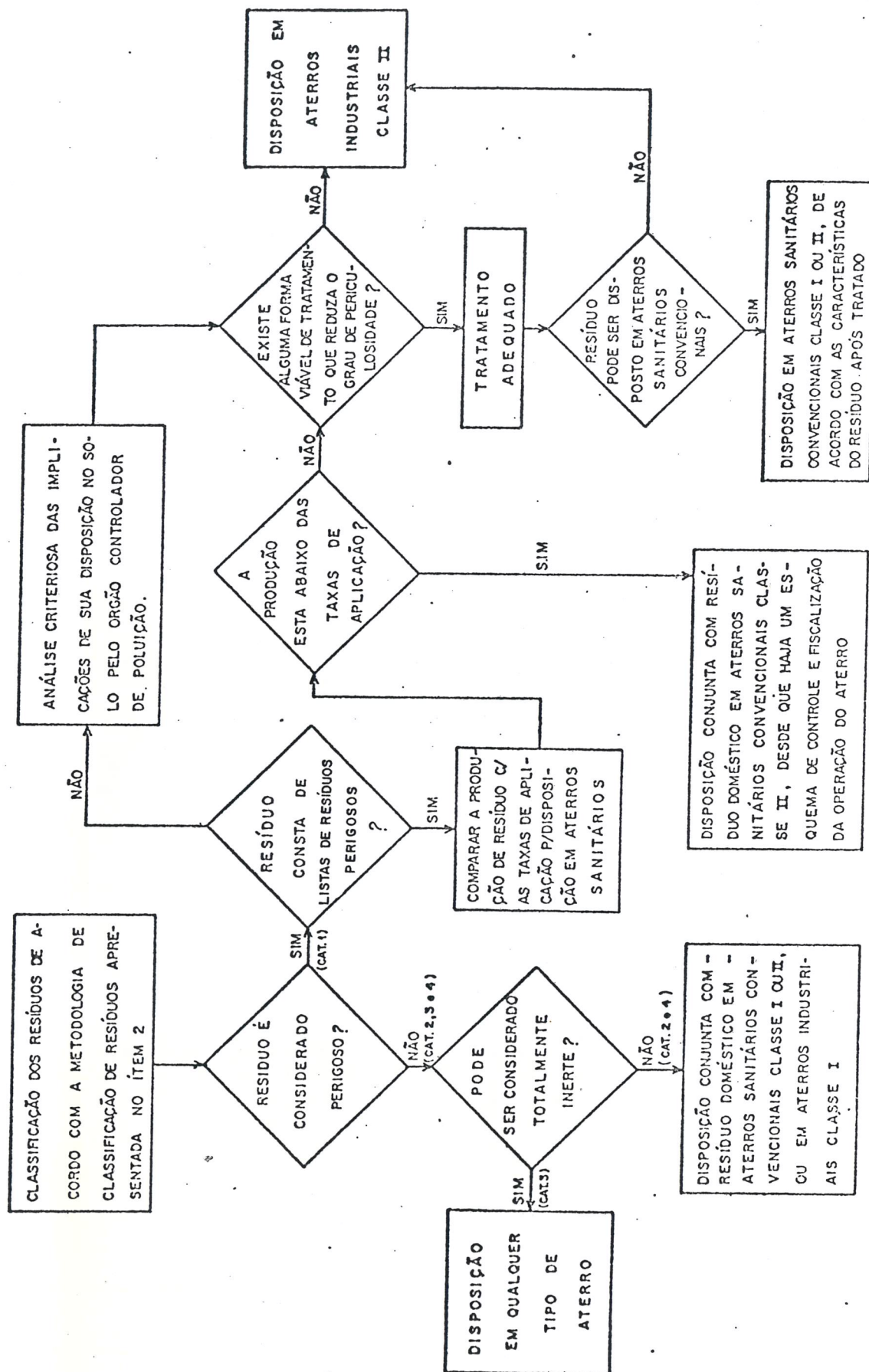
-
- Percloretos
 - Permanganatos
 - Peróxidos

Efeitos da mistura de resíduos do }
Grupo 7-A com os do Grupo 7-B } Fogo, explosão ou reação violenta

FONTE: U.S. Environmental Protection Agency, Federal Register Vol. 43 nº 243
pág. 59018, U.S.A. monday, december 18, 1978.

FIGURA 6

— METODOLOGIA PARA A DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS EM ATERROS



Data Akuis. :
Indikasi :
Gejala :
Presipitat :
Data Tombak: 21/40 196