

Aterro Industrial da Cyanamid Química do Brasil Ltda. (Fab. Resende)

PEDRO PENTEADO DE CASTRO NETO (*)
ARIOVALDO JOSÉ BARROTTI (**)
CYRO BERNARDES Jr. (***)
JORGE TOSHIMITSO (****)

AGRADECIMENTO

Agradecemos à CYANAMID QUÍMICA DO BRASIL LTDA a gentileza de autorizar a publicação desse trabalho.

1. INTRODUÇÃO

No processamento industrial da CYANAMID QUÍMICA DO BRASIL LTDA (FAB. RESENDE) são gerados alguns resíduos que, por suas características, são considerados nocivos ao meio ambiente e devem ser dispostos de uma forma tal que minimize os efeitos adversos ao meio ambiente e à saúde pública.

(*) Engenheiro Civil e Sanitarista da Gerência de Resíduos Sólidos Industriais da CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental.

(**) Técnico-Químico da Gerência de Resíduos Sólidos Industriais da CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental.

(***) Engenheiro Químico da Gerência de Resíduos Sólidos Industriais da CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental.

(****) Engenheiro Químico da Cyanamid Química do Brasil Ltda. Coordenador de Projeto por parte da contratante.

Dentre as formas possíveis de disposição destaca-se o aterro industrial que, por seu custo relativamente pouco elevado e pela rapidez e facilidade de execução, mostrou-se mais indicado no presente caso.

Durante o desenvolvimento do projeto foram estudadas as características dos resíduos e da área destinada ao aterro, para se determinar as medidas que deveriam ser tomadas, a fim de se garantir uma disposição que atendesse às exigências de caráter ambiental.

2. DADOS BÁSICOS DE PROJETO

2.1. RESÍDUOS GERADOS

Os resíduos que podem ser colocados neste aterro são os resultantes da fabricação de antibióticos (torta de filtro de fermentação) e as lamas da estação de tratamento de efluentes líquidos (torta de filtro prensa).

As características desses resíduos são apresentadas na tabela n.º 1.

TABELA N.º 1 – CARACTERÍSTICAS DOS RESÍDUOS GERADOS

| RESÍDUO | UMIDADE % | DENSIDADE g/cm ³ | PRODUÇÃO m ³ /ano | CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES |
|--|--------------|--------------------------------|---------------------------------|--|
| Torta de filtro da produção de antibióticos | 68,1 | 1,08 | 1.387,00 | pH no líquido lixiviado igual a 2,5 CI ₅₀ 24 horas = 69 ml/l |
| Torta de filtro de estação de tratamento de efluentes líquidos | 46,3 | 1,30 | 1.533,00 | Fósforo 13,1 mg/P base seca Enxofre 1,5% pH = 8,9 |

Além desses resíduos, os restos de embalagem contaminada também deveriam ser colocados neste aterro.

Considerando-se que a maior parte do lodo produzido na estação de tratamento de efluentes é composta por

sais insolúveis, não é aconselhável dispô-lo juntamente com materiais que possam alterar o seu pH, o que poderia solubilizar estes sais com seu conseqüente carregamento pelo líquido percolado. Desse modo, estes dois resíduos devem ser segregados, isto é, devem ser dispostos em lugares distintos evitando-se sua mistura. Quanto às embalagens contaminadas, estas devem ser dispostas com o lodo da estação de tratamento de efluentes líquidos.

2.2. CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS

O local escolhido para a execução do aterro está localizado em terreno da própria indústria tendo uma área aproximada de 38.000 m² e uma topografia suave com uma inclinação descendente na direção do seu limite norte.

Esta área se localiza a aproximadamente 200 m do rio Pirapitinga e apresenta um sub-solo constituído por três camadas principais, sendo a primeira caracterizada como argila pouco siltosa e pouco arenosa; a segunda é formada por material arenoso e a terceira constituída por uma argila arenosa e siltosa. A posição do lençol freático foi determinada a uma profundidade entre 3 e 4 m.

Quanto às condições climáticas, o local se caracteriza por uma precipitação média anual de 1.570 mm e um potencial anual médio de evapotranspiração de 794 mm.

3. CONCEPÇÃO DO PROJETO

A concepção do projeto foi baseada pelas seguintes condicionantes:

- características dos resíduos;
- profundidade do lençol freático variando entre 3,0 e 4,0 m;
- topografia com inclinação descendente na direção norte;
- subsolo formado por uma camada limitante de areia e por uma camada superficial de argila com coeficiente de permeabilidade $k \cong 10^{-6}$ cm/s, e
- características hidrológicas que apresentaram um fluxo potencial de percolação da ordem de 500 mm/ano.

O esquema básico do aterro se constitui primeiramente na execução de um corte na camada superficial, de modo que a distância entre o ponto mais profundo do aterro e o nível mais alto do lençol freático fosse igual a 1,5 m. O material escavado se constitui em matéria-prima para a execução de diques de con-

tenção com inclinação das paredes externas de 1 (V): 2 (H) e internas de 1 (V): 1,5 (H).

O passo seguinte constituiu-se em uma regularização do fundo e das paredes internas, visando à coloca-

ção de uma membrana sintética para impedir o fluxo de percolação. A seguir, executou-se uma camada de terra compactada colocada sobre a membrana sintética, visando a permitir o tráfego de pessoas e veículos na área do aterro.



Detalhe da execução dos diques de terra

Paralelamente a estas operações executou-se um sistema de drenagem superficial cujo objetivo, além de permitir a operação do aterro, foi desviar as águas que tendiam a escoar, evitando-se assim seu contato com o resíduo, bem como para coletar as águas que se precipitam diretamente

sobre o aterro. Executou-se também uma rede de drenagem sub-superficial para coleta e remoção de líquidos percolados, evitando sua infiltração no aterro, e seu posterior envio à estação de tratamento de efluentes industriais.



Detalhe da execução dos diques de terra

Após a operação de disposição dos resíduos foi prevista a execução de uma impermeabilização superior de argila compactada, para diminuir a infiltração da água que se precipita diretamente sobre o aterro, diminuindo sensivelmente a quantidade de percolado.

Além disso foram propostos os seguintes planos: o de monitoramento, onde se procu-

rou estipular um sistema de monitoragem sistemática da qualidade do lençol subterrâneo;

- de emergência, onde se procurou identificar os possíveis acidentes, suas causas e conseqüências, assim como propor ação preventiva e corretiva para cada caso estudado, e
- de registro dos materiais dispostos no aterro onde se procurou estabelecer a sistemática de controle operacional do aterro.



Vista parcial do Sistema de Drenagem Superficial



Detalhe da colocação da membrana impermeabilizante

4. OPERAÇÃO DO ATERRO

4.1. VIDA ÚTIL E PREPARO DA ÁREA

Este aterro industrial foi concebido para ser operado de uma maneira modular e foram previstas 5 sub-áreas de disposição de resíduos conforme o desenho nº 1.

Em função das quantidades de resíduos gerados e da capacidade da área (volume útil) pode-se prever uma vida útil de 5 anos para o aterro. As sub-áreas (I a V) devem estar previamente

preparadas antes de receber os resíduos e a seqüência de preenchimento será iniciada pelas sub-áreas I e II; a seguir serão utilizadas as sub-áreas III e IV e só então a sub-área V será preenchida.

A seqüência de operações para preparo das sub-áreas para recepção de resíduos é a seguir descrita:

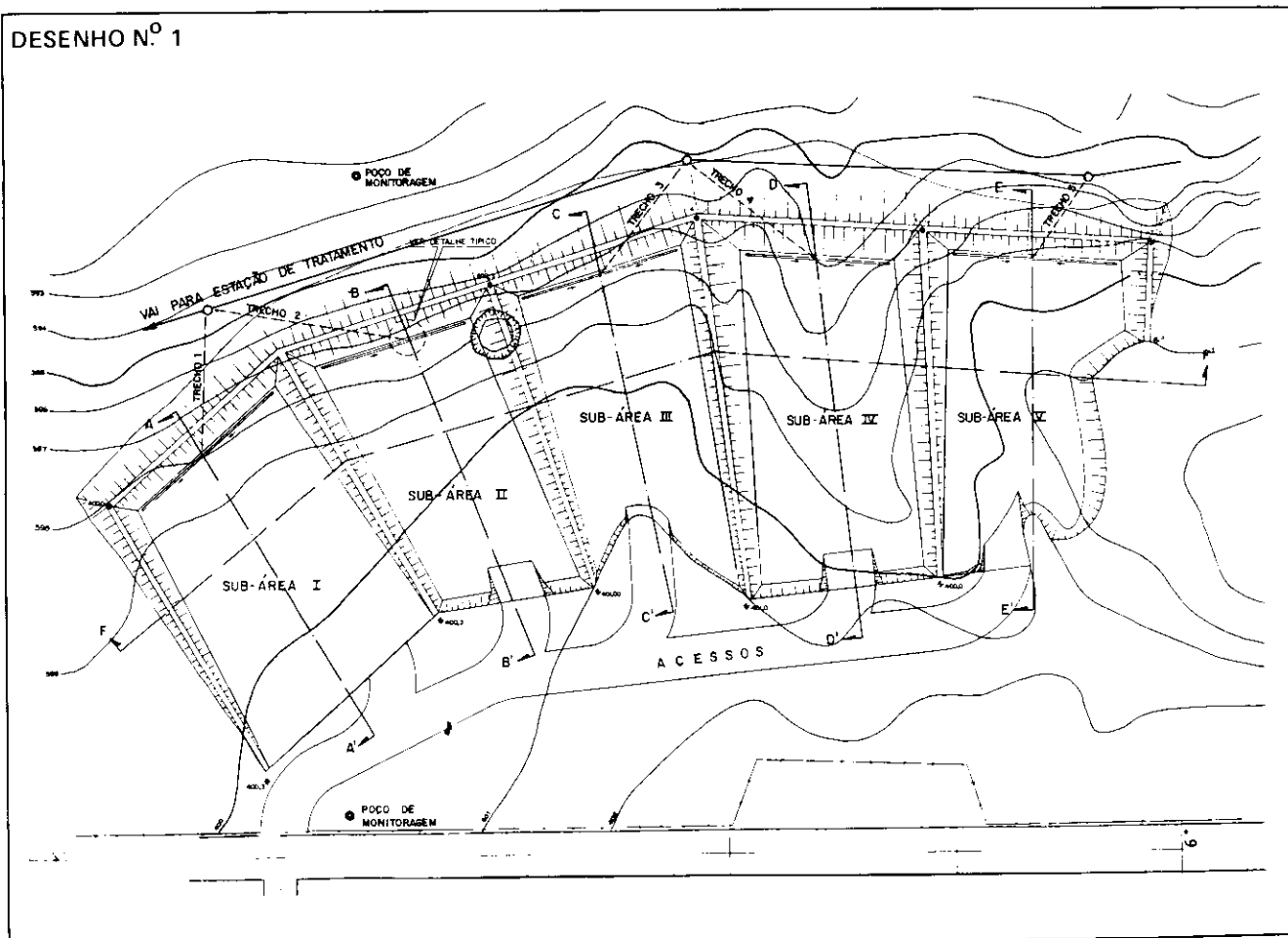
- execução dos cortes;
- construção dos diques de contenção, conjuntamente com a tubulação de retirada dos líquidos percolados;

- construção das caixas de coleta de percolados;
- colocação das mantas e impermeabilizantes e
- execução dos drenos de coleta de percolados.

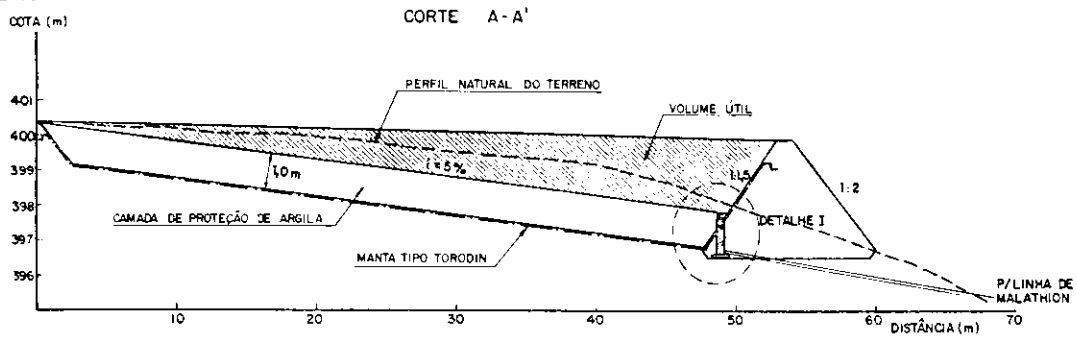
Concomitantemente com o preparo dos diques de contenção, deverá ser executada a rede de drenagem superficial, na lateral do aterro.

Os desenhos nºs 2, 3 e 4 mostram as posições dos elementos constituintes do aterro.

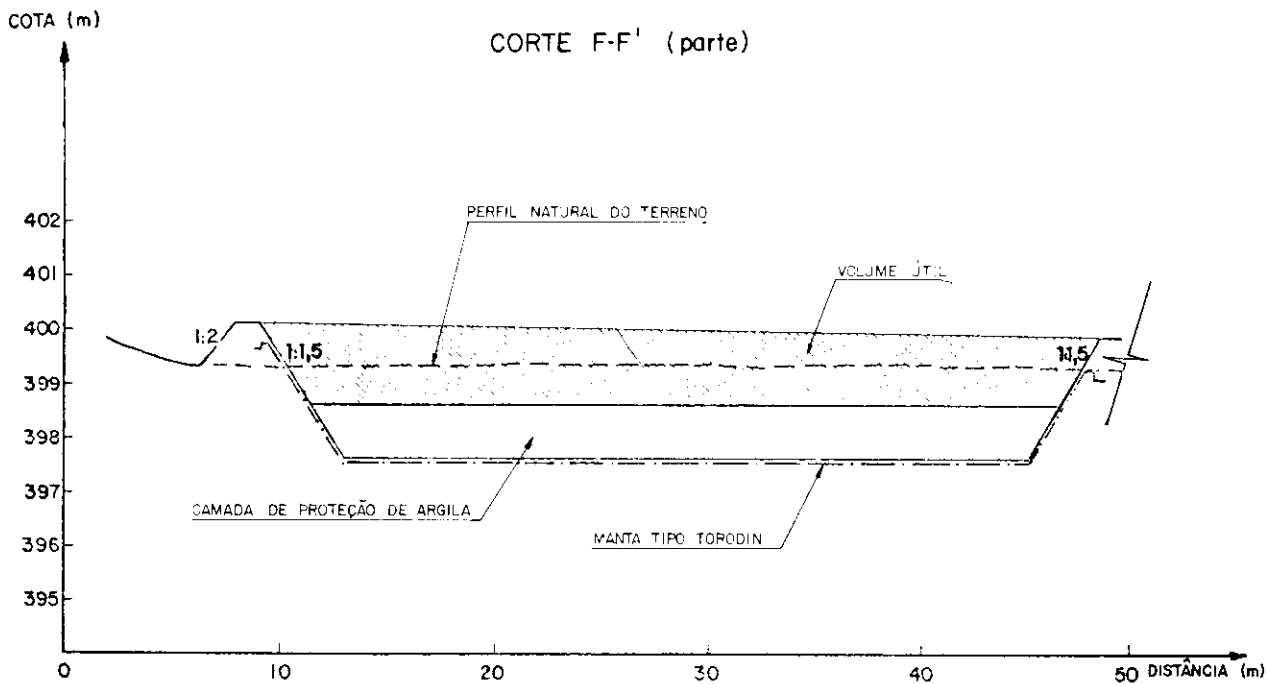
DESENHO Nº 1



DESENHO N.º 2



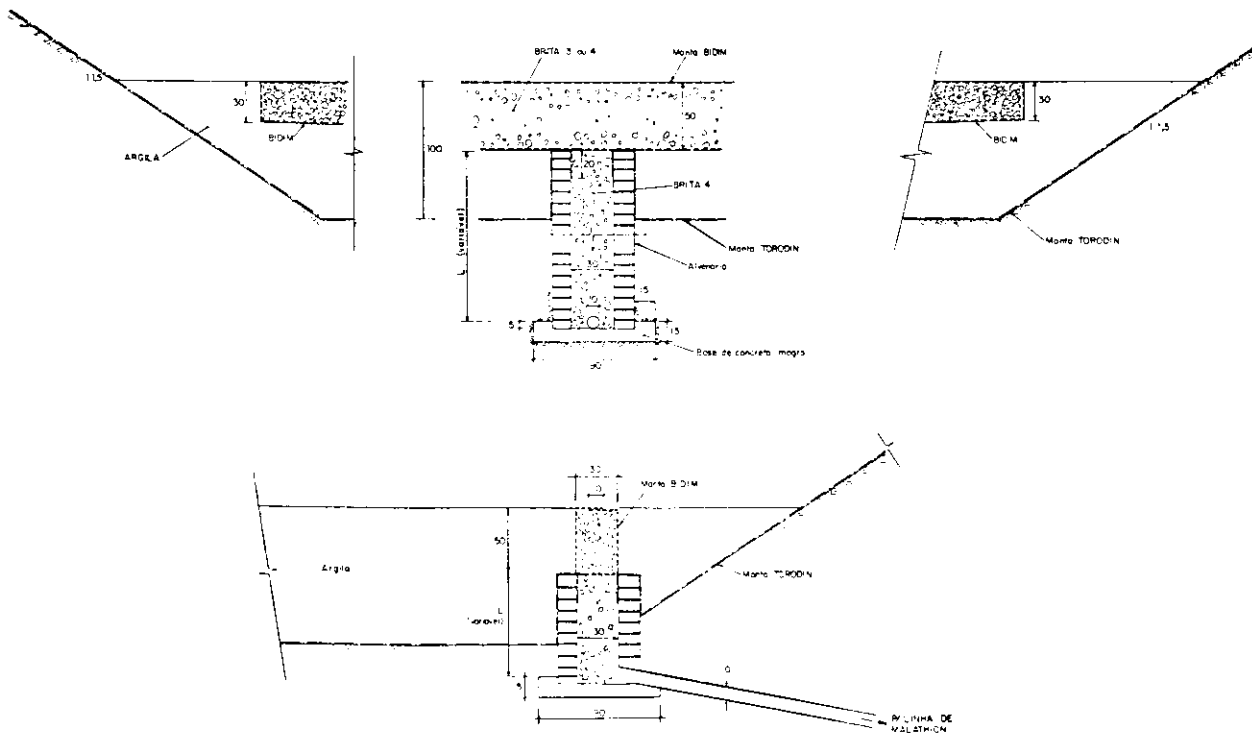
DESENHO N.º 3



DESENHO N.º 4

DETALHE I

DRENAGEM SUB-SUPERFICIAL



4.2. FORMAÇÃO DE CÉLULAS DE RESÍDUOS

De maneira geral, os resíduos deverão ser dispostos nas sub-áreas em espaços bem definidos, formando células. A disposição deverá ser feita manualmente, tomando-se as devidas precauções para manter a integridade do operador e da membrana impermeável.

As células deverão ser formadas por resíduos gerados em 15 dias. A inclinação do talude das células deverá ser de 1 (V): 2 (H).

Terminada a disposição quinzenal, as células deverão ser cobertas com uma camada de material inerte compactada manualmente.

4.3. SEGREGAÇÃO DOS RESÍDUOS

Devido à incompatibilidade dos resíduos gerados, a ocupação das sub-áreas será feita de forma a se garantir a segregação dos mesmos. Assim, os resíduos serão dispostos como se segue:

- resíduos da estação de tratamento de efluentes e restos de embalagens impregnadas com matérias-primas sub-áreas I e III;
- demais resíduos sub-áreas II, IV e V

Deve-se ressaltar que o plano acima deve ser obrigatoriamente seguido.

4.4. COMPLEMENTAÇÃO FINAL DO ATERRO

Após a conclusão, o aterro deverá apresentar as seguintes especificações:

- taludes deverão ter uma inclinação não superior a 1 (V): 2 (H);
- a superfície final deverá ter uma declividade (conforme desenhos n.ºs 2 e 3) para garantir um bom escoamento das águas que se precipitam diretamente sobre o aterro;
- deverá possuir um cobrimento final com material inerte (argila compactada) de 45 cm de espessura;
- deverá ter canaletas para drenagem de águas precipitadas sobre o aterro e
- tanto a superfície superior quanto os taludes finais deverão ser gramados para evitar a erosão.

4.5. UTILIZAÇÃO DA ÁREA APÓS CONCLUSÃO DO ATERRO

Para não comprometer a integri-

dade do aterro, deve ser impedida a construção de qualquer edificação ou a utilização da área para qualquer atividade que exija a remoção total ou parcial da cobertura final, mesmo que em pontos isolados. Também não deve ser permitido o plantio de qualquer tipo de vegetação, a não ser grama.

Dada a qualidade dos resíduos dispostos, recomenda-se a utilização da área unicamente para atividades de lazer ou para fins paisagísticos.

5. CUSTOS

A tabela n.º 2 apresenta uma estimativa dos custos diretos dos vários elementos de projeto e para disposição de resíduos no aterro industrial. Estes custos correspondem à toda vida útil do aterro e são baseados em preços extraídos de publicações especializadas de agosto e setembro de 1981.

TABELA Nº 2 – ESTIMATIVA DE CUSTO DIRETO DE IMPLANTAÇÃO, OPERAÇÃO E MONITORAMENTO

| ELEMENTO | CR\$ (09/81) |
|---|---------------|
| ● preparação da área | 20.660.200,00 |
| ● sistema de drenagem superficial | 489.200,00 |
| ● sistema de drenagem sub-superficial | 290.600,00 |
| ● impermeabilização superior | 1.604.900,00 |
| ● monitoramento | 557.700,00 |
| ● operação | 9.467.800,00 |
| TOTAL | 33.070.400,00 |