

10. PLANO DE MELHORIA DAS CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO DO ATERRO / RECUPERAÇÃO AMBIENTAL

10.1. Conceituação Geral da Recuperação

O aterro sanitário atualmente em operação foi nos últimos dois anos objeto de execução de várias melhorias operacionais, que tornaram adequadas sua operação, manutenção e monitoramento. Tais ações foram documentadas e encaminhadas à CETESB.

Face ao esgotamento de sua área de disposição licenciada, foi elaborado um projeto visando seu encerramento, que será descrito adiante.

10.2. Objetivos do Plano

Não houve a elaboração prévia de um plano propriamente dito, mas sim a adoção de um conjunto de medidas que, uma vez consolidadas, configuram este Plano de Melhorias das Condições de Operação do Aterro.

O conjunto de medidas adotadas e implementadas foi o seguinte:

- De caráter geral, envolvendo a operação como um todo;
- Referentes ao controle da qualidade dos recursos hídricos; e
- Referentes ao controle geotécnico do aterro.

10.3. Princípios e Diretrizes do Plano (Ações já Levadas a Efeito)

10.3.1. Melhorias de Ordem Geral

- Limpeza das áreas e corte do mato, para evitar o desenvolvimento descontrolado de vegetação arbustiva, bem como a exposição de lixo nos taludes já concluídos;
- Execução de sistema de drenagem das águas superficiais na região mais alta do corpo do aterro, assim como também nas ombreiras de forma a impedir o lançamento e acúmulo destas águas no corpo do aterro;
- Manutenção das frentes de disposição sem resíduos descobertos de um dia para o outro, a fim de evitar a proliferação de roedores e a presença de urubus;
- Execução de prolongamento dos drenos verticais existentes;
- Compactação mecânica das camadas de recobrimento do lixo as quais têm espessura da ordem de 0,25m; e

- Plantio de grama em placas, para proteção dos taludes já conformados geometricamente.

Além de tais medidas, cabe destacar a implantação de um sistema de extração forçada de biogás. O sistema de drenagem de biogás existente foi complementado, com a execução de um sistema de extração forçada do fluido.

Tal sistema é composto por uma central com sistema de bombeamento que succiona o biogás, o qual é veiculado por meio de uma rede de tubos verticais e horizontais até um sistema de queima com “flare” (vide Relatório Fotográfico – **Anexo 3**).

A alteração executada insere-se no contexto da aplicação de recursos oriundos de créditos de carbono, face à redução da emissão de metano, presente no biogás. Esse processo é conduzido pela empresa Araúna Participações e Investimentos Ltda.

10.3.2. Melhorias Relativas ao Controle de Qualidade das Águas Subterrâneas e Superficiais

- Implantação de novos poços de monitoramento e realização de campanhas de coleta e análise de amostras de água, para fins de acompanhamento da qualidade das águas subterrâneas. Os laudos, apresentados no **Anexo 4**, têm revelado a inexistência de contaminação das águas subterrâneas pelo aterro sanitário;
- Realização de campanhas de monitoramento da lagoa de retenção de águas pluviais e do ribeirão do Tabuão, a jusante do aterro, que têm revelado a inexistência de contaminação das águas superficiais com origem no aterro sanitário;
- Implantação de estação elevatória e reservatório de retenção de chorume para os quais serão encaminhados os percolados do aterro, aprimorando o sistema de captação e armazenamento existente. Tais unidades já fazem parte das obras que comporão o plano de encerramento do aterro atualmente em operação;
- Redução da periodicidade da coleta de chorume, evitando que as caixas de retenção existentes ficassem muito cheias ou próximas do limite de extravasamento;
- Manutenção dos poços antigos que compõem a rede de monitoramento do lençol freático.

10.3.3. Melhorias Referentes ao Monitoramento Geotécnico

O monitoramento geotécnico do aterro foi implantado através da realização das seguintes atividades:

- Instalação da instrumentação necessária, processo que ainda vem sendo ampliado;
- Realização de campanhas de monitoramento periódicas;
- Realização de avaliações de estabilidade.

A instrumentação instalada teve por objetivo acompanhar a movimentação do aterro, detectar os níveis piezométricos do chorume em seu interior e gerar dados para a avaliação de estabilidade. Os dispositivos instalados incluem:

- **Marco Superficial de Referência (MSR):** Marcos topográficos, compostos por pinos de aço, implantados em solo, em locais protegidos, que servem de referência para o transporte dos MS's. Estes marcos foram georreferenciados com coordenadas na projeção U.T.M Datum SAD 69 e cotas em relação ao nível do mar;
- **Marco Superficial (MS):** Marcos topográficos com pinos de aço, implantados no corpo do aterro, em lixo, que tem por finalidade monitorar de forma a "acusar" os deslocamentos horizontais e deslocamentos verticais (recalques) que estão em desenvolvimento no aterro (vide Relatório Fotográfico – **Anexo 3**);
- **Piezômetros (PZ):** Instrumentos instalados no corpo do aterro, que têm por finalidade de monitorar as subpressões neutras que atuam no interior do maciço. Devido a presença de biogás, tais instrumentos foram instalados ao redor dos drenos verticais e considerando também a necessidade de gerar dados para as avaliações de estabilidade em secções consideradas mais críticas (vide Relatório Fotográfico – **Anexo 3**).

10.4. Cronograma de Implantação e Custos Envolvidos

As ações mencionadas vêm sendo realizadas desde setembro de 2006 até o presente, tendo sido gastos até o momento cerca de R\$ 1.800.000,00 (Um Milhão e Oitocentos Mil Reais).

10.5. Monitoramento e Manutenção das Áreas em Processo de Recuperação

Conforme mencionado há um trabalho de monitoramento em curso, cujos resultados são apresentados no **Anexo 3**.

No que diz respeito à manutenção, além das ações mencionadas no item 10.3.1, cabe mencionar a limpeza dos drenos superficiais, a reposição de grama em locais onde eventualmente o plantio não foi uniforme, reparos em cercas e manutenção e melhorias nas edificações existentes.

10.6. Plano de Encerramento do Aterro Atual

O plano de encerramento do aterro atual consiste na execução das seguintes atividades:

- Implantação de obras e operação do que se denominou projeto de continuidade operacional do aterro, descrito no item 10.6.1 a seguir;
- Aterramento da camada superior do aterro com camada de terra com 0,70 m de espessura, 0,20 m dos quais em terra vegetal;

- Implantação de cobertura vegetal em todas as partes do aterro existentes não incluídas no projeto de continuidade operacional e porventura não recobertas com grama;
- Execução dos elementos de drenagem superficial complementares na camada final; e
- Operação da unidade de extração forçada e queima de biogás.

10.6.1. Projeto de Continuidade Operacional do Aterro

Os elementos que comporão o aterro são os seguintes:

- Aterro de regularização de base;
- Camada de impermeabilização inferior;
- Cinco camadas com altura total da ordem de 5,0 m;
- Sistema de drenagem e armazenamento de líquidos percolados;
- Sistema de drenagem de gases;
- Sistema de drenagem superficial;
- Monitoramento de águas subterrâneas;
- Monitoramento geotécnico;
- Unidades de apoio.

a) Aterro de Regularização e Terraplenagem

Para garantir um distanciamento superior a 3,0 m do lençol freático previu-se a execução de aterro com solo compactado, sobre o qual se implantará uma camada de impermeabilização com espessura de 1,0 m.

O aterro será executado com solo do terreno adjacente, de propriedade da **Embraliço**.

b) Camada de Impermeabilização

A camada de impermeabilização cobrirá toda a região a ser ocupada por resíduos, o que inclui o aterro de base e as encostas, que se constituem no aterro executado até o momento.

A camada de impermeabilização será constituída por uma camada de 0,50 m de espessura, apoiada em uma geomembrana em PEAD de 2,0 mm, sendo esta apoiada em outra camada com 0,50m de espessura constituída por solo local compactado a 95% do Proctor Normal.

Optou-se por tal modelo em função dos ensaios realizados junto ao IPT, com amostras de solo local, cujo laudo é reproduzido no **Anexo 3**.

A camada de impermeabilização é mostrada nos desenhos nº 3 e nº 5 do Plano de Melhoria nas Condições de Operação do Aterro / Recuperação Ambiental (**Anexo 4**).

A implantação da geomembrana se dará em etapas, sendo o desenvolvimento de cada trecho feito a partir da “soldagem” em um trecho já implantado. Essas emendas deverão ser feitas nos locais de instalação da membrana. Para fixação da manta deverão ser executadas ancoragens conforme especificação do fabricante. No desenho nº 5, apresenta-se um esquema de ancoragem que poderá se empregado no caso.

c) Camadas de Resíduos e Vida Útil

Ao todo serão implantadas 5 camadas, nas seguintes cotas de referência: 875,0 m, 880,0 m, 885,0 m, 890,0 m e 895,0 m.

As camadas de resíduos apresentarão as seguintes características:

- Espessura referente ao lixo, igual a 4,70 m;
- Espessura da camada de cobertura dos resíduos igual a 0,30 m;
- Espessura da camada final de cobertura igual a 0,70 m;
- Inclinação dos taludes do aterro igual a 1 (V) : 3 (H) , com bermas iguais a 5.0 m.

Os volumes referentes às camadas de resíduos e de material de cobertura foram determinados de acordo com os critérios apresentados a seguir:

- Volumes VT das camadas através de medições em planta das projeções das mesmas e considerando-se a altura de 5,0 m;
- Volumes referentes a resíduos VR pela relação $VR / VT = 0.78$;
- Foram estimados os volumes referentes ao material de cobertura VM pela relação $VM / VT = 0.22$.

A vida útil estimada para o aterro foi determinada considerando-se os volumes de resíduos decorrentes do pressuposto que serão descarregados 135,0 t/dia nesse período. No cálculo foram empregados os seguintes parâmetros:

- Peso específico dos resíduos compactados igual a 0,75 t/m³;
- Grau de compactação médio igual a 3,0;
- Percentual de abatimento do aterro por decomposição da matéria orgânica, igual a 10,0 %.

A vida útil estimada é de 2,70 anos.

d) Sistema de Drenagem de Líquido Percolado

O sistema de drenagem de percolados do aterro, cujo objetivo é captar e conduzir para tratamento os líquidos provenientes do interior da massa de resíduos contará, basicamente, com os seguintes componentes:

- Conjunto de drenos de base do aterro; e
- Conjuntos de drenos das camadas.

Os drenos de base do aterro serão executados na camada de proteção do sistema de impermeabilização inferior, tanto na base como nos taludes, constituindo-se em valetas de secção horizontal retangular, preenchidas com material granular, tal como “rachão”, envoltas em material geotêxtil, com um tubo de PEAD de diâmetro igual a 100 mm em seu interior. O tubo terá furos em suas paredes para a passagem do chorume.

Essa rede de drenos da base, conforme se mostra no desenho nº 3, encaminhará os líquidos até uma estação de bombeamento acoplada a uma caixa de armazenamento de segurança.

Os líquidos serão daí bombeados até um reservatório a ser executado próximo à atual área de lançamento de resíduos, em “terreno firme”.

As memórias de cálculo dos drenos de líquido percolado e dos reservatórios de chorume são as mesmas.

Os drenos da base, conforme indicado nos desenhos nº 4 e nº 5 do Plano de Melhoria nas Condições de Operação do Aterro / Recuperação Ambiental (**Anexo 4**), receberão os líquidos percolados das camadas superiores através de drenos verticais.

Nos topos das camadas referentes às cotas 875,0 a 890,0, serão implantadas redes de drenos, interligados aos drenos verticais. Isso será feito através da escavação de valetas que serão preenchidas com material granular e envoltas em manta geotêxtil. As redes de topos de camada são mostradas nos desenhos de nº 8 a nº 11, do Plano de Melhoria nas Condições de Operação do Aterro / Recuperação Ambiental (**Anexo 4**).

Deverão ser adotadas para esses drenos, declividades da ordem de 2 %, e o maior número possível de interligações aos drenos verticais, pois a movimentação do aterro poderá seccionar e inutilizar parte dos drenos.

Os drenos verticais, que também possibilitarão a remoção de biogás estarão posicionados tal como se mostra nos desenhos mencionados, sendo seu perfil típico, constituído por tubo de concreto perfurado revestidos interna e externamente com brita, mostrado no desenho nº 5 do Plano de Melhoria nas Condições de Operação do Aterro / Recuperação Ambiental (**Anexo 4**).

e) Sistema de Armazenamento de Líquido Percolado

Os líquidos percolados serão encaminhados até a caixa de armazenamento, como foi mencionado, da qual será removido periodicamente para encaminhamento à ETE Jundiaí.

As caixas existentes atualmente deverão ser removidas, e os drenos que descarregam nas mesmas deverão ser, ou prolongados até a caixa da estação elevatória ou integrados à rede de base mencionada anteriormente.

Tal avaliação deverá ser feita durante a execução das obras.

A estação elevatória deverá contar com gerador, conforme projeto elétrico a ser oportunamente elaborado. Conterá também com um reservatório de emergência para acumulação provisória de chorume caso falhem, simultaneamente, as duas bombas e o gerador.

f) Sistema de Drenagem Superficial

O sistema de drenagem superficial do aterro deverá contar com três tipos de drenos: meias-canais de concreto, canais trapezoidais e galeria circular, como se mostra nos desenhos nº 13 e 14 do Plano de Melhoria nas Condições de Operação do Aterro / Recuperação Ambiental (**Anexo 4**).

Os drenos tipo meia-cana estarão presentes ao lado da crista do talude na cota 895,0 m e nos pés de talude dessa camada e das demais, como mostra o desenho nº 13 citado, encaminhando as águas interceptadas para canais trapezoidais.

As galerias terão a função de captar as águas dos canais e canaletas hoje existentes e conduzi-las para fora do aterro.

Os canais trapezoidais constituir-se-ão em drenos que atravessarão o aterro apoiados nas camadas de cobertura através dos taludes e bermas. Tais drenos serão executados com rachão ou gabiões do tipo colchão Reno.

O sistema descrito refere-se à drenagem definitiva do aterro, cabendo observar que durante a formação das células serão escavados drenos provisórios.

Os drenos provisórios, que funcionarão apenas durante a fase de operação do aterro, constituir-se-ão em canaletas escavadas no terreno ou nas camadas de cobertura, com seção retangular ou quadrada. Tais drenos, que visam basicamente manter secas as frentes de operação, captando as águas de montante e encaminhando-as para as cotas mais baixas do terreno sem sofrerem contato com o lixo deverão apresentar declividade mínima de 1% para garantir boas condições de escoamento das águas. À medida que o aterro for sendo formado, parte dos drenos será transformada em drenos do sistema subsuperficial que ficará sob o lixo. A transformação consistirá no preenchimento das canaletas com brita e revestimento com Bidim OP-30, ou geotêxtil similar.

g) Sistema de Drenagem de Gases

O sistema de drenagem de gases do aterro, conforme mencionado foi modificado com a implantação de um sistema de extração forçada e queima, com aplicação de recursos originados em créditos de carbono.

Tal sistema, licenciado conforme se mostra no **Anexo 3**, deverá ser estendido à área objeto deste projeto, muito embora a drenagem vertical também possibilite a saída do biogás.

h) Camada Final de Cobertura

A camada de cobertura final de aterro deverá totalizar 0,70 m de espessura dos quais 0,50 m consistirão de material do próprio terreno, e 0,20 m em terra para cultivo de gramíneas.

As gramíneas ou outras espécies rasteiras deverão ser plantadas em todas as superfícies expostas, isto é, por sobre toda a camada final de cobertura.

i) Monitoramento de Águas Subterrâneas

O aterro sanitário já conta com um abrangente conjunto de poços de monitoramento de águas subterrâneas conforme já mencionado.

A implantação do aterro objeto deste trabalho acarretará na remoção de alguns desses poços, sendo, portanto, necessário reformular a locação dos poços e prever a implantação de novas unidades, o que deverá ser objeto de relatório específico.

j) Monitoramento Geotécnico e de Nível de Chorume

O aterro sanitário já conta com um expressivo conjunto de marcos superficiais monitorados regularmente, conforme relatórios enviados à CETESB. Tal sistema deverá ser expandido para as novas áreas, objeto deste projeto.

Foram também instalados no aterro piezômetros que permitem o controle do nível de chorume, nos quais são feitas leituras regularmente e enviadas em relatórios específicos à CETESB.

k) Unidades de Apoio

As unidades de apoio necessárias para a operação do apoio já existem no aterro em operação e incluem:

- Recepção e segurança;
- Balança;
- Cerca em todo o perímetro;

- Unidades administrativas;
- Estacionamento para veículos;
- Acessos em todo o terreno;
- Oficina mecânica;
- Depósito de materiais.

Os desenhos referentes ao projeto de continuidade operacional, de interesse para este EIA-RIMA, são apresentados no **Anexo 3**.

10.7. Plano de Encerramento do Aterro Futuro

Após a conclusão das atividades relacionadas à disposição final dos resíduos sólidos de Bragança Paulista, para o encerramento do aterro futuro será necessário implementar uma série de ações de caráter corretivo, para restabelecimento das condições de qualidade do ambiente da área desativada.

A configuração final do aterro é apresentada no desenho nº 3 – Aterro Acabado, integrante do **Anexo 3**. Os procedimentos de encerramento do Aterro futuro serão os mesmos adotados no aterro em operação, compreendendo:

a) Limpeza das Áreas de Trabalho

Todos os vestígios das atividades de disposição final de resíduos até então existentes, tais como ferramentas, equipamentos e material excedente ou inútil deverão ser removidos. Os equipamentos e materiais reaproveitáveis deverão ser encaminhados para depósitos da empresa.

As superfícies das bermas e taludes deverão ser preparadas (descompactadas), para que se possa proceder à recomposição do solo e, posterior, revegetação.

b) Implantação de Camada Final de Cobertura

A camada de cobertura final de aterro deverá totalizar 0,70 m de espessura dos quais 0,50 m consistirão de material do próprio terreno, e 0,20 m em terra para cultivo de gramíneas.

c) Execução do Plano de Recomposição Vegetal

Para uma eficiente recomposição vegetal, o primeiro procedimento diz respeito à escolha das espécies a serem utilizadas na revegetação, segundo a necessidade de cada local (talude e/ou berma).

No *Programa 9.11 (Programa de Recomposição Vegetal)* estão detalhadas todas as etapas inerentes ao processo de recomposição vegetal, desde o preparo do solo até a indicação das espécies vegetais mais adequadas para essa finalidade.

As gramíneas ou outras espécies rasteiras deverão ser plantadas em todas as superfícies expostas, isto é, por sobre toda a camada final de cobertura, associadas às espécies arbóreas e arbustivas, de acordo com o projeto paisagístico adotado.

d) Finalização do Projeto de Recuperação e Enriquecimento Floresta e do plano de Implantação de Cortina Vegetal

Após a conformação final do aterro futuro, juntamente com as operações de recomposição vegetal dos taludes e bermas, será procedida a conclusão do Projeto de Recuperação e Enriquecimento Florestal das margens da lagoa e margens do ribeirão do Tabuão, e a finalização da implantação da Cortina Vegetal, em todo o perímetro da propriedade.

e) Monitoramento de Águas Subterrâneas

O *Programa de Monitoramento de Águas Subterrâneas*, em curso, deverá ser mantido por dois anos após a desativação do aterro, compreendendo duas campanhas semestrais. Após esse período, dependendo dos resultados das análises, a necessidade e frequência das campanhas deverão ser reavaliadas.

Os resultados dessas campanhas serão enviados à CETESB, tal como vem sendo efetuado.

f) Monitoramento Geotécnico e de Nível de Chorume

De acordo com o *Programa 9.9 (Monitoramento Geotécnico do Maciço de Resíduos)*, incluindo o monitoramento do nível do chorume, as atividades de análise e acompanhamento dos dados da instrumentação instalada no aterro deverão ser mantidas por 20 anos após a desativação.

Os resultados dessas campanhas serão enviados à CETESB, tal como vem sendo efetuado.