

**DELINEAMENTO DE PROJECTO DE GESTÃO DE ATERRO DE RESÍDUOS
INERTES DA CONSTRUÇÃO CIVIL**



André Manuel Campos Martins Guimarães Gomes

aggomes@hotmail.com

Rua de Gondarém, nº 717, C/V Esq.

4150-378 Porto

Telef. (00351) 226100147

Orientador de Estágio: Eng. Silas Werner Silva Jr.

engema@engema.com.br

**Estágio realizado na empresa ENGEMA – Engenharia de Meio Ambiente, Brasil, de 12 de
Agosto de 2002 a 31 de Dezembro de 2002.**

Abstracto

Para delinear o projecto de gestão do aterro de resíduos inertes foi fundamental uma minuciosa caracterização ambiental do terreno.

Dirigiram-se pesquisas sobre os aspectos geotécnicos e hídricos, e elaborou-se uma listagem da vegetação existente, através de observações no local, fotografias aéreas, levantamentos topográficos e estudo de plantas de topografia oficial.

Para adequar a realidade do aterro às leis vigentes foi indispensável o estudo dos aspectos jurídicos da legislação ambiental brasileira.

Identificaram-se os principais impactos que poderão ocorrer em função das acções previstas para a implantação e operação do empreendimento, assim como se apresentaram medidas mitigadoras, compensatórias e de controlo ambiental, e os planos de monitorização do empreendimento.

Introdução

Devido ao crescimento exponencial de população na Região Metropolitana de São Paulo são enormes as quantidades de resíduos sólidos gerados pela indústria da construção civil, que, se dispostos em locais inadequados, contribuem para a degradação da qualidade ambiental. No processo construtivo, o alto índice de perdas no sector é a principal causa do entulho gerado, classificado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) como Resíduo Classe III – NBR 10.004/87: Resíduos Sólidos, Classificação. Considerando que o entulho gerado corresponde, em média, a cerca de 50% do material desperdiçado, é possível ter uma ideia da percentagem de entulho produzido em função do material que entra na obra, constatando-se assim o grave problema que é a disposição final deste tipo de resíduos.

O grande risco dos resíduos industriais é a contaminação do solo e de águas subterrâneas que são passíveis de causar. Para tal, existem normas em profusão que regulam a classificação, o armazenamento, o confinamento, o tratamento e a disposição final dos resíduos sólidos – NBR's nºs 10.004, 11.174, 12.235 da ABNT; Resoluções nº 307/02, nº 9/93, nº 5/93 e nº 6/88, do CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente), e a Lei Federal nº 6.938/81, que estabelece as directrizes da Política Nacional de Meio Ambiente, entre outras.

A legislação ambiental do Estado de São Paulo, através da Resolução SMA nº 41/02, exige que os resíduos da construção civil sejam depositados em Aterros de Resíduos Inertes – Classe III –, que deverão estar licenciados quanto à sua localização, instalação e operação, no âmbito dos órgãos da SMA (Secretaria de Meio Ambiente), atendendo às normas e exigências estabelecidas pelos órgãos ambientais competentes, particularmente a CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental) e a CPRN (Coordenadoria de Licenciamento Ambiental e Protecção de Recursos Naturais).

Para formalizar o licenciamento do empreendimento e da actividade é indispensável que o aterro satisfaça diversos requisitos ambientais – Resolução CONAMA nº 237/97 –, entre os quais

a implementação de várias medidas correctivas e/ou mitigadoras. São prioritários os indicados no TCRA (Termo de Compromisso de Recuperação Ambiental), que define os itens prioritários que deverão ser reparados e para os quais devem ser criados planos de gestão e conservação. As outras medidas, que visam o correcto funcionamento e a segurança do empreendimento, apesar de não prioritárias, são também fundamentais para a adequação do empreendimento.

No caso concreto do Aterro Três Corações, – cuja área se localiza na Rua Três Corações, nº 263, Bairro de Parelheiros, São Paulo (SP), e está situada em APM (Área de Protecção aos Mananciais) na Bacia Hidrográfica do Reservatório Billings –, e segundo o TCRA nº 048/98, protocolado na CETESB (nº 100-20975-5, em 13/12/2000), coube ao proprietário, como medidas prioritárias e sujeitas a cronograma:

- Recuperar a mata ciliar da APP (Área de Preservação Permanente) do córrego contíguo à bacia 5, em número total de 500 mudas;
- Traçar os acessos dentro e fora do empreendimento;
- Delinear o plano de aterro e contenção de encostas;
- Manter todos os taludes estáveis com protecção vegetal – grama; e
- Localizar os PMs (Poços de Monitorização) e os pontos de colecta de água superficial.

Materiais e Métodos

Neste trabalho foi utilizado um mapa topográfico cujo levantamento foi feito em Dezembro de 2000, na escala de 1:1.000, além de uma fotografia aérea na escala de 1:5000 e verificações de campo.

Todas as medidas a seguir descritas são parte integrante do projecto a implementar.

1. Projecto Executivo de Recuperação da Mata Ciliar

Uma vez que grande parte das margens do córrego que passa pela propriedade se encontra com vegetação arbórea de menor expressividade ambiental, pretende-se implantar, ao longo de uma faixa bilateral de 30,0 metros de largura, um projecto de reflorestação com espécies nativas características da região bioclimática.

As diferenças estruturais dessa vegetação estão directamente relacionadas com o conjunto de factores que a condicionam, tendo como determinantes a humidade do solo, a frequência de alagamentos, a profundidade do lençol freático, as condições de microclima, a fertilidade e estrutura dos solos, a disponibilidade de oxigénio, o traçado do curso de água e as acções antrópicas.

Como objectivos principais para o estabelecimento da mata ciliar tem-se a considerar:

- ✓ A redução das perdas de solo decorrentes de eventuais processos erosivos e solapamento das áreas marginais, causados pela ausência de vegetação com um sistema radicular profundo e com uma copa que impeça o contacto directo da água da chuva com o solo;
- ✓ O aumento das zonas de refúgio e fontes de alimentação para as faunas silvestre e aquática;
- ✓ O aumento da qualidade e do volume de água.

Dentre os sistemas mais utilizados para recomposição ciliar, o fitossociológico e o sucessional, optou-se por se adotar o último, uma vez que ele promove o reflorestamento de uma determinada área em curto tempo, exigindo menor diversidade de espécies, pertencentes à mesma gama de representantes, como determina o sistema fitossociológico.

O processo baseia-se na proposta didática de Budowski (1965), que classifica as espécies arbóreas tropicais em quatro grupos distintos, de modo a orientar o reflorestamento de forma organizada e funcional. Assim, as espécies estão subdivididas e enquadradas em grupos diferenciados quanto à carência de luz solar, tanto em termos qualitativos quanto quantitativos.

Deste modo, por razões ecológicas e económicas, será adoptado o Sistema de Plantio de Faixas Paralelas (Silva Jr., 1999) – fig.1 –, no qual se proverá à formação de uma primeira faixa marginal composta por 3 fileiras de plantas, sendo a central formada por espécies não pioneiras adaptadas à água (NPA) – e as duas laterais formadas por pioneiras adaptadas a condições de hidromorfismo periódico ou permanente do solo (PA). O espaçamento proposto entre as plantas, nesta primeira faixa, é de 4,0 m, a ser feito de forma intercalada ou em ziguezague.

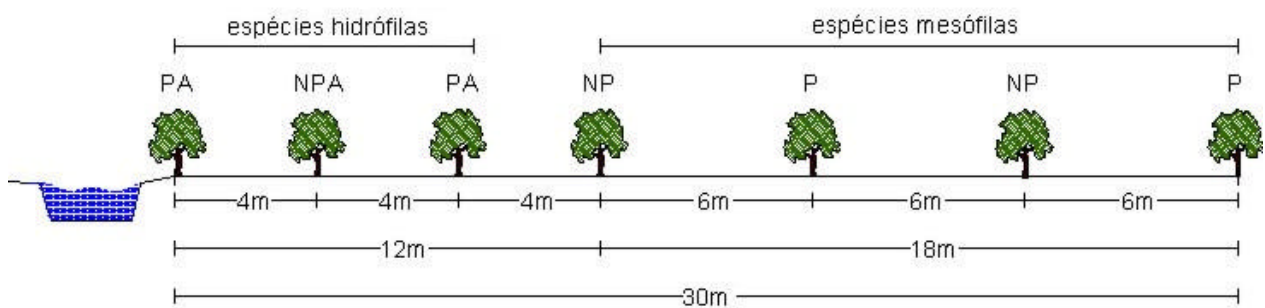
Afastada 4,0 m desta primeira faixa de plantio, será implantada uma segunda faixa de novas espécies, composta igualmente por indivíduos pioneiros (P) e não pioneiros (NP), mas que se desenvolvam em situações de arejamento do sistema radicular – mesófilas. Serão implantadas nesta faixa 4 fileiras de plantas, sendo a primeira de não pioneiras, a segunda de pioneiras e assim por diante. Neste caso, o espaçamento adoptado será de 6,0 m, sendo que ao final uma faixa marginal de 30,0 m será totalmente reflorestada ao longo das áreas não compostas por vegetação.

Como forma de se garantir a preservação da vegetação em estágio inicial localizada na encosta, será realizado o enriquecimento florestal com as mudas excedentes ao plantio das áreas ciliares isentas de qualquer tipo de vegetação de porte arbóreo.

O enriquecimento proposto será realizado apenas nos locais da encosta mais desestabilizados, como por exemplo, os 15,0 m iniciais da faixa de borda do maciço. O interior da mata encontra-se estabilizado e em processo de amadurecimento natural, sem que seja necessário

qualquer tipo de intervenção. Consistirá na introdução de espécies vegetais importantes no meio, tais como mudas de espécies secundárias tardias e clímaxes, sob a copa das árvores remanescentes. Tal medida visa recompor fisionomicamente este fragmento, enriquecendo o sub-bosque e eliminando espécies indesejáveis, competidoras e agressivas, tal como espécies pioneiras, gramíneas e trepadeiras herbáceas.

Figura 1 – Sistema de Plantio de Faixas Paralelas.



Neste sistema, a mecanização do solo e o alinhamento das covas são impraticáveis. Desta forma ter-se-á como objectivo principal a manutenção de um espaçamento médio de $10,0 \text{ m}^2$ por planta, numa densidade de plantio aproximadamente de 1000 indivíduos por hectare, incluindo os já existentes na área.

As espécies vegetais a serem plantadas foram escolhidas em função da sua ocorrência natural na região bioclimática, tomando-se em conta também a sua maior ou menor capacidade para se desenvolver em ambientes umbrófilos.

Outro factor considerado na escolha foi a facilidade de se obterem as mudas em viveiros que produzam material certificado e em quantidade suficiente para atender imediatamente às necessidades de enriquecimento.

2. Fases de Aterro e Traçado dos Acessos

O terreno para assentamento do aterro deverá ser conformado em degraus, e a superfície deverá ser escarificada, produzindo ranhuras ao longo das curvas de nível, antes do lançamento da primeira camada. O material deverá ser lançado em toda a largura do aterro, em camadas cujas espessuras não excedam 25,0 cm antes da compactação. Após o lançamento, o material deverá ser espalhado, destorroado, revolvido e compactado com equipamento mecânico adequado.

O controle de compactação, dependendo das condições particulares de determinada área do terreno, poderá ser visual, com acompanhamento de um técnico experiente, ou controlado por ensaio mecanizado.

No tocante à estabilidade, os taludes do aterro deverão ter uma inclinação, no máximo, de 1V:2H (uma unidade de comprimento na direcção vertical por duas na direcção horizontal), e contar com protecção vegetal adequada – plantio de grama em placas de *Brachiaria decumbens* – capaz de assegurar a aderência e coesão do solo.

Foi delineado um projecto de aterro que consiste na sectorização da área e de materiais recebidos, e na criação de uma área de triagem e transbordo dos materiais. Trata-se de uma racionalização da actividade que se traduz em vantagens:

1. Observação da legislação (SMA nº 41/02).
2. Maior estabilidade de encostas e taludes – a segregação parcial de terra e entulho permite uma disponibilidade de terra que pode ser usada na sua contenção.
3. Aumento da vida útil do aterro e aumento de renda – materiais não inertes excedentes na triagem serão vendidos, o que aumenta a renda do proprietário e diminui o volume ocupado dentro do aterro.
4. Melhoria da conformação topográfica da área para uso posterior.
5. Integração com a comunidade local – trabalhadores contratados para serviços dentro do aterro (condução de máquinas, triagem e transbordo de materiais, etc.).

O aterro deverá ser dividido em 3 sectores – fig. 2 –, e executadas até 5 fases por sector, sendo que cada fase corresponde a um talude (elevação do aterro de ± 5 m). Para a definição dos sectores foi considerada a topografia actual e a rede de acessos dentro do aterro.

O Sector 1 (porção Leste da área), devido à sua morfologia plana, poderá receber apenas material de maior granulometria – entulho – durante o avanço das Fases A, B, C e D. Apenas na Fase E deverá ser compactada terra até à ocupação total do volume previsto – Tabela 1. À medida que decorre a Fase A neste sector, pretende-se eliminar progressivamente os acessos internos, de modo que no final desta fase não deverão existir acessos dentro desta área.

No início do Sector 2 (porção Oeste da área), uma das medidas a ser adoptadas é a modificação do traçado do acesso, que em alguns trechos transgride a faixa de preservação permanente da mata ciliar – fig. 3. Em relação ao método de aterro, este sector deverá receber apenas terra ao longo das suas 4 fases, em virtude dos elevados declives existentes. Desta forma, a compactação será maior, proporcionando estabilidade aos taludes na encosta. O aterrar neste sector deverá ser feito contra a encosta, no sentido de jusante para montante do declive, permitindo assim a existência de um ângulo virado para a encosta.

O Sector 3 (porção Norte da área) será executado considerando-se os mesmos princípios anteriormente enunciados para o Sector 1.

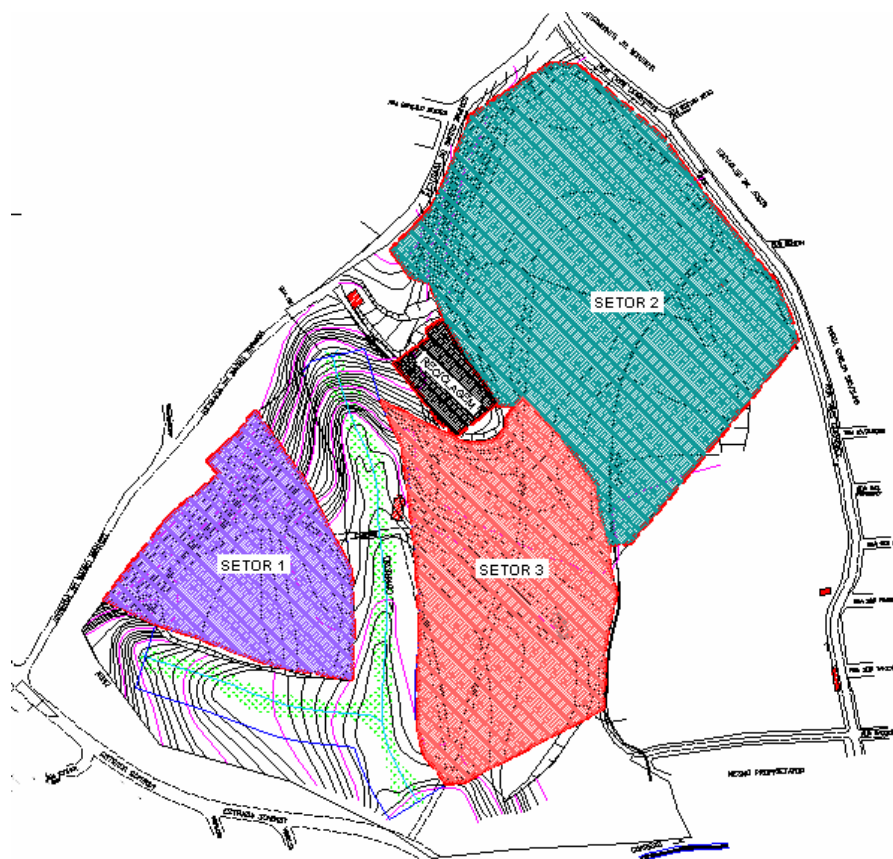
Tabela 1 – Volumes previstos por sector e por fase (volumes apresentados calculados com base na geometria dos sectores e fases. Os valores medidos após a conclusão do aterro irão diferir dos expostos pois é impraticável a medição precisa de volumes desta dimensão).

Volumes (m³)			
	Sector 1	Sector 2	Sector 3
Fase A	347,427	64,260	74,312
Fase B	353,529	65,120	119,050
Fase C	322,847	73,576	158,770
Fase D	289,701	76,151	156,675
Fase E	251,265	---	137,996
Total por sector	1.564,769	279,107	646,803
Taxa comparativa	62,8%	11,2%	26,0%
Total dos sectores (com as respectivas fases concluídas): 2.490,679			

O processo de aterro terá 2 frentes simultâneas, dando-se uma gradual diminuição do número de acessos internos à medida que as frentes evoluem. No início, as frentes deverão estar localizadas nos Sectores 1 e 2, e, após concluído o Sector 2 (de menor volume – cerca de 18% do volume do Sector 1), a frente iniciar-se-á no Sector 3, acompanhando o restante do Sector 1.

Para que se possa monitorizar o processo de aterro e a formação de taludes, de modo a avaliar eventuais problemas e/ou modificações no processo, deverá ser realizado periodicamente um levantamento topográfico da área. Através das quantidades contabilizadas de entrada e saída, e de medições no terreno, será possível extrapolar a periodicidade dos levantamentos.

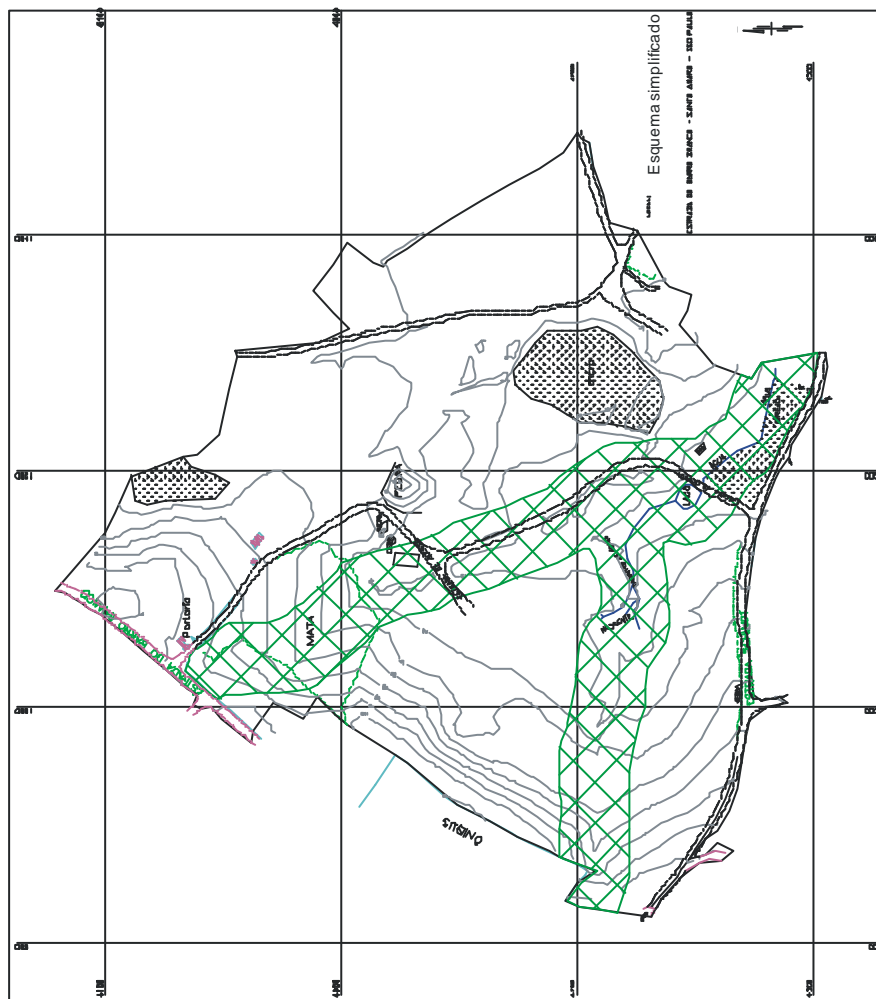
Figura 2 – Mapa da sectorização do aterro.



A diminuição progressiva do número de acessos internos é um factor fundamental para o trabalho de recuperação da vegetação, assim como para a preservação das drenagens e mitigação

das áreas degradadas. Também essencial é o controlo das águas pluviais em relação ao seu correcto escoamento. Desta forma procura-se minimizar a carga de sedimentos carreados para fora dos limites do empreendimento. O plano consiste na manutenção adequada da rede viária dentro da área, obtendo-se assim dois dividendos: economia de operação do empreendimento e utilização adequada das estradas para drenagem do terreno. As estradas devem ser construídas e sofrer manutenção de modo que suportem o fluxo de água de chuva, permitam a infiltração desta água e impeçam o carreamento de sedimentos finos pela enxurrada. Além disso, como qualquer obra viária, devem ter boa capacidade de suporte e boas condições de rolamento e aderência, minimizando-se assim também o levantamento de particulado.

Figura 2 – Distribuição actual da rede de drenagem e de acessos (A verde, APPs).



Os cursos de água presentes na área têm uma largura máxima menor do que 10 m. Deste modo, de acordo com o Código Florestal, “Art. 2º – Consideram-se de preservação permanente, pelo só efeito desta Lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas: a) ao longo dos rios ou de qualquer curso de água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima seja: 1 – de 30 m (trinta metros) para os cursos de água com menos de 10 m (dez metros) de largura;...”. Portanto, primeiramente deverão ser cumpridos os artigos do Código Florestal, com o plantio de espécies arbóreas nativas e com a construção de vias de acesso apresentando uma distância de 30 metros a partir das margens das drenagens, adotando-se os preceitos de plantio descritos no item 1.

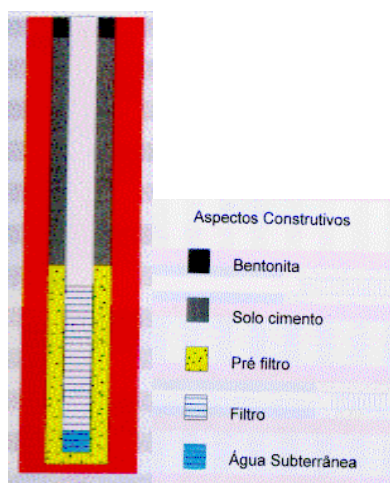
3. Localização dos Poços de Monitorização e Pontos de Colecta de Água Superficial

3.1. Poços de Monitorização.

A localização dos PMs seguiu as normas estabelecidas pela ABNT (NBR 13895) de Junho de 1997. Segundo esta norma, a rede de monitorização deve possuir 1 ou mais poços de localizados a montante da instalação a ser examinada, de modo que possa ser avaliada a qualidade original da água subterrânea. Na área serão instalados 3 PMs a montante, conforme apresenta a fig. 6. A escolha desses poços contou com o auxílio do mapa topográfico da área e da foto aérea. Desta forma, estes poços foram localizados nas regiões topograficamente mais elevadas. Outro factor importante, analisado para a localização dos poços, foi o da posição em áreas que não serão aterradas e onde não há traçado de acessos previstos, de modo que o poço não fosse destruído ou soterrado.

Com relação aos PMs a jusante, de acordo com as normas enunciadas, estes devem ser instalados de forma não alinhada, para avaliar a possível interferência desta na qualidade original da água subterrânea local. Na área serão instalados 4 PMs a jusante – fig. 6 –, levando-se em consideração a direcção e sentido do escoamento, baseados na declividade do terreno e direcções das rampas interpretadas no mapa topográfico, foto aérea e observações de campo.

Figura 4 – Esquema do Perfil Construtivo do Poço de Monitorização.



Relativamente à localização dos PMs procurou-se posicioná-los colateralmente ao provável sentido de fluxo de água subterrânea, e distribuí-los próximos à área de disposição do aterro, para que se houver uma pluma de contaminação esta possa ser identificada rapidamente.

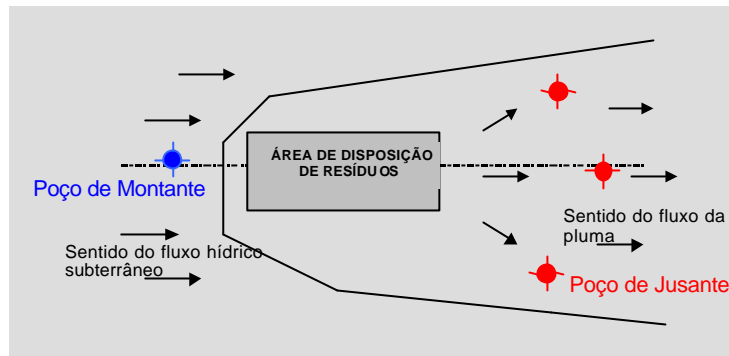
De um modo geral, os PMs foram localizados em áreas de protecção de mata ciliar, evitando assim que eles não sejam soterrados pelo aterro, nem destruídos por veículos de carga devido à proximidade das vias de acesso. Cabe ressaltar que os PMs ocupam uma pequena área, não prejudicando a preservação da mata ciliar.

É exigida a colecta periódica de amostras dos poços de monitorização de modo a averiguar a existência de contaminações. As amostras serão analisadas num laboratório idóneo. A CETESB exige a análise qualitativa do odor, cor, aspecto e turbidez, e quantitativa de cloretos, pH, ferro solúvel, arsénio, bário, cádmio, chumbo, cobre, cromo hexavalente, cromo total, manganês, mercúrio, níquel, selénio, zinco, cianeto, fluoretos e sulfatos, tal como uma varredura de compostos orgânicos voláteis e semi-voláteis (bases/neutros).

De acordo com os resultados obtidos, os dados das análises químicas deverão ser interpolados e correlacionados com o mapa base da área, para a interpretação de possíveis plumas de contaminação. A partir dos resultados das análises, caso necessárias, serão adoptadas técnicas apropriadas de remediação.

A partir da concentração dos contaminantes obtidos pela amostragem dos PMs, serão delineadas as eventuais plumas de contaminação. As plumas de contaminação indicarão de uma maneira geral, as áreas fontes de contaminação.

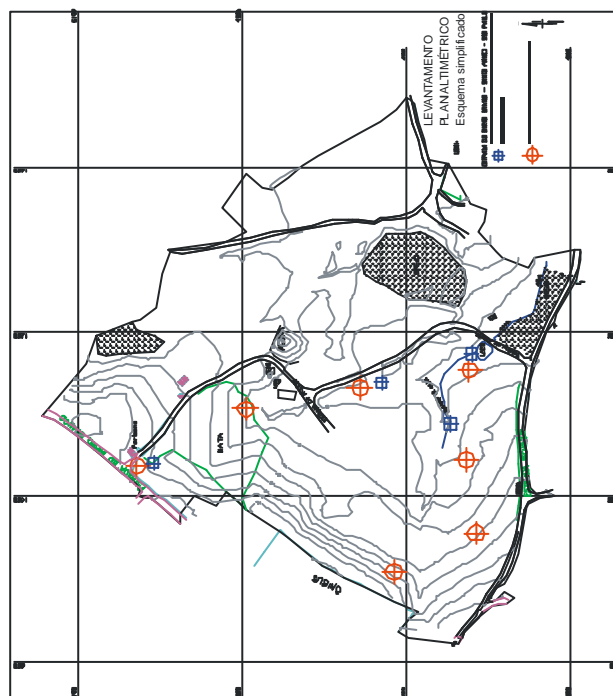
Figura 5 – Disposição esquemática dos poços de monitorização. (Fonte: ABNT, 1997).



3.2. Colecta de Água Superficial.

Tendo como base observações de campo, mapa topográfico e fotografia aérea, foram definidos 4 locais para a colecta de amostras de água superficial, conforme exibido na fig. 6. Estes locais representam pontos em diferentes drenagens e também na junção destas, de modo que amostrasse, de uma forma segura, a existência de pontos de contaminação.

Figura 6 – Localização dos poços de monitorização e dos pontos de colecta de água superficial, (a vermelho e a azul, respectivamente).



Foi verificado no local, junto à entrada do Aterro Três Corações, a presença de uma saída de esgoto proveniente de uma ligação irregular na rede de águas pluviais da Estrada do Barro Branco. Esta ligação irregular de esgoto contamina a principal drenagem dentro do empreendimento. A solução para este problema consiste na alteração e adaptação da rede de esgoto da Estrada do Barro Branco para que ocorram apenas descargas de águas pluviais dentro dos limites do empreendimento. Tal procedimento é, portanto, da responsabilidade do órgão público competente, a SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo.

4. Aspectos administrativos

Deve ser construída portaria com cancela e iluminação e presença de vigia 24 horas, com controlo de entrada de material e pessoal dentro do empreendimento. Deve ser definido apenas um único acesso ao empreendimento, controlando-se a entrada e saída de veículos em um único ponto. O controle efectivo do volume/dia de material disposto no aterro deve ser controlado através de um manifesto diário. Todo o material que entra e sai do empreendimento deve ser anotado e contabilizado. Além do volume, deve ser controlada a qualidade do material de entrada. Não devem ser aceites materiais não classificados como inertes, ficando excluídos materiais tais como resíduos de limpeza de esgotos, sedimentos da dragagem, tecidos, restos orgânicos, compostos químicos, entre outros. Os veículos contendo tais materiais não devem ser aceites, sendo dessa maneira barrados na portaria. Estes materiais deverão ser levados para os aterros sanitários ou industriais mais próximos. Para evitar a deposição destes materiais pela população deve-se construir cercas nos limites do empreendimento

Deve ser feita a limpeza de todo material superficial disposto irregularmente dentro da área do empreendimento. Os materiais recicláveis tal como ferro, alumínio, cobre, madeira, plásticos, etc., deverão ser colectados manualmente pela equipe de trabalhadores contratados (moradores da região) e direccionados para o sector de triagem. Aí deverão ser separados, acondicionados e vendidos para reciclagem.

Recomenda-se a iluminação dos limites do empreendimento para evitar-se vandalismo e acesso de terceiros ao aterro, bem como a colocação de placas indicando a proibição de se depositar lixo doméstico e industrial no local, e proibindo a entrada de pessoas não autorizadas no local. Devem ser colocadas placas indicando os sectores e os locais de despejo. Além disso, a ronda de vigia 24 horas por dia, a utilização de protecção individual (máscara, botas, luvas), credenciais, e meios de comunicação à distância pelos funcionários complementa a segurança.

Resultados

Todas as medidas apresentadas nos itens anteriores não foram ainda implementadas por razões administrativas inerentes ao proprietário do aterro. Não é possível, portanto, apresentar resultados concretos sobre o desenvolvimento ou conclusão de actividades, mas apenas os resultados esperados após o início da implementação das medidas e com o previsto funcionamento das actividades dentro do empreendimento.

O cronograma exibido abaixo apresenta as medidas a efectivar, tendo sido organizado em função do grau de prioridades previamente estabelecidas, levando-se em consideração a necessidade do levantamento topográfico prévio da área em questão para o planeamento de detalhe e conseqüente início de execução de todas as medidas apresentadas.

As actividades de gestão do aterro como, por exemplo, o controlo de entrada de material, a colocação de uma cerca (ou medidas que evitem o acesso dentro da área do aterro), construção de guarita, limpeza do terreno, etc., devem ser iniciadas e concluídas em curto prazo. Essas medidas são de grande importância, pois haverá um maior controlo dentro do aterro fazendo com que as medidas de monitorização ambiental possam ser iniciadas.

A diminuição do número de acessos deve ser iniciada assim que as frentes de aterro evoluam, pois as demais medidas de gestão e controlo ambiental estão vinculadas a essa etapa.

Tabela 2 – Cronograma de execução prevista das medidas.

Meses: Descrição da actividade:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Levantamento topográfico	■											
Controle de entrada de material	■	■										
Construção de guarita/cancela	■	■										
Cerca (ou medidas que evitem o acesso exterior à área)	■	■	■									
Vigia 24 horas	■	■										
Limpeza do terreno (retirada de material não inerte)	■	■										
Diminuição do número de acessos	■	■										
Execução de drenagem nas estradas			■	■	■	■	■	■				
Preservação de drenagens superficiais naturais, alteração do traçado das estradas		■	■	■	■	■	■	■				
Concentração do trabalho de aterro em uma única frente		■	■	■	■	■	■	■				
Instalação dos poços de monitorização		■	■									
Colecta e análise de amostras dos PMs			■		■		■		■		■	
Colecta e análise das amostras das águas superficiais	■		■		■		■		■		■	
Definição de medidas de remediação em caso de contaminação				■	■							
Iluminação	■	■	■	■	■							

Em relação à execução de drenagem nas estradas (instalação de sangras, dissipadores de energia, etc), concentração do trabalho de aterro em 2 frentes, preservação das drenagens superficiais naturais, instalação dos poços de monitorização e colecta de amostras dos poços e das drenagens, estas serão iniciadas no prazo de dois meses, mas serão realizados em médio prazo devido às características de cada actividade e sendo elas dependentes das medidas anteriormente citadas.

A etapa de manutenção das estradas e das suas drenagens deverá ser realizada com o mínimo de gasto possível, utilizando-se os próprios materiais granulares (cascalho) e argilosos, pedras, etc., recebidos no aterro. Tratam-se de obras simples, mas que são fundamentais no contexto de gestão e monitorização ambiental, necessitando apenas de mão-de-obra.

A evolução do processo de aterro em 2 frentes, a preservação de drenagens superficiais naturais e a alteração do traçado das estradas também estão condicionadas a um levantamento topográfico actualizado a ser realizado na área. Estas medidas são extremamente importantes para a economia de operação do empreendimento e para a monitorização ambiental.

Figura 7 – Esquema final do Aterro Três Corações.



A instalação dos poços de monitorização deve ser realizada nos primeiros meses, pois somente através da instalação destes poder-se-á fazer a monitorização das águas subterrâneas. A quantidade final de poços só poderá ser definida após o levantamento topográfico, pois eles deverão ser instalados a montante e a jusante das drenagens, tendo-se o cuidado de não estarem próximos aos acessos dos caminhões para que não sejam destruídos.

As colectas das amostras de águas superficiais e subterrâneas em diferentes meses serão realizadas em função da existência ou não de pluma de contaminação. Em princípio, as colectas foram planeadas a cada dois meses, mas isso poderá depender do índice de pluviosidade e do grau de contaminação. As medidas de remediação da contaminação poderão ser tomadas em curto prazo a partir dos resultados das análises químicas das amostras.

Poder-se-á fazer uma previsão sobre a conclusão do aterro – após os 3 sectores atingirem o volume máximo permitido pela legislação (SMA nº41/02) – assim que as medidas começarem a ser implementadas e, com o decorrer do funcionamento das actividades, se puder analisar estatisticamente os valores contabilizados de entrada e saída de materiais.

Conclusão

Como mencionado, o projecto de gestão apresentado não foi ainda implementado, pelo que se torna prematuro fazer uma avaliação concludente dos resultados esperados.

Todavia, apesar de cada caso ser singular e, portanto, exigir um estudo único das suas características particulares, existem vários exemplos de empreendimentos comparáveis ao Aterro Três Corações em que foram implementadas medidas semelhantes e cujos resultados a médio e longo prazo foram suficientemente satisfatórios.

Referências

- ABNT. 1997. NBR 13.895. Construção de poços de monitoramento.
- ABNT. 1987. NBR 10.004. Classificação de resíduos sólidos.
- ABNT. 1990. NBR. 11.174. Armazenamento de resíduos classes II e III.

- ABNT. 1994. NBR. 12.235. Armazenamento de resíduos sólidos perigosos.
- Budowski, G. (1985). Distribution of Tropical American Rain Forest Species in The Light Sucessional Processes. In: Turrialba, 15:40-42.
- Silva Jr., S.W., (1999) Plano de Viabilização Ambiental de Empreendimento Imobiliário – Condomínio Atlântica.

Agradecimentos

CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental).

Sr. Cláudio Moro – Proprietário do Aterro Três Corações.