

seção do terreno (paisagem) inserir seção 5.4

**Ilustração 5.4. Adequação Geotécnica através de Re-conformação / Retaludamento de Maciço**

## 5.5. DRENAGEM DE ÁGUAS SUPERFICIAIS.

O sistema de drenagem superficial é a última etapa para estruturação da remediação e, após a re-conformação / adequação topográfica do maciço deverá ser executado concomitantemente à pavimentação do viário. O sistema é composto por uma rede de canaletas, sobre o viário e as bermas, executada em bica corrida e sobre os taludes, em gabiões, que tem por finalidade básica disciplinar as águas pluviais para evitar situações de empoçamento e erosão pela ação das chuvas.

## 6. PLANO DE RECUPERAÇÃO E REINTEGRAÇÃO PAISAGÍSTICA.

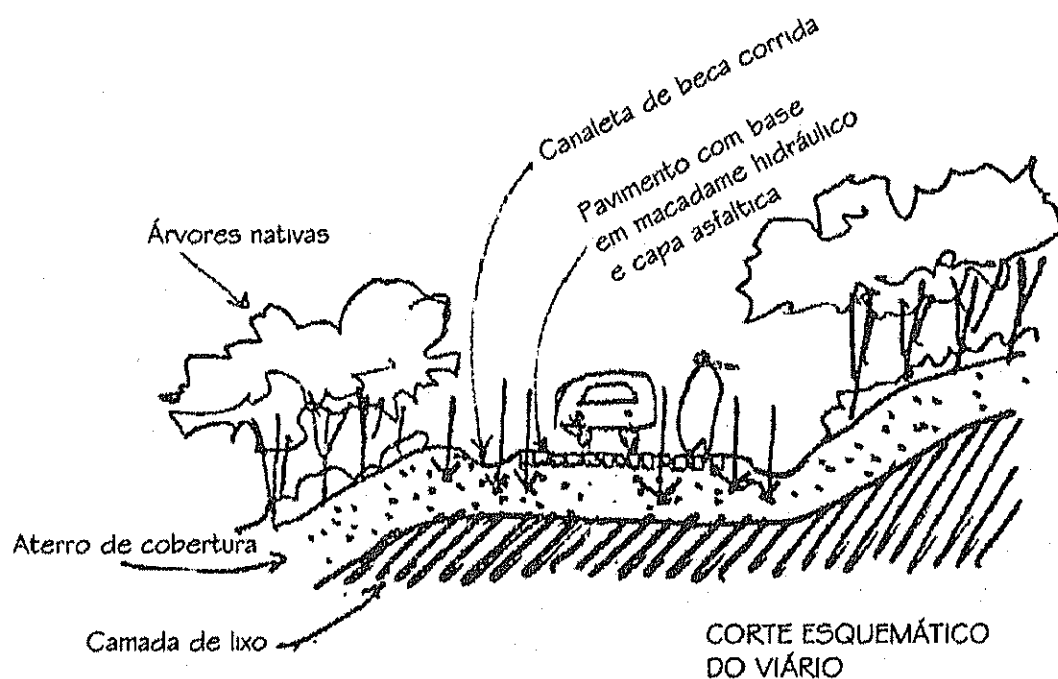
### 6.1. PARTIDO DE REVEGETAÇÃO.

O partido de revegetação conta como premissa básica todo o tratamento explicitado nas etapas do item anterior (5), pois, sem esta infra-estrutura, a reintegração paisagística ocorreria de forma aleatória permitindo um processo de revegetação sem controle, que poderia vir a velar aspectos de risco à população produzindo, em termos ambientais, um verdadeiro "campo minado" sob a Mata.

Dentre as providências apresentadas anteriormente, a concepção do viário como foi exposto no item 5.3 (Acessos), em dimensão e forma que permita a migração de espécies, tanto animais quanto vegetais, para dentro dos limites da área em questão, é uma das principais diretrizes da proposta de reintegração paisagística.

Já a permeabilidade do solo sobre este viário, passa a ser um tema a ser tratado com maior cuidado. Num caso de revegetação simples a permeabilidade do solo é promovida e bem-vinda pois colabora com a purificação das águas subterrâneas e evita o assoreamento dos corpos d'água. No caso de um aterro sanitário, ou, como é o caso, uma área de deposição de resíduos sólidos, a permeabilidade do solo não é bem-vinda pois aumenta a vazão de chorume e contaminação do solo e do lençol freático.

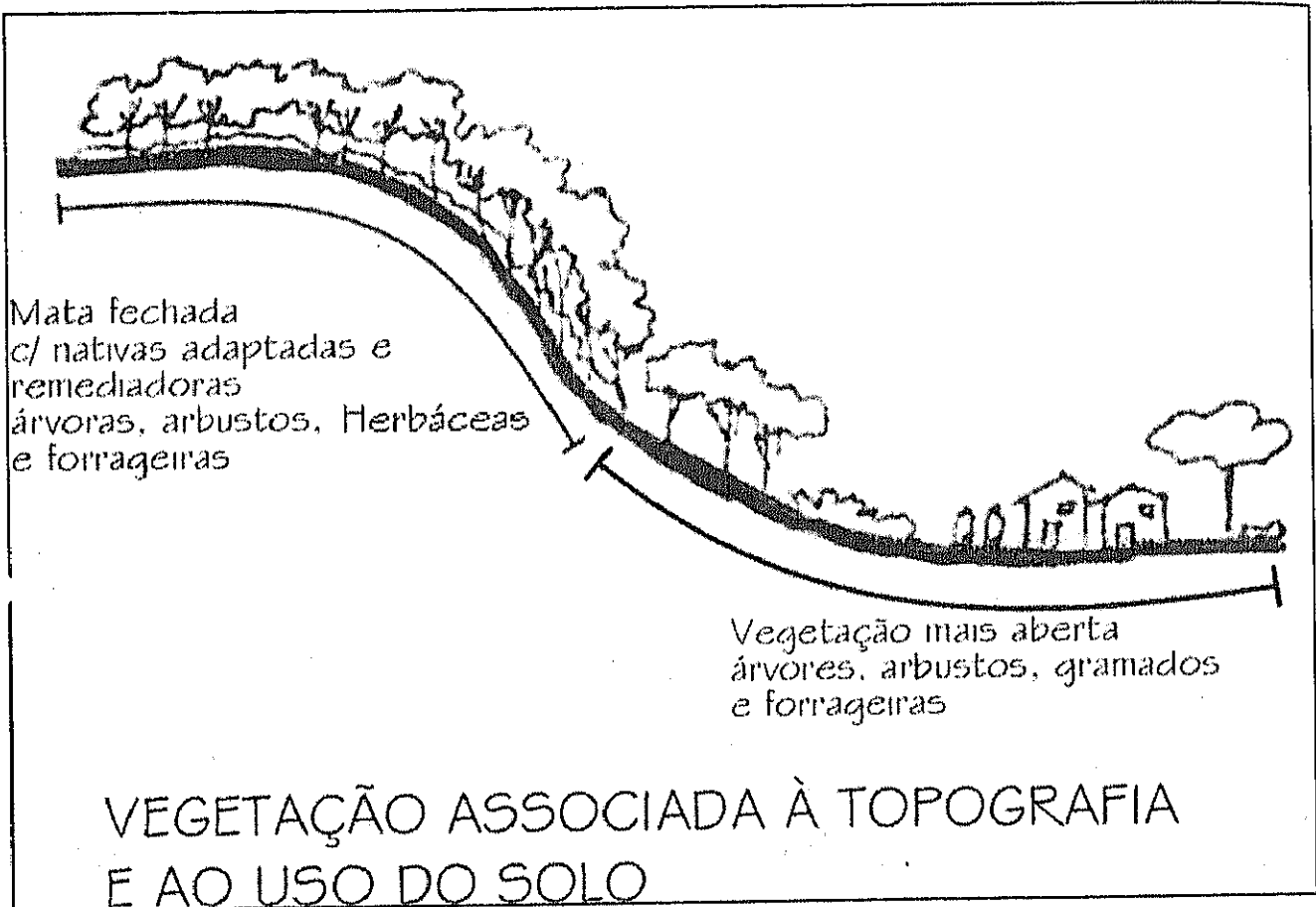
O revestimento portanto que, num caso de revegetação simples seguiria o critério de escolha da permeabilidade para as águas de chuva, aqui restringe suas possibilidades de uso somente para as áreas em fundo de vale, abaixo dos pontos de coleta de efluentes contaminados. Sobre a área de deposição o revestimento deve colaborar para coleta das águas superficiais, o que, além dos aspectos hidro-dinâmicos expostos, garante maior estabilidade sobre os taludes.



## 6.2. FITO-REMEDIÇÃO

O projeto de reflorestamento sobre aterro e o entorno será feito utilizando-se o método já consagrado proposto pelo Prof. Paulo Kageyama, com o plantio simultâneo de espécies pioneiras, secundárias e clímax. O processo de revegetação neste caso pressupõe etapas sucessórias no que diz respeito a contenção dos taludes, logo que o retaludamento for concluído.

Portanto, num primeiro momento seriam utilizadas, sobre os taludes, grama em placas, sobretudo nas áreas de grande declividade. Seu uso porém seria temporário na medida em que naturalmente fossem crescendo herbáceas e rasteiras e as copas das árvores fossem impedindo a penetração dos raios solares, sem os quais a gramíneas não sobrevivem.



Existem pesquisas, com comprovação prática, sobre a utilização do eucalipto para revegetação de áreas impactadas sobre aterros sanitários. A experiência demonstra que nem todas as espécies da Mata Atlântica (ecossistema a que a área em questão pertence) são adequadas ao replantio, uma vez que apresentam estiolamento (deformação na forma e na cor) quando suas raízes entram em contato com porções de solo contaminado. Por outro lado o eucalipto possui a propriedade de extrair água e toxicidade do solo, por evapotranspiração, num prazo mais curto do que outras espécies vegetais.

Cogita-se a possibilidade de sua utilização na área do Lixão do Alvarenga. E se constatado cientificamente que é a maneira mais eficaz de purificar o sistema em questão, nos primeiros 10 anos, a proposta paisagística facultará pela sua combinação com outras espécies adaptadas ao novo ecossistema, associadas àquelas de maior importância para a memória ambiental local. No ANEXO 2 segue a relação de possíveis espécies a serem utilizadas no Plano de Revegetação do Lixão do Alvarenga.

## **Ilustração 6.1. Zonas de Revegetação**

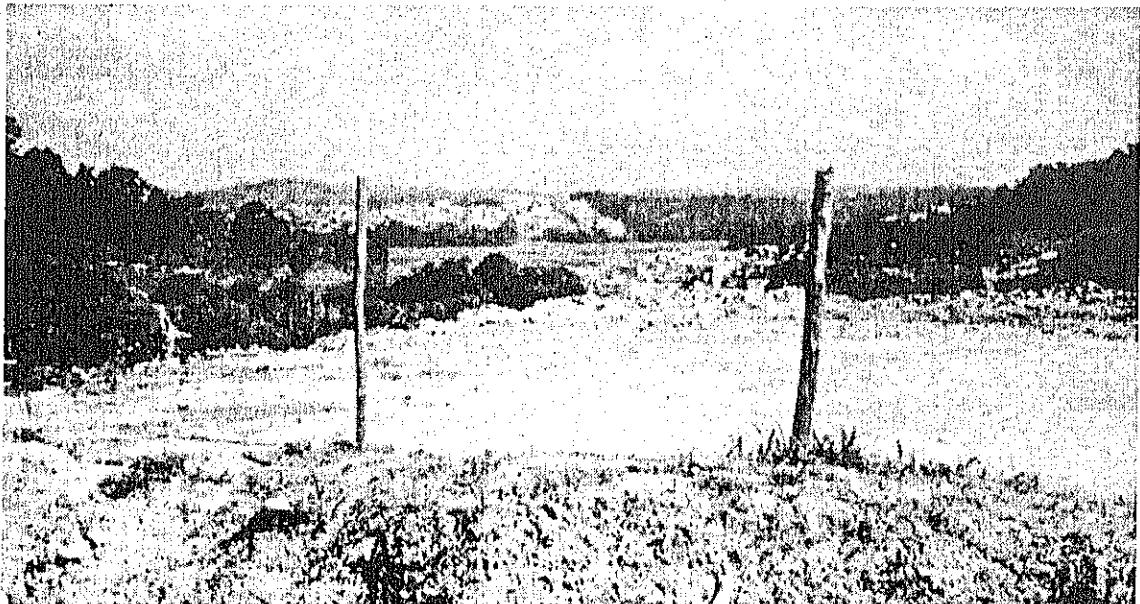
## 7. MONITORAMENTO AMBIENTAL DA ÁREA.

O monitoramento ambiental do sistema proposto diz respeito aos procedimentos de manutenção e de aferição de tendências e resultados da concepção e solução proposta a médio e longo prazo. Este monitoramento terá como procedimento básico as inspeções visuais sobre as redes de drenagem, tanto de gás como de águas superficiais, bem como sobre os poços profundos, a serem implantados em posições hidrogeologicamente definidas, para monitoramento do lençol subterrâneo.

## 8. SUGESTÕES PRELIMINARES PARA USO DA ÁREA A MÉDIO E LONGO PRAZO

Considerando que foi ponto de partida para o Plano de Diretrizes minimizar a interferência sobre o conjunto de moradias já instalado no local e sabendo-se que toda a movimentação para a recuperação já será um fator de impacto para os moradores da redondeza, prevemos a manutenção do Campo de Futebol (vide registro fotográfico 8) que já está instalado no local, independente da finalidade que terá a área por ocasião do final dos trabalhos de remediação do aterro. Este seria um uso previsto em médio prazo.

A longo prazo, quando a reintegração paisagística já estivesse adiantada, sua destinação poderia ser como um parque público, um viveiro ou outro uso compatível com a resolução fundiária a que se chegasse para a área. Consideramos para qualquer situação a necessidade de preservação da rede de acessos de modo que não se crie um problema, a posteriori, de necessidade de abertura de vias em meio à área já revegetada, pois isso poderia acarretar impasses desnecessários com os órgãos de fiscalização ambiental, no futuro.



**Registro Fotográfico 8 – Campo de Futebol existente no local**

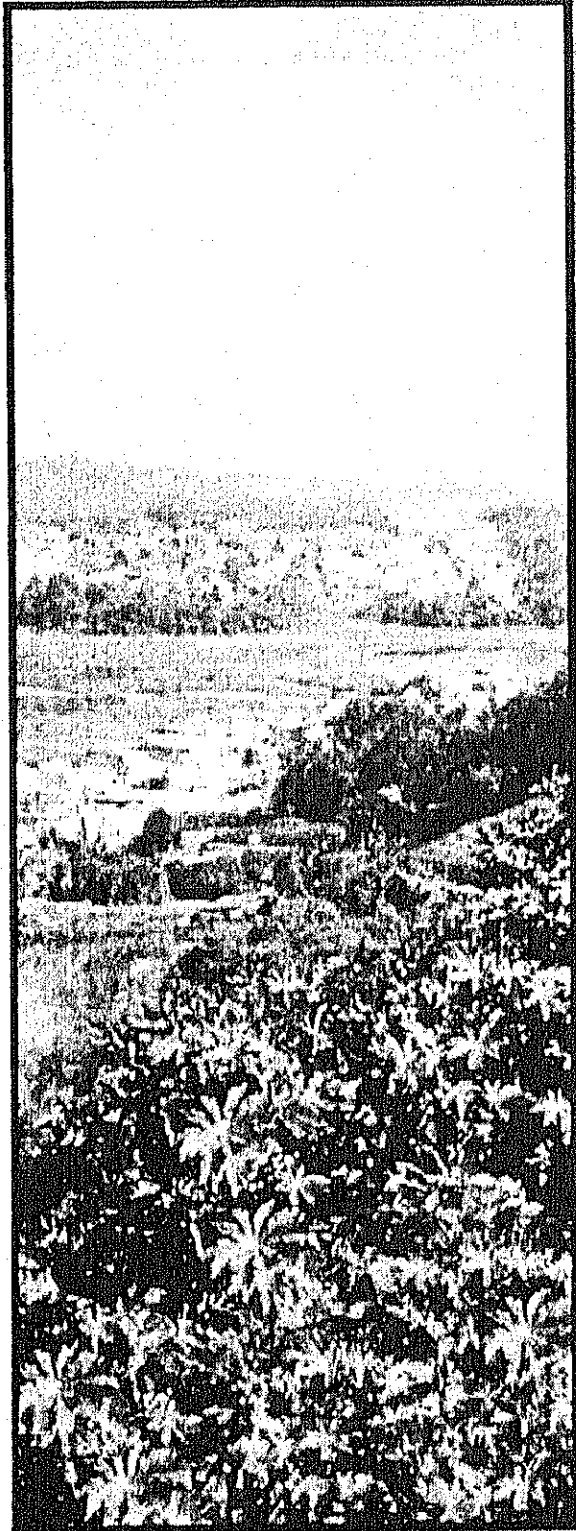
## 9. BIBLIOGRAFIA.

- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS (IPT) - Divisão de Geologia, Parecer Técnico no. 7231- Anexo B - Diagnóstico do Meio Físico em área pertencente ao Lixão do Alvarenga, Município de São Bernardo do Campo, SP, 1998.
- Laudo Pericial de Dano ao Meio Ambiente, Processo no.250/90 da Ação Civil Pública do Ministério Público do Estado de São Paulo contra os municípios de Diadema e São Bernardo do Campo sobre o Lixão do Alvarenga, Março de 1999.
- Laudo Pericial de Dano ao Meio Ambiente, Processo no.606/92 da Ação Civil Pública do Ministério Público do Estado de São Paulo contra ASSOCIAÇÕES COMUNITÁRIAS TERRA PARA TODOS (TERRA E VIDA) e UNIÃO E FORÇA sobre loteamento irregular em área de Proteção aos Mananciais, Setembro de 1997.
- Lima, S. *Projeto Alvarenga*, Secretaria de Habitação e Meio Ambiente – Diretoria de Meio Ambiente, 1997.
- Oliveira, F.P., *Aterro Sanitário*, Manual – Projeto, Gerenciamento e Monitoramento – CURSO – ABLP, EPAL, 1998
- SISTEMA CARTOGRAFICO METROPOLITANO DA GRANDE SÃO PAULO – Áreas de Proteção de Mananciais.folha3345/231, Secretaria Estadual de Negócios Metropolitanos, 1974.

## ANEXO 1 (Ensaio Geofísicos)



ANEXO 2  
(Relação de Espécies Vegetais)



# PLANO DE RECUPERAÇÃO DO ALVARENGA

Plano de Diretrizes  
de Recuperação da Área

Etapa 2  
PROJETO TÉCNICO

Diretoria de Meio Ambiente  
Secretaria de Habitação e Meio Ambiente  
Prefeitura Municipal de São Bernardo do  
Campo

SB-LA 230102

Janeiro 2002

Revisão 01.04.02

## INTRODUÇÃO

A EPAL-FRAL Consultoria Ltda. foi contratada pela Diretoria de Meio Ambiente da Secretaria de Habitação e Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de São Bernardo do Campo, para apresentar o Plano de Diretrizes de Recuperação de Área, que dá prosseguimento ao PROJETO ALVARENGA, desenvolvido por esta Diretoria que tem por meta, a longo prazo, reintegrar a área anteriormente destinada ao lixão do Bairro dos Alvarengas, ao seu entorno natural (Lima, S. 1997).

Os procedimentos relativos a este projeto, no que tange a primeira etapa dos trabalhos, já foram concluídos, a saber, a interrupção da atividade de catadores através do controle de acesso de pessoas e animais, o cadastramento da população ligada ao lixão e o seu re-encaminhamento para novas alternativas de emprego e renda. Dando prosseguimento aos trabalhos, nesta segunda fase, as ações dizem respeito a remediação da área degradada.

O presente trabalho trata da elaboração de um plano de diretrizes para orientação dos projetos, básico e executivo, de recuperação ambiental da área através de um sistema de contenção do Depósito de Resíduos, com tratamento de seus elementos impactantes e de risco às comunidades do entorno.

Este plano visa sanear os problemas de instabilidade de maciços, a emissão não controlada de líquidos percolados (chorume), a emissão e combustão não controlada de gases na região de disposição, propondo, também, as diretrizes para a cobertura e revegetação da área segundo um plano de reintegração paisagística.

## SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO DO TRABALHO
  2. CARACTERIZAÇÃO CONTRATUAL
  3. LOCALIZAÇÃO
  4. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA ÁREA
    - 4.1. Caracterização Geológica e Geomorfológica
    - 4.2. Caracterização Hidrogeológica
  5. CARACTERIZAÇÃO DOS PROBLEMAS E RECOMENDAÇÕES PARA REDUÇÃO DOS IMPACTOS E RISCOS
  6. CONCEPÇÃO DAS SOLUÇÕES DO PLANO DE REMEDIAÇÃO
    - 6.1. Drenagem de Líquidos Percolados (Chorume)
    - 6.2. Drenagem de Gases
    - 6.3. Acessos e Respectiva Adequação Topográfica
    - 6.4. Adequação Geotécnica, Reconformação e Retaludamento do Maciço de Resíduos Existente
    - 6.5. Drenagem das Águas Superficiais
    - 6.6 Cercamento, Portarias, Guaritas e Iluminação.
  7. CONCEPÇÃO DAS SOLUÇÕES DE REVEGETAÇÃO
    - 7.1. O Equilíbrio do Ecossistema
    - 7.2. O Corredor Verde
    - 7.3. Zoneamento das Áreas Vegetadas
  8. MONITORAMENTO AMBIENTAL DA ÁREA
  9. AVALIAÇÃO DE QUANTITATIVOS E CUSTOS DAS OBRAS E TRATAMENTO DE REMEDIAÇÃO PROPOSTA
  10. BIBLIOGRAFIA
- 
- ANEXO 1 - ESTUDO DE ESTABILIDADE
  - ANEXO 2 - CATÁLOGOS
  - ANEXO 3 - DESENHOS

## 1. APRESENTAÇÃO DO TRABALHO

A EPAL-FRAL Consultoria Ltda. apresenta o segundo produto previsto no Plano de Trabalho relativo ao Plano de Diretrizes para a Recuperação da Área Degradada do Lixão do Alvarenga, a saber:

- **Proposta Preliminar de Recuperação – Projeto Técnico**

**Obs: Versão revisada em 01.04.02**

## 2. CARACTERIZAÇÃO CONTRATUAL

### 2.1. Contratante

SHAMA – SECRETARIA DE HABITAÇÃO E MEIO  
AMBIENTE  
PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO BERNADO DO  
CAMPO

ENDEREÇO: Rua Jacquy, 61 - 2o. andar - Rudge Ramos  
CEP: 09740-620 Fone: (011) 4368-7837

Secretário: Dr. Osmar Santos Mendonça

Diretora de Meio Ambiente: Dra. Sonia Lima

Acessor Técnico: Engº Luiz Roberto Beber

### 2.2. Contratada

EPAL - FRAL CONSULTORIA LTDA.

ENDEREÇO: Rua Camanducaia, 77 - Campo Belo – São Paulo/SP  
CEP: 04606-040 Fone: (011) 5531-6540 Fax: (011) 5543-1430

Responsável Técnico: Engº. Francisco José Pereira de Oliveira  
CREA: 79.388/D

Coordenadora do Projeto: Arqª. Lúcia Maria Arneiro  
CREA: 190. 279/D

Consultor de Paisagismo: Arqº. Paisagista Raul Isidoro Pereira  
CREA: 060 145 9570/D

e-mail: [epalfral@terra.com.br](mailto:epalfral@terra.com.br)

### 3. LOCALIZAÇÃO

O depósito de resíduos de São Bernardo do Campo denominado Lixão do Alvarenga está localizado no bairro Jardim Bela Vista, em área que abrange a divisa intermunicipal entre o Município de São Bernardo do Campo e Diadema, na Região Metropolitana de São Paulo – RMSP, em Área de Proteção de Mananciais - APM, a cerca de 400 m do reservatório da represa Billings, importante fonte de abastecimento de água potável da porção sul da Região Metropolitana de São Paulo.

O acesso principal à área é feito, a partir do km 20,8 da Rodovia dos Imigrantes, sentido litoral, pela Avenida José Odorizzi, Av Robert Kennedy, Praça Giovanni Breda e Estrada dos Alvarengas. Dentro da gleba acessa-se o depósito pela rua Paulo Lazzuri, rua 5 e rua Senador Luis Carlos Prestes.

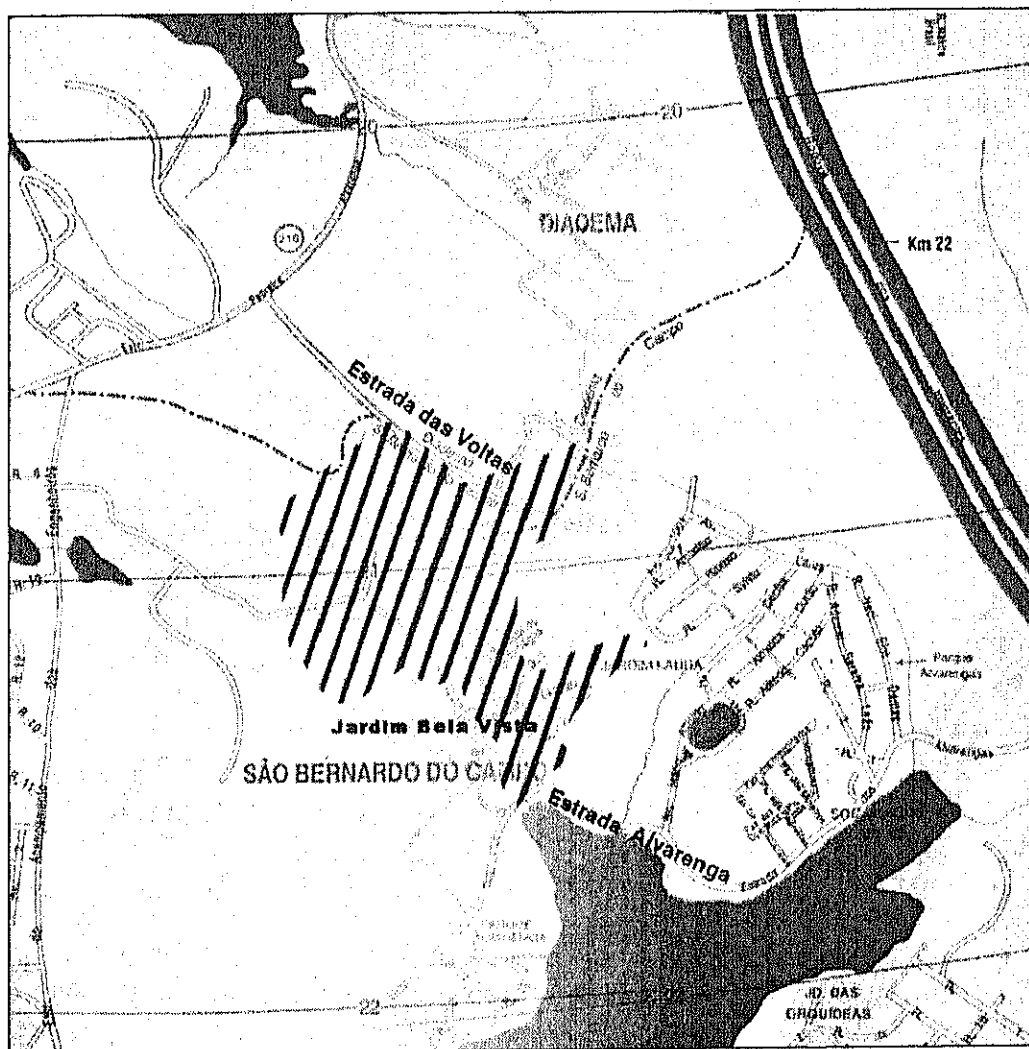
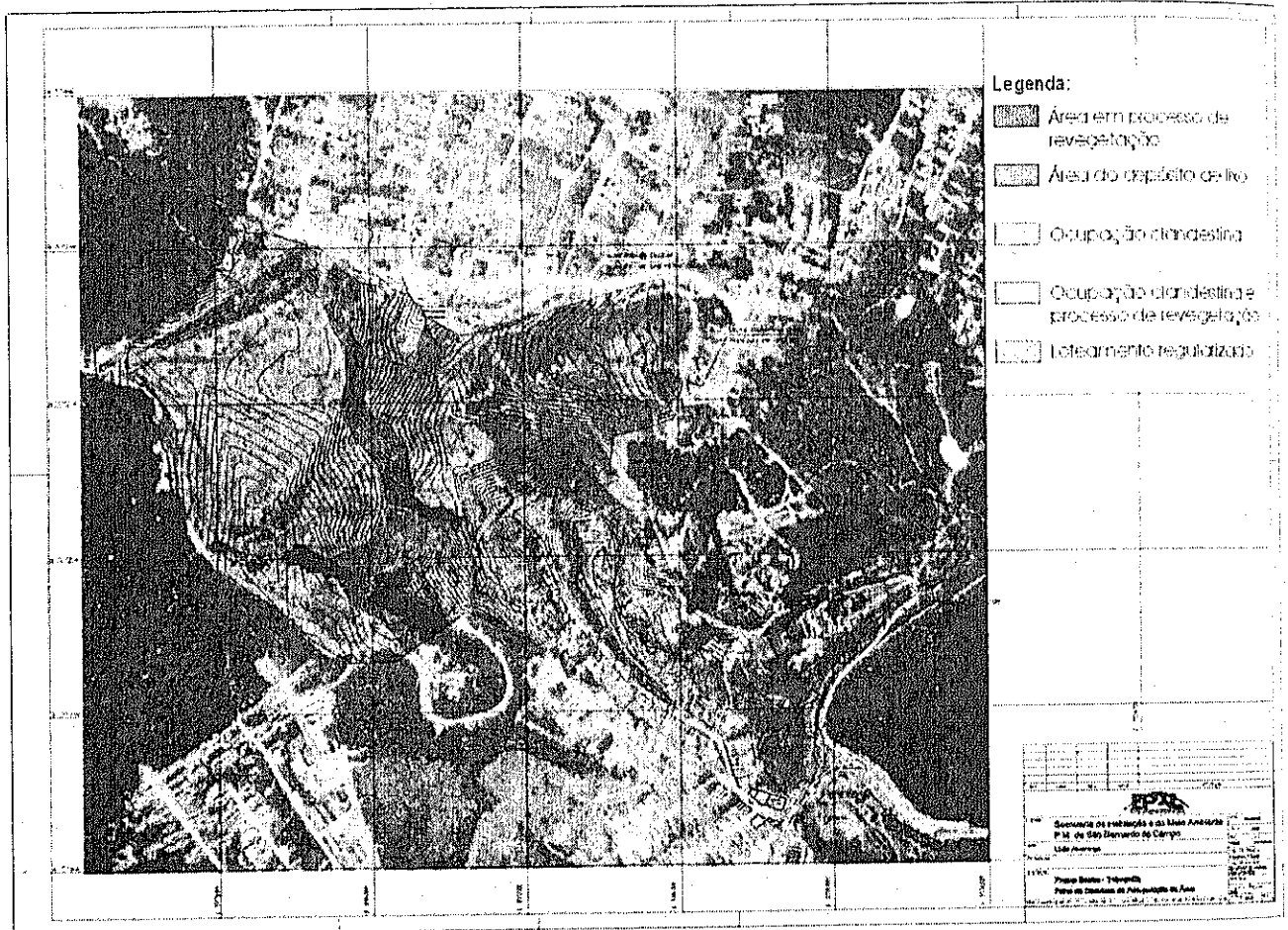


Figura 1. Localização do Lixão do Alvarenga

#### 4. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA ÁREA

A gleba, com uma área em projeção de, aproximadamente, 285.000 m<sup>2</sup>, é uma propriedade particular que antes de ser liberada pela CETESB para utilização como depósito para disposição final de resíduos sólidos, era explorada como porto de areia.



**Figura 2 - Ocupação do terreno (registro fotográfico + topografia+ zonas de uso)**

A área, que foi destinada ao lixão, corresponde, hoje, a aproximadamente 55% da área total. O restante, mesmo a área ocupada clandestinamente por moradias de baixa renda, está relativamente conservado e vegetado ou em processo de recuperação da vegetação natural, pela suspensão das atividades de deposição e circulação na área. (figura 2)

A caracterização geológica e geomorfológica apresentada, que vem a seguir, tem como referência básica o relatório elaborado pelo IPT (Parecer Técnico no. 7231/1998), cujos itens de maior relevância e que serviram de base para o desenvolvimento do Projeto Técnico, voltamos a apresentar a seguir.



#### 4.1. Caracterização Geológica e Geomorfológica

Na área do lixão do Alvarenga ocorrem rochas metamórficas, representadas por xistos e filitos. Os xistos apresentam granulação predominantemente fina a média, foliação bem desenvolvida e de constituição ora mais micácea, ora mais quartzosa.

Essas rochas normalmente apresentam espesso manto de alteração (solo de alteração + rocha muito alterada), atingindo até uma dezena de metros nos relevos suavizados e alguns metros, nos acidentados.

O solo de alteração possui constituição variando de argilo-siltosa, nos xistos micáceos, a areno-siltosa, nos xistos quartzosos e espessura da ordem de 2 a 3m.

Os filitos, por sua vez, apresentam granulação muito fina e foliação bem desenvolvida, sendo constituídos predominantemente por quartzo e sericita. Seu solo de alteração normalmente é siltoso e pouco espesso, da ordem 1 m. O manto dessa alteração de rocha, no entanto, é bastante espesso, apresentando dezenas de metros nos relevos suavizados, a alguns metros, nos acidentados.

Entremeados aos xistos e filitos, ocorrem generalizadamente, faixas de metarenitos finos a metassiltitos cuja alteração dá origem a solos arenosos bastante erodíveis.

#### 4.2. Caracterização Hidrogeológica

Segundo levantamento elaborado pelo DAEE (1975), na área em análise ocorre o sistema aquífero cristalino, de características heterogêneas e localmente constituído por xistos.

Na porção do aquífero em que a rocha apresenta-se inalterada, a água escoar somente pelas fissuras, conferindo-lhe um comportamento praticamente de aquíclude, contendo pouca água.

Já na porção em que na constituição predomina rocha parcialmente alterada, o aquífero é permeável e de alta transmissividade.

As fraturas e lineamentos que afetam o aquífero geralmente estão associadas a formação de milonitos que lhe obstruem significativamente o fluxo da água.

Na região de São Bernardo do Campo os poços apresentam vazão específica Média da ordem de  $0,11\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$ , ou seja, característica de baixa produção.

Segundo PACHECO et al. (1994) o aquífero local é do tipo livre, apresentando profundidades do nível d'água entre 24 m, na vertente, e 1 m, nas porções próximas ao vale. O gradiente hidráulico ( $i = \Delta h/\Delta x$ ) situa-se em torno de 0,06 m/m.

O relevo local é representado predominantemente por morros baixos, embora também ocorra relevo de morrotes. No relevo ondulado de morros baixos, predominam amplitudes entre 90 e 110 m e declividades de encostas entre 20% e 30%.

Subordinadamente, ocorrem declividades de até 20% (nos topos de elevações) e maiores que 30% (no terço inferior das encostas e nas cabeceiras de drenagem). As encostas apresentam-se sulcadas por linhas e cabeceiras de drenagem. Os topos das elevações são estreitos e alongados; os vales são fechados e assimétricos, com planícies aluviais restritas.

Na porção de morrotes, também de relevo ondulado, há predominância de amplitudes menores, em torno de 60 m, podendo atingir até 90 m. A declividade das encostas predominante é de até 30 %.

Subordinadamente, as declividades são superiores a 30%, no terço inferior de algumas encostas e cabeceiras de drenagem. A densidade de linhas de drenagem é variável, sendo maior nas encostas íngremes. Os topos são relativamente amplos e alongados, enquanto os vales são fechados e com planícies aluviais restritas.

## 5. CARACTERIZAÇÃO DOS PROBLEMAS E RECOMENDAÇÕES PARA REDUÇÃO DOS IMPACTOS E RISCOS.

5.1. A poluição apresenta variação inversamente proporcional ao aumento da profundidade. Portanto, predomina a migração dos contaminantes através dos horizontes superiores do subsolo, em profundidades menores que 7,5m;

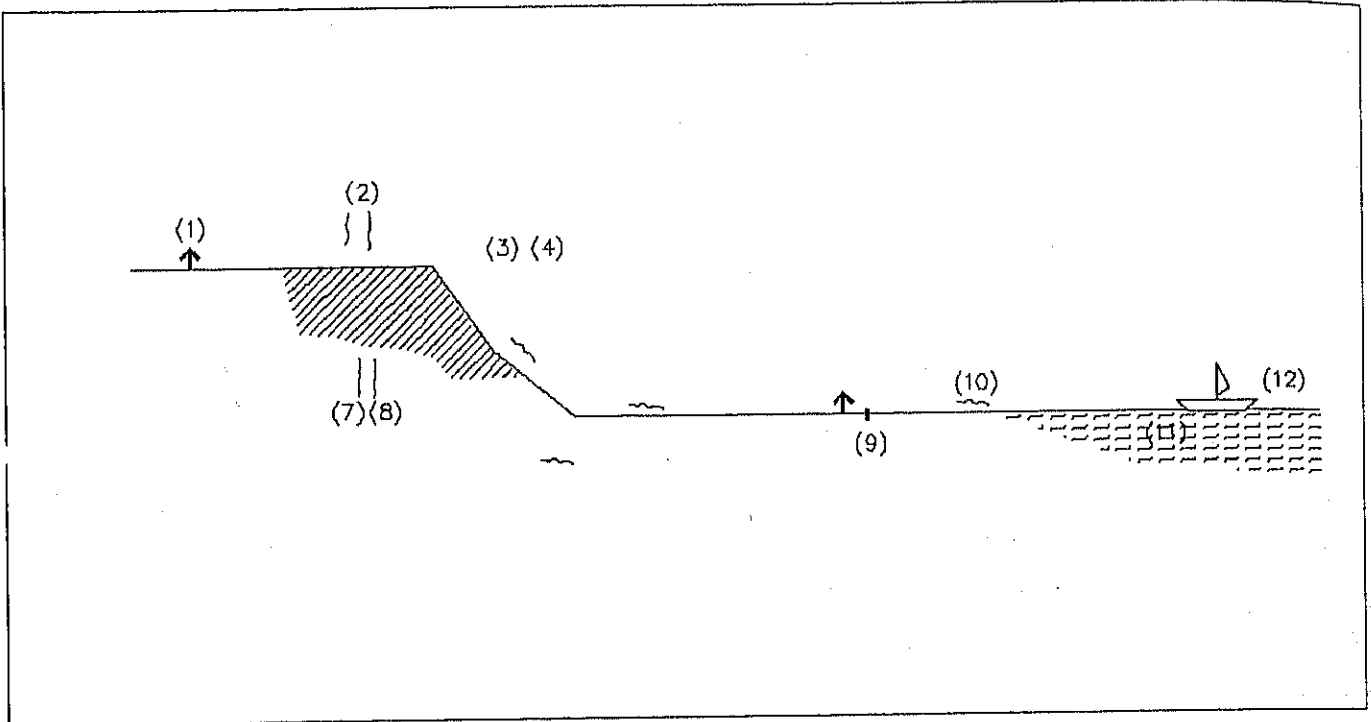
5.2. Como subproduto dos ensaios geofísicos efetuados, confirmou-se que a direção geral de fluxo das águas subterrâneas no local é de norte para sul, ou seja, do lixão para a represa;

5.3. As zonas preferenciais de percolação da contaminação estão localizadas na porção oeste do anfiteatro, margem direita do córrego sem-denominação ali existente;

5.4. Os ensaios de condutividade hidráulica realizados em amostras não-deformadas de solos da área mostram valores de permeabilidade medianamente elevados, insuficientes para a contenção do percolado oriundo do aterro de resíduos sem impermeabilização de base;

5.5. A parte da população que irregularmente ocupa o entorno do lixão do Alvarenga vem utilizando água contaminada (captada de poços rasos) para usos de dessedentação humana e animal, higiene pessoal, rega, etc.; e

5.6. A represa Billings está sendo contaminada pelo chorume oriundo do aterro do Alvarenga. A conexão aterro – represa está estabelecida tanto pelas águas superficiais (via córrego que deságua na represa) como por sub-superfície (via aquífero freático cuja região de descarga também é a represa).



**Figura 3. - Seção do Terreno com os principais impactos negativos apontados no laudo do IPT**

- (1) Residências próximas ao depósito de resíduos / contaminação direta
- (2) Geração de gases, fumaça e odores
- (3) Presença de macro e micro-vetores (roedores e aves necrófagos, e insetos)
- (4) Visual agressivo e anti-estético a moradores e usuários da Estrada dos Alvarengas
- (5) Erosão superficial/risco de escorregamento
- (6) Contaminação da água pluvial que cai sobre o aterro
- (7) Contaminação do solo
- (8) Contaminação da água subterrânea
- (9) Utilização de água contaminada para abastecimento humano e animal, rega e outros usos
- (10) Contaminação de corpos d'água superficiais
- (11) Contaminação de sedimentos de fundo
- (12) Contaminação de organismos aquáticos diversos

Algumas das recomendações elencadas pelos peritos do IPT, já foram implementadas, destacando-se entre elas:

- a fiscalização e paralisação de descargas de resíduos na área;
- a paralisação da ocupação bem como de atividades de catadores na área;
- o levantamento planialtimétrico da gleba;
- a orientação à população circunvizinha ao Aterro para não utilização da água de poços rasos.

Outras recomendações para remediação da área do Lixão apresentadas naquele relatório (IPT), estão sendo incorporadas a este Plano de Diretrizes ora em elaboração, quais sejam:

- a) a definição de uma estratégia de uso futuro para a área;
- b) proceder à análise de estabilidade de taludes de lixo no aterro;
- c) proceder ao cercamento da área;
- d) instalar drenos de gás (sistema passivo) e queimadores;
- e) proceder a regularização da superfície do terreno (evitando erosão e empoçamento de água);
- f) proceder a capeamento do lixo;
- g) instalar sistema de drenagem superficial (coleta e dissipação);
- h) instalar vegetação sobre a área do aterro e entorno, observando orientações específicas para cada local;
- i) definir projeto para instalação do sistema de coleta de percolato migrando pelo subsolo a jusante do aterro (barreira impermeável, trincheira drenante, etc.);
- j) instalar cortina vegetal no perímetro do aterro.

## 6. PLANO DE REMEDIAÇÃO DOS FATORES IMPACTANTES E DE RISCO - DESCRIÇÃO DA CONCEPÇÃO DAS SOLUÇÕES

A concepção de projeto adotada norteou-se pela necessidade de propiciar:

- a impermeabilidade superficial do maciço;
- uma conformação geométrica final estável;
- um sistema de acessos visando a facilitação do monitoramento de toda a área, respeitando a circulação habitual da população do entorno, bem como o acesso a todas as áreas;
- um suporte para revegetação e o repovoamento bio-vegetal da área, propiciando a formação de corredores verdes;
- a otimização operacional da remediação

### 6.1. Drenagem de Líquidos Percolados (Chorume)

Esta intervenção diz respeito à estrutura de disciplinamento, captação e condução dos efluentes (chorume) que percolam do maciço de lixo e cuja vazão aumenta no período de chuvas.

Esta estrutura será basicamente formada por drenos constituídos por trincheiras profundas escavadas instalados nos pés de talude e nos pontos da topografia atual onde se concentram naturalmente as surgências de líquidos percolados.

Esses drenos são constituídos por trincheiras semi-enterradas com um tubo-dreno perfurado no interior (tipo "kananet 8" ou similar - ver reprodução catálogo anexo), preenchidos com rachão, que propiciam a coleta e condução de líquidos contaminados até um reservatório de contenção. Os drenos mais periféricos são mais profundos (~ 6,5 m de profundidade) procuram formar uma barreira hidráulica a pluma de contaminação que migra em direção a Represa Billings.

A partir do reservatório de contenção, os líquidos contaminados (chorume), aí contidos e armazenados, deverão ser encaminhados através de interceptor ou por transporte rodoviário (caminhão-pipa) a uma estação de tratamento de efluentes  
( por exemplo: ETE - ABC ).

Respeitando a diretriz de remediação na área, com relação ao que o depósito afeta as comunidades vizinhas, prevê-se a extensão da rede de drenagem para coleta de chorume até a área onde estão estabelecidas as moradias, sejam elas regulares ou não, na várzea do córrego à jusante. O projeto desenvolve-se a partir da topografia existente, sendo esta a primeira fase da infra-estrutura de remediação a ser instalada (ver desenhos 02 e 12).

A vazão de líquidos percolados afluente ao sistema de drenagem subterrâneo poder ser avaliada a partir do balanço hídrico na região através da expressão:

$$Q_m = PER * A_{\text{aterro}} / 2.592.000$$

onde:

$Q_m$  = vazão média de líquidos percolados (l/s)

PER = média da altura da precipitação efetiva mensal percolada

$A_{\text{aterro}}$  = área do aterro

O que resulta em uma vazão média da ordem de 0,2 l/s e uma vazão máxima para o sistema de 0,5 l/s.

Baseado nesta vazão e na condição de escoamento de líquidos percolados em sistemas de drenagens subterrâneas, apresentado a seguir, são dimensionados os drenos de percolado apresentados nos detalhes de desenho na folha 12.

A equação do escoamento

$$V = C_v \cdot I^{0,54} \text{ ("Equação de Wilkins")}$$

Onde  $C_v$  = coeficiente de velocidade  
 $I$  = declividade de dreno (m/m)

**Quadro 6.5. Valores de  $C_v$  para materiais comumente empregados em drenos.**

MATERIAL	DIAMETRO NOMINAL	$C_v$
Brita 1	2,5	12,02
Brita 2	5,0	16,98
Brita 3	7,5	20,35
Brita 4	10,0	25,60

A área da seção do dreno pode ser avaliada através da expressão:

$$A = 3 \times \frac{Q_{per}}{V}$$

A descontaminação em profundidade será decorrente da diluição gradativa da carga poluidora do chorume, o que deverá ser verificado através do sistema de monitoramento por meio de poços profundos a serem instalados no entorno da área.

## 62. Drenagem de Gases

Este sistema visa drenar os gases que são liberados pela decomposição dos detritos existentes no aterro, que podem provocar focos de ignição espontânea, como poluir a atmosfera afetando a saúde das pessoas, ou simplesmente produzir odor desagradável.

Neste projeto o sistema de drenagem de gases deve se desenvolver através de uma rede de drenos verticais perfurados (poços com 0,30m de diâmetro, com 15m de profundidade constituídos por tubos perfurados de aço galvanizado de 0,10m de diâmetro envolto por pedrisco, para captação dos gases) e por coletores de gás que irão conduzir toda a emissão para um queimador ("flare") num ponto elevado do aterro onde as cotas giram em torno da cota 728m.

Neste ponto é necessária uma área livre de segurança ao redor do queimador ("flare"), onde se reserva um raio de 20m, sem vegetação. Esta rede está circunscrita a área do maciço de resíduos, uma vez que é a região que apresenta o maior potencial de concentrações preocupantes.

Próximo às moradias, onde as concentrações e as emissões são mais reduzidas, devem ser instalados drenos difusores com 4,0 m de altura, que conduzem os resíduos dessas emissões diretamente para a dispersão na atmosfera (ver desenhos 03 e 12).



### 6.3. Proposta de Acessos e Respectiva Adequação Topográfica

Os acessos se baseiam no viário informal existente no local, respeitando a declividade de 12% para as inclinações máximas das rampas. Nos pontos onde esta inclinação é superior a 12%, a circulação de veículos foi interrompida em pátios de conversão.

As bermas dos taludes finais do aterro que interrompem as grandes elevações, também têm a função de via de acesso para manutenção, pois nestes locais serão implantadas as canaletas de drenagem superficial. Propõe-se ainda trilhas de acesso de pedestres para a conexão entre os pátios.

Visando favorecer as migrações e acessos das espécies nativas, mantendo para isso um micro-clima favorável sob as futuras copas de árvores, ficou definido que o sistema viário não deverá exceder uma largura máxima de 4m (Corredor Verde, ver ítem 7.2 deste relatório).

Para compensar esta restrição, que dificultaria a circulação de veículos, propõe-se a abertura de bolsões de ultrapassagem com até 8m de largura distantes uns dos outros aproximadamente 100 m, além dos pátios de conversão no final dos ramais viários, com um raio de aproximadamente 15m, favorecendo a circulação de um caminhão de médio porte.

Para não interromper o fluxo da Estrada das Voltas, do município de Diadema, e o acesso às moradias ao norte da gleba, após o cercamento do depósito, o viário foi duplicado criando uma circulação independente dentro da área de recuperação.

Passeios gramados (como calçadas) de 2m de largura ladeiam as vias, limitando a reserva em relação ao avanço da revegetação.

O revestimento do sistema do viário será executado em macadame hidráulico recoberto por camada final de imprimação betuminosa (asfalto). Tal solução visa dar boas condições de traficabilidade e drenagem, minimizando as infiltrações, e sobretudo, garantir um pavimento flexível em áreas onde ainda podem ocorrer recalques por conta dos vazios gerados por anos de deposição descontrolada. Nas bermas e trilhas, o revestimento deverá ser em bica corrida ou pedrisco (ver desenho 04)

#### 6.4. Adequação Geotécnica, Reconformação e Retaludamento do Maciço de Resíduos Existente

A finalidade geral da adequação geotécnica é buscar uma geometria estável para o maciço, confinar adequadamente a colina de resíduos de modo a evitar riscos de deslizamentos, implantar dispositivos de drenagem com caimentos adequados, conduzir a canalização das águas superficiais até a região da várzea, bem como, dar suporte a camada de revegetação a ser implantada.

**O partido adotado nesta etapa vai restringir a re-conformação do maciço de resíduos, atualmente exposto, até o limite da área onde estão assentadas as moradias e ao pé do maciço.**

**Não deve ocorrer uma interferência direta na área ocupada por moradias porque esta apresenta uma vegetação natural arbustiva em franca fase de regeneração e que já deve ser preservada.**

A conformação / adequação geotécnica do maciço do depósito de resíduos será obtida por quatro operações básicas:

- cortes superficiais do maciço existente, para regularização da topografia, e para preparar a implantação da solução de remediação;
- o "endentamento" do terreno atual através de escavação das áreas de maior inclinação, para aumentar a aderência e favorecer a estabilidade do aterro em solo de cobertura. Nesta etapa é importante garantir a acessibilidade das máquinas executando os cortes locais a partir de acessos e/ou plataformas existentes;
- a conformação dos taludes e plataformas seguindo as declividades compatíveis com o viário e com a estabilidade dos aterros a implantar, de modo a evitar o risco de desmoronamentos ou a abertura de linhas de erosão;
- o lançamento do lixo cortado, na escavação para o "endentamento" do terreno atual, sobre os platôs existentes na parte superior do depósito;
- a cobertura total do maciço retaludado por uma camada de aterro compactado com 3m de espessura mínima, com a finalidade de reduzir a infiltração das águas pluviais, adequar a drenagem de águas superficiais, e dar suporte a revegetação do maciço.

A eficiência do sistema é garantida pela definição da inclinação máxima dos taludes finais em 1(V):2(H), que vão atenuar as elevadas inclinações da topografia atual - da ordem de 1(V):1(H) - adotando-se ainda máximos de 10 m e mínimos de 5 m, criando um sistema de bermas intermediárias (ver seções nos desenhos 10 e 11 e as plantas nos desenhos 05, Endentamento, e 06, Reconformação dos Taludes). Esta solução é avalizada através das análises de estabilidade efetuadas, cujos critérios são apresentados a seguir.

#### 6.4.1. Método de Análise de Estabilidade

Com relação ao método de análise, é relevante citar algumas conclusões apresentadas por Singh e Murphy em seu artigo "A Critical Examination of the Strength and Stability of Sanitary Landfills", onde estes comentam que a teoria de Mohr Coulomb atualmente utilizada para o estudo da estabilidade de aterros sanitários, não é a mais indicada devido ao fato de se observar grandes deformações sem que os aterros sanitários apresentem rupturas. Outra conclusão observada pelos autores é que as rupturas encontradas nos taludes não devem ser consideradas um fator crítico, uma vez que foram observados cortes quase que verticais sem que a estabilidade tenha sido comprometida. Acreditam ainda que, na avaliação da integridade estrutural do aterro sanitário, é mais significativa a capacidade de carga do solo de fundação do aterro, do que a estabilidade do talude.

Porém, como até o momento ainda não existe um modelo consolidado que leve em conta estes critérios, o estudo da estabilidade de aterros sanitários será desenvolvido segundo os métodos clássicos de análise de estabilidade por condições de equilíbrio limite. De acordo com este princípio, foi utilizado o programa computacional "ESTÁVEL" que utiliza como metodologia de cálculo, o método de "BISHOP SIMPLIFICADO".

No Anexo 2 (Cálculos de Estabilidade) são apresentadas a seções estudadas para o aterro de recuperação do Lixão do Alvarenga, bem como os cálculos de estabilidade efetuados.

Nesta figura são considerados os taludes finais de projeto, os endentamentos e o perfil de resíduos, obtidos a partir das sondagens geofísicas, sendo que para todos os materiais envolvidos foram definidos parâmetros de resistência (envoltória de Mohr- Coulomb) a seguir descritos:

Material	Coesão (tf.m <sup>2</sup> )	Ângulo de Atrito (graus)	Peso Específico (tf/m <sup>3</sup> )
Lixo	1.0	25	0.7
Aterro Compactado	1.5	27	1.8
Solo Residual	2.5	28	2.0

Verifica-se, desta forma, que para a geometria adotada, os estudos de estabilidade do aterro apresentam resultados satisfatórios e adequados. Os níveis piezométricos adotados foram inferidos a partir das sondagens executadas.

Com estes dados pode-se avaliar a estabilidade do aterro através da determinação do fator de segurança para a situação observada no campo, a partir da utilização do programa computacional "ESTÁVEL", obtendo-se os seguintes valores para o FS, para as duas seções de estudo:

Seção	FS
A	1,67
B	1,74

Conclui-se que o comportamento do terreno, com relação ao retaludamento proposto, é favorável e compatível com FS requerido para este tipo de obra ( $FS \geq 1,3$ ).

### 6.5. Drenagem de Águas Superficiais

O sistema de drenagem superficial é a última fase para estruturação da remediação e, após a re-conformação e adequação topográfica do maciço, deverá ser executado concomitantemente à pavimentação do viário.

O sistema é composto por uma rede de canaletas, sobre o viário e as bermas, executada em bica corrida, e descidas d'água sobre os taludes, em gabiões, que tem por finalidade básica disciplinar as águas pluviais para evitar situações de empocamento e erosão pela ação das chuvas (ver desenhos 07 e 13).

O pré-dimensionamento da drenagem superficial segue o procedimento tradicional para os estudos de drenagem urbana, avaliando-se as vazões afluentes, a seguir, dimensionando os dispositivos hidráulicos. Para este cálculo utiliza-se o Método Racional, que permite a avaliação do escoamento superficial direto para pequenas bacias de contribuição ( $< 6\text{Km}^2$ ):

$$Q = C i A$$

onde:

Q= vazão em metros cúbicos por segundo

C= coeficiente de escoamento superficial de "RUNOFF"

i= intensidade de chuva em m/s

A= área de contribuição em metros quadrados

\* Coeficiente de RUNOFF " C "

O coeficiente de "RUNOFF" é obtido através de tabelas e é função das características de cobertura da área ( CETESB, 140, 141).

\* Intensidade de chuva " i "

A intensidade de chuva é a quantidade de precipitação que ocorre em uma unidade de tempo, para uma chuva de uma frequência e com duração igual ao tempo de concentração característica das condições climatológicas da bacia e obtida a partir dos estudos meteorológicos disponíveis (DAEE; Chuvas Intensas). Antes de se avaliar a intensidade de chuva, deve-se calcular o tempo de duração da chuva "tp" de projeto, que é, aproximadamente, três vezes o tempo de concentração "tc" da bacia e que pode ser avaliado pela fórmula de VEN TE CHOW:

$$t_c = 57 \left( \frac{L^3}{H} \right)^{0,385} \quad (\text{em minutos})$$

onde:

L = comprimento do maior ou principal talvegue da bacia ( em Km )

H = altura máxima do perfil longitudinal do talvegue máx. ( em m )

sendo:  $t_p \cong 3 t_c$  ( em minutos )

Após calculado o tempo de duração (td) e adotando-se um período de retorno compatível com o porte da obra (T = 10 anos ), aplicam-se os dados na tabela de intensidade de chuva, referente à respectiva região (CETESB, 31 – 129), e obtemos a intensidade da chuva em ( mm/min ).

\* Área da bacia de contribuição "A "

É a área da bacia em que está sendo avaliada a vazão escoada, ou da porção da bacia que contribui para a seção de controle em estudo.

\*Dimensionamento dos dispositivos de drenagem superficial

Para dimensionarmos os dispositivos hidráulicos, utilizaremos a fórmula de Manning, que é dada por:

$$Q = \frac{1}{N} A (RH)^{2/3} (io)^{1/2}$$

onde:

Q = vazão (em metros cúbicos por segundo)

n = coeficiente de rugosidade

A = área da seção molhada (em metros quadrados\*)

RH = raio hidráulico , ( $= A/p$ )

P = perímetro molhado em metros

io = declividade do leito do canal (em m/m)

O pré-dimensionamento, segundo esta diretriz, resulta nas dimensões de dispositivos hidráulicos apresentados nos desenhos 12 e 13.

## 6.6 Cercamento, Portaria, Portões, Guaritas e Iluminação.

Dentro de uma preocupação que visa o controle e o monitoramento da área, a proposta de cercamento delimita definitivamente o depósito como área a ser isolada do contato direto com as populações vizinhas, no período previsto para recuperação da salubridade local. Isto significa, a partir do início das obras de remediação, estendendo-se por um período de aproximadamente 10 anos.

A área das moradias ao sul foi considerada passível de urbanização com a implementação de infra-estrutura e equipamentos, somente após a consolidação da remediação, ou quando esta implementação fizer parte de um amplo plano de re-urbanização, e saneamento, uma vez que qualquer melhoria nesta área, dentro das condições atuais, será um atrativo para a ampliação da ocupação clandestina nas proximidades do depósito.

Uma portaria e dois portões foram locados para atender os dois acessos principais a área que poderiam ser identificados com o município em que estão situadas: a Portaria de São Bernardo ( Projeto Portaria, ver desenho 14), cujo acesso são as ruas Paulo Lazzuri, rua 5 e rua Senador Luís Carlos Prestes, a partir da Estrada dos Alvarengas e o Portão de Diadema, a noroeste da gleba na extremidade do viário duplicado sobre a Estrada das Voltas .

Um portão auxiliar foi locado a 120m a oeste da Portaria de São Bernardo para evitar a duplicação ou interrupção da via que atende as moradias estabelecidas próximo a esta área( ver desenho 08)

A estrutura de segurança proposta compõe-se de seis guaritas em fibra de vidro (ver catálogo, ANEXO 2), locadas em posições estratégicas, complementadas por postes de iluminação pública tipo poste curvo simples ( tipo SHOMEI , SBP – 810 com luminária SB-119 ou similar – ver catálogo, ANEXO 2) locados a cada 40 metros a partir da portaria. O objetivo é adicionar à fiscalização móvel já existente no local, uma fiscalização 24 horas ao longo da cerca. Esta deverá ter 1,80m de altura fixada em mourões de concreto espaçados de 2,5m em 2,5m, com oito (8) fiadas de arame farpado ( ver desenhos 08 e 14)

## 7. CONCEPÇÃO DAS SOLUÇÕES DE REVEGETAÇÃO

O projeto de revegetação proposto para a área interna ao cercamento sobre o aterro e nas áreas adjacentes em processo de regeneração, serão implantados utilizando-se o método já consagrado proposto por Kageyama (1990), que criou um sistema de malhas modulares com inúmeras variações de espécies que otimizam e aceleram esse processo de reflorestamento com o plantio simultâneo de espécies pioneiras, secundárias e clímax.

### 7.1. O Equilíbrio do Ecossistema

Para se compreender este sistema proposto, citamos Biela(1991):

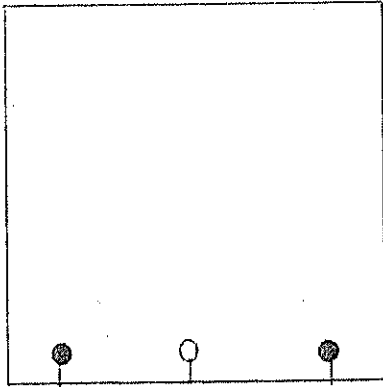
*“ A diversidade no componente arbóreo da floresta tropical é fundamental para a manutenção do equilíbrio dinâmico do ecossistema, sendo acompanhada de uma intensa inter-relação, com populações de espécies zoóticas desde insetos e pássaros, até mamíferos, que são os responsáveis pelo transporte de pólen e sementes, permitindo a manutenção da variabilidade. Estes indivíduos são os agentes que promovem o fluxo gênico na comunidade, permitindo a recombinação genética, garantindo a manutenção e a ampliação das populações. Desta forma, a reprodução da floresta no sentido mais amplo, envolvendo a troca de pólen e a dispersão das sementes, necessita de animais para sua ocorrência natural. Verifica-se também, que essa relação entre animais com as flores e os frutos na reprodução, é no geral, bastante específica, isto é, espécies de insetos, aves ou mamíferos, mantém uma relação de alta especificidade para com as espécies de plantas na floresta, sendo necessária a manutenção das populações, tanto vegetal, como animal, para a continuidade natural da floresta. Assim, é necessário conhecer essas relações entre os animais e aquelas plantas que vamos utilizar, para os reflorestamentos de proteção, com espécies nativas, pois o equilíbrio do ecossistema é fundamental. Salienta-se que o reflorestamento necessita ser de espécies variadas e que possam se auto-renovar naturalmente, sem a interferência do homem.*

*Para tanto, é necessário que a combinação de espécies a serem utilizadas, seja compatível com esse objetivo. Portanto, a escolha das espécies a serem utilizadas nos plantios, deve obedecer a critérios de compatibilidade entre si, considerando também os seus polinizadores e os dispersores das sementes”*

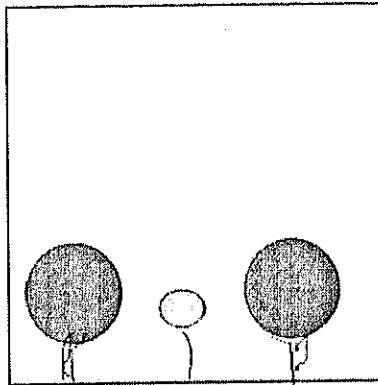
Considerando-se, portanto essa delicada interdependência entre todos os seres vivos desse ecossistema, é importante que o trabalho de revegetação obedeça a determinados critérios de seleção de espécies e de posição relativa entre elas, de tal modo que as espécies pioneiras possam sombrear as secundárias e conseqüentemente as clímax (Ver figura 4: 1ª verde claro – clímax, verde escuro- pioneiras ; 2ª verde claro- secundaria adiantada, verde escuro- secundária tardia)

### Desenvolvimento da restauração espécies pioneiras e climax

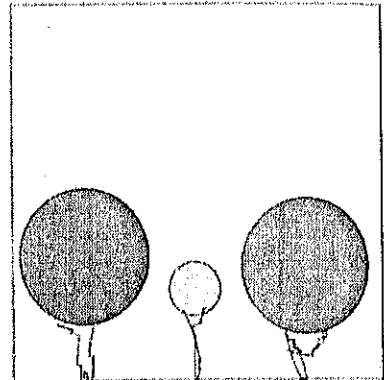
Plantio



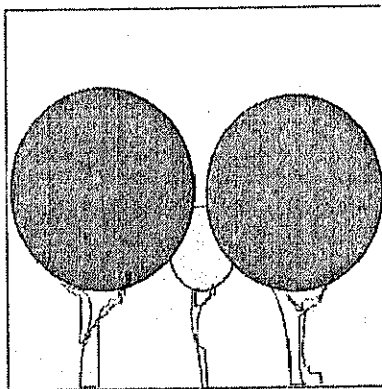
Após 6 mês



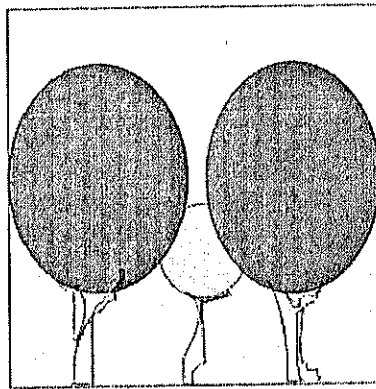
Após 1 ano



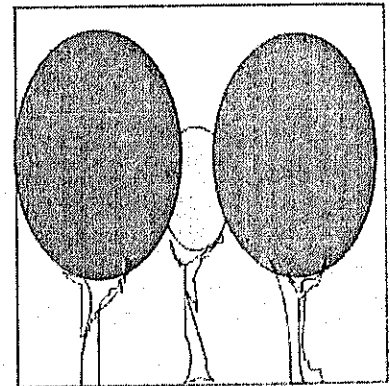
Após 2 anos



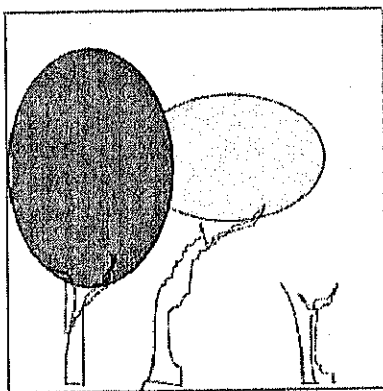
Após 4 anos



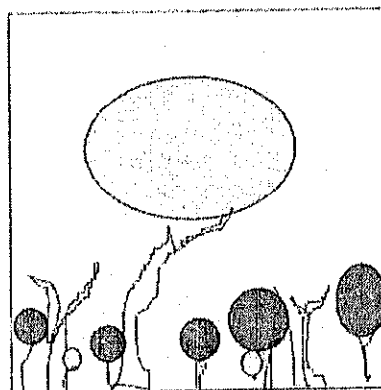
Após 8 anos



Após 10anos



Após 15 anos



Após 30 anos

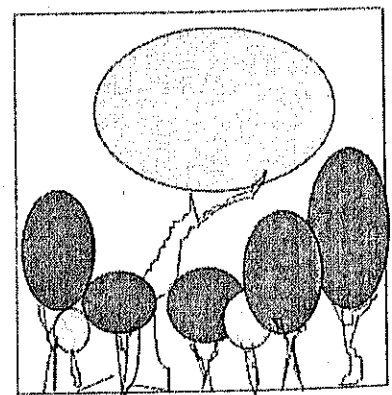
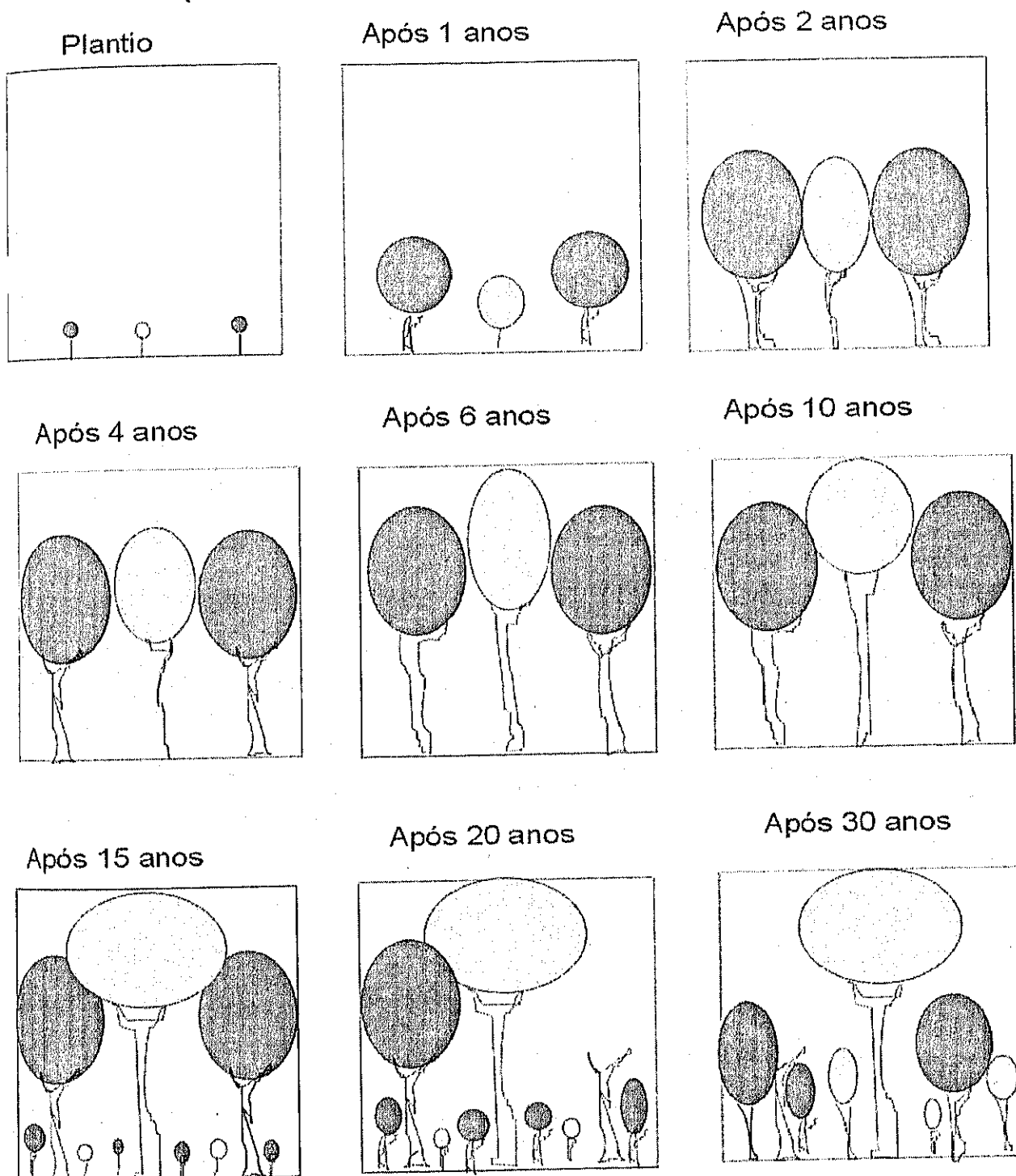




Figura 4 – Modelo de desenvolvimento da floresta, segundo Kageyama:

**Desenvolvimento da restauração  
espécies secundária inicial e secundária tardia**



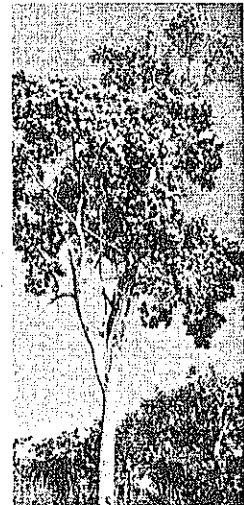
Ilustrações: Klaus Duarte Barretto

Seguem, como exemplo, algumas espécies das três categorias citadas:

Espécies pioneiras: espécies mais resistentes, de crescimento rápido (8 anos) e porte de pequeno a médio.

Nome científico	Nome popular
<i>Erythrina crista galli</i>	Eritrina crista de galo
<i>Jacarandá cuspidifolia</i>	Caroba
<i>Schizolobium parayba</i>	Guapuruvu
<i>Tibouchina mutabilis</i>	Manacá-da-serra
<i>Vochysia tucanorum</i>	Pau-de-tucano
<i>Erythrina speciosa</i>	Suinã
<i>Bauhinia forficata</i>	Pata de vaca branca

Figura 5 - Manacá - da - Serra



Espécies secundárias: de crescimento mais demorado (15 anos) e que chegam a portes mais consideráveis.

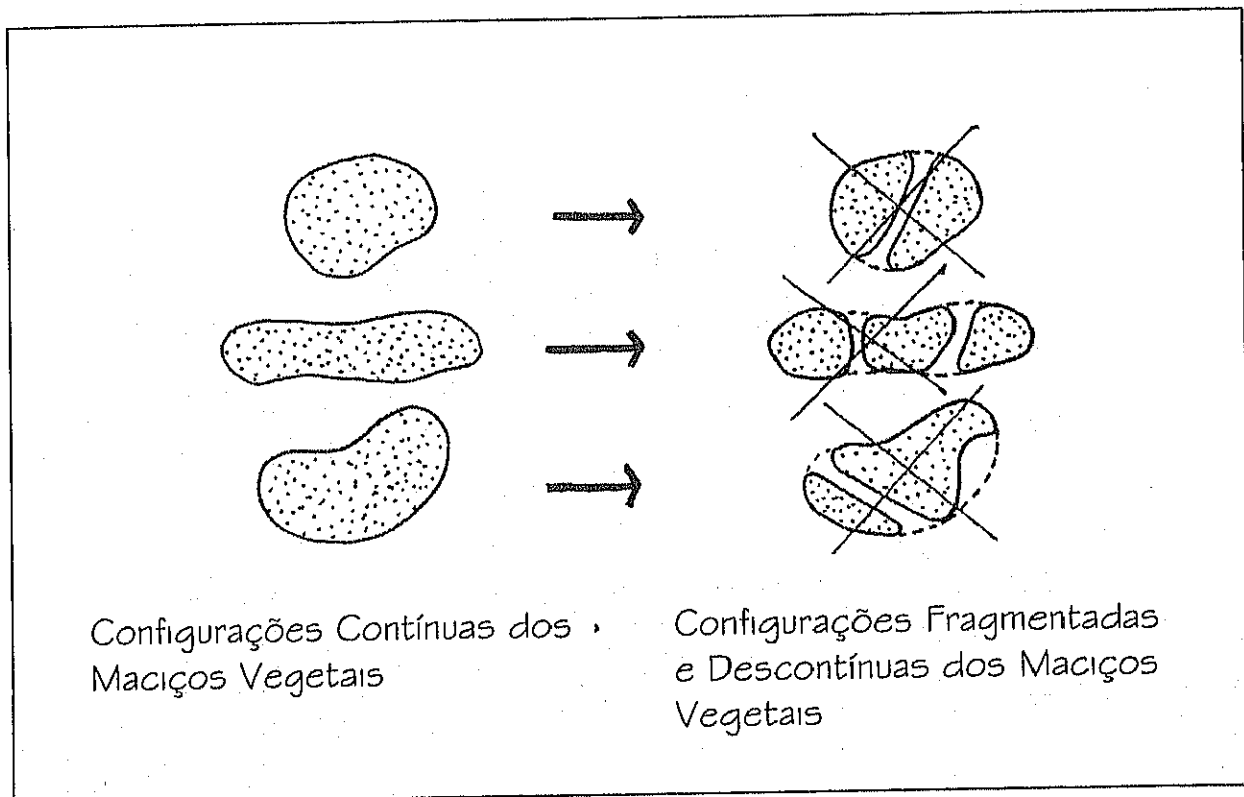
<i>Ceiba pentandra</i>	Sumaúma
<i>Tabebuia Alba</i>	Ipê branco
<i>Jacaranda macantra</i>	Carobão
<i>Cordia sellowiana</i>	Louro mole
<i>Chorisia speciosa</i>	Paineira

Espécies clímax: de crescimento demorado (adulta em 30 anos), considerada madeira de lei.

<i>Caesalpineia echinata</i>	Pau-Brasil
<i>Cordia goeldiana</i>	Freijó
<i>Esenbechia leiocarpa</i>	Guarantã
<i>Sterculia chicha</i>	Chichá
<i>Tabebuia heptaphylla</i>	Ipê roxo
<i>Tabebuia serratifolia</i>	Pau d'arco
<i>Tabebuia avellanecae</i>	Ipê roxo da mata

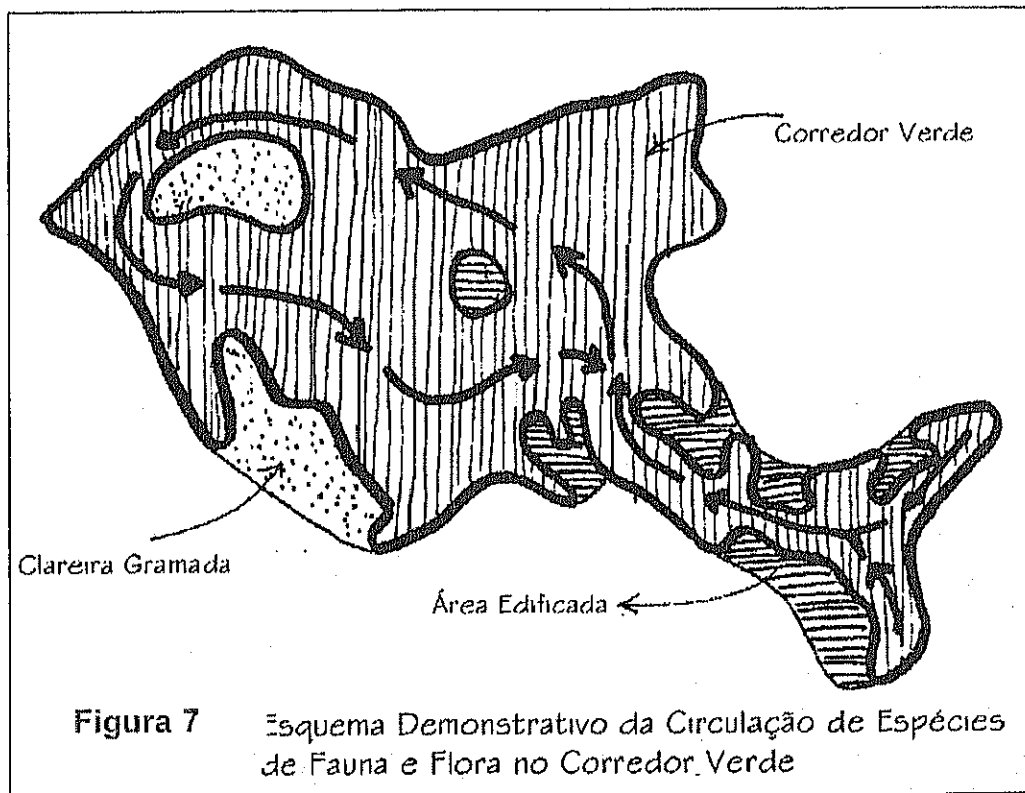
## 7.2. O Corredor Verde

A fragmentação e ruptura dessas massas vegetais (ver figura 6) causam um grande impacto no processo de equilíbrio, não só da flora como da fauna. É evidente que a área do depósito do Alvarenga configura-se em uma escala menor, relativamente, se comparado com uma floresta, mas nas devidas proporções, esses critérios mencionados são perfeitamente aplicáveis.



**Figura 6 – Configuração dos Maciços Vegetais**

No caso da Revegetação do Alvarenga, o Corredor Verde se comportará de maneira a criar um contínuo arbóreo que possibilita a circulação da fauna e da flora como mostra o esquema da figura 7:



Outro aspecto também a ser considerado é que a otimização de espaços contínuos reduz o chamado *efeito de borda*.

As experiências demonstram que as árvores localizadas nos limites das matas possuem um tempo de vida mais curto, pois estão sujeitas a uma série de impactos como efeitos dos ventos, poluição, choques mecânicos etc. e estão menos protegidas que as árvores do interior da mata. Esse fenômeno é chamado de *efeito de borda*. Nesse sentido, as fragmentações das manchas vegetais acarretam o aumento de seu perímetro e conseqüentemente da área mais frágil sujeita a esses impactos.

Em acordo com esta proposta e para minimizar os fatores que comprometem a viabilidade do Corredor Verde de um projeto de remediação no que tange a estrutura de drenagem superficial e sistema de acessos, justifica-se a concepção do viário, como foi exposto no item 6.3 (Acessos), pois permite, em dimensão e forma que a migração de espécies, tanto animais quanto vegetais, ocorra para dentro dos limites da área em questão.

### 7.3 O Zoneamento das Áreas a serem Vegetadas

Este zoneamento obedece a duas fisionomias básicas:

- a) clareiras gramadas
- b) bosques,

De acordo com o terreno em que serão implantadas, que tem cerca de 226.000 m<sup>2</sup>, em área real, configura-se o seguinte zoneamento:

Zona 1: Área a ser preservada incluindo área entre as moradias

Como foi exposto anteriormente (1<sup>a</sup> etapa – Projeto Conceitual, item e registro fotográfico 5.4 ) não deve ocorrer interferência direta na Área ocupada por moradias porque esta apresenta uma vegetação natural arbustiva em franca fase de regeneração e que será preservada.

Zona 2: Área com mata em fase de regeneração

Área com espécies ainda em portes pequenos e médios, e algumas espécies adultas e que será enriquecida com novas espécies nativas diversificadas e que dificilmente ocorreriam por simples desenvolvimento espontâneo. É uma área que não está totalmente sombreada, possibilitando também o plantio de espécies pioneiras, que ocorrem num primeiro estágio de recuperação vegetal. Espécies *secundárias e clímax* já seriam *introduzidas (vide item 4)* dentro do processo de classificação sucessória, uma vez que precisam de ambiente sombreado para seu pleno desenvolvimento esta área conta com essa configuração em algumas porções da gleba. Esta área corresponde ao miolo do polígono, que não será retalhado, a nordeste da gleba, com aproximadamente 11.023 m<sup>2</sup>.

Zona 2: Revegetação em área de reconformação topográfica

Esta corresponde a maior parte da área de revegetação, aproximadamente 125.039 m<sup>2</sup>, em cuja superfície, o impacto dos efeitos dos resíduos foi tão violenta que não permitiram o ocorrência de espécies mais significativas que as herbáceas e forrageiras resistentes a solos empobrecidos. Neste caso a solução será de maior liberdade e possibilita a utilização de uma grande variedade de espécies arbóreas em todos os estágios sucessórios (*pioneiras, secundárias e clímax*), priorizando sempre a utilização de espécies nativas da Mata Atlântica.

Como forração será utilizada a grama esmeralda ou São Carlos, ambas resistentes a áreas semi-sombreadas e que exercem a importante função de proteger o terreno da erosão, já desde o momento do plantio,

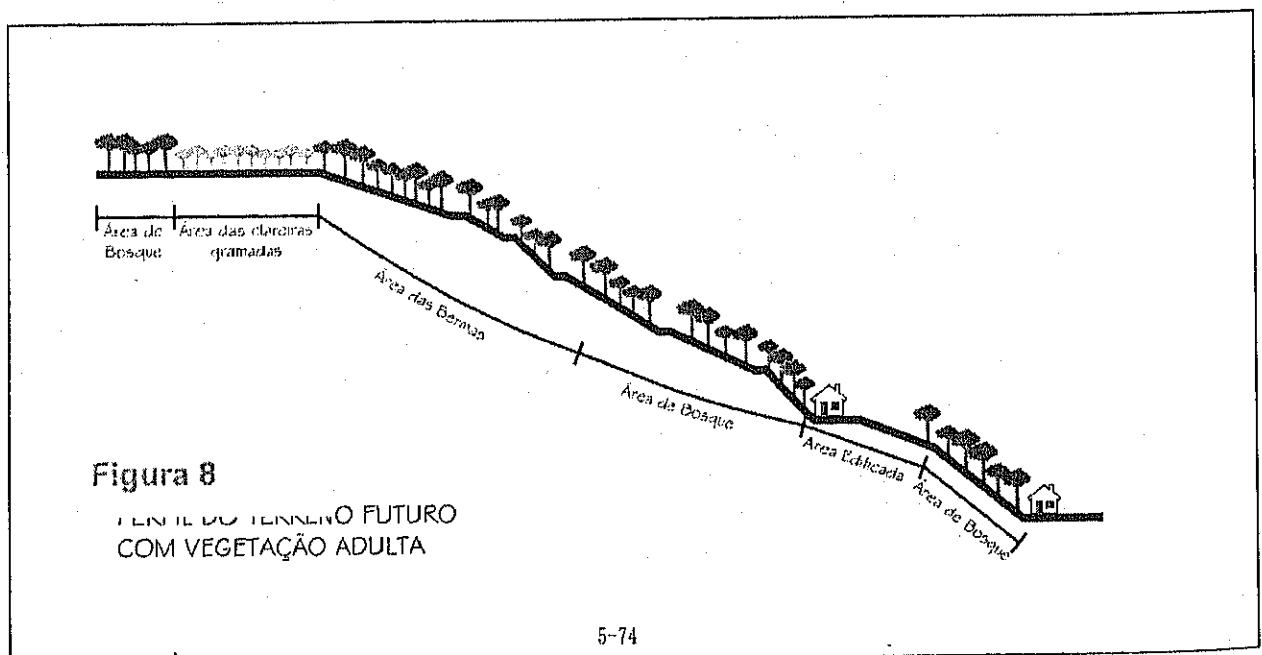
particularmente se for efetuado durante o período de chuvas. É necessário ressaltar que o gramado terá um tempo de vida limitado, uma vez que, com o crescimento das árvores, não resiste à falta de luz solar e espontaneamente, inicia-se sua substituição por uma vegetação rasteira e arbustiva de sub-bosque. Esse processo coincide com o fato de o terreno já estar mais consolidado e menos vulnerável ao processo erosivo, motivado pelo enraizamento da cobertura vegetal. Nas áreas entre as bermas, onde a inclinação do terreno é mais acentuada, a grama em placas assume uma função não só vital, como imprescindível no processo de contenção dos taludes.

### Zona 3 - Áreas de clareiras gramadas

Um dos parâmetros a longo prazo do *Plano de Recuperação do Alvarenga* é a sua utilização futura, após a total extinção dos efeitos dos gases e resíduos tóxicos. Seja como área de recreação e lazer ou como área reservada para estudos ambientais, qualquer que seja o seu uso será muito difícil abrir espaço em áreas de mata consolidada, com árvores já imunes a corte.

Prevendo isso, foram reservadas clareiras gramadas, possibilitando até futuramente serem utilizadas como algum equipamento. Essas clareiras estão localizadas principalmente em terrenos planos ou de declividade suave, e em pontos altos (mirantes) de visuais cenográficas e que teriam uma delimitação precisa em todo seu perímetro, através de estacas de concreto de 40 cm de altura com a finalidade de sinalizar, durante sua manutenção e impedir a invasão da vegetação da mata vizinha.

As clareiras foram locadas em áreas de borda ou de "ilhas", de tal forma que não interrompessem os *corredores de vegetação e fauna*. Por outro lado, com a finalidade de criar "respiros" na massa revegetada sobre o talude, criou-se algumas manchas gramadas na região do taludes, onde se possa tirar partido, como elemento estético, do perfil resultante do retaludamento esculpido no maciço. Esta área gramada perfaz um total de 38.522 m<sup>2</sup> a ser reservada, de maneira a evitar a revegetação.



Observação: Considerando que foi ponto de partida para o Plano de Diretrizes minimizar a interferência sobre o conjunto de moradias já instalado no local e, sabendo-se que toda a movimentação para a recuperação já será um fator de impacto para os moradores da redondeza, prevemos a manutenção do Campo de Futebol independente da finalidade que terá a área por ocasião do final dos trabalhos de remediação do aterro. Prevê-se apenas remanejá-lo de lugar, uma vez que atualmente ele se encontra em área definida para retaludamento. Este seria um uso previsto em médio prazo. ( Ver implantação da revegetação no desenho 09 )

## 8. MONITORAMENTO AMBIENTAL DA ÁREA.

O monitoramento ambiental do sistema proposto diz respeito aos procedimentos de manutenção e de aferição de tendências e resultados da concepção e solução da remediação proposta, a médio e longo prazo. Este monitoramento terá como procedimento básico as inspeções visuais sobre as redes de drenagem, tanto de gás como de águas superficiais, bem como a análise periódica de amostras coletadas nos poços profundos, a serem implantados em posições hidrogeologicamente definidas, para o monitoramento do lençol subterrâneo e das águas superficiais do córrego que drena para a Represa Billings.

## 9. AVALIAÇÃO DE QUANTITATIVOS E CUSTOS DAS OBRAS E TRATAMENTO DE REMEDIAÇÃO PROPOSTA

Apresenta-se, a seguir, a Planilha de Quantitativos e Custos ao Projeto Técnico de Recuperação e Remediação apresentado.

Planilha de Quantitativo e Custos da Fase 1

	ITEM	DESCRIÇÃO	UN.	QTDE	C.U.	SUB-TOTAL	TOTAL	
DETALHAMENTO DE PROJETO	1.	Projeto Executivo						
	1.1.	Levantamento de campo (topografia, sondagens)	vb	1	40.000,00	40.000,00		
	1.2.	Análises de laboratório	vb	1	20.000,00	20.000,00		
	1.3.	Projetos e relatórios	vb	1	310.000,00	310.000,00		
	2.	Plano de recuperação de área degradada (PRAD)	vb	1	60.000,00	60.000,00	430.000,00	
LÍQUIDO PERCOLADO	3.	Dreno Tipo I (prof. 1,80m)	Comprimento	m	1.690	---	0,00	
			Escavação	m <sup>3</sup>	3.350	22,00	73.700,00	
			Rachão	m <sup>3</sup>	2.790	39,00	108.810,00	
			Tubo perfurado tipo Kananet φ4"	m	1.690	16,00	27.040,00	
	4.	Dreno Tipo II (prof. 6,00m)	Comprimento	m	1.140	---	0,00	
			Escavação	m <sup>3</sup>	7.530	22,00	165.660,00	
			Rachão	m <sup>3</sup>	7.150	39,00	278.850,00	
			Tubo perfurado tipo Kananet φ4"	m	1.140	16,00	18.240,00	
			Solo argiloso compactado	m <sup>3</sup>	940	13,00	12.220,00	
	5.	Caixa de passagem de líquido percolado (Tipo I - 1,80m)	un.	17	4.200,00	71.400,00		
	6.	Caixa de passagem de líquido percolado (Tipo II - 6,00m)	un.	23	14.000,00	322.000,00		
	7.	Reservatório de acumulação revestido c/ manta de PEAD	un.	1	---	0,00		
	7.1.	Estrutura de concreto armado	m <sup>3</sup>	21	620,00	13.020,00		
	7.2.	Revestimento c/ manta de PEAD (1mm)	m <sup>2</sup>	15	9,00	135,00		
7.3.	Acessórios hidráulicos em PVC (registros)	vb	1	35.000,00	35.000,00	1.126.075,00		



GASES	8.	Dreno de gás (tubo perfurado de aço galvanizado) $\phi$ poço=30cm e Lpoço=20m	un.	11	11.000,00	121.000,00	
	9.	Difusor	un.	2	6.500,00	13.000,00	
	10.	Queimador tipo "FLARE"	un.	1	80.000,00	80.000,00	
	11.	Rede coletora em tubo PEAD $\phi$ 4" (100mm)	m	1.810	55,00	99.550,00	313.550,00
MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	12.	Poços subterrâneos p/ monitoramento do lençol d'água subterrâneo	un.	5	---	0,00	
	12.1.	Perfuração	m	200	310,00	62.000,00	
	12.2.	Instalação	m	200	220,00	44.000,00	
	12.3.	Caixas de proteção	un.	5	380,00	1.900,00	
	12.4.	Análises laboratoriais (Port.19°)	un.	15	800,00	12.000,00	119.900,00
FECHAMENTO DA ÁREA	13.	Cercamento (mourão de concreto + 8 fios de arame)	m	2.200	27,00	59.400,00	
	14.	Portões	un.	3	15.000,00	45.000,00	
	15.	Guarita de fibra	un.	8	1.500,00	12.000,00	
	16.	Formação de brigada de preparação	vb	1	30.000,00	30.000,00	146.400,00
<b>TOTAL</b>						<b>2.135.925,00</b>	

Planilha de Quantitativos e Custos da Fase 2

	ITEM	DESCRIÇÃO	UN.	QTDE	C.U.	SUB-TOTAL	TOTAL	
PAVIMENTAÇÃO	17.	Pavimentação parcial						
	17.1.	Locação	vb	1	3.000,00	3.000,00		
	17.2.	Guias / sarjetas	m	3.600	15,00	54.000,00		
	17.3.	Escavação / reconfirmação	m <sup>3</sup>	7.130	7,50	53.475,00		
	17.4.	Sub-base (0,8 m) Aterro Compactado (Larg. = 6 m)	m <sup>3</sup>	4.760	13,00	61.880,00		
	17.5.	Macadame hidráulico Compactado (0,3 m) (Larg. = 6 m)	m <sup>3</sup>	3.570	44,00	157.080,00		
	17.6.	Revestimento em Concreto Asfáltico (CBUQ: esp. = 7 cm) (Larg. = 4 m)	m <sup>3</sup>	560	320,00	179.200,00	508.635,00	
DRENAGEM SUPERFICIAL	18.	Canal de Gabião						
	18.1	Largura = 1,0 m (C <sub>2</sub> )	m	70	540,00	37.800,00		
	18.2	Largura = 1,5 m (C <sub>3</sub> )	m	230	600,00	138.000,00		
	19.	Descida d'água em Gabião						
	19.1	G <sub>7</sub> : Largura = 0,6 m	m	40	460,00	18.400,00		
	19.2	G <sub>8</sub> : Largura = 0,6 m	m	100	460,00	46.000,00		
	19.3	G <sub>9</sub> : Largura = 0,8 m	m	140	510,00	71.400,00		
	19.4	G <sub>10</sub> : Largura = 0,6 m	m	70	460,00	32.200,00		
	19.5	G <sub>11</sub> : Largura = 0,8 m	m	50	510,00	25.500,00		
	20.	Caixa Dissipadora em Gabião	un.	7	4.560,00	31.920,00		
	21.	Bueiro $\Phi$ 500 mm	un.	6	1.200,00	7.200,00		
		Bueiro $\Phi$ 1000 mm	un.	1	1.400,00	1.400,00		
	22.	Canaleta em bica corrida de pé de Talude	m	320	21,00	6.720,00	416.540,00	
	<b>TOTAL:</b>						<b>925.175,00</b>	

Planilha de Quantitativos e Custos da Fase 3:

	ITEM	DESCRIÇÃO	UN.	QTDE	C.U.	SUB-TOTAL	TOTAL
TERRAPLANAGEM	23.	Volume de corte para o endentamento do maciço	m <sup>3</sup>	35.350	7,50	265.125,00	
	24.	Transporte e espalhamento do material cortado	m <sup>3</sup>	42.420	0,15	6.363,00	
	25.	Aterro de cobertura (parcial)					
	25.1	Volume de material escavado, transportado e aterrado	m <sup>3</sup>	317.390	11,20	3.554.768,00	3.826.256,00
PAVIMENTAÇÃO	26.	Pavimentação (parcial)					
	26.1	Locação	vb.	1	2.000,00	2.000,00	
	26.2	Guias e Sargetas	m	1.600	15,00	24.000,00	
	26.3	Escavação e Reconformação	m <sup>3</sup>	3.140	7,50	23.550,00	
	26.4	Sub-base (0,8 m) - Aterro Compactado Larg.= 6 m	m <sup>3</sup>	2.100	13,00	27.300,00	
	26.5	Macadame hidráulico compactado (0,3 m) Larg.= 6 m	m <sup>3</sup>	1.570	44,00	69.080,00	
	26.6	Revestimento em concreto asfáltico (CBUQ: esp.= 7 cm) Larg. = 4 m	m <sup>3</sup>	250	320,00	80.000,00	225.930,00
DRENAGEM SUPERFICIAL	27.	Canaleta em bica corrida de pé de talude	m	1.900	21,00	39.900,00	
	28.	Descida d'água em Gabião					
	28.1	G <sub>1</sub> : Largura = 0,6 m	m	65	460,00	29.900,00	
	28.2	G <sub>2</sub> : Largura = 0,4 m	m	55	400,00	22.000,00	
	28.3	G <sub>3</sub> : Largura = 0,6 m	m	130	460,00	59.800,00	
	28.4	G <sub>4</sub> : Largura = 0,6 m	m	150	460,00	69.000,00	
	29.	Caixa de dissipação em Gabião	un.	4	4.560,00	18.240,00	
30.	Bueiro Ø 500 mm	un.	1	1.200,00	1.200,00	240.040,00	
REVEGETAÇÃO	31.	Bosques	m <sup>2</sup>	62.520	10,00	625.200,00	
	31.1	Gramado	m <sup>2</sup>	25.680	3,50	89.880,00	715.080,00
						<b>TOTAL</b>	<b>5.007.306,00</b>

Planilha de Quantitativos e Custos da Fase 4:

	ITEM	DESCRIÇÃO	UN.	QTDE	C.U.	SUB-TOTAL	TOTAL
TERRAPLANAGEM	32.	Aterro de cobertura de reconformação voltado para a Represa Billings					
	32.1	Volume de material escavado, transportado e aterrado	m <sup>3</sup>	317.390	11,20	3.554.768,00	3.554.768,00
PAVIMENTAÇÃO	33.	Pavimentação (complementar)					
	33.1	Locação	vb.	1	2.000,00	2.000,00	
	33.2	Guias e Sargetas	m	1.600	15,00	24.000,00	
	33.3	Escavação e Reconformação	m <sup>3</sup>	3.140	7,50	23.550,00	
	33.4	Sub-base (0,8 m) - Aterro Compactado Larg.= 6 m	m <sup>3</sup>	2.100	13,00	27.300,00	
	33.5	Macadame hidráulico compactado (0,3 m) Larg.= 6 m	m <sup>3</sup>	1.570	44,00	69.080,00	
	33.6	Revestimento em concreto asfáltico (CBUQ: esp. = 7 cm) Larg. = 4 m	m <sup>3</sup>	250	320,00	80.000,00	225.930,00
DRENAGEM SUPERFICIAL	34.	Canaleta em bica corrida de pé de talude	m	2.150	21,00	45.150,00	
	35.	Descida d'água em Gabião					
	35.1	G <sub>3</sub> : Largura = 0,6 m	m	130	460,00	59.800,00	
	35.2	G <sub>3</sub> : Largura = 0,4 m	m	130	510,00	66.300,00	
	36.	Caixa de dissipação em Gabião	un.	4	4.560,00	18.240,00	
	37.	Canal em Gabião - C1	m	210	500,00	105.000,00	
	38.	Bueiro Ø 500 mm	un.	2	1.200,00	2.400,00	296.890,00
	39.	Bosques	m <sup>2</sup>	62.520	10,00	625.200,00	
39.1	Gramado	m <sup>2</sup>	12.840	3,50	44.940,00	670.140,00	
ILUMINAÇÃO	40.	Iluminação Pública	vb.	1	100.000,00	100.000,00	100.000,00
EDIFICAÇÕES	41.	Portaria	m <sup>2</sup>	11	650,00	7.150,00	
	41.1	Quiosques	m <sup>2</sup>	1.600	350,00	560.000,00	567.150,00
MONITORAMENTO AMBIENTAL	42.	Piezômetros	un.	8	16.000,00	128.000,00	
	42.1	Marcos superficiais	un.	20	150,00	3.000,00	131.000,00
						<b>TOTAL:</b>	<b>5.545.878,00</b>

Planilha Resumo dos Quantitativos e Custos:

Valor Total da Fase I	2.135.925,00
Valor Total da Fase II	925.175,00
Valor Total da Fase III	5.007.306,00
Valor Total da Fase IV	5.545.878,00
Valor Total Global	13.614.284,00

OBS: Descrição de fases: ver 3º Relatório - Plano de Diretrizes do presente trabalho.

## 10. BIBLIOGRAFIA.

- BARRETO, K. Modelo de Desenvolvimento da Floresta. São Paulo, 2001
- BIELA, L. C. – Reflorestamento misto com essências nativas- Palestra da ABAP- Associação Brasileira dos Arquitetos Paisagistas 1991.
- CETESB – ASCETESB. *Drenagem Urbana - manual de projeto*. Convênio CETESB - ASCETESB: São Paulo, 1986.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS (IPT) - Divisão de Geologia, Parecer Técnico no. 7231- Anexo B - Diagnóstico do Meio Físico em área pertencente ao Lixão do Alvarenga, Município de São Bernardo do Campo, SP, 1998.
- KAGEYAMA, P. Y. Plantações Mistas com espécies nativas com fins de proteção e reservatórios. In CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6 , Campos de Jordão , 1990. Anais. São Paulo , SBS/SBEF, 1990. V.1,p.109-13.
- Laudo Pericial de Dano ao Meio Ambiente, Processo no.250/90 da Ação Civil Pública do Ministério Público do Estado de São Paulo contra os municípios de Diadema e São Bernardo do Campo sobre o Lixão do Alvarenga, Março de 1999.
- Laudo Pericial de Dano ao Meio Ambiente, Processo no.606/92 da Ação Civil Pública do Ministério Público do Estado de São Paulo contra ASSOCIAÇÕES COMUNITÁRIAS TERRA PARA TODOS (TERRA E VIDA) e UNIÃO E FORÇA sobre loteamento irregular em área de Proteção aos Mananciais, Setembro de 1997.
- LIMA, S. *Projeto Alvarenga*, Secretaria de Habitação e Meio Ambiente – Diretoria de Meio Ambiente, 1997.
- OLIVEIRA, F.P., *Aterro Sanitário*, Manual – Projeto, Gerenciamento e Monitoramento – CURSO – ABLP, EPAL, 1998.
- SISTEMA CARTOGRÁFICO METROPOLITANO DA GRANDE SÃO PAULO – Áreas de Proteção de Mananciais.folha3345/231, Secretaria Estadual de Negócios Metropolitanos, 1974.

# ANEXO 1 CATÁLOGOS

## ANEXO 2 CÁLCULOS DE ESTABILIDADE