



**Taubaté, 19 de Agosto de 2014.**

**Aos**

**Comitês das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí  
(CBH-PCJ e PCJ Federal)**

**Rua Alfredo Guedes, n. 1949, Sala 604, Ed. Racz Center, Piracicaba/SP.**

**Prezados Senhores,**

Vimos por meio deste, complementar as informações passadas a este órgão pela CETESB, através do EIA/RIMA da Central de Tratamento e Destinação de Resíduos - CTDR Amparo, por meio do Ofício CETESB nº 013/2014/IP, em 22 de maio de 2014, em solicitação de oitiva do Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (CBH-PCJ) em relação ao empreendimento, tendo sido, a partir de sua análise, emitido o Parecer Técnico GT-Empreendimentos n.º 05/2014, em 15 de julho de 2014. Esta complementação é encaminhada à Secretaria Executiva dos Comitês PCJ, concomitantemente à CETESB, para análise e manifestação quanto à viabilidade de implantação do empreendimento.

Disponibilizamos-nos para esclarecimento de quaisquer dúvidas.

Atenciosamente,

**Camila Bueno Tobiezi**

**TCL – Tecnologia e Construções Ltda.**



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>MACROMETRÓPOLE PAULISTA .....</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>BARRAGEM DUAS PONTES.....</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>CENTRAL DE TRATAMENTO E DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS - CTDR AMPARO.....</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>CTDR AMPARO E BARRAGEM DUAS PONTES .....</b>	<b>8</b>
5.1	IMPERMEABILIZAÇÃO .....	14
5.2	DRENAGEM E REMOÇÃO DE LÍQUIDOS PERCOLADOS .....	16
5.3	SISTEMA DE ACÚMULO E TRATAMENTO DO PERCOLADO.....	24
5.4	DRENAGEM DE GASES .....	27
5.5	DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS.....	31
5.6	IMPERMEABILIZAÇÃO SUPERIOR E COBERTURA FINAL DO ATERRO .....	34
5.7	MONITORAMENTO DE ÁGUAS SUPERFICIAIS.....	36
5.8	MONITORAMENTO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS.....	39
5.9	PROGRAMA DE CONTROLE AMBIENTAL DAS OBRAS .....	42
5.10	PROGRAMA DE MONITORAMENTO GEOTÉCNICO DO MACIÇO DE RESÍDUOS....	46
5.11	PLANO DE ENCERRAMENTO DO ATERRO .....	55
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>55</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>58</b>



## **1 INTRODUÇÃO**

Devido à solicitação de oitiva dos Comitês das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (CBH-PCJ) pela CETESB, o empreendedor e projetista foram convocados a realizar uma apresentação do empreendimento ao Conselho do Comitê para que obtivessem algumas informações adicionais ao EIA encaminhado e também contribuíssem com informações que julgassem pertinentes. A reunião ocorreu no dia 08 de julho de 2014, sendo consideradas satisfatórias as informações apresentadas pelos representantes do empreendimento, porém ressaltada a necessidade de inclusão das informações passadas naquele momento formalmente para o processo do EIA-RIMA.

Neste caderno são apresentados, portanto, nos itens subsequentes, dados do projeto da Barragem Duas Pontes, a ser construída no município de Amparo/SP, mesmo município de localização do empreendimento da Central de Tratamento e Destinação de Resíduos - CTDR Amparo, objeto do Estudo de Impacto Ambiental – Relatório de Impacto Ambiental (EIA-RIMA) em análise. São apresentadas, adicionalmente, informações a respeito da localização da barragem em relação ao empreendimento e de sua influência no desenvolvimento da mesma.

## **2 MACROMETRÓPOLE PAULISTA**

A região denominada de Macrometrópole Paulista abrange as regiões metropolitanas de São Paulo, Campinas, Baixada Santista e entorno, sendo composta por 173 municípios, e correspondendo a 27% do Estado de São Paulo. A região tem grande importância econômica, apresentando PIB de 797,4 bilhões de reais, montante equivalente a 72,6% do total estadual e a 27,7% do PIB Nacional, de acordo com informações do Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista (DAEE, 2013).

A região concentra núcleos de produção de riqueza e conhecimento, e também grandes problemas/desafios sociais, urbanos e ambientais. É polo dinamizador das atividades econômicas e concentra importantes atividades econômicas do segmento



terciário, mas ao mesmo tempo, acumula os principais problemas sociais, ambientais e de mobilidade espacial – desafios que põem em risco a competitividade econômica e precarizam as condições de vida da população.

É uma região estratégica para o planejamento e gestão de políticas públicas que visam garantir a continuidade da posição de liderança econômica de São Paulo no âmbito nacional, equacionar déficits sociais acumulados, e garantir urbanização com qualidade e equidade, condição de desenvolvimento de lugares e regiões.

Com uma população, em 2008, de 31 milhões de habitantes, estima-se que, em 2035, a região abrigue uma população que supere a casa dos 37 milhões (Tabela 1), de acordo com projeção da Fundação Seade, apresentada no Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista (DAEE, 2013). Essa população, juntamente com o crescimento dos setores industrial e da agricultura irrigada, deverá exigir um aumento da demanda de água em cerca de 60 m<sup>3</sup>/s, o que representa um acréscimo de 27% em relação às necessidades totais de 2008.

**Quadro 1 – Projeções de População por Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos**

UGRHI	2008	2018	2025	2035
02 Paraíba do Sul*	1.948.520	2.176.529	2.298.477	2.405.612
03 Litoral Norte*	242.331	282.644	306.005	330.282
05 PCJ	5.022.874	5.673.617	5.984.388	6.217.851
06 Alto Tietê	19.533.758	21.310.657	22.206.211	22.938.472
07 Baixada Santista	1.664.929	1.857.493	1.960.432	2.048.752
09 Mogi Guaçu*	535.798	594.596	621.814	641.581
10 Tietê/Sorocaba	1.828.429	2.109.243	2.253.517	2.375.576
11 Ribeira de Iguape e Litoral Sul*	45.617	53.308	58.271	63.557
<b>Total</b>	<b>30.824.264</b>	<b>34.060.105</b>	<b>35.691.140</b>	<b>37.023.718</b>

\*UGRHIs parcialmente inseridas na Macrometrópole.

Fonte: Adaptado de DAEE, 2013.

Esse incremento tende a acentuar os conflitos e disputas pelo uso da água, aos quais estão sujeitos os usuários das bacias hidrográficas abrangidas, além de gerar reflexos não menos importantes na organização dos territórios e na utilização dos recursos naturais.



Com o objetivo de fornecer uma análise minuciosa da situação atual e futura, das disponibilidades e das demandas dos múltiplos usos de recursos hídricos, assim como apresentar alternativas para o equacionamento do suprimento de água bruta, analisando-as do ponto de vista técnico, econômico, ambiental e político-institucional, foi elaborado o Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista, pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) em conjunto com a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp) e as Secretarias de Planejamento e Desenvolvimento Regional, de Meio Ambiente e de Saneamento e Recursos Hídricos, iniciado em 2008 e concluído em 2013.

O estudo apontou para a necessidade de criação de novos sistemas de captação e reservação de água bruta em um cenário que inclui a renovação da outorga do Sistema Cantareira. Ao mesmo tempo, incorpora as ações de curto prazo, além de um plano de investimentos de médio e longo prazos a ser revisto periodicamente.

A partir do plano, então, o Governo do Estado tomou a decisão, entre outras, de construção de barragens para reservação de água. Uma das barragens a ser construída, a Barragem Duas Pontes, será localizada no município de Amparo/SP, mesma região do empreendimento de interesse (CTDR Amparo), visando a ampliação da oferta hídrica para as Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (PCJ).

### **3 BARRAGEM DUAS PONTES**

Nas Bacias PCJ predominam captações isoladas, tanto para o uso de abastecimento urbano como para o uso industrial e da agricultura irrigada. Com exceção dos reservatórios do Sistema Cantareira, a região não dispõe de grandes reservatórios para a regularização de vazões, o que torna a região vulnerável quando da ocorrência de eventos críticos de estiagem.

O objetivo das barragens é reduzir a dependência da região do PCJ, no período de estiagem, principalmente, e seu projeto é de suma importância para o incremento da vazão na Bacia PCJ. Para a seleção definitiva dos eixos, o Comitê de Bacia analisou cada eixo sob a ótica dos benefícios provenientes de maior oferta de água na bacia do rio



Piracicaba contra as perdas de áreas vegetadas nesta mesma bacia, impacto este que pode ser minimizado por medidas de compensação, e selecionou os eixos de Pedreira e Duas Pontes para prosseguimento dos estudos.

Os reservatórios desses dois eixos propiciam um incremento de disponibilidades hídricas de cerca de  $6,7 \text{ m}^3/\text{s}$  (entendendo-se como tal a diferença entre a vazões regularizadas com 95% garantia nesses reservatórios e a vazões afluentes aos mesmos). De acordo com o governo do estado, a barragem de Duas Pontes, no Rio Camanducaia, terá capacidade para 41 milhões de metros cúbicos e ocupará uma área de  $7,6 \text{ km}^2$  no município de Amparo/SP, com vazão de  $6,5 \text{ m}^3/\text{s}$ .

O acesso ao local de Duas Pontes faz-se a partir do município de Pedreira, percorrendo um trajeto de aproximadamente 2 km até entrar na rodovia SP-095, em direção à cidade de Amparo.

De acordo com estudos realizados pela empresa Projectus, para a Refinaria de Paulínia (REPLAN), para atender as descargas regularizadas, o reservatório de Duas Pontes deverá funcionar com cotas situadas entre o N.A. mínimo igual a 625,00 e o N.A. máximo normal igual a 643,00. Nessa faixa de operação normal, o volume útil está estimado em  $41,07 \text{ hm}^3$ , sendo que o volume total do reservatório é da ordem de  $43,59 \text{ hm}^3$ . A área de inundação no N.A. máximo normal está estimada em  $3,93 \text{ km}^2$ .

Conforme mesmo estudo, o Rio Camanducaia apresenta uma alta concentração de sedimentos em suspensão, principalmente influenciado pela alta erosibilidade em suas cabeceiras proveniente das praticas agrícolas e urbanização. O único barramento localizado a montante, Pequena Central Hidrelétrica (PCH) Feixos, não apresenta um reservatório de grande área e volume, o qual não contribui para diminuir a porcentagem de sólidos em suspensão. Mesmo assim, dado o seu grande volume, a vida útil do reservatório de Duas Pontes pode ser considerada ótima, com um tempo de vida superior a 900 anos para a represa.

Com relação às questões ambientais que envolvem a implantação da barragem, os estudos ambientais preliminares apontaram impactos negativos principalmente durante as obras, mas que são mitigáveis com a implementação dos programas de monitoramento ambientais.



A Área de influência da Barragem Duas Pontes totaliza cerca de 410,03 ha, e a área diretamente afetada pela barragem está inserida na Bacia Hidrográfica PCJ, na Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Camanducaia.

A área diretamente afetada pela barragem possui 457,77 ha, dos quais 251,37 ha são áreas utilizadas pela pecuária extensiva, 62,17 ha são áreas cultivadas com agricultura, 86,47 ha são formações florestais nativas e 6,96 ha são áreas destinadas à silvicultura de eucalipto.

A vegetação localizada nas áreas diretamente afetadas pela barragem Duas Pontes encontra-se fragmentada, restando apenas remanescentes florestais que apresentam sinais de antropização e degradação ambiental, ocasionados pela presença da pecuária extensiva na área do reservatório. Tal fragmentação proporciona uma paralisação na sucessão ecológica, por meio da herbivoria nos regenerantes e pisoteio.

#### **4 CENTRAL DE TRATAMENTO E DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS - CTDR AMPARO**

A CTDR Amparo será construída numa área de 1.091.046,83 m<sup>2</sup> ou 109,10 ha situada na Rodovia SP 352, no bairro Pantaleão do município de Amparo/SP. O empreendimento ora proposto está localizado na divisa das Bacias dos Rios Tietê e Grande, no município de Amparo/SP, na Rodovia SP 352, no bairro Pantaleão, nas coordenadas Latitude 22° 38' 18" e Longitude 46° 47' 55".

A unidade será composta por um Aterro Sanitário em regime de codisposição com Resíduos Industriais Classe IIA e Classe IIB e uma autoclave, e contará com diversos sistemas de apoio, tais como oficina, balança, guarita, escritórios, sistema de armazenamento de líquidos percolados, acessos, prédio administrativo, prédio de engenharia, prédio comercial, galpão de oficinas, refeitório, vestiários, sanitários, sistema de iluminação, cercamento da área, Centro de Educação Ambiental (Auditório), e posto de observação.

O empreendimento visa preencher uma grande lacuna no tratamento e destinação final de resíduos, oriundos dos municípios de Amparo, Pinhalzinho, Monte Alegre do Sul e Tuiuti, devido ao encerramento da vida útil do Aterro municipal de



Amparo, bem como o atendimento aos demais municípios que compõe o Consórcio Intermunicipal de Saneamento Básico da Região do Circuito das Águas (Águas de Lindóia, Itapira, Lindóia, Morungaba, Pedra Bela, Santo Antônio da Posse, Serra Negra e Socorro), que, a curto prazo, não contém perspectivas de soluções ambientalmente corretas, haja vista às dificuldades de se encontrar novas áreas para a implantação de sistemas adequados.

Conforme apresentado no capítulo de Diagnóstico Ambiental do EIA-RIMA elaborado para o empreendimento proposto, a Área de Influência Indireta (AII) é definida como a área real ou potencialmente afetada pelos impactos indiretos da implantação e operação do empreendimento, abrangendo os ecossistemas e o sistema socioeconômico que podem ser impactados pelas alterações ocorridas na área de influência direta.

Considerando-se os meios físico e biótico a Área de Influência Indireta (AII) abrange um território que é afetado pelo empreendimento, mas no qual os impactos e efeitos decorrentes do mesmo são considerados menos significativos do que nos territórios das outras duas áreas de influência (Área Diretamente Afetada – ADA, e a Área de Influência Direta - AID). Nessa área tem-se como objetivo analítico, propiciar uma avaliação da inserção regional do empreendimento.

No presente estudo a Área de Influência Indireta com 81.626.000 m<sup>2</sup> ou 8.162,6 ha, é formada a partir de um buffer com um raio de 5.000 m tomado a partir da ADA, excetuando-se a AID, conforme pode ser observado na figura 1 - Área de Influência Indireta da CTDR Amparo.





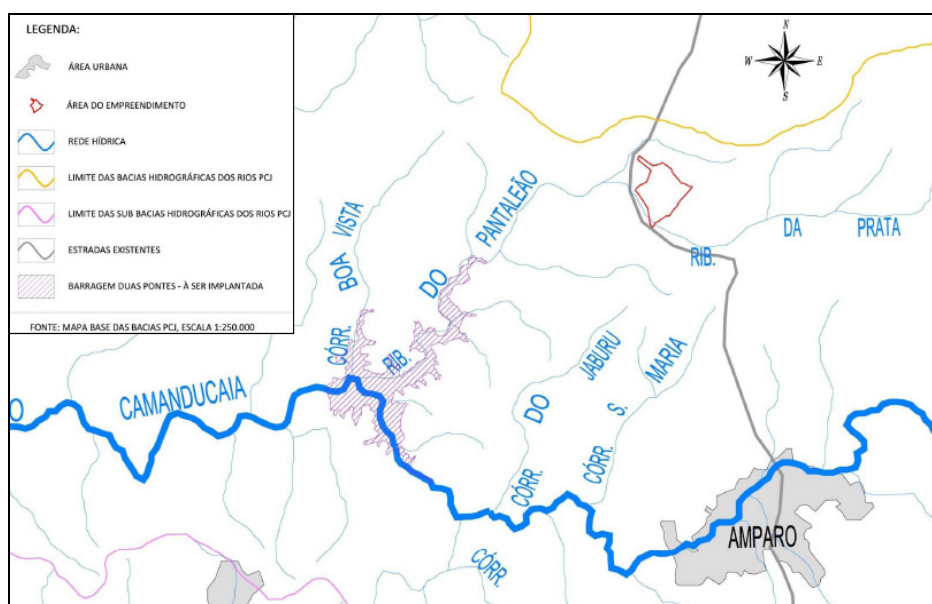
Figura 1 – Área de Influência Indireta da CTDR Amparo

## 5 CTDR AMPARO E BARRAGEM DUAS PONTES

Comparando a localização da CTDR Amparo com a localização da Barragem Duas Pontes, é possível observar que a barragem em questão está localizada a, aproximadamente, 3,9 km de distância do empreendimento, ou seja, dentro de sua Área de Influência Indireta (Figuras 2 – Rede Hídrica da região e 3 – Localização da Represa).

Embora localizada na AI do empreendimento proposto, as principais vias de acesso a CTDR Amparo não serão as mesmas utilizadas para o acesso a barragem. O acesso principal para o empreendimento será efetuado pela SP-352 Rodovia Antônio Casalini km 142-Pantaleão, que liga Amparo a Itapira, aproximadamente a 9 km, na margem direita da rodovia (Figura 4 – Vias de Acesso).

Enfocando os dois corpos hídricos próximos a área do empreendimento foi verificada a existência de uma barreira física que além de separar o empreendimento (CTDR Amparo) da área onde será implantada a represa, corta e canaliza ambos os córregos identificados. Trata-se da Rodovia Antonio Casaline (SP-352), que como mencionado, atua como barreira física, conforme demonstrado na figuras 5 - Uso e Ocupação do Solo e 6 - Barreira Física – Rodovia existente a seguir.



\*Nota: Linha do rio – 4950 m; Linha reta – 3900 m

Figura 2 – Rede hídrica da região de interesse



Figura 3 - Localização da Barragem Duas Pontes em relação a CTDR Amparo



Figura 4 - Vias de acesso a CTDR Amparo



Figura 5 - Uso e Ocupação do Solo



Figura 6 - Barreira Física – Rodovia existente



Além das distâncias das vias de acesso, desde o projeto até a fase de conclusão do aterro preveem o monitoramento ambiental, a ser realizado de acordo com determinações do órgão ambiental competente, visando a garantia da qualidade ambiental e das águas superficiais e subterrâneas.

No processo de determinação da área de implantação do aterro, variáveis foram verificadas a fim de definir as condições mais propícias para a instalação e operação do empreendimento. Uma das variáveis verificadas foi o aclave da área, e observou-se que o terreno destinado a implantação do empreendimento possui aclave a partir da portaria, cota 675, ao seu ponto mais elevado, cota 935, uma variação de cotas da ordem de 260 m.

A análise da declividade do terreno para a área de influência do futuro aterro sanitário foi elaborada a partir da interpretação de imagens de satélite e modelo digital de terreno, compilados e processados por *software* especializado. Esta análise indica que o terreno da área em questão apresenta declividades variando entre 5 e 75%, classificando-o como suavemente ondulado na porção oeste e montanhoso na porção leste da área.

A área do empreendimento possui características geológicas vantajosas no que se refere à capacidade de suporte, dispensando a necessidade de se projetar sistemas adicionais de estruturação de base para suporte das camadas de resíduos que irão compor o aterro.

Nenhuma das áreas do aterro necessitam de substituição de solo, está sim prevista a retirada de uma camada superficial de solo, necessária à confecção dos diques e sistemas de contenção, bem como para a cobertura intermediária e final dos resíduos.

Para o desenvolvimento do projeto foram estabelecidas as seguintes premissas básicas:

- o fundo (base) do aterro manterá sempre uma distância mínima de 5 m do aquífero freático ou nascentes canalizadas;
- a quantidade prevista para o recebimento de resíduos no aterro é de 500 t diárias de Resíduos Domésticos e Industriais Classes II A e B – não perigosos;



- o tratamento de líquidos percolados se dará em estações de tratamento externas (CSJ - Jundiaí;
- o projeto contemplará o isolamento final total do aterro.

Para cada fase do empreendimento ações de proteção e mitigadoras estão previstas. Nos itens subsequentes são apresentadas tais ações, que visam a proteção ambiental.

### 5.1 IMPERMEABILIZAÇÃO

No projeto proposto para o empreendimento, com base nas condições mínimas impostas para a execução de aterros sanitários industriais ou classe II, na base do aterro haverá uma camada de argila compactada de 60 cm de argila compactada para a um coeficiente de permeabilidade de camada selante de  $10^{-6}$  cm/s e manta de PEAD  $e=2,5$ cm, ao que se pode concluir que existirá uma proteção do lençol freático com 5 m. Com esta impermeabilização inferior o aterro terá vinte anos de retenção de percolado nas camadas de argila.

As mantas de PEAD da impermeabilização passarão por testes de solda para verificação e correção de possíveis falhas na solda, a fim de garantir a qualidade de impermeabilização. As Figuras 7 à 9 ilustram os detalhes de execução da impermeabilização inferior.





Figura 7 - Implantação da camada de argila de impermeabilização inferior



Figura 8 - Implantação de manta de PEAD para impermeabilização inferior



Figura 9 - Teste de solda das mantas de PEAD instaladas, visando a melhor qualidade de impermeabilização

## 5.2 DRENAGEM E REMOÇÃO DE LÍQUIDOS PERCOLADOS

O Sistema de Drenagem de Líquido Percolado será composto por colchão drenante de 0,40 m de espessura com brita nº 4, em forma de *sandwich*, na base do dreno uma manta geotêxtil de 600 g/m<sup>2</sup> e no topo uma manta geotêxtil de 200g/m<sup>2</sup> (Figura 10). Nas laterais (taludes de corte do terreno) será composto por geogrelha interligada à base acima descrita, também envolvida pela manta geotêxtil de 600 g/m<sup>2</sup>. Verticalmente o percolado será drenado pelos drenos de gases, através dos quais o líquido percolado é transportado até o dreno situado na camada inferior do aterro.



Figura 10 - Implantação do colchão drenante

O lixo será acomodado em células com altura de 5 m por camadas. A evolução das camadas ocorrerá em função da melhor adaptação às cotas do terreno. Estima-se que serão necessárias para a cobertura do lixo e encerramento 175.252,40 m<sup>3</sup> de terra.

A cada camada superveniente de lixo que forem executadas sobre o lixo um novo sistema de drenagem de líquidos percolados será implantado em formato de espinha de peixe com dimensões de 1X1 m, interligando-se aos drenos de gases, que encaminhará o chorume captado nestes drenos para o sistema de drenagem de fundo (base) do aterro e daí para o sistema de armazenamento. As Figuras 11 à 16 ilustram o sistema representado na planta do aterro fase a fase e o aterro concluído.



Figura 11 – Drenagem de Chorume e Gás – Fase 1



Figura 12 – Drenagem de Chorume e Gás – Fase 2



Figura 13 – Detalhe da Impermeabilização do Dique



Figura 14 – Detalhe do dreno de chorume entre camadas



Figura 15 – Detalhe da cabia de acúmulo de chorume





Figura 16 – Detalhes hidráulicos da bacia de acúmulo de chorume e linhas de recalque



### 5.3 SISTEMA DE ACÚMULO E TRATAMENTO DO PERCOLADO

O chorume que vem da rede de drenos será coletado em uma bacia de acúmulo de chorume moldada “*in loco*” de forma cúbica de lados 10x10 m e altura 2 m, no fundo do aterro em sua cota inferior 675 e 685.

O Sistema de Tratamento de Líquidos Percolados, bem como de todo efluente líquido a ser gerado no empreendimento, será reservado por três tanques de estabilização com capacidade para 100 m<sup>3</sup> efluente/cada. A partir dos tanques de estabilização o efluente será retirado por caminhões tanques e enviado para tratamento em estação de tratamento de efluentes de terceiros. As figuras 17 e 18 trazem os detalhes dos tanques de armazenamento de chorume.

Os tanques de armazenamento serão instalados dentro de uma baia de contenção, feita de concreto, com capacidade de contenção para 100% e mais do volume total de armazenamento dos tanques.



Figura 17 – Detalhe da bacia de contenção de chorume



Figura 18 – Detalhe da bacia de contenção de chorume - corte



#### 5.4 DRENAGEM DE GASES

A decomposição biológica da matéria orgânica acarreta a formação de gases, principalmente o metano e gás carbônico, sendo que o primeiro é um gás combustível que, em determinadas concentrações em presença de oxigênio resulta numa mistura explosiva. O sistema de captação e coleta de gases a ser implantado no aterro sanitário prevê a atenuação de impactos ambientais por meio da queima controlada.

A experiência da equipe técnica, adquirida a partir das intervenções em termos de projeto, monitoramento e investigação das reais condições dos maciços sanitários levaram à constatação da ocorrência de bolsões localizados de gás, a elevada pressão.

Tal situação ocorre, principalmente, nas áreas de disposição que carecem de um sistema interno de coleta e drenagem mais intensa, e pode condicionar complementarmente o controle das condições de estabilidade do maciço. Ainda neste sentido, investigações demonstram uma íntima relação da eficiência da drenagem de gás e efluentes líquidos, o que pode ser explicado pela grandeza das pressões intervenientes onde, bolsões de gás a elevada pressão poderiam confinar “lençóis empoleirados” de chorume, valendo a consideração reversa.

O sistema de captação e coleta de gases ora preconizado está associado à implantação de drenagens de fundação, poços verticais drenantes e drenos horizontais internamente às células sequenciais, de maneira a, no sentido descendente, captar e esgotar os efluentes líquidos e, no sentido ascensional, captar e conduzir os efluentes gasosos. Essa concepção visa, desta maneira, garantir efetivamente a ampla intervenção em toda a massa, minimizando a formação errática de bolsões de gases e líquidos.

A concepção de tais elementos levou em consideração vários aspectos inerentes não só à captação de chorume como de gases; tomando como exemplo a imposição de poços verticais perpassando toda a altura do maciço sanitário, da fundação à superfície, com o objetivo de coletar os efluentes gasosos em todos os níveis das células interceptadas.



Para dar escape ao gás, foi projetado um sistema de drenagem constituído de dreno vertical os quais deverão ser construídos em secção cilíndrica  $\phi 1,50$  m, envolto por telas do tipo Telcon ou telas de alambrado, preenchidos com brita nº 4 possuindo no centro um tubo dreno perfurado  $\phi 0,30$  m em toda sua extensão que atravessarão todo o aterro desde a base (colchão drenante) até acima da superfície superior da última camada de lixo.

Os poços verticais, com função de drenagem de gases e chorume, serão executados de forma que atravessando todas as camadas do aterro, possa atingir a superfície, sendo posteriormente direcionados para a estação de queima controlada. Este formato permite a aplicação de modelos de retirada de gases em circunferências de ação de sucção dos gases.

Na parte final dos drenos de gases, a fim de facilitar a queima dos gases, principalmente para garantir uma queima mais eficiente e evitar que sejam atirados objetos para dentro dos drenos de gases, deverão ser implantados *flares* de queima, conforme figuras 19 e 20.



Figura 19 – Detalhes da drenagem de gás e *flare* de queima de gases.



Figura 20 - Detalhes da drenagem de gás e *flare* de queima de gases.





## 5.5 DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS

De maneira geral, a função do sistema de drenagem de águas pluviais é a de evitar a chegada das águas pluviais drenadas de montante da área de disposição de lixo venham a atingi-la. Outra função é retirar da área de disposição de lixo já coberto as águas pluviais limpas e que poderiam contribuir para o aumento de percolados.

O Sistema de Drenagem Superficial será composto por drenos permanentes e temporários, cuja função será a de captar e desviar do aterro as águas pluviais. Os drenos temporários serão valetas executadas nas bermas de corte do terreno e nas camadas de cobertura do lixo que desviarão as águas de chuva para os drenos permanentes, para permitir a operação do aterro.

Os drenos permanentes são aqueles situados no entorno do aterro e acessos não sujeitos a disposição de lixo.

Fazem parte também desse sistema os drenos de águas pluviais situadas no maciço de lixo construídos à medida que as camadas de lixo vão se desenvolvendo. Este sistema se compõe de drenos construídos nas bermas de estabilização do aterro e na camada final do aterro, conforme ilustrado figura 21 a seguir.



Figura 21 - Drenos permanentes de águas pluviais



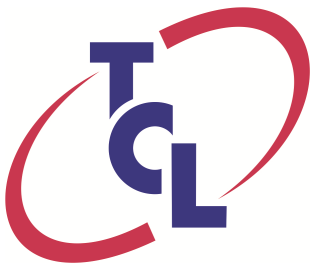
A própria camada final de cobertura com declividade em torno de 2% e taludes formados por camada de solo orgânico para plantio de gramíneas com 40 cm de espessura, colabora para o escoamento às canaletas.

A água pluvial captada nos drenos é encaminhada para a parte inferior do aterro, através de descidas construídas em gabião de pedra, no formato de asa de gaivota e trapezoidal, conforme o dimensionamento e dotadas de caixas de reunião e/ou de mudança de direção ou ainda dissipadoras de energia, situadas na parte de cotas inferiores do aterro, conforme ilustrado na figura 22 apresentada a seguir.



Figura 22 - Gabião e dreno permanente de águas pluviais

O sistema de drenagem de águas pluviais do aterro sanitário consiste na implantação de canaletas em concreto e do tipo meia cana, caixas de passagem, bueiro de concreto, descida d'água em gabiões, proteção superficial dos taludes com grama, além dos sistemas dissipadores necessários à jusante e intermediários.



Para a definição da drenagem de um aterro sanitário deve-se levar em consideração a grandeza das deformações do maciço ao longo do tempo, chegando a recalques e deslocamentos métricos anuais, e à tendência de como os mesmos se desenvolvem em termos de grandeza e posição das linhas de maior recalque.

As deformações de um aterro sanitário ocorrem por efeito do sucessivo carregamento à medida que o maciço é alteado, e devido a recalques secundários, função da mudança estrutural ao longo do processo de decomposição biológica, portanto, função do tempo ao longo da vida útil de cada camada.

Simplificadamente, os maiores recalques ocorrerão nas linhas de maior espessura de aterro devido aos maiores carregamentos e à maior idade das camadas inferiores.

Assim sendo, a compatibilização do sistema aos recalques se dará através da adoção de materiais e elementos flexíveis, de consideração de tendência de ocorrência dos recalques, da imposição de juntas, além do estudo das várias travessias necessárias devido à necessidade de execução dos acessos construtivos ou operacionais de disposição.

Deve-se levar em consideração também, as alturas totais de escoamento das descidas hidráulicas, às quais estará associada uma elevada energia potencial. É de fundamental importância, desta maneira, a implantação de um sistema que garanta o controle sistemático da energia de escoamento, minimizando o risco potencial de erosões.

Estes sistemas sobre o aterro sanitário irão descarregar em canais definitivos de drenagem, perimetrais ao aterro, retangulares, em concreto armado e alvenaria armada quando apoiado em terreno natural, associados a degraus quando as declividades do terreno de apoio assim o exigirem. Desta maneira, esses canais serão executados já durante o desenvolvimento do alteamento do aterro, de modo a poderem coletar as vazões em cada etapa da obra.

Toda essa concepção garantirá o perfeito controle em termos de captação e condução das águas pluviais evitando o seu encaminhamento aos sistemas de drenagem interna de efluentes líquidos gerados, em qualquer instante da operação, considerada a



amplitude dos recalques passíveis de ocorrência, além da minimização das taxas de infiltração no maciço.

## 5.6 IMPERMEABILIZAÇÃO SUPERIOR E COBERTURA FINAL DO ATERRO

O sistema de impermeabilização superior tem por objetivo impedir a entrada de água da chuva na massa de resíduos.

A configuração final do maciço após o encerramento das atividades operacionais resumidamente é o seguinte:

- o aterro será formado por 15 camadas na FASE I e 10 camadas na FASE II finalizando a uma altura máxima de 75 m e 50 m respectivamente com capacidade estimada em 1.033.080 m<sup>3</sup> de lixo compactado;
- o sistema de impermeabilização superior, para impedir a entrada de água da chuva na massa de resíduos, será composta por uma camada de argila compactada de 40 cm;
- acima destes mecanismos de impermeabilização superior será implantada uma camada de solo orgânico de 60 cm com plantio de grama.

Ela será composta basicamente por uma camada de 40 cm de argila compactada sobre a massa de resíduos e acima destes mecanismos de impermeabilização será implantada uma camada de solo vegetal de aproximadamente 60 cm e plantio de grama, conforme ilustra a Figura 23.



Figura 23 – Detalhes da impermeabilização superior do aterro



As medidas mitigadoras, entretanto, não significam que não se deva proceder a uma verificação periódica (através de instrumentação adequada) se o sistema de drenagem superficial ou impermeabilização está funcionando corretamente, adotando-se soluções corretivas no caso de se observar algum tipo de problema.

## 5.7 MONITORAMENTO DE ÁGUAS SUPERFICIAIS

Os recursos hídricos superficiais situados no município de Amparo, classificado de acordo com a Resolução nº 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), de 17 de março de 2005, como Classe II, são os seguintes: Rio Piracicaba, Reservatório Salto Grande, Rio Jaguari, Rio Atibaia. Estes corpos d'água encontram-se a distâncias maiores de 1,5 km do empreendimento, conforme demonstra o quadro 2 a seguir.

Quadro 2 – Distância dos corpos d'água.

<b>CORPOS D'ÁGUA</b>	<b>DISTÂNCIAS (m)</b>
Rio Piracicaba	9.000
Rio Jaguari	3.300
Rio Atibaia	6.200

Visando garantir a qualidade das águas superficiais e subterrâneas locais, serão realizados monitoramentos conforme legislação vigente. O monitoramento das águas superficiais será realizado de acordo com as normas e padrões ambientais estabelecidos pela CETESB, e os resultados das análises serão comparados com os valores estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05.

A qualidade das águas superficiais será monitorada pela análise periódica de amostras recolhidas na caixa de passagem localizada imediatamente anterior à saída e nas áreas adjacentes ao empreendimento, sendo um ponto a montante e outro a jusante da área do empreendimento. A figura 24 apresenta os pontos de amostragem locados na área do empreendimento.

A frequência das coletas deverá ser trimestral. Além disso, deverão ser realizadas coletas antes do início da operação do aterro.



Para esse monitoramento, estão previstas análises dos parâmetros relacionados principalmente à presença orgânica, tais como: DBO, DQO, OD, Cloretos, Série de Nitrogênios, Fósforo, Coliformes Fecais e Totais, Turbidez, Cor, Resíduos Totais e Sólidos em Suspensão.

Anualmente, serão analisados além dos parâmetros citados, os elementos: Bário, Cádmio, Cobre, Chumbo, Cromo, Níquel, Mercúrio, Zinco, Fenol e Manganês.

Cabe ressaltar que serão realizadas, ainda, análises semestrais nos efluentes gerados no empreendimento e armazenados na lagoa de armazenamento, comparando com parâmetros estabelecidos pelo Artigo 18 do Decreto n. 8468/76, visando acompanhar as características do mesmo.

Em cada ponto será instalada uma placa de identificação para que todas as coletas sejam feitas exatamente no mesmo local. Os resultados da análise realizada para este estudo também serão consideradas no monitoramento futuro.



Figura 24 – Localização dos pontos de amostragem de água superficial





## 5.8 MONITORAMENTO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

A água subterrânea é um dos atributos ambientais de maior risco a contaminação, proveniente do aterro.

O plano de monitoramento objetiva o controle da qualidade das águas subterrâneas no local do empreendimento através da identificação de alterações nos padrões de qualidade das águas, decorrentes da operação do aterro, e consistirá na coleta e análise de amostras de águas subterrâneas de poços de monitoramento da área de intervenção, tanto à montante quanto à jusante da área de disposição de resíduos.

Devido à vida útil de cada fase do aterro ser relativamente extensa, os poços de jusante serão instalados de acordo com cada uma, de forma a sempre estarem próximos a área de descarga de resíduos. Conforme as fases forem se juntando, os poços que tiverem localização sobre fases que serão utilizadas serão descartados, lacrados com bentonita e serão construídos novos poços.

Alterações na qualidade da água, relacionadas às atividades do aterro, ensejarão providências para a identificação, mensuração e eliminação dos focos de contaminação, bem como, para a sua remediação, por isto os poços acompanharão as fases do empreendimento, pois em caso de falha no sistema de impermeabilização de fundo, será detectada alguma alteração na qualidade da água do poço mais próximo e consequentemente reações de solução mais rápidas.

As análises de água, coletadas nos poços de monitoramento, deverão seguir os procedimentos estabelecidos nas Normas da ABNT. São sugeridas análises das águas nas amostragens subsequentes, definidas de acordo com as recomendações da CETESB, sendo os parâmetros relacionados no quadro 3.

Quadro 3 - Parâmetros a serem amostrados no monitoramento das águas subterrâneas  
(continua)

PARÂMETROS	UNIDADE	PARÂMETROS	UNIDADE
Aspecto	-	Cromo Hexavalente	mg/L Cr
Cor (Verdadeira)	Pt/L	Dureza Total	mg/L CaCO <sub>3</sub>
Condutividade específica		Fenóis	µg/L
Odor	-	Ferro Total	mg/L Fe



(conclusão)

PARÂMETROS	UNIDADE	PARÂMETROS	UNIDADE
PH	UpH	Fluoretos	mg/L F
Temperatura da Amostra	°C	Fosfato Total	mg/L As
Turbidez	FTU	Magnésio	mg/L MG
Coliformes Fecais	N.M.P./ 100 ml	Manganês Total	mg/L Mn
Coliformes Totais	N.M.P./ 100 ml	Mercúrio	mg/L Hg
Contagem Padrão de Bactérias	U.F.C./ ml	Níquel	mg/L Ni
Alcalinidade de Bicarbonatos	mg/L CaCO <sub>3</sub>	Nitrogênio Albuminóide	mg/L N
Alcalinidade de Carbonatos	mg/L CaCO <sub>3</sub>	Nitrogênio Amoniacal	mg/L N
Alcalinidade de Hidróxidos	mg/L CaCO <sub>3</sub>	Nitrogênio Nitrato	mg/L N
Alumínio	mg/L Al	Nitrogênio Nitrito	mg/L N
Arsênio	mg/L As	Oxigênio Consumido	mg/L O <sub>2</sub>
Bário	mg/L Ba	Oxigênio Dissolvido	mg/L O <sub>2</sub>
Cádmio	mg/L Cd	Potássio	mg/L K
Cálcio	mg/L Ca	Prata	mg/L Ag
Chumbo	mg/L Pb	Selênio	mg/L Se
Cianetos	mg/L CN	Sólidos Totais	mg/L
Cloretos	mg/L Cl	Sulfatos	mg/L SO <sub>4</sub>
Cloro Residual	mg/L Cl <sub>2</sub>	TOC	
Cobre	mg/L Cu	Zinco	mg/L Zn

A frequência das amostragens e análises das águas subterrâneas deverá ser trimestral, durante a operação do aterro, propondo-se ainda que o monitoramento seja feito durante um período de no mínimo 2 anos após o encerramento de sua atividade.

Para a coleta de água subterrânea serão implantados poços de monitoramento a montante e jusante da área, de acordo com as fases do empreendimento, os resultados das análises serão comparados com os limites preconizados pela Tabela de Valores Orientadores para o Estado de São Paulo de 2005 e com a Portaria 518/04 do Ministério da Saúde (potabilidade da água para consumo humano).

Os resultados obtidos nas análises a serem realizadas antes do início da operação do aterro servirão como definição das características naturais da área.

A construção dos poços de monitoramento deverá seguir os procedimentos estabelecidos na Norma da ABNT NBR 15.495-1 de 18/06/2007. A figura 25 ilustra o detalhe do poço de monitoramento a ser construído, e a localização dos pontos de amostragem de águas subterrâneas é apresentado na figura 24 mostrada anteriormente.



Figura 25 – Detalhe do Poço de Monitoramento



Além dos monitoramentos ambientais, que serão realizados inclusive pós-encerramento do aterro, serão implantadas medidas de compensação ambiental, como: auxílio em campanhas educativas, subsídios a cooperativas de reciclagem, proposições de adensamento e conservação das matas no entorno, aumento da área de mata nativa, acrescendo e implantando matas nativas nas áreas de Reserva Legal, incluindo a criação de meios artificiais para atração da fauna regional (como tocas artificiais, poleiros, entre outros) e o monitoramento da efetividade destes artifícios e implantação de cinturão verde no entorno da Central de Tratamento de Resíduos com espécies da flora brasileira, visando à atração de fauna.

#### 5.9 PROGRAMA DE CONTROLE AMBIENTAL DAS OBRAS

A implantação do aterro sanitário e sua operação estão associadas a atividades de terraplenagem, com a remoção da cobertura vegetal, remoção dos horizontes superficiais dos solos e compactação. As alterações localizadas na geometria do relevo e a exposição do solo residual e de alteração ocasionada por estas atividades irão interferir e modificar a dinâmica superficial das águas.

Como é de amplo conhecimento, os processos erosivos têm como principais contribuintes, as condicionantes naturais e as antrópicas, tendo, a partir do agente deflagrador “a Precipitação”, o dano gerado.

Com base nisso, o Programa de Controle de Processos Erosivos tem por objetivo elencar as ações operacionais preventivas e corretivas destinadas a promover o controle dos processos erosivos da obra de implantação do CTDR Amparo, bem como os decorrentes da operação deste empreendimento.

A implantação de aterros sanitários e sua operação são associadas a atividades de terraplenagem, através da remoção da cobertura vegetal, remoção dos horizontes superficiais dos solos, porém, cabe ressaltar que atualmente, a área em questão a ser implantada o CTDR Amparo, apresenta relevo com declividade, culminando no aumento da velocidade e instauração de processo erosivo, distribuídos nas bordas das estradas de



acesso interno, e controladas através da abertura de grandes buracos na beira dos taludes para acúmulo e dissipação da energia.

No início da implantação serão adotadas medidas de caráter preventivo e/ou mitigador, destacando-se como mais importantes:

- A adoção para os taludes, de cortes e aterros, a conformação geométrica compatível com as características geotécnicas dos materiais e com a topografia das áreas limítrofes, contribuindo no controle dos processos erosivos;
- A definição de estruturas e dispositivos físicos de drenagem a serem incorporados à infraestrutura viária dos acessos e bermas do maciço do aterro (canaletas em meia cana, caixas de passagem e de sedimentação de finos, descidas d'água em gabião, travessia em tubos de concreto, etc.), com a finalidade de controlar o fluxo das águas pluviais, além de evitar a instalação de processos erosivos e minimizar a provável infiltração de água no corpo do aterro, o que poderia maximizar a quantidade de líquidos em seu interior e comprometer a sua estabilidade;
- A manutenção da cobertura vegetal a montante da área de intervenção do empreendimento, visando à proteção das superfícies expostas à ação das águas pluviais, evitando o carreamento de finos, a partir da redução do escoamento superficial e conseqüente aumento do tempo de absorção da água pelo subsolo;
- A construção de diques, em solo compactado, com a finalidade de evitar o aporte de águas oriundas do escoamento superficial de montante à área de descarga de resíduos, conseqüentemente segregando os resíduos ali confinados;
- Além dos diques de contenção de cada fase, poderá ainda ser implantada uma barreira física, onde necessário, que tem objetivo de filtrar a água de escoamento. Estas barreiras físicas serão implantadas com uma barreira de bidim fixada com vergalhão metálico, e poderão ser instaladas no entorno das áreas de armazenamento de solo para cobertura se necessário, conforme figura 26 a seguir.



Figura 26 – Sistema de fixação do bidim com pedaços de vergalhão metálico

- Sistemas de dissipação de energia deverão ser instalados com finalidade de reduzir a velocidade e energia cinética, das águas pluviais quando as mesmas cheguem ao corpo d'água receptor e com isso possam produzir efeitos danosos ao ecossistema aquático;
- O revestimento vegetal existente oferece a proteção e controle de caráter extensivo contra os processos erosivos, favorecendo o encaminhamento das águas até os devidos locais de captação dos dispositivos de drenagem definidos no presente Programa.

Devido a frequentes mudanças da forma do relevo na área com a instalação do empreendimento, o sistema de drenagem deverá se adaptar sempre que necessário às novas condições apresentadas.

Esta é uma das principais medidas mitigadoras correspondentes à formação e desenvolvimento de processos erosivos. Porém esta implantação de sistemas de drenagem provisório e barreiras físicas estão diretamente ligadas as obras de implantação, não sendo possível prever o local exato de implantação nem sua real necessidade, pois sua instalação estará condicionada as vistorias sistemáticas a serem realizadas por técnicos especializados, as quais indicarão a melhor medida a ser tomada.



Serão contratados e treinados técnicos que terão a tarefa exclusiva de acompanhar as obras, visando à constatação de qualquer processo erosivo, e indicação das medidas corretivas. Todo incidente será fotografado e anotado em relatório de campo e passados para a gerência técnica, a qual analisará as medidas tomadas e poderá indicar novas medidas corretivas e de controle.

Os relatórios diários do acompanhamento técnico das obras serão condensados em um relatório mensal, no qual constarão as principais ocorrências e medidas adotadas. Estes relatórios ficarão no escritório do CTDR Amparo a disposição dos técnicos da CETESB e qualquer outro órgão fiscalizador.

Quanto ao cronograma de implementação das atividades, este terá início previsto a partir do recebimento da Licença de Instalação, uma vez que as ações estão diretamente relacionadas com obras de engenharia visando à correção e o controle de processos erosivos.

A seguir são apresentadas medidas de controle e ações corretivas, de modo a manter a integridade do aterro e toda a área em seu entorno.

#### Medidas de Controle e Prevenção

- Levantamentos topográficos do Aterro atualizados, bem como todos os seus instrumentos implantados principalmente de marcos superficiais;
- Inspeção visual, através da identificação de possíveis trincas e fissuras, recalques pontuais e vistoria nos sistemas de drenagem implantados;
- Cobertura intermediária e final com terra e grama;
- Planejamento do avanço da frente de descarga;
- Drenagem e condução das águas pluviais;
- Verificação da proteção de possíveis encostas, mesmo provisórias com a aplicação de jateamento com hidrosemeadura;
- Vistoria do sistema de drenagem nas encostas através de escadas hidráulicas, tubulações e caixas de passagem e de áreas específicas;
- Vistoria nos sistemas de drenagem implantados;
- Implantações provisórias de pequenos diques nos pés de talude de resíduo;



- Medição dos índices pluviométricos e climatológicos como um todo;
- Vistoria periódica e controle dos equipamentos utilizados;
- Planejamento das vias de acesso com especial atenção nos limites máximos de inclinação;
- Levantamento e inspeção de possíveis áreas de risco; e
- Paralisação imediata do tráfego das áreas afetadas.
- Paralisação temporária no recebimento de resíduos quando ocorrer interferência direta no processo de disposição.

#### Ações Corretivas

- Implantação de bermas de equilíbrio, reconformação geométrica e retaludamentos necessários;
- Implantação e/ou reconstrução de novas linhas de drenagem;
- Isolamento da área para manutenção e recuperação;
- Desvios e/ou contenção nas linhas de drenagem de águas pluviais;
- Execução de diques emergenciais;
- Utilização de todas as máquinas e equipamentos necessários para normalização dos efeitos;
- Avaliação dos riscos imediatos e futuras ações mitigadoras/preventivas.

#### 5.10 PROGRAMA DE MONITORAMENTO GEOTÉCNICO DO MACIÇO DE RESÍDUOS

O programa de acompanhamento e monitoramento dos problemas de movimentações dos maciços será realizado por marcos de observação, placas de recalque e inclinômetros.

Os marcos de observação medirão as movimentações das superfícies do talude através de levantamento topográfico constantes. As placas de recalque serão instaladas no interior do aterro e medirão os recalques verticais. Os inclinômetros serão posicionados na seção de maior risco de ruptura pela fundação e medição e deformação de uma linha vertical.





A interpretação conjunta e periódica destes instrumentos permitirá ao engenheiro geotécnico responsável uma análise constante da probabilidade de ocorrer rupturas e/ou deformações excessivas, que poderão culminar em uma ruptura.

O programa de acompanhamento e monitoramento das ocorrências de erosão e drenagem será realizado através do acompanhamento constante das medições de vazões nos drenos internos, nas medidas de material assoreado nas bacias ou caixas de assoreamento, e com as leituras dos medidores de níveis d'água e piezômetros.

Este programa deverá observar principalmente a manutenção do sistema de drenagem protetora dos taludes de corte e aterro com a limpeza periódica de suas canaletas, caixas de passagem, escadas de dissipação, galerias, etc.

Da mesma forma, as superfícies vegetadas deverão ser inspecionadas periodicamente, de forma a prevenirem-se possíveis focos de erosão, com o replantio de mudas nos locais onde possam eventualmente existir falhas de cobertura vegetal. Estas superfícies vegetadas deverão também receber tratamentos culturais como adubação, irrigação, tutoramento das espécies vegetais implantados, combate a formigas, etc.

O monitoramento geotécnico será executado da seguinte forma:

- Elaboração de plano de instalação de piezômetros, sejam eles nas áreas já monitoradas por placas de recalque, ou ainda, nas novas áreas de ampliação (crescimento) do aterro;
- Formatação de planilhas gerais de controle de deslocamentos e recalques;
- Formatação de mapas e gráficos;
- Estabelecimento de critérios de aceitabilidade da qualidade do aterro, dos serviços e do comportamento - níveis de conforto, atenção, alerta, e intervenção;
- Medições mensais de nível piezométrico e pressão de gases;
- Compilação dos dados e elaboração dos relatórios conclusivos e recomendações técnicas.

Desta forma o monitoramento geotécnico do CTDR Amparo é iniciado através de inspeções visuais realizadas rotineiramente de modo que possam ser percebidas as primeiras manifestações de problemas geotécnicos.



Tais inspeções serão realizadas por profissionais habilitados que deverão inspecionar bermas, acessos, elementos de drenagem e instrumentos de leitura de modo a observar sinais de comportamento anômalos tais como:

- Fissuras, trincas na cobertura das células, nos pavimentos, nas canaletas e nas guias e empoçamentos de acessos – devido à movimentação do talude;
- Erosões na camada de cobertura das células – devido à ausência ou ineficiência do sistema de drenagem de águas superficiais;
- Surgimento de chorume nos taludes ou no sistema de drenagem superficial – devido à ineficiência do sistema de drenagem de percolado.

Caso tais sinais sejam observados, estes deverão ser registrados em diário de inspeção e por meio de fotos, de modo que possam ser analisadas e tomadas as devidas medidas corretivas, antes mesmo da emissão do relatório mensal de monitoramento. Cabe ressaltar a importância de se apresentar no relatório de monitoramento subsequente a medida corretiva adotada, contendo fotos do problema solucionado, bem como os efeitos observados nos instrumentos de monitoramento decorrentes de tal comportamento, se for o caso.

Como é de conhecimento, tanto o chorume quanto os gases gerados em aterros sanitários são fatores responsáveis pela geração de pressões internas que podem vir a causar instabilidade do maciço do aterro. Assim sendo, a boa operação do sistema de drenagem das águas pluviais torna-se elemento fundamental para proteção dos cursos d'água, uma vez que tende a reduzir a velocidade e a energia cinética das águas pluviais, favorecendo a decantação do material particulado carregado pelas águas afluentes, antes que estas sejam conduzidas ao corpo hídrico, bem como minimizam a geração de chorume e conseqüentemente os riscos ambientais, relacionados à estabilidade do maciço.

O controle e monitoramento da estabilidade do aterro sanitário contarão com a implantação de marcos superficiais, para o acompanhamento da movimentação dos taludes, de placas de recalque, visando o monitoramento destes, e piezômetros, com a finalidade de acompanhar o nível de chorume, bem como a pressão de gás no interior do maciço do aterro.



Tais instrumentos serão distribuídos de forma a caracterizar linhas de estudo, com direções de deslocamento esperadas, para possibilitar um monitoramento da evolução da movimentação do aterro e, portanto, nortear as ações preventivas que se façam necessárias para se manter o controle do maciço. Para efetuar este monitoramento serão implantados, fora da área do aterro, marcos fixos, irremovíveis, de referência de nível e de posição relativa. Baseado nestes, serão observados por levantamento topográfico, os deslocamentos verticais e horizontais de marcos superficiais a serem instalados no aterro durante a fase de operação.

Com base nas leituras de coordenadas e cotas dos marcos superficiais serão calculados os deslocamentos horizontal e vertical de cada um deles, bem como as velocidades de deslocamento horizontal, parâmetro este eleito, de forma preliminar, para avaliação da situação atual de estabilidade e de definição dos níveis de decisão das ações preventivas, no caso destas serem necessárias.

No quadro 5 a seguir é apresentado, em forma de tabela, o conjunto de ações a serem desenvolvidas no caso de cada um dos níveis de segurança ser ultrapassado.

Quadro 4 – Ações de Segurança

<b>Velocidade de Deslocamento (cm/dia)</b>	<b>Níveis de Segurança</b>	<b>Níveis de Decisão/ Ações Preventivas</b>
$V \leq 2,50$	Nível Aceitável	Nível Aceitável
$2,50 < V \leq 10$	Nível de Alerta 1	Intervenções Localizadas
$10 < V \leq 35$	Nível de Alerta 2	Paralisação das Operações no Aterro e Intervenção localizada. (Drenagens)
$V > 35$	Nível de Alarme	Paralisação das Operações, Intervenção generalizada no aterro visando evitar escorregamento do maciço de lixo.

Desta forma, um dos parâmetros de maior importância na avaliação do fator de segurança é a linha piezométrica, dada a sua natureza extremamente dinâmica, visto que esta se relaciona também ao desempenho do sistema de drenagem. As figuras 27 a 30 a seguir ilustram os detalhes dos marcos superficiais, placas de recalque e piezômetros do projeto. A localização destes elementos é apresentada na figura 24 deste caderno.



E ainda, como a precipitação, e demais efeitos climáticos, tais como evaporação e temperatura influenciam diretamente na linha piezométrica, a CTDR Amparo terá sua própria estação climatológica a ser instalada na área do empreendimento, na ocasião da licença de instalação, uma vez que a estação climatológica mais próxima, em operação, encontra-se em São José dos Campos. Cabe ressaltar que com a instalação desta estação climatológica na área do empreendimento, o mesmo não dependerá de informações advindas de outras estações climatológicas, podendo assim monitorar tais informações e com isso manter o bom desempenho das atividades diárias do aterro sanitário.



Figura 27 – Detalhe do marco superficial



Figura 28 – Detalhe da placa de recalque



Figura 29 – Detalhe do piezômetro de 1 Câmara



Figura 30 - Detalhe do Piezômetro de 2 Câmaras





## 5.11 PLANO DE ENCERRAMENTO DO ATERRO

Após o encerramento do aterro, deve-se entender que todos os processos de biodegradação, com geração de gases, a precipitação pluviométrica que incide sobre a área gerando líquidos percolados, erosões e utilização do sistema de drenagem de águas pluviais que deverá sofrer danos pelo uso, o crescimento de gramíneas plantadas e outras espécies trazidas pelo vento e animais (pássaros), continuarão ocorrendo e deverão ser devidamente tratados para que não ocorram problemas de poluição.

Assim entende-se que o real encerramento do aterro se dará quando se puder garantir a impossibilidade de poluição de qualquer meio e garantir o uso para outro tipo de atividade humana na área.

A TCL está prevendo a adoção de uma retenção técnica do faturamento do empreendimento, em torno de 2% do faturamento bruto, verba esta necessária para as obras de pós-encerramento. Para que estas garantias possam ser dadas deverão ser adotados os seguintes tipos de monitoramento do aterro encerrado: monitoramento de águas subterrâneas, monitoramento de águas superficiais, monitoramento geotécnico, monitoramento de gases e plano de inspeção das estruturas do aterro.

## 6 CONCLUSÃO

Conforme apresentado, a CTDR Amparo e a Barragem Duas Pontes serão viabilizadas na mesma região, próximas 3,9 km uma da outra, aproximadamente, estando a Barragem dentro da Área de Influência Indireta do empreendimento.

Embora as áreas dos empreendimentos sejam parcialmente coincidentes, as vias de acesso são diferentes e o trânsito de caminhões não afetará a área da barragem.

Foi verificada ainda que a estrada existente corta e canaliza ambos os córregos identificados próximo ao empreendimento, além de separar o empreendimento e a área prevista para implantação do projeto da represa, atuando como uma barreira física.

Entre os riscos provenientes da implantação e operação do empreendimento, é considerado o vazamento de chorume, onde é previsto camadas de impermeabilização



para contenção, sistemas de drenagem para evitar o acúmulo de chorume e gás e formação de bolsões, seguido de procedimentos operacionais detalhados, principalmente de cuidados com a manta, na frente de lixo. Além disso, programas de monitoramento do empreendimento são previstos visando a manutenção ambiental e da qualidade das águas.

Um segundo tipo de risco considerado seria um vazamento acidental, onde para o caso do aterro são previstos sistemas de drenagem para evitar o acúmulo de chorume e gás e formação de bolsões, seguido de procedimentos operacionais detalhados, principalmente de cuidados com a manta, na frente de lixo. E no caso dos tanques, são previstos cuidados como a utilização de tanques com capacidade igual ou superior a estimativa de geração de chorume, seguido de sua localização dentro de uma bacia de contenção com capacidade igual à prevista para os tanques. Além disso, os programas de monitoramento do empreendimento também são aplicados para neste caso, visando a manutenção ambiental e da qualidade das águas.

E em um último caso, considera-se o de escorregamento, que só ocorre no caso de falhas de operação estendidos por anos e não percebidos nem pelos Órgãos Ambientais que realizam vistorias e acompanhamentos as obras e operação do empreendimento, especialmente nas renovações das licenças ambientais. Nestes casos, também, a equipe técnica responsável do empreendimento conta com os programas de monitoramento do empreendimento, previstos nos âmbitos ambiental e geotécnico, conforme explicitado anteriormente.

O Programa de Monitoramento do empreendimento objetivará o controle da qualidade do meio ambiente em suas diferentes manifestações, através da avaliação sistemática das características físicas do meio ambiente na área de intervenção e de influência direta. A partir da identificação de alterações durante o monitoramento, será possível a adoção de medidas corretivas e preventivas, referentes aos eventuais efeitos ambientais adversos resultantes das novas atividades. A evolução dos efeitos dessas alterações sobre o ambiente sujeito à sua influência será monitorada e servirá como parâmetros e indicadores para orientar e avaliar o resultado de medidas corretivas aplicadas.



As principais características ambientais passíveis de sofrer alterações com o advento do aterro são as águas superficiais e subterrâneas. O programa de monitoramento e controle ambiental usa como instrumento para avaliar a qualidade das águas, a análise laboratorial de parâmetros físico-químicos e microbiológicos. Antes de se iniciar qualquer intervenção no terreno, será efetuada uma amostragem preliminar, visando à constatação das condições originais do sítio, que servirão como referência para as atividades de monitoramento propostas. Os registros do Plano de Monitoramento deverão ser conservados à disposição das autoridades por um prazo mínimo de 5 anos, contados a partir da data de cada evento.

Outros riscos considerados são aqueles associados à ocorrência de processos de erosão e de instabilização de taludes do aterro que podem ser também identificadas pelo monitoramento. O programa visará, ainda, prevenir situações que possam afetar áreas próximas, como o assoreamento de drenagens e corpos d'água decorrentes do transporte, deposição e acúmulo de sedimentos. O monitoramento será efetuado, também, por meio de vistorias (exames visuais) da área do aterro e entorno.

Ressaltando que na fase de manutenção, etapa na qual não haverá mais descargas de lixo, será dada continuidade a realização de monitoramentos como: Controle geotécnico de taludes; Controle de drenagem de gases; Monitoramento da qualidade de águas superficiais e subterrâneas; e, Monitoramento de vegetação e fauna.

Além destes, durante tempo indeterminado, deverão ser executados: o tratamento de líquidos percolados, até que os afluentes do sistema de destinação apresentar teores de DBO e outros parâmetros que permitam cessar o tratamento; manutenção de acessos; manutenção das camadas de lixo (quando necessário); e, manutenção do sistema de drenagem superficial.

Uma vez que a instalação e operação da CTDR Amparo trarão mais benefícios que impactos negativos, e visto que suas operações não terão influência direta na área da Barragem Duas Pontes, conclui-se que é viável a instalação dos empreendimentos nos locais pré-definidos, sem perda de qualidade ou influência negativa nos serviços prestados.



Portanto, embora a área da barragem esteja inserida na AII da CTDR Amparo, uma vez que os empreendimentos terão vias de acesso independentes, e todos os estudos e monitoramentos ambientais da Central serão realizados com o objetivo da manutenção ambiental local e preservação da qualidade das águas, pode-se concluir que a instalação e operação da CTDR Amparo não produzirão impactos negativos na Barragem Duas Pontes.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Comitê PCJ. **Apresentação sobre o EIA/RIMA**. 2014. Disponível em: <[http://www.comitespcj.org.br/images/Download/CTDR-Amparo\\_Apresentacao-EIA.pdf](http://www.comitespcj.org.br/images/Download/CTDR-Amparo_Apresentacao-EIA.pdf)>. Acesso em 16 jul 2014.

Comitê PCJ. **Situação dos estudos da Macrometrópole - Barragens e o Sistema Adutor Regional**. Engº Hiroaki Makibara, 122ª Reunião Ordinária da CT-MH, em 28/06/2013. Disponível em: <[http://www.comitespcj.org.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=378:barragens-pedreira-e-duas-pontes&catid=156:arquivo-pcj&Itemid=360](http://www.comitespcj.org.br/index.php?option=com_content&view=article&id=378:barragens-pedreira-e-duas-pontes&catid=156:arquivo-pcj&Itemid=360)>. Acesso em 16 jul 2014.

DAEE. Macrometrópole Sumário Executivo. **Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista**. 2013. Disponível em: <[http://www.daee.sp.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1112:plano-diretor-de-aproveitamento-dos-recursos-hidricos-para-a-macrometropole-paulista&catid=42:combate-a-enchentes](http://www.daee.sp.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=1112:plano-diretor-de-aproveitamento-dos-recursos-hidricos-para-a-macrometropole-paulista&catid=42:combate-a-enchentes)>. Acesso em 16 jul 2014.

SÃO PAULO (Estado). **Decreto n.º 60.141, de 11 de fevereiro de 2014**. Decreta de utilidade pública, para fins de desapropriação, pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE, imóveis situados nos Municípios de Campinas, Pedreira e Amparo, necessários a instalação de barragens para incrementar e aprimorar a oferta hídrica para as Bacias de Piracicaba, Capivari e Jundiaí (PCJ) e Sistema Cantareira. Disponível em: <[http://www.comitespcj.org.br/images/Download/Decreto-60141\\_11-02-14\\_Barragens-PCJ.pdf](http://www.comitespcj.org.br/images/Download/Decreto-60141_11-02-14_Barragens-PCJ.pdf)>. Acesso em 16 jul 2014.



SÃO PAULO (Estado). **Deliberação CONSEMA Normativa n.º 01, de 14 de setembro de 2011.** Estabelece normas para solicitação, convocação e realização de audiências públicas.

Disponível em:  
<<http://www.ambiente.sp.gov.br/consema/files/deliberacoes/2011/DelNormativa01.pdf>>  
. Acesso em 13 de ago de 2014.