

CENTRAL DE TRATAMENTO E DESTINAÇÃO FINAL DE
RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DE GARÇA SP

ATERRO DE REJEITOS

PLANO DE ADEQUAÇÃO E ENCERRAMENTO



Bauru

junho, 2014

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	3
2	DIAGNÓSTICO.....	5
2.1	DESCRIÇÃO DO SISTEMA EXISTENTE	5
2.1.1	Localização.....	5
2.1.2	Infraestrutura	7
2.1.3	Instalações e Equipamentos.....	8
2.1.4	Operação.....	15
2.2	CARACTERIZAÇÃO FÍSICA	16
3	CONCEPÇÃO.....	19
4	DESCRIÇÃO	25
4.1	ACESSOS.....	25
4.2	DISPOSIÇÃO DAS CAMADAS DE RESÍDUOS	25
4.3	DRENAGEM DE CHORUME	26
4.4	DRENAGEM DE GASES.....	27
4.5	COBERTURA FINAL E DRENAGEM PLUVIAL	28
4.6	MONITORAMENTO.....	29
4.6.1	Águas Subterrâneas	29
4.6.2	Águas Superficiais.....	32
4.7	MANUTENÇÃO	32
5	USO FUTURO	35
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37
7	DESENHOS	38

1 INTRODUÇÃO

A área onde se localiza o sistema de tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos do município de Garça - SP encontra-se em operação desde 1991, quando foi concebido e implantado o aterro em valas. As valas foram dimensionadas com capacidade individual de 300 m³, para um total de 30 unidades.

Apesar da concepção simplista adotada, o sistema deixou de ser operado como aterro para tornar-se mais um típico “lixão”, com grande dispersão dos resíduos, sem que ocorresse uma cobertura sistemática.

Com a finalidade de se entender o histórico desde então, a atual administração municipal efetuou um levantamento em que se destacam as principais ocorrências que se seguiram, como mostrado na Tabela 1.

Atualmente o sistema continua em operação, com triagem de materiais e a compostagem dos resíduos que são beneficiados nos equipamentos existentes. Os rejeitos são, ao final, destinados à área de disposição final, onde uma empresa contratada efetua o transporte, descarga, compactação e cobertura.

Em virtude da capacidade limitada da área do aterro de rejeitos e da carência de diretrizes técnicas que visem a disposição, minimizando-se os impactos ambientais, torna-se necessária a proposição de um plano para adequação e encerramento dessas atividades.

Durante este período de adequação, o município deverá buscar nova área para destinação desses rejeitos, assim como concretizar o Plano Municipal de Gestão de resíduos, que possibilite explorar a experiência adquirida na operação da atual usina de triagem e compostagem de RSU.

Tabela 1: Histórico com as ocorrências de destaque, acerca da área destinada ao sistema de tratamento e disposição final de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) de Garça.

Data	Ocorrência
01/01/1995	Concessão de uso do terreno para construção da usina de reciclageme compostagem
29/12/1995	Aditamento de convenio com a secretaria de ciência, tecnologia e desenvolvimento econômico (30/11/94)
20/09/1996	Resposta da UNESP sobre acompanhamento
28/09/1996	Inauguração da usina com manejo da Prefeitura
31/08/1999	Estudos de Caracterização Hidrogeológicas
03/10/1999	CETESB - Relatório
30/12/1999	Atestado de execução de projeto do sistema de tratamento, recuperação da área do Lixão, novos aterros de rejeitos pelo geólogo Nariaqui Cavaguti
04/02/2000	CETESB - SD instalação
29/03/2000	Consórcio pro recuperação rio do peixe passa usina de lixo para o município
18/09/2000	Oficio da promotoria por irregularidades
16/10/2000	Início dos trabalhos na usina pela empresa garça serviços ambientais
12/12/2000	Atestado de capacidade técnica
20/03/2001	Aditamento de contrato
06/07/2001	CETESB - Licença de Funcionamento
31/07/2001	Relatório da Garça Serviços Ambientais recebimento de Licença de funcionamento
28/06/2002	Pedido de pá carregadeira e retro escavadeira para usina
01/11/2002	CETESB - AIIPA de lançamento de plástico fora da área da usina
14/03/2003	Declaração da PM para Constroeste de participação na concorrência
14/01/2004	Aumento da frota da empresa Garça Serviços Ambientais
22/11/2005	CETESB - renovação da LO
11/04/2006	Notificação de rescisão de contrato
20/04/2006	CETESB - advertência de manejo inadequado das valas
03/05/2006	Relatório da empresa Garça Serviços Ambientais
04/05/2006	Resposta da prefeitura para CETESB
15/05/2006	Disposição de Resíduos de saúde
17/05/2006	CETESB - informação técnica
17/07/2006	Mudança de responsável pela usina, em caráter emergencial para Constroeste
17/11/2006	CETESB - advertência de disposição inadequada de lixo de varrição e rejeito
07/12/2006	Relatório da empresa CONSTROESTE
31/01/2008	Alteração da Empresa Para Macchione
17/06/2008	Melhorias para Macchione
01/09/2008	Parecer Técnico sobre a qualidade do composto
09/10/2008	Proposta de medidas da Macchione
15/12/2010	CETESB - renovação da LO até 2015

O acesso principal ao município é feito através da SP-294 - Rodovia Comandante João Ribeiro de Barros.

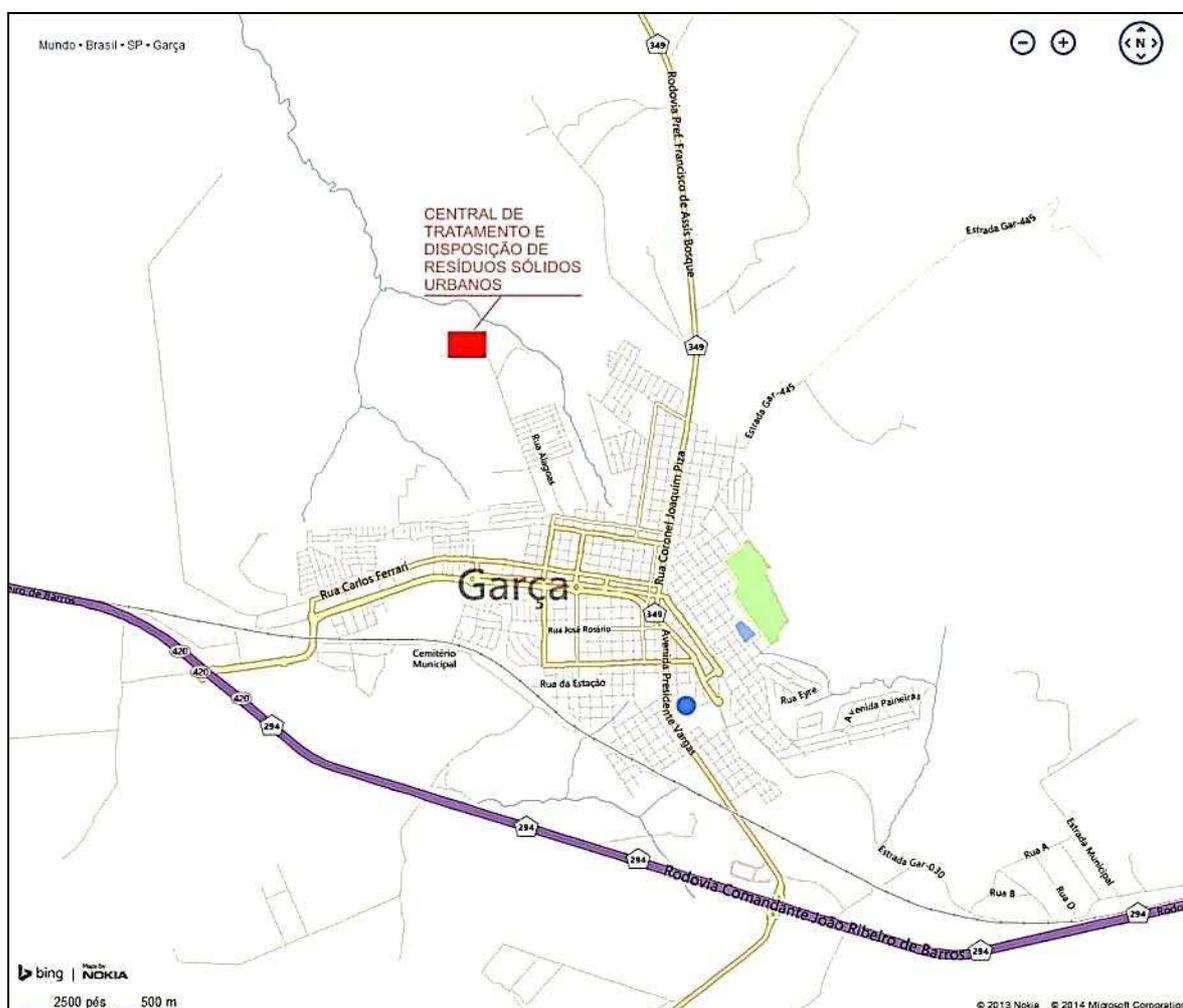


Figura 2: Acessos municipais principais e localização da Central de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos de Garça.

▪ **Empreendimento**

A área onde se encontra implantado o sistema de tratamento e disposição final dos resíduos sólidos urbanos de Garça - SP (Usina de Triagem/Compostagem), com área de 4,58 alqueires paulista, está localizada no Bairro Fazenda São Jorge, próximo à estrada municipal GAR-444 a cerca de 1.600 metros a noroeste da atual mancha urbana de Garça, em zona rural. Do total, 32.666 m² estão ocupados pelas instalações da Usina de Triagem/Compostagem e infraestrutura administrativa e os restantes 78.139 m² estão sendo utilizados para a disposição final dos rejeitos. O curso d'água mais próximo do empreendimento é o Córrego Tibiriçá, inserido na Bacia do Aguapeí. O acesso é feito

através de ruas pavimentadas na área urbanizada e mais 1.600 metros em estrada municipal de terra (GAR-444) transitável o ano todo.



Figura 3: Localização do empreendimento e visualização do uso do solo no entorno (Bing, 2012). Coordenadas UTM da entrada (22K): 637.198,95 m E;7.545.203,61 m S e elevação: 628 m.

2.1.2 Infraestrutura

A Central de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos de Garça, desde 1997, é dotada de infraestrutura para processamento e área para destinação final de rejeitos. A disposição do sistema e as unidades componentes são mostradas na Figura 4.



Figura 4: Central de tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos de Garça: (A) Entrada; (B) Galpão de escritório e oficina; (C) Galpão de enfardamento; (D) Recepção de resíduos; (E) Esteira de triagem; (F) Peneiramento primário e baia de rejeitos; (G) Pátio de compostagem; (H) Beneficiamento de composto; (I) Lagoa de chorume (lixiviado); (J) Área de disposição final de rejeitos.

2.1.3 Instalações e Equipamentos

A Central conta com boa infraestrutura de controle de acesso, dotada de cercamento, portão de entrada e guarita, assim como faixa de isolamento vegetal, como se observa na Foto 1. Para dar suporte às operações, o sistema conta com área administrativa, oficina e almoxarifado instalados em galpão coberto (Foto 2).



Foto 1: Entrada do empreendimento (Central de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos de Garça).



Foto 2: Galpão de escritório e oficina.

As instalações que envolvem a triagem de materiais encontram-se em estado precário, com problemas estruturais e equipamentos antigos, que exigem manutenção contínua e intensiva (Foto 3, Foto 4, Foto 5 e Foto 6).



Foto 3: Recepção de e esteira de triagem.



Foto 4: Esteira de triagem manual.



Foto 5: Transportadora de rejeitos da esteira de triagem manual para peneira rotativa.



Foto 6: Peneira rotativa e pátio de compostagem ao fundo.

O galpão de prensagem e estocagem encontra-se em melhores condições e bem organizado (Foto 7). A compostagem ocorre em pátio apropriado com piso em concreto, mas com fissuras aparentes (Foto 8). O lixiviado é coletado precariamente e encaminhado para uma das lagoas de chorume.



Foto 7: Galpão de prensagem e estocagem de recicláveis.



Foto 8: Pátio de compostagem pavimentado.

A área destinada em receber os rejeitos tem sido empregada desde 1991, com os resíduos sendo dispersos em finas camadas. Verifica-se que as diretrizes de projetos previamente existentes não foram devidamente seguidas, destacando-se o estudo detalhado elaborado por Cavaguti em 1999. Neste trabalho a proposta do aterro de rejeitos indicava uma vida útil para até 2013, que é compatível com a capacidade designada naquele momento, para os resíduos que seriam dispostos na área de aterramento. Portanto, torna-se coerente a implementação das atividades de encerramento do aterro, com as adequações cabíveis, propostas no presente trabalho.

Observa-se que as atividades de disposição dos rejeitos ocorreram de maneira alternada em diferentes pontos, e incluíram a destinação de composto não comercializado em áreas distintas (Foto 9 e Foto 10).

Apesar da disponibilidade de equipamentos adequados, o aterramento dos rejeitos não se dá na forma de rampa e sim em camadas horizontais, seguidas do lançamento de solo para cobertura, como observado na Foto 11. Com consequência, a demanda por solo de cobertura acaba sendo maior que a necessária.



Foto 9: Face limite oeste da área de aterramento de rejeitos.



Foto 10: Vista da usina a partir da face oeste da área de aterramento de rejeitos.



Foto 11: Frente de disposição final de rejeitos da Central de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos, localizada à sudoeste da área de aterramento de rejeitos.

2.1.4 Operação

▪ *Informações Sobre os Resíduos*

A Central de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos de Garça dispõe de infraestrutura para processamento/triagem de resíduos, assim como de uma unidade de tratamento, representada pelo pátio de compostagem e seu beneficiamento.

O sistema processa mensalmente, em média, 992 t de RSU, o que implica em uma taxa “de geração” per capita de 0,760 kg/hab.dia. Mensalmente produz uma média de 277 t de composto e comercializa 28 t de materiais para reciclagem (Tabela 2).

Apesar da quantidade significativa de composto, o mesmo tem uma demanda muito irregular e sua aplicação é restrita, o que muitas vezes resulta no encaminhamento do produto para o aterro. De qualquer forma, a redução volumétrica no processo traz benefícios em termos de ocupação do espaço no aterro de rejeitos.

Tabela 2: Dados de geração e produtividade da Central de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos de Garça.

Mês/Ano - 2013	Coleta (t)	Taxa de geração(kg/dia.hab)	Composto (t)	Reciclável (kg)	Reciclável (t)	Aterro (t)	Coleta Reciclável(t)
Janeiro	1.015	0,76	280	23.897	24	711	991
Fevereiro	908	0,76	246	26.914	27	635	881
Março	1.033	0,78	287	34.700	35	711	998
Abril	971	0,75	292	23.198	23	656	948
Mai	995	0,75	278	27.468	27	690	968
Junho	981	0,76	285	29.162	29	667	952
Julho	1.010	0,76	292	22.950	23	695	987
Agosto	1.004	0,75	275	24.663	25	704	979
Setembro	1.013	0,79	265	32.873	33	715	980
Outubro	1.007	0,76	251	14.172	14	742	993
Novembro	959	0,75	280	44.115	44	635	915
Dezembro	1.009	0,76	292	35.370	35	682	974
Média	992	0,760	277		28	687	964
População	42.907	hab					

▪ *Previsão*

Um dos parâmetros que deve ser considerado para previsão na geração de resíduos é a demografia. Analisando-se os dados da Fundação SEADE, verifica-se que a população total do município manteve-se praticamente estabilizada, com uma taxa geométrica de crescimento de -0,16% ao ano. Para o período em que se pretende implementar a adequação e encerramento, a população considerada foi de 42.097 habitantes.

Tabela 3: Informações demográficas do município de Garça (SEADE, 2014).

População	Ano			
	2000	2003	2010	2013
Total	43.145	43.326	43.115	42.907
Urbana	36.372		39.192	
Rural	6.773		3.923	
Taxa Geométrica de Crescimento Anual entre 2010 e 2013 (% a.a.)				-0,16

2.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA

A caracterização física é baseada em trabalho de Cavaguti (1999), onde se apresenta o devido detalhamento físico da área do empreendimento. As informações que seguem são as mais relevantes para compreensão das características primordiais da área em questão.

▪ *Geologia e Solo*

Localmente, predomina a Formação Marília que é constituída por arenitos de granulação média a fina, com níveis rudáceos de pequena espessura, formando escarpas características. Apresentam coloração clara amarelo-esbranquiçada. As estruturas sedimentares presentes são estratificação plano-paralela incipiente e um sistema de fraturamento aproximadamente horizontal predominante no topo. Encontram-se cobertos por solo residual avermelhado podzólico textura média

Amostra média representativa do topo do substrato rochoso (contato solo-rocha) com sinais de ação intempérica apresenta as seguintes características:

A. % de areia total = 72,4; % de silte total = 14,9 e, % de argila total = 12,7;

- B. Módulo de finura AFS igual a 157 e da fração arenosa igual a 74. Diâmetro médio das partículas do solo natural (D_{50}) igual a 0,144 mm e pico granulométrico entre as peneiras de números ASTM 70 e 100;
- C. Massa específica igual a 2,69 g/cm³;
- D. Limite de liquidez igual a 14,8 e índice de plasticidade igual a 5,6 (argila pouco plástica);
- E. Teor de umidade ótimo para a compactação igual a 11,7%;
- F. Coeficiente de permeabilidade do solo saturado determinado *in loco* $1,5 \times 10^{-4}$ cm/s;
- G. Coeficiente de permeabilidade da amostra compactada (Proctor 90%) igual a $2,6 \times 10^{-5}$ cm/s.

▪ **Hidrogeologia**

As sondagens executadas por Cavaguti (1999) forneceram as informações apresentadas na Tabela 4, com relação ao nível d'água:

Tabela 4: Informações sobre o nível de água na área do empreendimento. Furos de sondagem indicados no Desenho SEQ.

Furo de Sondagem	Profundidade (m)	Material no final	Nível d'água
F.1	3,8	Substrato rochoso	Não encontrado
F.2	4,2	Substrato rochoso	Apenas indícios no final
F.3	3,0	Substrato rochoso	Apenas indícios no final
F.4	4,1	Linha de seixos	Não encontrado
F.5	4,2	Linha de seixos	Não encontrado
F.6	4,0	Linha de seixos	Não encontrado

Por indícios de água, no final do furo de sondagem, entende-se que o solo apresenta-se com umidade elevada (indicando proximidade do nível d'água). Além disso, a amostra do final do furo encontra-se lixiviada, mostrando presença de aquífero, ao menos em estação chuvosa.

O substrato rochoso (arenitos da Formação Marília) apresenta um sistema de fraturamento aproximadamente horizontal mais acentuado em sua parte superior, propiciando a percolação intensa de água, com a conseqüente formação do aquífero freático na faixa superior do substrato rochoso.

A água subterrânea é representada pelo aquífero Bauru com recarga direta pela superfície. Na área destinada do empreendimento, as pesquisas desenvolvidas por Cavaguti (1999) possibilitaram concluir que a superfície do aquífero freático, acompanha o contato solo-rocha, seguindo, de maneira suavizada, a superfície topográfica. Desta forma, conclui-se que nas partes topograficamente mais baixas, a superfície freática poderá ser encontrada na profundidade de 3,0 m, enquanto na parte mais elevada (limite sul da área do aterro), o aquífero freático encontra-se à profundidade igual ou superior à 8,0 m.

O fluxo é radial, seguindo aproximadamente o declive da própria superfície topográfica. Na faixa marginal topograficamente mais baixa (norte), a superfície freática encontra-se à profundidade de 3,0 m, com aumento gradual à medida que se sobe a encosta em direção à usina. Nas proximidades das lagoas de chorume, a superfície freática encontra-se à profundidade igual ou superior à 8,0 m.

O curso d'água mais próximo é representado pelo Córrego Tibiriçá, que representa além do limite norte-nordeste da área, e que escoar no fundo de um vale escarpado, característico da Formação Marília. Residências não ocorrem dentro da faixa de 500 metros.

As características hidrogeológicas basearam-se no trabalho prévio (Cavaguti, 1999), onde se apresentam os resultados dos ensaios laboratoriais (especialmente a determinação do coeficiente de permeabilidade do solo compactado) e com a determinação do coeficiente de permeabilidade "in situ". Foram 6 furos de sondagem com trado concha manual, e ensaios à profundidades de metro em metro, até 4,0 metros com a aplicação do método "augerhole" (poço invertido), com a determinação do parâmetro em solo saturado.

Os resultados do referido autor permitem verificar que a maior permeabilidade encontrada nos solos da área ocupada para disposição de resíduos sólidos é um coeficiente de valor médio $4,2 \times 10^{-4}$ cm/s. A compactação destes solos com procedimentos tradicionais pode reduzir significativamente esta permeabilidade do solo natural. Resultados de ensaios de determinação do coeficiente de permeabilidade em amostras compactadas (90% do Proctor Normal) mostraram que o maior coeficiente de permeabilidade encontrado foi $3,4 \times 10^{-5}$ cm/s.

3 CONCEPÇÃO

- *Considerações sobre Processos de Atenuação Natural*

O processo de interação solo-chorume e as reações físico-químicas envolvidas durante a percolação resultam na atenuação da carga de contaminantes do chorume. Esse processo de atenuação implica na redução da concentração de contaminantes durante o respectivo transporte através do solo. Diversos fatores associados ao solo promovem a capacidade natural de atenuação, porém esta capacidade de assimilar contaminantes é limitada. Os processos que influenciam a atenuação podem ser desde uma simples diluição através da água não contaminada, que se infiltra no solo, até interações físico-químicas complexas, que fixam ou retardam o movimento dos contaminantes através do meio constituído pelo solo.

Historicamente, o uso da capacidade natural de atenuação do solo tem sido bastante comum, mesmo quando não se tinha exatamente esse conceito em mente. Apesar disso, atualmente, considera-se que o uso da capacidade de atenuação do solo é de alto risco e deve ser considerado somente em alguns casos particulares, tais como em sistemas de pequeno porte. O uso da capacidade da atenuação do solo é considerado de alto risco, com base em duas questões: dificuldades na estimativa da carga de contaminantes e a quantificação dos mecanismos de atenuação dessa carga presente no chorume. O conceito atual de sistemas de disposição considera a maximização da capacidade de contenção e remoção do chorume.

Um local ideal para disposição é aquele capaz de conter indefinidamente os resíduos e o chorume resultante, com base nas características geológicas, hidrogeológicas e através de mecanismos de engenharia. Um sistema de atenuação natural possibilita a migração lenta dos líquidos, permitindo o envolvimento de processos de atenuação e dispersão, reduzindo a concentração de poluentes a níveis aceitáveis.

Embora os conceitos atuais de sistemas de disposição não utilizem essa capacidade como uma filosofia de projeto, a capacidade natural de atenuação é ainda considerada como um importante mecanismo de segurança. Deve-se considerar, ainda, que inúmeros sistemas no Brasil, apesar da legislação e dos novos conceitos, ainda permanecem como os conhecidos “lixões”, em que se emprega ao extremo, a capacidade natural do solo em atenuar a carga de contaminantes. Na maioria dos casos, certamente ocorrem sobrecargas

que resultam na propagação de seus efeitos a longas distâncias, caso não sejam implantados mecanismos de contenção, resultando na necessidade de remediação de área.

Como descrito por McBean et al (1995) e Qasin et al (1994), atenuação é um processo físico, químico e/ou biológico, que causa um decaimento transitório ou permanente na concentração de contaminantes dos resíduos aterrados durante um determinado tempo ou distância percorrida.

A atenuação do chorume a partir de “lixões” e aterros de resíduos ocorre em dois estágios: (1) escoamento através da zona insaturada, e (2) escoamento através do aquífero subterrâneo. Em estudo efetuado por Calças e Hamada (2001) avaliou-se o transporte de líquidos e a atenuação da carga orgânica do chorume de aterro sanitário em um solo arenoso fino, compactado com diferentes graus de compactação. Para tanto foram construídas colunas de 1 m do solo compactado com 75 (natural), 80, 85, 90 e 95% do Proctor Normal, que foram alimentadas aos pares, uma com água e outra com chorume, em condições não saturadas. Observou-se que mesmo com a densidade natural este solo, apesar de arenoso, apresenta características importantes de atenuação natural, com retenção significativa de matéria orgânica, sendo que a capacidade de atenuação tornou-se bastante significativa, quando compactado em graus acima de 85% do Proctor Normal.

Por tratar-se de um sistema de disposição em que não se emprega recursos artificiais para contenção de chorume, fica evidente que o fenômeno natural de atenuação é responsável pela minimização de riscos relacionados ao transporte de poluentes através do solo. O impacto proporcionado pelos poluentes no solo e aquífero, também depende da presença do elemento receptor, usuário das águas subterrâneas. Neste caso de Garça, este risco não é cabível, uma vez que não existem os receptores à jusante da área do aterro. Pelo fato do escoamento subterrâneo convergir para o corpo d'água superficial, que é o Córrego Tibiriçá, este seria o elemento passível de monitoramento. Contudo a presença da ETE municipal tem grande potencial para interferir nos resultados, não só pelos efluentes lançados, como, pela natureza construtiva do Sistema que é por lagoas de estabilização, cuja concepção mais antiga, não previa a devida impermeabilização.

Em função do exposto, após 23 anos de atividades de disposição de resíduos de forma dispersa sem a implantação de *liners* não há sentido em se aplicar qualquer técnica que vise a impermeabilização do solo ou das camadas intermediárias de resíduos do aterro que se encerra nos próximos anos.

▪ *Sobre a Geração de Chorume*

Para um aterro sanitário o balanço de água corresponde à soma de quantidades que entram e a subtração de quantidades de água que são consumidas nas reações químicas e a quantidade de água que deixa o aterro como vapor. O potencial, portanto, corresponde à quantidade de água que excede a capacidade de retenção de umidade da massa aterrada (solo e resíduos).

A água que entra no aterro é representada pela umidade contida na massa de resíduos e cobertura diária e aquela resultante do balanço entre precipitação, evapotranspiração, e da capacidade de campo da camada de cobertura. As estimativas para o balanço de água de aterros sanitários podem ser efetuadas através de vários métodos. Lu et al. (1981 e 1984) elaboraram um resumo sobre as técnicas disponíveis para estimativa do volume de chorume. Este estudo resultou num total de 240 procedimentos diferentes para cálculos de geração de chorume.

Contudo, os resultados são muito variáveis e dependem da qualidade das informações disponíveis, principalmente no que se refere aos dados climáticos e operacionais. Conclui-se que metodologias simplificadas são mais adequadas para os casos em a confiabilidade e consistências das informações são mais baixas. Nesse sentido, para o caso de aterros sanitários no Brasil, tem-se aceito as considerações de Fenn et al. (1975) e Dass et al. (1977), que apresentaram uma análise do balanço de água, em que a fonte primária de líquidos no aterro é a precipitação, o que é bem característico de países tropicais. Vale lembrar que parte da precipitação resulta em escoamento superficial, uma parte é devolvida à atmosfera na forma de evapotranspiração do solo e das superfícies de plantas, e o resto se acrescenta ao armazenamento de umidade do solo. Sempre que a umidade excede a capacidade de campo do solo a água infiltrará no interior do aterro.

No Brasil, com grande frequência, o volume de percolado da camada de cobertura tem sido determinado com base no balanço proposto por Hanley e Geare (1975), descrito por Rocca (CETESB-1993).

Verifica-se, pela avaliação dos parâmetros envolvidos, que os fatores importantes que governam a taxa de percolação são: precipitação, escoamento superficial, evapotranspiração, e armazenamento de umidade no solo. Dentre os fatores citados, a evapotranspiração e o armazenamento de umidade no solo são normalmente de pouco interesse para o engenheiro civil, mas de grande interesse para os engenheiros agrônomos e agrícolas.

necessariamente em meio saturado. Neste caso, o valor do coeficiente de permeabilidade (que é determinado em meio saturado) não pode ser empregado nos cálculos.

Mas mesmo que se considere a possibilidade de se capturar a totalidade do chorume (percolado ou lixiviado) de pico histórico, o volume diário pode ser contido em uma das lagoas existentes e encaminhado para Estação de Tratamento de Esgotos.

O sistema de drenagem de chorume proposto visa eliminar riscos de acúmulo de líquidos na massa de resíduos aterrados, garantindo sua estabilidade estrutural. Vale ressaltar que a estabilidade é garantida também pela massa relativamente pequena e baixa altura do aterro em questão.

- **Biogás**

A área onde se destinam os rejeitos da usina de triagem e compostagem não possui sistema de coleta do gás gerado no processo natural de degradação do material orgânico biodegradável, o que implica na sua emissão para a atmosfera.

De acordo com Bahr, T. et al (2006), emissões descontroladas de gases provenientes de aterros contribuem expressivamente para o efeito estufa em vista dos seus teores de metano. Como consequência da liberação de CH₄, o teor de metano atmosférico aumentou mais do que o seu dobro desde o início da industrialização. O atual aumento é, em média, cerca de 1% ao ano. Em países emergentes e em desenvolvimento, a disposição inadequada de resíduos (sem contenção de gases e chorume) apresenta-se como uma prática comum, que poderia ser associado ao sistema de disposição final de rejeitos de Garça.

Embora em países emergentes e em desenvolvimento exista um grande potencial para a degradação biológica de componentes de resíduos e as condições técnicas sejam baratas, a utilização dessa fração biológica para a produção de biogás e compostagem não é encontrada em quantidades significativas.

Contudo, é interessante considerar que algumas técnicas podem ser utilizadas como pré-tratamento de resíduos antes da disposição. Essas técnicas podem trazer benefícios interessantes na prática. Como exemplo, um sistema de compostagem, mesmo que não atinja a meta de produção de composto de qualidade, não pode ser considerada inútil uma vez que o processo promoveu certamente uma redução significativa de massa e aumento da estabilidade biológica, mesmo que limitada. Acrescente-se por ser um processo aeróbio, não gera metano.

Ou seja, embora o produto final não possa ser considerado como composto para comercialização, sua disposição em forma de aterro de rejeitos, além da redução de massa propriamente dita, traz contribuição significativa reduzindo a emissão de metano para atmosfera.

Portanto, tanto pelo porte, como pela forma que o sistema é operado atualmente, não é relevante que se estime a quantidade de biogás ou que seja implementada alguma técnica para seu tratamento. Porém, deve ser esclarecido, que o sistema de drenagem de gases deve existir para que não constituam bolsões ou prejudiquem a estabilidade do maciço de resíduos. Para os drenos verticais, estão previstos queimados verticais por questões de segurança operacional.

4 DESCRIÇÃO

4.1 ACESSOS

Além dos acessos previamente existentes, a área de adequação e aterramento contará com um sistema viário principal constituído por via periférica para circulação de veículos e acessos às células de disposição de lixo (Desenho SEQ).

Este acesso principal deve permitir o trânsito de caminhões sob quaisquer condições climáticas para que os veículos de coleta cheguem às células de aterramento. As vias principais serão complementadas por acessos secundários à frente de operação. Quando operando sobre as camadas de cobertura intermediárias, essas faixas serão criadas como vias de circulação interna e receberão uma quantidade maior de terra de cobertura, permitindo o trânsito de caminhões.

Elementos componentes:

- Via periférica contornando a área efetiva do aterro e unidades complementares, com largura nominal de 6,0 m
- Acessos internos provisórios para acesso à frente de operação

4.2 DISPOSIÇÃO DAS CAMADAS DE RESÍDUOS

A capacidade, e conseqüente vida útil, desta fase de adequação e encerramento foi determinada com base na disponibilidade de área designada na concepção para encerramento do aterro de rejeitos e no fluxo dos materiais que entram em são processados pelo sistema. Também são considerados nessa estimativa os parâmetros operacionais esperados, segundo a disponibilidade de equipamentos empregados nas instalações.

Em função das condições operacionais na triagem e a da eficiência do processo de compostagem (item 2.1.4), optou-se por empregar os dados de forma conservadora, ou seja, considerar a totalidade de resíduos que entram no sistema como sendo aqueles que serão encaminhados ao aterro. Embora haja um indicativo de taxa de redução da população nos últimos anos, considerou-se que mesma será mantida. Desta forma foram empregados os parâmetros apresentados na Tabela 5.

Tabela 5: Parâmetros considerados para estimativa da capacidade na etapa de adequação e encerramento do aterro de rejeitos.

Parâmetro	Valor	Unidade
Massa específica do lixo compactado	0,6	t/m ³
Porcentagem de solo de cobertura	30	%
Taxa de geração per capita	0,760	kg/hab.dia
População atual	42.907	hab
Geração de lixo	32,6	t/dia
	978	t/mês

Com base na geometria apresentada no Desenho SEQ, composta por 3 camadas sobrepostas de resíduos aterrados, determinou-se a capacidade individual e a soma acumulada, assim como a respectiva vida útil, mostrada na Tabela 6. Assim, a vida útil desta fase de adequação e encerramento, poderá chegar a 4 anos, tempo suficiente para a definição de uma nova área para o sistema. O volume de solo de cobertura necessário para o aterro ao longo desse período para cada camada é mostrado na mesma tabela.

Tabela 6: Estimativa da capacidade e vida útil das camadas do aterro para adequação e encerramento.

Camada	Altura (m)	Área média (m ²)	Volume (m ³)	Massa de lixo (t)	Vida útil (meses)	Volume de solo de cobertura (m ³)	Vida útil acumulada	
							(meses)	(anos)
1	5	3.560	17.800	7.476	8	5.340	8	0,64
2	5	6.290	31.450	13.209	13	9.435	21	1,76
3	5	12.650	63.250	26.565	27	18.975	48	4,02

O município deverá providenciar o volume requerido de solo de cobertura em local fora da área da Central de Tratamento de Disposição Final de Resíduos, uma vez que não há, praticamente, espaço para obtenção desse material no local.

4.3 DRENAGEM DE CHORUME

Por constituir um aterro previamente existente, com quantidades significativas de resíduos dispostos intercalados com coberturas de solo, não há uma base rígida para justificar a instalação de drenos convencionais. Assim, os drenos de chorume (percolado

ou lixiviado) devem ser executados como se fossem instalados em camadas intermediárias de cobertura.

Neste caso a função principal dessa drenagem é permitir o fluxo de líquidos em direção ao sistema principal, para impedir seu acúmulo no interior do maciço. Não será constituído por tubos ou qualquer material granular e sim por simples valas escavadas, denominadas valas-dreno, que podem traspasar a camada de cobertura e são preenchidas pelo próprio lixo que estará sendo descarregado no aterro. A execução das valas-dreno somente deve ocorrer na frente imediata de disposição em trecho restrito, e deve ser preenchida com o lixo, onde ocorrerá em seguida a deposição normal da frente de serviço. A distância máxima entre as valas-dreno será de 30 m. Essas valas serão interligadas em sua extremidade, aos drenos de pé-de-talude (definitivos).

Os drenos de pé-de-talude constituirão valas preenchidas por rachão. Nas extremidades próximas à caixa de recepção para remoção do chorume devem ser instalados tubos-drenos de PEAD de 150 mm. O comprimento desse tubo é de 2,0 m (Desenho FIN).

4.4 DRENAGEM DE GASES

O sistema de drenagem vertical de gases, para maior eficiência, será conectado aos drenos de chorume, aproveitando sua capacidade de transporte. Neste caso, quando se define a localização dos drenos verticais de gases, estes serão alinhados de forma a interceptar os drenos de chorume, preferencialmente nos pontos de conexão de trechos da rede de drenagem.

Como os fluidos na massa aterrada não escoam homoganeamente e sim através de caminhos preferenciais, fica difícil definir um espaçamento uniforme entre os drenos verticais, assim como efetuar um dimensionamento para esse sistema. Embora admita-se na literatura distâncias de até 50 m entre os drenos verticais, adotou-se um limite máximo de 30 m, considerando-se a distribuição dos drenos de chorume e as possíveis interligações com os drenos verticais de gases.

A base dos drenos verticais será reforçada com uma laje quadrada de concreto armado com 20 cm de espessura. Essa base tem a função distribuir a carga que seria aplicada sobre o dreno de chorume, preservando-o. Sobre a base será assentado um tubo dreno de concreto (D=1000 mm) ancorado lateralmente por rachão. O desenvolvimento do dreno, que é gradual, será feito com tela de aço e ao centro, será instalado um tubo dreno

de concreto ($D=200$ mm), e o preenchimento anelar será com rachão. Nos trechos em que há cruzamento com camadas de cobertura, o dreno vertical receberá um segmento de tubo liso de concreto para impedir a entrada de solo e também para servir como reforço estrutural intermediário. Sobre a camada de cobertura intermediária onde aflora o dreno vertical, deve-se aplicar um novo reforço de rachão que envolverá conicamente o dreno.

No topo, antes da camada de cobertura final de solo, deve ser instalada uma manta geotêxtil (400 g/m^2). O tubo dreno central de concreto no percurso da camada de cobertura final, será substituído por um tubo liso, que seguirá além da superfície. Envolvendo o tubo central (200 mm), haverá um segmento de tubo liso de concreto, que será preenchido por solo compactado, constituindo a estrutura final do dreno vertical. Acima da superfície, um novo segmento de tubo de concreto (1000 mm) constituirá uma câmara que protegerá a extremidade do dreno de gases. Acima do tampão de concreto dessa câmara, se elevará um duto de tubo galvanizado de 25 mm com altura de 2,0 m acima do solo de cobertura final. Na extremidade, será instalado um queimador, constituído por uma chapa cilíndrica aberta para proteção contra o vento.

A distribuição total dos drenos verticais de gases proposta é mostrada no Desenho SEQ, com suas posições relativamente aos drenos de chorume. Os detalhes dos drenos verticais podem ser observados no Desenho FIN.

4.5 COBERTURA FINAL E DRENAGEM PLUVIAL

A cobertura diária corresponde àquela que ocorre no final do período operacional, com o objetivo de não deixar o lixo exposto durante algumas horas de parada. A cobertura intermediária de solo é a que cobre horizontalmente uma determinada camada de lixo compactado. No caso do presente aterro, serão 3 camadas de lixo. A espessura média admitida para a camada intermediária de cobertura será 0,40 m. A última camada, após o recobrimento com a camada intermediária inicial, receberá um complemento, totalizando uma espessura final de pelo menos 0,8 m.

A especificação da cobertura não se restringe à sua espessura, mas sim à compatibilização com o volume de lixo disposto diariamente e a frente de operação. A porcentagem esperada de solo para cobertura em relação ao volume total (terra + resíduo) foi de 30%, considerando-se as coberturas diária e intermediária.

O aterro em sua configuração final não deve apresentar superfícies planas horizontais, devendo-se manter declives em direção às bordas e às canaletas de drenagem, de no mínimo 1,0 %.

Do ponto de vista da integridade estrutural, da drenagem e de facilidades de acesso para manutenção, deve-se efetuar a confecção de bermas que apresentem largura de pelo menos 5 m. Para que a configuração final não ressalte demais em relação à morfologia local, com um mínimo de harmonia paisagística, definiu-se um máximo de 3 camadas de lixo.

Além da drenagem sobre a camada de cobertura, deverão ser instaladas canaletas nos pés-de-talude (bermas), além de estruturas de alvenaria, canalização de concreto e canaleta de gabião para descida da água (Desenho FIN). A drenagem principal, periférica ao aterro propriamente dito, deve ser constituída por canaletas de concreto (Desenho SEQ).

O sistema de drenagem pluvial contará, com canais, tubulações e caixas de passagem até os pontos de descarga, como mostrados no Desenho SEQ.

4.6 MONITORAMENTO

4.6.1 Águas Subterrâneas

O monitoramento visa determinar o grau de eficiência do sistema, em termos de contenção de contaminantes e em relação aos objetivos do projeto desenvolvido e aplicado. O monitoramento deve abranger: águas subterrâneas, verificação de vazamentos, águas superficiais e avaliações de campo.

Os elementos de monitoramento das águas subterrâneas do aterro são mostrados no Desenho SEQ, e serão os principais elementos para verificação das condições das águas subterrâneas nas proximidades do aterro de rejeitos. O conjunto de poços de monitoramento, composto por 4 unidades permitirá de forma mais representativa, através de coleta da água, a determinação de sua qualidade e as possíveis consequências da migração de chorume a partir do aterro. Outras funções dos poços de monitoramento incluem: verificação das variações do nível d'água do lençol freático (auxiliam na verificação da direção do fluxo) e elaboração de testes de dos parâmetros físicos e hidráulicos do solo (variações de permeabilidade).

A definição dos 4 poços, 1 de montante (PM-0) e 3 de jusante (PM-1, PM-2 e PM-3), baseou-se no escoamento sub superficial provável, que ocorre através das vertentes e segundo o indicativo potenciométrico de Cavaguti (1999).

Os poços de monitoramento deverão ser construídos de acordo com a **NBR 13895/97**, da ABNT - Construção de poços de monitoramento e amostragem.

O monitoramento das águas subterrâneas deve incluir procedimentos de amostragens, de acordo com a **NBR 9898/87** - Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores, cujas análises devem ser consistentes, com a finalidade principal de avaliar:

- Eficiência dos elementos de projeto, tais como os sistemas interceptores de chorume;
- Ocorrência da contaminação de águas subterrâneas e o grau e significância dessa contaminação; e
- Interferência de outras possíveis fontes de contaminação, que não o próprio aterro.

Apesar de parecer uma tarefa simples, as amostragens e análises e suas interpretações devem ser bastante criteriosas, uma vez que numerosos eventos podem alterar a qualidade da água, tais como:

- Perda de constituintes voláteis como resultado da variação da pressão devido à agitação;
- Alterações da amostra original devido ao uso de formas incorretas de preservação;
- Contaminação pelos próprios equipamentos de amostragem;
- Demora para análise da amostra; e
- Interferência de contaminantes externos

A análise das águas com a listagem completa deve ser efetuada na primeira amostragem e repetida anualmente, como mostrado na Tabela 7. A análise das águas com a listagem mínima será realizada trimestralmente, de acordo com a Tabela 8, a partir da segunda amostragem e se repetirá por três vezes, até ser complementado o ciclo de um ano, ocasião em que serão analisados os parâmetros da listagem completa. Esse procedimento se repetirá pelo tempo necessário a ser estipulado em função das condições de cada

empreendimento. Os resultados obtidos serão submetidos à CETESB, que a seu critério, poderá alterar a periodicidade e os parâmetros das análises.

Tabela 7: **Listagem completa** de parâmetros indicadores de contaminação de águas subterrâneas (DAIA-SMA-SP, 2004).

Características organolépticas	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Condutividade elétrica ▪ Sólidos totais dissolvidos ▪ Dureza total ▪ pH 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Óleos e graxas ▪ Cor aparente ▪ Turbidez
Componentes Inorgânicos	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Alumínio ▪ Bário ▪ Cádmio ▪ Cobre ▪ Chumbo ▪ Cloretos ▪ Cromo total ▪ Ferro total ▪ Fosfato total ▪ Magnésio 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Manganês total ▪ Mercúrio ▪ Nitrogênio de nitrito ▪ Nitrogênio de nitrato ▪ Nitrogênio total Kjeldahl ▪ Potássio ▪ Selênio ▪ Sódio ▪ Zinco
Componentes Orgânicos	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ BTX ▪ Diclorometano ▪ Tricloroetano 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fenol ▪ Cloreto de metileno ▪ Cloreto de vinila
Bacteriológico	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Coliformes totais ▪ Coliformes fecais 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pseudomonasaeruginosas ▪ Salmonella

Tabela 8: **Listagem mínima** de parâmetros indicadores de contaminação de águas subterrâneas (DAIA-SMA-SP, 2004)

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Condutividade elétrica ▪ Sólidos totais dissolvidos ▪ pH ▪ Óleos e graxas ▪ Cloretos ▪ Alumínio ▪ Cromo total ▪ Chumbo ▪ Mercúrio 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cádmio ▪ Ferro ▪ Manganês ▪ BTX ▪ Diclorometano ▪ Triclorometano ▪ Cloreto de vinila ▪ Coliformes totais ▪ Coliformes fecais
---	--

4.6.2 Águas Superficiais

As águas de superfície são basicamente aquelas provenientes do escoamento superficial sobre o aterro, inclusive da frente de serviço, resultantes da precipitação pluviométrica. Outras águas desta categoria são aquelas dos mananciais de superfície, que recebem contribuição do escoamento subterrâneo e superficial. Portanto, seriam representativas para o monitoramento do aterro.

Contudo, devido a grande interferência da ETE municipal, localizada na vertente oposta do córrego Tibiriçá, os resultados de uma eventual amostragem não seriam conclusivas quanto à interferência do aterro na qualidade das águas superficiais desse corpo d'água. Portanto, optou-se por não propor o monitoramento das águas superficiais.

4.7 MANUTENÇÃO

Como o material orgânico se decompõe e perde-se massa na forma de gás e chorume, o aterro se acomoda com surgimento de recalques. Esses recalques podem surgir também em função do aumento da sobrecarga representada pelas camadas de lixo adicionadas e pela água que percola. O recalque pode resultar em rompimento da camada de cobertura e desalinhamento do sistema de drenagem de gás.

A quantificação dos efeitos provocada pelos recalques depende da compactação inicial, das características do material disposto, do grau de decomposição, dos efeitos da

consolidação quando água e ar são forçados na compactação, e da altura final. Espera-se que cerca de 90% do recalque total deva ocorrer dentro dos primeiros anos.

A integridade do sistema é de grande importância e sua manutenção deve ser encarada como medida preventiva de grande importância para o aterro. A manutenção da integridade do aterro reduz significativamente a parcela do escoamento superficial contaminado e aquela que infiltra no aterro, transformando-se em chorume. Além disso, reduz a proliferação de moscas e a dispersão de material para além dos limites do aterro.

A integridade do aterro inclui o sistema de isolamento da área, constituído pela cerca e pela vegetação (no caso o sansão do campo). O cercamento deve ser vistoriado regularmente com uma frequência mínima semanal. No caso da vegetação deve ser verificado seu desenvolvimento e a integridade da mesma.

Outras estruturas que devem ser vistoriadas semanalmente são: drenos de gases, canaletas para águas pluviais, poços de monitoramento, taludes do aterro e o sistema de bombeamento e infiltração de chorume. Qualquer dano deve ser imediatamente reparado, através de medidas corretivas compatíveis com o tipo de evento ocorrido. Os taludes, quando afetados pela erosão, devem ser reconstituídos pela adição de terra, sendo verificadas e corrigidas as causas do processo erosivo.

Os acessos devem receber atenção especial, sem que se estabeleça uma frequência para a vistoria, uma vez que suas condições são afetadas basicamente nos períodos de chuva. O acesso dos caminhões à frente de serviço deve ser garantido pelo reforço da base pela adição de cascalho ou brita, e pelo direcionamento adequado das águas resultantes do escoamento superficial.

Outros termos relacionados à integridade do sistema foram incorporados nas atividades de monitoramento.

O controle complementar contra proliferação de vetores está relacionado à existência de restos de alimentos que caem dos caminhões, ou são dispersos por animais e mesmo pela ação do vento, quando aderidos à sacos plásticos e papel. Esse material orgânico deve ser coletado, ensacado e disposto na frente de trabalho. Normalmente, moscas existentes no local podem empregar esse material como substrato para postura de ovos ou então utilizam como alimento, e sua concentração no local, e mesmo de outros tipos de animais, identifica a presença do material orgânico.

Normalmente, pela ação dos ventos, ocorre a dispersão, principalmente de sacos plásticos. Sua presença pode ser identificada nas adjacências da área de diversos aterros, mostrando ausência de serviço complementar. Embora a faixa de isolamento com

arbustos, garanta a retenção de boa parte desse material, as adjacências devem ser observadas, principalmente, considerando-se a direção predominante dos ventos.

A presença de material disperso dentro da área do aterro favorece o transporte dos mesmos para fora deste. Portanto, devem ser coletados, ensacados e dispostos na frente de disposição.

O controle de águas pluviais, sob o aspecto técnico ocorre através dos canais de drenagem projetados. Contudo, durante a disposição e o avanço da frente de serviço, geram-se algumas situações transitórias, que podem favorecer a entrada de água resultante do escoamento superficial de áreas adjacentes. Essas situações, de difícil planejamento, requerem atenção durante a execução e disposição do lixo. O objetivo principal é afastar o escoamento superficial originado fora da área de influência da frente de trabalho, minimizando a percolação da água para dentro da massa de lixo previamente aterrada, e reduzindo a quantidade de chorume gerado, para valores compatíveis com o previsto em projeto.

Nesse controle de águas deve-se acrescentar a manutenção dos canais projetados, especialmente aqueles existentes sobre camadas de lixo aterrada, uma vez que podem sofrer recalques consideráveis, principalmente nos primeiros anos de operação do aterro.

Cuidados especiais devem ser tomados pelos operadores do aterro e eventuais visitantes, com relação aos queimadores de gás instalados sobre os drenos verticais. Durante o primeiro ano de operação do aterro, não é esperada a geração representativa de metano, porém após esse período, sua presença deve ser verificada através da ignição (acendimento) dos “flares” (queimadores). Verificada a manutenção de chamas devem ser tomadas medidas sinalizadoras no local, indicando sua presença, uma vez que a mesma é praticamente invisível durante o dia.

5 USO FUTURO

Após o encerramento da atividade disposição sobre determinadas áreas, devem ser iniciadas as atividades de fechamento do aterro, com implantação da cobertura final e plantio de gramíneas, visando: a) minimização da infiltração de água do escoamento superficial; b) limitar o escape de gases não controlados; c) eliminar a possibilidade de proliferação de vetores; d) limitar o risco potencial do aparecimento de fogo; e) prover uma superfície adequada para recomposição vegetal. Para atingir esses objetivos, a cobertura final deve: a) resistir às condições climáticas extremas; b) resistir à erosão devido à água e ao vento; c) ser estável; d) resistir aos efeitos de recalque diferencial; e) resistir ao trânsito de equipamentos; f) resistir à alterações causadas pelos gases; e g) não romper com o crescimento das raízes da vegetação, e pela ação de animais ou insetos.

O emprego da área que será ocupada pelo aterro de rejeitos fica prejudicado para edificações, em função do comprometimento das características estruturais. Quanto ao uso agrícola, deverão ser tomadas algumas precauções, devido a possíveis migrações de gases, tais como metano e dióxido de carbono, que poderiam ocupar os vazios do solo, reduzindo a oxigenação das raízes. A elevação da temperatura também pode afetar o crescimento de vegetação que têm raízes mais profundas, assim como alterar a estrutura do solo. A adoção de uma cobertura final complementar, além da manutenção do sistema de drenagem de gases, podem reduzir significativamente esses efeitos.

Tais fatores direcionam o emprego de vegetais que apresentem boa resistência, tais como algumas espécies arbustivas e gramíneas. Caso seja considerada a exploração agrícola, a cobertura vegetal sobre uma camada extra de solo, por outro lado, é importante para a proteção do aterro, protegendo-o contra processos erosivos.

Portanto, boa parte das instalações existentes em um aterro de resíduos encerrado deve ser mantida durante o período em que ocorre a decomposição da matéria orgânica. Essa degradação, por sua vez, não ocorre de maneira uniforme, podendo, em alguns pontos do aterro, demorar muito tempo, exigindo ainda manutenções. Esse período pode variar de 10 a 30 anos.

A manutenção do aterro após seu encerramento envolve diversas atividades:

- Inspeções de rotina
- Manutenção da infraestrutura (controle de vegetação, sistema de drenagem de líquidos e gases e coleta e tratamento de chorume)

- Monitoramento ambiental

As inspeções envolvem os itens listados na Tabela9.

No Brasil, poucos experimentos com acompanhamento técnico-científico têm sido desenvolvidos, visando o uso de áreas previamente utilizadas para disposição de resíduos. Resultados conclusivos acerca dos aterros sanitários (segundo definição de norma) encerrados ainda não estão disponíveis.

Tabela9: Atividades de manutenção do aterro encerrado.

Itens	Freqüência	Problemaspotenciais
Coberturafinal	Anualmente e após chuvas intensas	Erosão e escorregamentos
Cobaturavegetal	4 vezes ao ano	Morte das plantas
Declividade do terreno	2 vezes ao ano	Formação de poças de água
Drenagem superficial	4 vezes ao ano e após chuvas intensas	Rompimento de drenos e tubulações
Monitoramento de águas subterrâneas	Segundo especificações de equipamentos e dispositivos	Perda de poços de monitoramento
Monitoramento de gases	Contínua	Odor, rompimento de drenos
Chorume	Segundo especificações de equipamentos	Quebra de bombas e rompimento de canalizações

Esses estudos visam a readaptação de vegetação nativa, contudo as avaliações preliminares tem mostrado que nem todas as espécies são viáveis. O próximo passo será selecionar as espécies mais adaptadas e que constituam uma diversidade significativa e que poderão ocupar antigas áreas destinadas aos resíduos. Para tanto, deve ficar claro que essa ocupação de vegetação não implica em edificações ou dispositivos urbanos incompatíveis com a fundação.

Desta forma, prevê-se que a atual área possa ser revegetada com determinadas espécies nativas, decorrido um tempo não inferior a 10 anos após finalizadas as atividades de disposição. Tempo este, estimado para que a produção de gases e o chorume não seja tal que comprometa a qualidade ambiental e nem represente risco à pessoas e animais que estiverem presentes no local.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bahr,T.; Fricke,K.; Hillebretch,K.; Kölsch,F. e Reinhard,B.; “Clean Development Mechanism – Tratamento de Resíduos Sólidos e Oxidação do Gás Metano para Minimização de Emissões”; in www.resol.com.br/trabtec 3.asp?id=1589; 2006.
2. Calças, D.A.N.Q.P, Hamada, J., Giacheti, H.L., Atenuação natural de contaminantes do chorume de aterrosanitárioemsolosarenosos In: 21º Congresso Brasileiro de EngenhariaSanitária e Ambiental, 2001, João Pessoa, Brasil.
3. Cavaguti, N., Plano de recuperação do sistema de tratamento e disposição de lixo do município de Garça. 1999.
4. Fenn, D.G., K.J. Hanley and T.V. DeGeare. Use of the water balance method for predicting leachate generation from solid waste disposal sites, US-EPA, SW-168. 1975.
5. McBean, E.A., Rovers, F.A., Farquhar, G.J., Solid Waste Landfill Engineering and Design. Prentice Hall, Inc. p. 521, 1995.
6. Qasim, S.R, Chiang, W., Sanitary Landfill Leachate: Generation, Control and Treatment. Technomic Publishing Co. Pennsylvania. 323 p. 1994.

7 DESENHOS

1. **TOPO** - Levantamento Planialtimétrico
2. **SEQ** - Etapas de Encerramento
3. **FIN** - Situação final, cortes e detalhes
4. **TOPO-G** - Levantamento Planialtimétrico sobre imagem Google Earth (2013)
5. **SEQ-G** - Etapas de Encerramento sobre imagem Google Earth
6. **PLT-FIN-G** - Situação Final sobre imagem Google Earth (2013)
7. **ART**