

ABES/MA – Seção Maranhão da ABES
VIII SEMINÁRIO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS
“Responsabilidade Sócio-ambiental”
Tema III: Resíduos Sólidos – Destino Final

Título do Trabalho:

**METODOLOGIA DE OPERAÇÃO DE ATERRO SANITÁRIO
NO MUNICÍPIO DE JUIZ DE FORA - MG**

Gisele Pereira Teixeira⁽¹⁾

Engenheira Civil e Especialista em Gestão Ambiental em Municípios pela UFJF
Mestre em Engenharia Ambiental – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da UERJ
Engenheira do Departamento Municipal de Limpeza Urbana de Juiz de Fora – MG
Professora Adjunta I da Universidade Presidente Antônio Carlos – UNIPAC/JF

Roberto de Avelar França

Engenheiro Civil pela UFMG
Supervisor de Contratos da Diretoria de Meio Ambiente da Construtora Queiroz Galvão S.A.

Gleide Borges Moraes Lacerda

Engenheira Civil pela UFRJ
Mestre em Engenharia Ambiental – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da UERJ
Diretora da empresa Thecnna Engenharia Ltda.

Endereço⁽¹⁾: Rua Palmares, 271 – Monte Castelo – Juiz de Fora - MG - CEP: 36.081-030 - Brasil - Tel: (32) 223-3614 ou (32) 3690-3507 ou (32) 9979-3920. E-mail: gisele@demlurb.pjf.mg.gov.br

Título do Trabalho:

**METODOLOGIA DE OPERAÇÃO DE ATERRO SANITÁRIO
NO MUNICÍPIO DE JUIZ DE FORA - MG**

RESUMO

O crescimento vertiginoso das cidades no século XX, e agora no início do século XXI, é um fato incontestável. O processo de urbanização crescente e, ao que tudo indica, irreversível, tem contribuído para aumentar as demandas urbanas apresentadas ao poder público. Dentre essas demandas destaca-se a gestão dos resíduos sólidos urbanos, um serviço público essencial, de interesse primordialmente local, sendo uma das principais funções da administração pública municipal, no campo do saneamento ambiental e da saúde pública.

A solução dos problemas relacionados aos resíduos sólidos e limpeza urbana tem reflexos positivos não só para a saúde pública, como também para a conservação dos recursos naturais e qualidade de vida da população. Este problema envolve aspectos ambientais, econômicos, sociais e legais que se apresentam com contornos específicos, de acordo com o grau de desenvolvimento de cada país, demandando e possibilitando um tratamento interdisciplinar e contribuições de entidades públicas e privadas para seu equacionamento. Administrações mais democráticas vêm se preocupando em encontrar formas mais inovadoras para a gestão de resíduos sólidos urbanos, de caráter quase sempre pioneiro, que ainda carecem de maiores estudos, aprofundamentos, regulamentações formais e jurídicas.

Em todo o mundo, e também no Brasil, as cidades vêm se expandindo enquanto se reduz a ocupação das áreas rurais e, quase sempre, a população cresce mais rapidamente do que a infra-estrutura urbana. Essa situação reflete-se na gestão dos resíduos sólidos, verificando-se alguns problemas típicos na maioria das cidades brasileiras como ruas sujas, sistema de coleta sem regularidade e universalidade e depósitos clandestinos de resíduos. É oportuno salientar ainda que para a maioria dos municípios brasileiros a escolha de áreas para a implantação de aterros sanitários para disposição final de resíduos sólidos se constitui em sério transtorno para as administrações públicas, não só pelas restrições para a escolha de áreas ambientalmente adequadas, mas pela carência de pessoal técnico especializado para desenvolver e executar programas e projetos que atendam às normas ambientais vigentes.

Além de ser a tecnologia mais utilizada no mundo para a disposição final de resíduos sólidos urbanos, o aterro sanitário é de extrema importância em um sistema integrado de gerenciamento de resíduos sólidos. Mesmo em municípios que possuam programas que valorizem a prática da redução da fonte geradora ou reaproveitamento e reciclagem por a transformação térmica ou em usinas de triagem e compostagem, o resíduo remanescente ainda tem que ser disposto no solo. Observa-se, entretanto, que mesmo quando a disposição dos resíduos é feita através de aterros sanitários bem projetados, uma metodologia de gerenciamento e operação deve ser adotada de forma a não se permitir eventuais processos de poluição ou contaminação do ecossistema local. Portanto, além de se observar a operação quotidiana adequada da disposição final dos resíduos, conforme estabelecido pelo projeto, a quantificação e controle das emissões líquidas (percolados) e gasosas, bem como o monitoramento ambiental e geotécnico são de grande importância e representam parâmetros fundamentais para a garantia da eficiência do mesmo.

Em Juiz de Fora, cidade de aproximadamente 500.000 (quinhentos mil) habitantes, localizada na Zona da Mata do estado de Minas Gerais, a tecnologia de aterro sanitário passou a ser utilizada a partir de maio de 2005, mudando o paradigma da gestão de resíduos sólidos no município, após o encerramento e recuperação do antigo lixão de Salvaterra. Para o aterro sanitário que hoje se encontra em operação, buscou-se o estabelecimento de uma metodologia de gerenciamento e operação que satisfizesse não só os parâmetros de projeto, como também as exigências do órgão de controle ambiental do estado e os anseios da comunidade do entorno, visto que o atual aterro é adjacente ao antigo lixão que teve seu início em janeiro do ano de 1999. Esta recente experiência de operação de aterro sanitário será relatada e comentada no presente artigo, buscando a

ABES/MA – Seção Maranhão da ABES
VIII SEMINÁRIO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS
“Responsabilidade Sócio-ambiental”
Tema III: Resíduos Sólidos – Destino Final

troca de experiências com outros municípios e a transferência/compartilhamento de tecnologias, dentro dos princípios das áreas programadas apontadas no Capítulo 21 da Agenda 21 – Manejo Ambientalmente Saudável dos Resíduos Sólidos.

Palavras-Chave: Resíduos Sólidos; Aterro Sanitário; Disposição Final; Gestão de Resíduos Sólidos.

1- OBJETIVO

O presente artigo tem por objetivo apresentar a metodologia utilizada para o gerenciamento e operação do Aterro Sanitário Salvaterra, localizado no município de Juiz de Fora – MG, numa parceria do Poder Público Municipal com a Iniciativa Privada, através da construtora contratada para os serviços de operação e manutenção tanto do antigo aterro controlado/lixão encerrado como do atual aterro sanitário licenciado pelo órgão ambiental competente. Espera-se que, com este relato e as análises e recomendações decorrentes, possa se reduzir um pouco a lacuna ainda existente no âmbito da gestão integrada de resíduos sólidos urbanos, contribuindo para o desenvolvimento de novos métodos e sistemas de gestão em âmbitos municipais.

2- METODOLOGIA UTILIZADA

O município de Juiz de Fora, localizado a Sudeste do Estado de Minas Gerais, na Mesorregião da Zona da Mata Mineira, possui aproximadamente 513 mil habitantes (projeção em 2005). Com uma área territorial de 1.429,875 km², faz limites com os seguintes municípios: ao norte, Ewbanck da Câmara e Santos Dumont; a nordeste, Piau e Coronel Pacheco; a leste, Chácara e Bicas; a sudeste, Pequeri e Santana do Deserto; e a noroeste, Bias Fortes e Santos Dumont. Estima-se que a geração total de resíduos sólidos do município já alcança aproximadamente cerca de 500 toneladas por dia, considerando todas as fontes geradoras.

Para definição da metodologia de operação do Aterro Sanitário do município de Juiz de Fora foi realizado inicialmente um diagnóstico da situação da disposição final de resíduos sólidos urbanos no município, com o levantamento de dados históricos e técnicos, do ponto de vista qualitativo e quantitativo, para determinação das prioridades e ações para equacionar a problemática da destinação final.

2.1- Levantamento do Histórico Recente da Destinação Final de Resíduos Sólidos em Juiz de Fora-MG

Durante muito tempo o município de Juiz de Fora passou por sérios problemas em relação à destinação final de seus resíduos sólidos. De abril de 1987 até dezembro de 1998 utilizou como sítio para disposição final dos resíduos sólidos coletados pelo sistema de limpeza urbana uma gleba localizada no município vizinho de Matias Barbosa-MG. Neste período, foram realizadas intensas interpelações judiciais para a desocupação e recuperação do lixão, que ocorreu a partir de outubro de 1997. Estando dada como finda a vida útil daquela gleba com a superação das cotas do projeto de remediação e fim do contrato de locação, o proprietário do imóvel usou o direito de interditar a área em 29 de dezembro de 1999.

O atual aterro do Município de Juiz de Fora, Aterro Sanitário Salvaterra, teve seu início em janeiro de 1999 (ainda como um simples vazadouro) e localiza-se nas margens da Rodovia BR-040, Km 797+180 m, em gleba de aproximadamente 40 hectares, situada a 11,20 KM do centro da cidade, tendo como coordenadas UTM do seu centro geométrico os valores de N:7.585.800 e E:666.700. O gradiente de elevação da gleba é de aproximadamente 70,00 m, indo da elevação 779,00 m próximo a Rodovia BR-040 até a elevação 710,00 m no fundo da gleba. Observando a gleba a partir da Rodovia BR-040, nota-se que a mesma se divide em Vertente Direita e Vertente Esquerda, sendo aquela a que está atualmente em operação. No talvegue que divide as duas vertentes encontram-se as nascentes do córrego Salvaterra, afluente do Córrego São Mateus que deságua do Rio do Peixe, formando parte de uma bacia hidrográfica de grande importância ambiental (Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe).

A história de ocupação da Gleba Salvaterra para seu uso como área para disposição final de resíduos sólidos não é muito diferente da maioria dos vazadouros espalhados pelo Brasil. Desde janeiro de 1999, todos os resíduos gerados no município, inclusive hospitalar e industrial, eram depositados nesta área e, por muito tempo, caracterizou-se como um procedimento inadequado, que representava no início do ano de 2005 um

ABES/MA – Seção Maranhão da ABES
VIII SEMINÁRIO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS
“Responsabilidade Sócio-ambiental”
Tema III: Resíduos Sólidos – Destino Final

passivo ambiental de 6 (seis) anos, perfazendo cerca de 800.000 toneladas de resíduos dispostos em forma de aterro controlado ou lixão.

Durante este período ocorreram dois grandes deslizamentos, o primeiro em 11 de janeiro de 2002 e o segundo em 05 de abril de 2004. Neste último, constatou-se que as causas consubstanciaram no período excessivamente chuvoso, de outubro de 2003 a março de 2004, que propiciou à formação e acúmulo de bolsões de gases e percolados no interior da massa de resíduos, conduzindo-a a uma condição geométrica desfavorável. O volume de resíduos mobilizado no deslizamento foi de aproximadamente 70.000,00 m³. Dentre os principais impactos ambientais observados destacam-se o impedimento da passagem das águas do curso d'água e das nascentes, exposição de resíduos, causando forte odor devido à emissão de biogás, presença de aves e moscas, perda da conformação geométrica do aterro controlado, comprometimento da utilização da área total licenciada para a disposição dos resíduos sólidos coletados no município.

Devido à falta de espaço físico para disposição dos resíduos na vertente esquerda, cuja área útil foi afetada pelo referido deslizamento, foi formalizado o processo de Licença de Operação da Vertente Direita. Pelo agravamento das condições ambientais e operacionais instaladas na área do empreendimento, do risco de instabilidade geomecânica, podendo ocorrer novos deslizamentos, a equipe técnica da Divisão de Saneamento da Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM) elaborou Parecer Técnico com o objetivo principal de dar um direcionamento para a solução dos problemas instalados, propondo ao Conselho Estadual de Política ambiental (COPAM) a liberação da Licença de Operação apenas para a 1ª e 2ª Fases do Projeto. A área correspondente à 1ª Fase situa-se na Vertente Direita, com vida útil de aproximadamente 24 meses e estaria preparada para recebimento dos resíduos sólidos de origem comprovadamente urbanos e domiciliares, além de promover a paralisação da Vertente Esquerda para execução da 2ª Fase que corresponde ao PRAD (Plano de Recuperação de Área Degradada).

O Quadro 1 apresenta a síntese das Licenças Ambientais concedidas pelo COPAM para o Aterro Sanitário Salvaterra (ASS) e a Figura 1 mostra a foto aérea da gleba, destacando as Vertentes Direita e Esquerda.

Quadro 1 - Quadro Síntese das Licenças Ambientais do ASS junto ao COPAM

Licenças	Certificados nº	Datas de Expedição	Observações
LP	045	23 de maio de 2002	Para a área total do Projeto do ASS
LI	195	07 de novembro de 2003	Para a área total do Projeto do ASS, a ser executado em 3 Fases
LO	562	08 de outubro de 2004	Para a 1ª e 2ª Fases do Projeto de ASS

Fonte: Adaptado de FEAM (2004)

Além dos fatos relatados anteriormente, a utilização do Salvaterra como aterro controlado ou lixão provocou diversos impactos ambientais nas áreas do entorno, despertou o interesse da sociedade civil pela questão do destino do lixo, além de gerar vários autos de infração, multas e ações judiciais para a Prefeitura de Juiz de Fora e o Departamento Municipal de Limpeza Urbana (DEMLURB).

Diante da cobrança de providências por parte da sociedade, das organizações ambientais, em especial do Governo do Estado de Minas Gerais – Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, do Ministério da Defesa, da Promotoria de Meio Ambiente, etc, iniciou-se, através de Decreto do Executivo Municipal, uma obra de emergência em 1º (primeiro) de abril de 2005. Esta obra, proporcionou a paralisação da Vertente Esquerda e execução das 1ª e 2ª Fases do Aterro Sanitário Salvaterra abrangendo: (a) a correta operação da disposição dos resíduos na Vertente Esquerda com valas especiais para os resíduos de serviços de saúde; (b) a recuperação da Vertente Esquerda com a reconformação geométrica do maciço de lixo, camada de confinamento, sistemas de drenagem de gases, de percolados (chorume) e de águas pluviais (PRAD); (c) a reconformação geométrica, estabilização e plano de escavação da área de empréstimo de material de cobertura para os resíduos, evitando processos erosivos; (d) a recuperação e ampliação da primeira célula de Aterro Sanitário na Vertente Direita e também das duas Valas Sépticas; (e) a disposição de resíduos em Aterro Sanitário e Valas Sépticas assim que eles apresentaram condições de serem operados como tais; e (f) limpeza de todo o lixo carreado pelo córrego Salvaterra para as propriedades a jusante.

ABES/MA – Seção Maranhão da ABES
VIII SEMINÁRIO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS
“Responsabilidade Sócio-ambiental”
Tema III: Resíduos Sólidos – Destino Final



Figura 1 - Foto aérea do Aterro Sanitário Salvaterra – Julho/2006

Fonte: Arquivo Construtora Queiroz Galvão S.A. (2006)

Transcorridos dois meses das obras de emergência, mais precisamente em 30 de maio de 2005, entrou em operação o Aterro Sanitário na Vertente Direita com todas as exigências da norma técnica (manta de impermeabilização, cobertura diária dos resíduos, drenos de gás e líquidos percolados, valas específicas para diferentes tipos de resíduos, etc). Atualmente todo o líquido percolado (chorume), tanto gerado no Aterro Sanitário como aqueles provenientes do maciço da Vertente Esquerda, é encaminhado aos Tanques de Armazenamento de Percolados, deixando de ser lançado *in natura* no solo e no córrego Salvaterra. O tratamento do chorume é realizado na Estação de Tratamento de Esgotos – ETE Barbosa Lage, operada pela Cia de Saneamento Municipal (CESAMA), em conjunto com os esgotos domésticos através da tecnologia de tratamento biológico por Lodos Ativados.

Durante a execução do Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD) no maciço da Vertente Esquerda o mesmo foi dividido em dois níveis de reconformação geométrica cada um com um conjunto de procedimentos e parâmetros operacionais, sendo:

- NS – Nível Superior, que se encontrava sem geometria definida e sem drenagem de águas pluviais, chorume ou gases, com diversas trincas, em parte com cobertura, porém disforme. Nesta área, após as intervenções das obras emergenciais, todo o chorume foi coletado por drenos instalados ao longo das bermas, com profundidades de 1,50 a 2,00 metros, executados com o emprego de brita nº 04, tubo de PEAD perfurado de 10 cm de diâmetro, envoltos por manta geotêxtil. Estes drenos foram interligados ao sistema de drenagem de percolados do Aterro Sanitário e, conseqüentemente, também encaminhados ao Tanque de Armazenamento de Percolados.
- NI – Nível Intermediário, que se encontrava na vertente esquerda em área abaixo do NS, sem cobertura de lixo (provavelmente lixo proveniente dos dois deslizamentos ocorridos), demonstrando pouca compactação. Nesta área, após as obras emergenciais, também foram implantados drenos de percolados conforme em NS. Porém estes drenos foram interligados diretamente ao Tanque de Armazenamento de Percolados através de tubulação de PVC.

Finalizada a primeira etapa das obras do PRAD na Vertente Esquerda, foi dado início à camada final de confinamento dos resíduos com a cobertura vegetal e o Plano de Monitoramento Geotécnico e de Gases, com a finalidade de monitorar a movimentação do aterro, eliminando a possibilidade de novos deslizamentos e conhecer a composição química dos fluidos gasosos gerados.

ABES/MA – Seção Maranhão da ABES
VIII SEMINÁRIO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS
“Responsabilidade Sócio-ambiental”
Tema III: Resíduos Sólidos – Destino Final

A experiência do município de Juiz de Fora nas obras de recuperação do antigo lixão do Salvaterra tem sido exemplo para outros municípios que se encontram ainda em situação irregular quanto à disposição de seus resíduos sólidos. A operação adequada do Aterro Sanitário Salvaterra e o atendimento às condicionantes da Licença de Operação, proporcionaram a Juiz de Fora a inclusão na lista dos municípios inscritos no ICMS Ecológico, Sub-critério Saneamento.

No entanto, embora o Aterro Sanitário na região do Salvaterra seja uma realidade, alguns impactos ambientais ocorreram, principalmente porque em 1999 o lixo passou a ser lançado no solo sem nenhuma preocupação técnica e/ou ambiental. Esse fato causou diversos impactos ambientais reversíveis e irreversíveis que, dentro do possível, vem sendo mitigados, conforme alguns exemplos demonstrados no Quadro 2 a seguir.

Quadro 2 – Quadro Síntese dos Principais Impactos Ambientais e Respectivas Medidas Mitigadoras no Aterro Sanitário Salvaterra

Lixão de Salvaterra 1999 – 2004	Aterro Sanitário Salvaterra a partir de 30 de maio de 2005 (*)
Lixo depositado diretamente sobre o solo e soterrando nascentes.	No Aterro Sanitário foi realizada uma drenagem de todas as nascentes e posteriormente uma impermeabilização de toda a área de disposição de resíduos com manta de PEAD (Polietileno de Alta Densidade).
Atração de vetores (moscas e urubus) pelo lixo disposto a céu aberto.	Foi realizado um Plano de Combate as Moscas tanto na área do aterro como nos restaurantes do entorno (na BR-040). Este trabalho é contínuo e tem manutenção a cada 15 dias. A cobertura de todo o lixo exposto do antigo lixão e também a cobertura diária dos resíduos que chegam no Aterro Sanitário tem diminuído a população de aves (urubus).
Poluição das águas superficiais pelo lixo e chorume carreado.	O lixo carreado e depositado ao longo do Córrego Salvaterra desde o início do lixão tem sido recolhido pelo DEMLURB desde 2005. Este trabalho se intensifica no período chuvoso. Atualmente, o DEMLURB disponibiliza 1 caminhão caçamba, 4 funcionários e uma retroescavadeira para a limpeza diária e desassoreamento nos sítios e fazendas localizadas a jusante do Aterro. O DEMLURB em parceria com a Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ realiza o monitoramento ambiental do Aterro, com a coleta e análise trimestral de águas superficiais e subterrâneas em diversos pontos.

(*) Nota: Além dessas medidas mitigadoras, a construtora responsável pelas obras do PRAD restaurou, a título de ação compensatória de dano ambiental causado pelo antigo lixão de Salvaterra, algumas edificações históricas para o município de Juiz de Fora, situadas na Fazenda Santa Cruz, hoje Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN), localizada imediatamente a jusante da gleba do antigo lixão (atual aterro sanitário). As Figuras 2, 3, 4 e 5 apresentam algumas benfeitorias realizadas nas edificações da Fazenda.



Figura 2 – Capela N. Sra. do Carmo

Fonte: Arquivo Construtora Queiroz Galvão S.A.
(2005)



Figura 3 – Casa Sede da RPPN

Fonte: Arquivo Construtora Queiroz Galvão S.A.
(2005)

ABES/MA – Seção Maranhão da ABES
VIII SEMINÁRIO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS
“Responsabilidade Sócio-ambiental”
Tema III: Resíduos Sólidos – Destino Final



Figura 4 – Vagão Escola da RPPN

Fonte: Arquivo Construtora Queiroz Galvão S.A. (2005)



Figura 5 – Interior do Vagão Escola da RPPN

Fonte: Arquivo Construtora Queiroz Galvão S.A. (2005)

2.2- Levantamento de Dados Técnicos da Geração e Coleta de Resíduos Sólidos em Juiz de Fora - MG

A composição gravimétrica por origem dos resíduos sólidos gerados no município de Juiz de Fora que são coletados e encaminhados ao sistema público de limpeza urbana é apresentada na Figura 6.

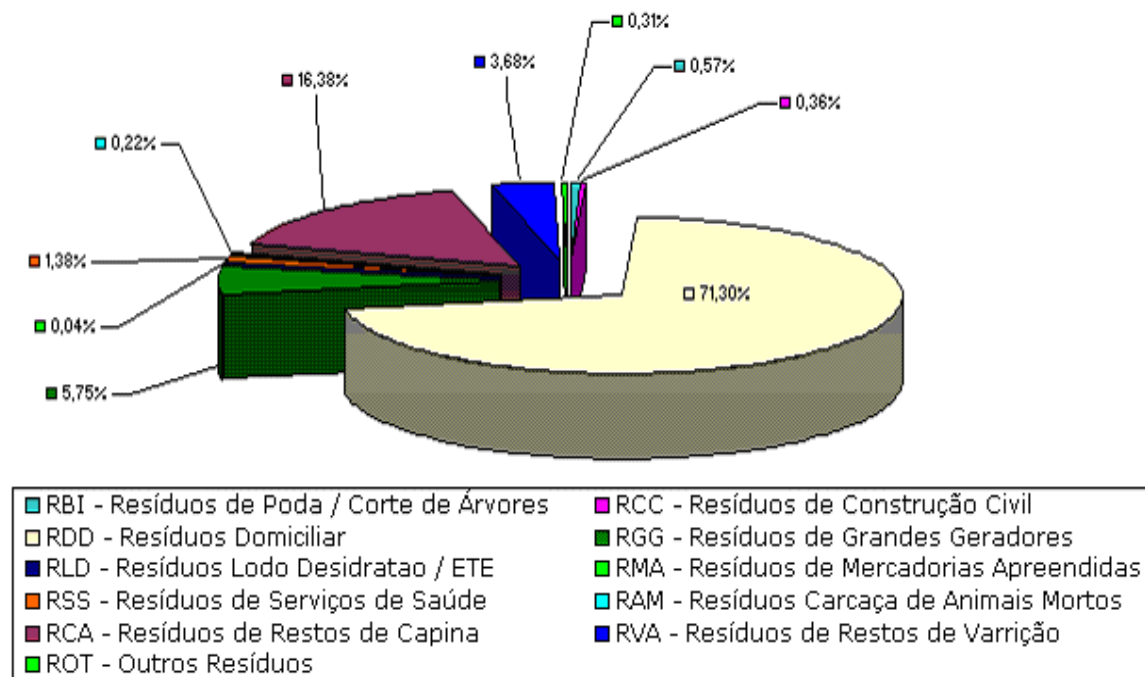


Figura 6 - Gráfico da Composição Gravimétrica dos RS por Origem Encaminhados ao Aterro Sanitário Salvaterra

Fonte: Arquivo DEMLURB (2006)

A Figura 7 apresenta o Fluxograma dos Procedimentos Técnicos-Operacionais dos RSU, RSS e Demais Resíduos Gerados e Coletados pelo Atual Sistema Público de Limpeza de Juiz de Fora-MG.

ABES/MA – Seção Maranhão da ABES
VIII SEMINÁRIO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS
“Responsabilidade Sócio-ambiental”
Tema III: Resíduos Sólidos – Destino Final

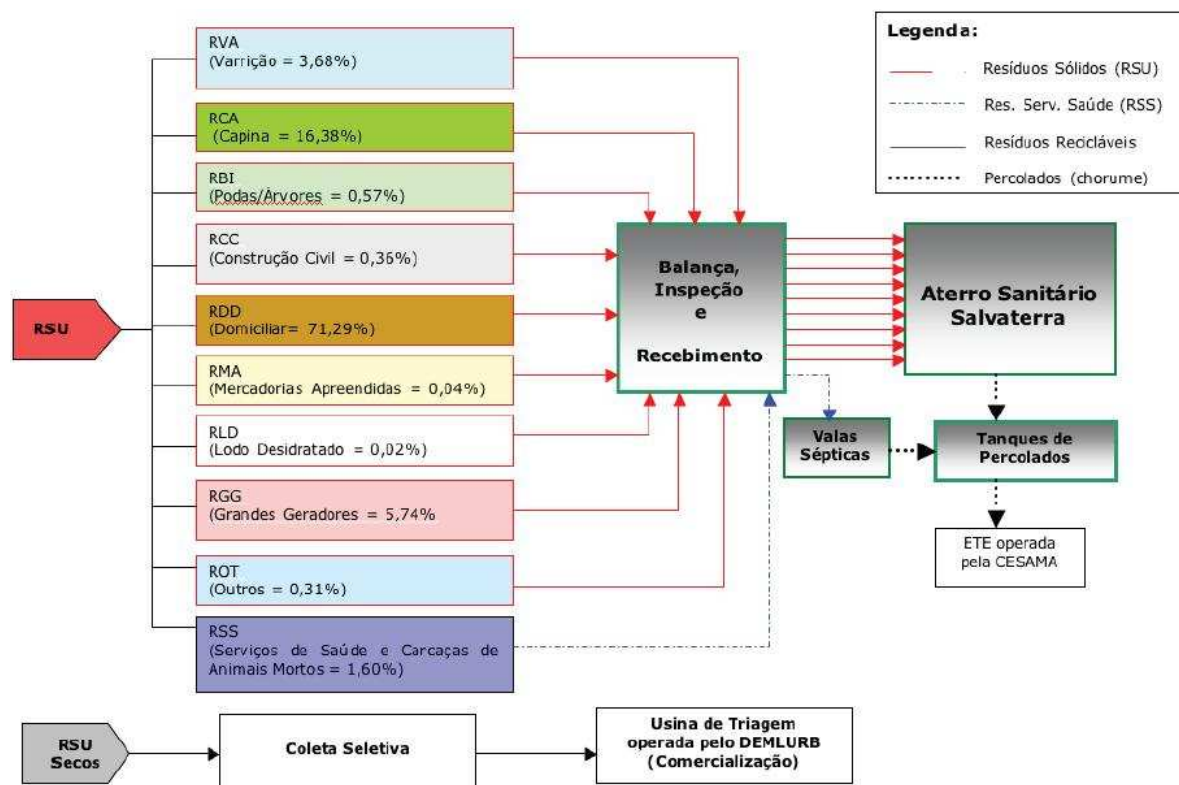


Figura 7 - Fluxograma dos Procedimentos Técnicos-Operacionais dos RSU, RSS e Demais Resíduos Gerados e Coletados pelo Atual Sistema Público de Limpeza de Juiz de Fora-MG
 Fonte: Arquivo DEMLURB (2006)

De acordo com o Fluxograma apresentado na Figura 7, a produção diária de resíduos sólidos urbanos do município de Juiz de Fora que é coletada pelo Sistema Público de Limpeza se divide em duas formas: Coleta dos resíduos sólidos urbanos e Coleta dos resíduos sólidos urbanos secos ou Coleta Seletiva. A Figura 8 apresenta o percentual de resíduos sólidos coletados pela Coleta Seletiva e os demais resíduos coletados, os quais são em sua grande maioria são destinados ao Aterro Sanitário Salvaterra.

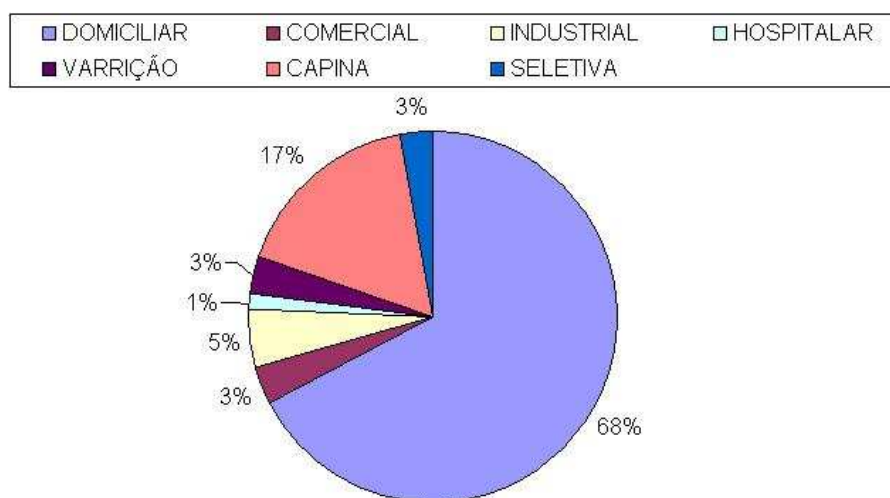


Figura 8 – Percentual de Resíduos Sólidos Coletados pelo DEMLURB
 Fonte: DEMLURB, abril de 2006 – site www.demlurb.pjf.mg.gov.br/hpnova/estatisticas.php

ABES/MA – Seção Maranhão da ABES
VIII SEMINÁRIO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS
“Responsabilidade Sócio-ambiental”
Tema III: Resíduos Sólidos – Destino Final

Conforme apresentado no Fluxograma da Figura 7, os **Resíduos Sólidos Urbanos** encaminhados ao atual Aterro Sanitário Salvaterra classificados em:

- **RVA (Resíduos Sólidos de Varrição):** São os resíduos resultantes das atividades de varrição dos logradouros e espaços públicos, eventos, etc., que são recolhidos em caminhões basculantes utilizados neste serviço pelo DEMLURB.
- **RCA (Resíduos Sólidos de Capina):** São os resíduos resultantes das atividades de capina de vias e logradouros públicos, roçada, raspagem de terra e restos dos serviços de limpeza das praças, parques e jardins, que são recolhidos em caminhões basculantes utilizados neste serviço pelo DEMLURB.
- **RBI (Resíduos de Podas e Cortes de Árvores):** São resíduos de galhadas e rejeitos da atividade de poda da vegetação em áreas públicas ou privadas, que são recolhidos em caminhões basculantes utilizados neste serviço pelo DEMLURB e terceiros.
- **RCC (Resíduo da Construção Civil):** Refere-se apenas a resíduos de construção civil (entulhos ou restos de obras) proveniente de pequenos reparos e construções de obras públicas, que são recolhidos em caminhões basculantes ou poli-guindastes utilizados neste serviço pelo DEMLURB e terceiros.
- **RDD (Resíduo Domiciliar):** São os resíduos domiciliares e/ou comerciais (estabelecimentos comerciais, escritórios, bancos, etc.) recolhidos pelos caminhões compactadores utilizados exclusivamente pelo DEMLURB para a coleta regular de resíduos sólidos.
- **RMA (Mercadorias Apreendidas):** São os resíduos provenientes de ações de fiscalização (sanitária, de posturas, etc.) e comumente apresentam estado de putrefação ou contaminação e, ainda, mercadorias impedidas/proibidas de serem comercializadas.
- **RLD (Lodo Desidratado):** São os resíduos oriundos de coletas de limpezas de fossas e estações de tratamento de água e esgotos das empresas públicas ou privadas.
- **RGG (Resíduos de Grandes Geradores):** São os resíduos sólidos oriundos de condomínios, *shopping centers* e restaurantes que excedam a um volume máximo determinado pela legislação municipal. O RGG, geralmente com características de resíduos domiciliares/comerciais (Classe II – A, segundo NBR 10.004/2004), pode ser recolhido pelo próprio gerador ou pelo DEMLURB, mediante a cobrança pela realização dos serviços de coleta e/ou aterragem.
- **ROT (Outros Resíduos):** São denominados “bagulhos volumosos”, tais como pneus, móveis e grandes eletrodomésticos (reaproveitáveis ou insersíveis), que são recolhidos pelo DEMLURB ou encaminhados ao aterro por terceiros.
- **RSS (Resíduo de Serviços de Saúde e Carcaças de Animais):** Os resíduos dos serviços de saúde são aqueles oriundos de hospitais, postos de saúde, laboratórios, farmácias, clínicas e outros estabelecimentos congêneres, recolhidos pelo DEMLURB em caminhão ou caminhonete apropriados, bem como de carcaças de animais mortos coletados na cidade.

Já os **Resíduos Sólidos Urbanos Secos** consiste nos materiais recicláveis, como: papéis, vidros, plásticos e metais, que foram previamente separados do restante dos resíduos pela população nas residências, escritórios, etc., e que são recolhidos por caminhões caçambas e direcionados à Usina de Triagem operada pelo DEMLURB.

3- RESULTADOS OBTIDOS

3.1- Metodologia de Operação do Aterro Sanitário Salvaterra

Os procedimentos atuais de operação do Aterro Sanitário Salvaterra em área já implantada são realizados em atendimento aos requisitos mínimos estabelecidos na NBR 8419/1992 e exigências ambientais da FEAM, cujas rotinas são sistematizadas para que sua eficiência seja maximizada, assegurando seu funcionamento como destinação final sanitária e ambientalmente adequada dos resíduos sólidos urbanos gerados no município de Juiz de Fora, ao longo de toda a sua vida útil.

As especificações e sequência de execução garantem as condições para ampliação dos sistemas de drenagem de base, de percolados e de gases, bem como da área de disposição final de resíduos com todo o sistema de impermeabilização de base.

Todos os projetos, serviços e obras necessárias para operação do Aterro Sanitário atendem aos requisitos mínimos do Projeto Básico/Executivo do Aterro Sanitário Salvaterra. Tais procedimentos são registrados em

ABES/MA – Seção Maranhão da ABES
VIII SEMINÁRIO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS
“Responsabilidade Sócio-ambiental”
Tema III: Resíduos Sólidos – Destino Final

Relatórios Gerenciais Mensais, com a consolidação de dados, formulários e planilhas apropriadas, além de reconstituição das obras efetivamente executadas (*as built*). Esses elementos são adequadamente registrados, catalogados e arquivados, de modo a propiciar a avaliação periódica do empreendimento, pelo DEMLURB, assim como o desenvolvimento de estudos e pesquisas referentes ao desempenho das instalações que o compõem. A rotina operacional em ASS ocorre nas seguintes etapas:

a) Recebimento dos Resíduos

A recepção dos resíduos é realizada na guarita do aterro e consiste na operação de inspeção preliminar, durante a qual os veículos coletores, previamente cadastrados e identificados, são vistoriados por fiscal/balanceteiro do DEMLURB, treinado e instruído para o desempenho adequado dessa atividade. Esse profissional verifica e registra a origem, a natureza e a classe dos resíduos que chegam ao empreendimento; orienta os motoristas quanto ao local no qual os resíduos devem ser descarregados e impede que resíduos incompatíveis com as características do empreendimento ou provenientes de fontes não autorizadas pelo DEMLURB sejam lançados no mesmo.

Na balança existente na guarita do Aterro Sanitário Salvaterra é realizada a pesagem dos veículos coletores para se ter controle das quantidades diárias e mensais dispostos no local. São dispostos no Aterro Sanitário Salvaterra os resíduos sólidos de Classe II A – Não Perigosos e Não-Inertes, segundo as definições apresentadas na NBR 10.004/2004 da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Apenas uma pequena parcela de resíduos Classe II B - Não Perigosos e Inertes (RCC) são recebidos e utilizados como material de cobertura ou para recomposição de vias de acesso ou pátio de descarga. Sob nenhuma hipótese são recebidos resíduos sólidos de Classe I – Perigosos.

Observada a condição acima definida, são recebidos no aterro, dentre outros: resíduos sólidos urbanos de origem domiciliar e comercial; resíduos dos serviços de capina, varrição, poda e raspagem; resíduos de lodos desidratados das Estações de Tratamento de Esgoto; resíduos de veículos limpa-fossas desidratados; resíduos de Estações de Tratamento de Água desidratados e resíduos sólidos provenientes de indústrias, comércio ou outras origens que tenham sua classificação como Classe II - A comprovada por laudo técnico de análises laboratoriais, conforme normas específicas da ABNT e previamente autorizados pelo DEMLURB.

b) Disposição dos Resíduos

A área de disposição dos resíduos (Vertente Direita) é previamente delimitada por uma equipe técnica de topografia. No início de cada dia de trabalho, são demarcados com estacas facilmente visualizadas pelo tratorista os limites laterais, a altura projetada e o avanço previsto na frente de operação ao longo do dia. A demarcação da frente de operação diária permite uma melhor manipulação do lixo, tornando o processo mais prático e eficiente.

Nos períodos de chuvas intensas ou quando, por qualquer motivo, a frente de operação estiver impedida de ser operada ou acessada, reserva-se uma área para descarga emergencial, previamente preparada, de acordo com o projeto do ASS e delimitação da Vertente Direita impermeabilizada.

Nos locais onde existe a possibilidade de carreamento de materiais pelo vento e pelas águas, tem sido realizada limpeza manual constante e utilizadas telas para retirada de material que porventura saiam da frente de operação.

c) Descarga, Espalhamento e Compactação dos Resíduos

Os caminhões do DEMLURB depositam os resíduos em “pilhas” imediatamente à frente de operação demarcada, conforme definido pelo responsável pela operação e encarregados de frente. O desmonte dessas pilhas de resíduos é feito com o auxílio da lâmina do trator de esteira, que, em seguida, procede ao seu espalhamento e compactação.

Na frente de operação, os resíduos são espalhados e compactados por um trator de esteira com peso operacional mínimo de 15 toneladas, em rampas com inclinação aproximada de 1 na vertical para 2,5 na horizontal (1:2,5). O equipamento de compactação está permanentemente à disposição na frente de operação.

ABES/MA – Seção Maranhão da ABES
VIII SEMINÁRIO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS
“Responsabilidade Sócio-ambiental”
Tema III: Resíduos Sólidos – Destino Final

A operação de compactação é realizada com movimentos repetidos do equipamento de baixo para cima, procedendo-se, no mínimo, a 6 passadas sucessivas em camadas sobrepostas, até que todo o material disposto em cada camada esteja adequadamente adensado, ou seja, até que se verifique por controle visual que o incremento do número de passadas não ocasiona redução do volume aparente da mesma (Figura 9).



Figura 9 – Compactação dos Resíduos no Aterro Sanitário com Rampa de 1:2,5
Fonte: Arquivo Construtora Queiroz Galvão S.A. (2006)

d) Recobrimento dos Resíduos Compactados

No final de cada jornada de trabalho, a camada de resíduos compactados recebe uma camada de terra, espalhada em movimentos de baixo para cima. No dia seguinte, antes do início da disposição dos resíduos, faz-se uma raspagem da camada de solo da face inclinada da frente de operação, para dar continuidade à formação do maciço de resíduos. O solo raspado é armazenado para aproveitamento nas camadas operacionais posteriores, tendo o uso racional de solo proveniente da área de empréstimo ou do material excedente das operações de cortes/escavações executadas na implantação das plataformas.

Dependendo das condições de operação no campo e do índice pluviométrico, é utilizada lona plástica para o recobrimento dos resíduos, com a finalidade de diminuir o material de cobertura e maximizar a vida útil do aterro. A lona também é retirada no reinício da operação de descarga, espalhamento e compactação dos resíduos.

e) Cobertura Diária dos Resíduos

É feita com uma camada de terra ou material inerte com espessura de 15 a 20cm, com o objetivo de impedir o arraste de materiais pela ação do vento e evitar a disseminação de odores desagradáveis e a proliferação de vetores como moscas, ratos, baratas e aves.

f) Cobertura Final da Camada de Resíduos e Plantio de Gramíneas

Uma vez esgotada a capacidade da plataforma do aterro, procede-se à sua cobertura final com uma camada de solo argiloso compactado com cerca de 60cm de espessura (ou de acordo com a espessura definida no projeto técnico) sobre as superfícies que ficarão expostas permanentemente – bermas, taludes e platôs definitivos.

Após a execução dessa cobertura, procede-se ao plantio de gramíneas nos taludes definitivos e platôs, de forma a protegê-los contra processos erosivos (Figura 10).

ABES/MA – Seção Maranhão da ABES
VIII SEMINÁRIO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS
“Responsabilidade Sócio-ambiental”
Tema III: Resíduos Sólidos – Destino Final



Figura 10 –Plantio de Gramíneas e Drenagem Pluvial nos Taludes Definitivos do Aterro Sanitário
Fonte: Arquivo Construtora Queiroz Galvão S.A. (2006)

g) Impermeabilização da Base

A camada de impermeabilização da base assegura a separação da disposição de resíduos do subsolo, impedindo a contaminação do lençol freático e do meio natural através de infiltrações de percolados/ou substâncias tóxicas.

Para desempenhar essa função de maneira eficiente, a camada de impermeabilização no Aterro Sanitário Salvaterra compõe-se de solo argiloso de baixa permeabilidade e geomembrana sintética (PEAD) com espessuras adequadas, tanto no fundo como nas laterais do aterro em toda sua extensão (delimitação), conforme Figura 11.



Figura 11 – Impermeabilização do Aterro Sanitário com Manta de PEAD – 2mm de espessura
Fonte: Arquivo Construtora Queiroz Galvão S.A. (2005)

h) Drenagem Interna

O bom funcionamento do sistema de drenagem interna de percolados e de gases é fundamental para a estabilidade do ASS. A drenagem de percolados está inserida entre os resíduos, estando interligada ao sistema

ABES/MA – Seção Maranhão da ABES
VIII SEMINÁRIO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS
“Responsabilidade Sócio-ambiental”
Tema III: Resíduos Sólidos – Destino Final

de drenagem de gases. As redes e as caixas de passagens que conduzem os percolados ao sistema de tratamento são desobstruídas e limpas, sistematicamente. Os gases são queimados imediatamente após o início de sua produção, de forma a evitar que a sua dispersão pelo aterro contamine a atmosfera e cause danos à saúde.

i) Drenagem Superficial

A drenagem ineficiente das águas de chuva pode provocar maior infiltração na massa de resíduos do aterro, aumentando o volume de chorume gerado e contribuindo para a instabilidade do mesmo. Além dos dispositivos de drenagens pluviais definitivos instalados nas plataformas – bermas, taludes e vias de acesso, são escavadas canaletas de drenagem provisórias no terreno à montante das frentes de operação, de forma a minimizar a infiltração das águas de chuva na massa de resíduos aterrados.

Os dispositivos de drenagem pluvial previsto no projeto do Aterro Sanitário Salvaterra, tais como canaletas, caixas de passagem e descidas d'água, são mantidos desobstruídos para impedir a entrada de água no maciço do aterro. O período que exige maior frequência de inspeção no sistema de drenagem pluvial coincide com as épocas de intensa pluviosidade.

As águas de chuva e as surgências em ASS são drenadas diretamente para o Córrego Salvaterra localizado dentro dos limites da área do aterro.

j) Sistema de Armazenamento de Percolados e Queima de Gases

A vazão e as características físicas, químicas e biológicas do percolado (chorume mais água de infiltração) e dos gases estão intrinsecamente relacionadas e dependem, basicamente, das condições climatológicas e hidrogeológicas da região, bem como das características dos resíduos sólidos urbanos recebidos e das condições de operação.

O projeto do aterro contempla a instalação de rede de drenagem para o percolado e para os gases gerados nas células. O chorume é coletado nestas redes de drenagem de gases e de percolado e posteriormente armazenado nos dois tanques existentes, sendo um com volume total de aproximadamente 2.400,00 m³ e outro com 830,00 m³ de capacidade. Os gases são coletados e direcionados para os *flares* onde é realizado à queima.

k) Transporte e Tratamento dos Efluentes (Percolados)

Todo o percolado (chorume) armazenado nos tanques existentes é encaminhado para tratamento na ETE Barbosa Lage, operada pela CESAMA e distante cerca de 25 km do Aterro Sanitário Salvaterra. O transporte desses percolados até a ETE é realizado diariamente em caminhão apropriado, sempre observando a rotina operacional da ETE e de acordo com as orientações da CESAMA, no que tange ao recebimento e descarga de chorume, de forma a não prejudicar o nível e a eficiência em relação ao tratamento biológico, sem contudo, abrir mão do perfeito equilíbrio entre a capacidade de armazenamento dos tanques e a capacidade de processamento da ETE (Figuras 12 e 13).



Figura 12 – Tanque de Percolados
Fonte: Arquivo DEMLURB (2005)



Figura 13 – Descarga de Percolados na ETE
Fonte: Arquivo DEMLURB (2006)

ABES/MA – Seção Maranhão da ABES
VIII SEMINÁRIO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS
“Responsabilidade Sócio-ambiental”
Tema III: Resíduos Sólidos – Destino Final

l) Operação da Vala Séptica de Maior Dimensão para a Disposição os Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) e Animais Mortos

No Aterro Sanitário Salvaterra existiam, inicialmente, duas valas sépticas para RSS e carcaças de animais mortos. A Vala Séptica de Menor Dimensão encontra-se encerrada. Atualmente a operação de disposição desses resíduos é realizada na Vala Séptica de Maior Dimensão que já foi ampliada para aumento de sua vida útil, conforme exigência da Licença de Operação expedida pelo COPAM.

As especificações e sequência de operação da Vala Séptica de Maior Dimensão de Resíduos de Serviços de Saúde e de Animais Mortos podem resumir-se em:

- Lançamento, adensamento e cobertura dos resíduos;
- A vala séptica é operada em etapas, diária ou programada, de modo a garantir a cobertura diária e a maximização do volume por dia de disposição;
- A cobertura de solo é diária, com cobertura imediata aos resíduos dispostos em solo argiloso, de modo a evitar a exposição, acúmulo de vetores e contaminação por meio aéreo. A cobertura operacional de solo tem espessura mínima de 0,15m;
- Prolongamento dos sistemas de impermeabilização, drenagens de percolados, de gases e de águas pluviais, sendo que estes serão realizados, na medida da necessidade;
- As frentes de trabalho são preparadas inicialmente de baixo para cima e no sentido do talude da encosta de ampliação;
- A cobertura definitiva ocorre por compactação de solo de 0,60m de espessura. Com a frente de trabalho evoluindo, esta cobertura caminha no sentido da disposição, servindo também como acesso de operação;
- Com a evolução das frentes de disposição, é sempre preparada uma leira em solo para separar eventuais águas de chuva que se acumule nas camadas cobertas da vala. Estas águas retidas são encaminhadas para drenagem pluvial quando não têm contato com os resíduos;
- A vala tem declividade de cerca de 2% no sentido do reservatório existente para que sejam removidos os percolados gerados;
- Na área de disposição na vala séptica, acham-se instalados tubos perfurados em PEAD de 0,10m de diâmetro, para drenagem de gases em fluxo ascendentes, funcionando como respiro para equalizações das pressões.

As cotas do projeto inicial foram alteradas em função da ampliação (já ocorrida) da vala séptica ao longo da encosta adjacente. Nas bermas que circulam as valas são executadas obras de drenagem pluvial para que se desvie o fluxo de influência das águas. Esta captação é feita por meio de canaletas tipo meia-cana, caixas de passagem e escadas, conduzindo os líquidos para o sistema de drenagem de águas pluviais existente na gleba.

m) Equipamentos e Mão-de-Obra

Para operação do Aterro Sanitário Salvaterra são usados atualmente os seguintes tipos de equipamentos e insumos:

- Trator de esteira, com peso operacional de 15 toneladas, para espalhamento e compactação dos resíduos e das camadas de capeamento dos mesmos;
- Carregadeira frontal de pneus;
- Retro/pá carregadeira para construção dos sistemas de drenagem;
- Escavadeira hidráulica;
- Motoniveladora e rolo compactador vibratório, para compactação da base impermeabilizante e da camada de capeamento final do aterro, bem como para conservação das vias internas;
- Caminhões basculantes para transporte de terra;
- Caminhão Pipa para transporte de chorume;
- Caminhão oficina,
- Caminhão comboio;
- Caminhão carroceria com guindaste (Munck);
- Caminhão-pipa para umedecimento periódico das vias de acesso em épocas de estiagem;
- Veículos leves de apoio;

ABES/MA – Seção Maranhão da ABES
VIII SEMINÁRIO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS
“Responsabilidade Sócio-ambiental”
Tema III: Resíduos Sólidos – Destino Final

- Solo em disponibilidade para o recobrimento das células diárias de resíduos compactados, proveniente de área de empréstimo;
- Solo argiloso para a impermeabilização das plataformas de base e para o capeamento final do aterro sanitário;
- Materiais diversos (brita, bidim, tubos, grama, etc)

Quanto à mão-de-obra acha-se atualmente disponível a seguinte equipe técnica:

- Engenheiro de campo;
- Encarregado geral incumbido do controle da operação do aterro sanitário;
- Auxiliar de engenharia e auxiliar administrativo;
- Ajudantes de operação, para auxílio aos operadores de máquina e para o controle e encaminhamento dos caminhões coletores de lixo à frente de serviço;
- Operadores de tratores de esteira;
- Operador de máquina de terraplenagem;
- Motorista de caminhão basculante; motorista de caminhão-pipa;
- Topógrafo e auxiliares de topografia, para demarcação e monitoramento periódico da frente de serviço;
- Auxiliares de serviços gerais, para plantio de grama, urbanização e manutenção da limpeza do empreendimento;
- Vigias;
- Copeiro.

n) Monitoramento e Manutenção

O monitoramento atual do Aterro Sanitário Salvaterra consiste de um sistema de medições de campo e ensaios de laboratório realizados sistematicamente durante a fase de operação. O plano de monitoramento contempla a eficácia das medidas mitigadoras e a eficiência sanitária e ambiental do sistema como um todo, possibilitando a verificação de eventuais falhas e/ou deficiências e a implementação de medidas corretivas para evitar o agravamento dos impactos ambientais.

Qualquer problema constatado na gleba é corrigido rapidamente, para evitar o seu agravamento. Por esse motivo, um serviço de manutenção eficaz é imprescindível. Como atividades rotineiras, são realizadas:

- Relatório Técnico de operação e um livro para registro de ocorrências;
- Mantidos atualizados, na unidade, os cartões de vacinação dos funcionários;
- Mantidos disponíveis meios de comunicação para contato com o responsável técnico, com o DEMLURB e para utilização em ações emergenciais;
- Mantido um estoque de primeiros socorros e repostos periodicamente os materiais utilizados;
- Feito uso rigoroso dos EPI's como máscara, luvas, botas e uniformes, de modo a minimizar a possibilidade de contaminação e garantir a boa qualidade de trabalho;
- Higienizado diariamente as instalações de apoio operacional;
- Limpeza da unidade, removendo os materiais espalhados pelo vento;
- Efetuado periodicamente a capina da área, para manutenção do paisagismo;
- Realizadas inspeções e manutenções periódicas no sistema de recobrimento final das plataformas, mantendo a cobertura vegetal sobre os taludes encerrados, de forma a protegê-los contra erosões;
- Mantido sempre limpos e desobstruídos as canaletas e os demais dispositivos de drenagem pluvial;
- Efetuadas inspeções e manutenções periódicas no sistema de drenagem de chorume, removendo materiais depositados nos fundos das caixas de passagem;
- Mantidas sempre acesa a chama dos queimadores de gás;
- Limpeza e eventuais reparos nos equipamentos e máquinas ao final de cada dia de trabalho;
- Manutenção das condições de tráfego das vias de acesso internas;
- Controle do acesso e isolamento da área, evitando o acesso de pessoas não autorizadas e animais.

o) Plantio de Gramíneas

O plantio de gramíneas é executado em áreas desnudas que não estejam em operação. Este plantio foi executado tanto no Aterro Sanitário, no Lixão/Aterro Controlado já encerrado, como na margem esquerda do Córrego Salvaterra, no acesso às Valas Sépticas e nos taludes de corte da Área de Empréstimo, por meio de

ABES/MA – Seção Maranhão da ABES
VIII SEMINÁRIO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS
“Responsabilidade Sócio-ambiental”
Tema III: Resíduos Sólidos – Destino Final

sementes ou grama em placas. O monitoramento do plantio de gramíneas é realizado periodicamente, fazendo-se a recomposição das mesmas nos locais onde não houve o crescimento de vegetação.

p) Monitoramento Geotécnico e Ambiental

O sistema de instrumentação geotécnica do Aterro Sanitário Salvaterra foi implantado para subsidiar os serviços de manutenção e acompanhamento e é composto de: marcos superficiais, que permitem o acompanhamento da movimentação dos taludes e platôs, e piezômetros para avaliar a pressão de líquidos e gases no interior dos maciços. Além disso, são realizados diariamente a inspeção e acompanhamento visual de trincas nos maciços. Na área do Lixão/ Aterro Controlado já encerrado (Vertente Esquerda) estão implantados 05 marcos superficiais e 04 piezômetros.

A pluviometria local e a geração de percolados são dados importantes que auxiliam na interpretação das informações geradas pelas leituras da instrumentação geotécnica. As vazões de líquidos percolados são medidas pela variação do nível de chorume dos dois Tanques de Percolados existentes. As medições dos índices pluviométricos serão realizadas a partir das leituras no pluviômetro existente próximo à guarita do aterro.

O sistema de monitoramento ambiental é composto de monitoramento das águas subterrâneas e de águas superficiais e nascentes. Foram implantados poços de monitoramento de águas subterrâneas no entorno do aterro que têm a função de monitorar os lençóis subterrâneos à montante do aterro, como um “background” constante, e também a jusante.

A coleta de amostras é realizada por técnicos especializados, seguindo as normas específicas. Os resultados das análises laboratoriais são consubstanciados em relatórios e apresentados ao órgão ambiental competente.

As análises das águas subterrâneas consideram os seguintes parâmetros: (a) a cada quatro meses: Condutividade, Cor, Nitrogênio Amoniacal, Cloreto, DBO, DQO, Oxigênio Dissolvido, Zinco, pH, Coliformes Fecais, Coliformes Totais, Sólidos Totais Dissolvidos; e (b) a cada 12 meses: Óleos e graxas, Pseudomonas Aeruginosa, Salmonella SP, Fenóis, Nitrato, Nitrito, Nitrogênio Kjeldahl, Dureza Total, Turbidez, Alumínio, Cádmio, Chumbo, Bário, Cobre, Potássio, Sódio, Cromo Total, Ferro, Manganês, Mercúrio, Benzeno, Cloreto de Vinila, Tolueno/Metilbenzeno, Tricloroetileno/Tricloroetano, Xilenos e Cloreto de Metileno.

As amostras para análise das águas superficiais são retiradas em 4 (quatro) pontos estratégicos: PONTO 1 – Córrego Salvaterra a jusante do aterro; PONTO 2 – Córrego São Mateus; PONTO 3 – Rio do Peixe, a montante do encontro com o Córrego São Mateus e PONTO 4 – Rio do Peixe, a jusante do encontro com o Córrego São Mateus.

As análises das águas superficiais consideram os seguintes parâmetros: (a) a cada quatro meses: Condutividade, Cor, Nitrogênio Amoniacal, Cloreto, DBO, DQO, Oxigênio Dissolvido, Zinco, pH, Coliformes Fecais, Coliformes Totais; e (b) a cada 12 meses: Óleos e graxas, Sólidos Totais Dissolvidos, Alumínio, Cádmio, Chumbo, Cobre, Cromo Total, Ferro, Manganês, Mercúrio, Benzeno, Cloreto de Vinila, Tolueno/Metilbenzeno, Tricloroetileno/Tricloroetano, Xilenos e Cloreto de Metileno.

A qualidade dos percolados armazenados nos tanques também é objeto de monitoramento periódico visando a determinação de suas características físico-químicas, garantindo assim o bom funcionamento dos sistemas da Estação de Tratamento de Esgotos escolhida para descarte e tratamento final.

Os parâmetros normalmente analisados nas amostras de chorume são: pH, turbidez, Condutividade, Cor, DBO, DQO, Dureza, Oxigênio Dissolvido, Óleos e graxas, Sólidos Dissolvidos Totais, Sólidos Fixos Totais, Sólidos Suspensos Totais, Sólidos Voláteis Totais, Sólidos Totais, Alumínio, Bário, Cádmio, Cloreto, Cromo Total, Cobre, Ferro, Potássio, Manganês, Sódio, Chumbo, Zinco, Mercúrio, Nitrato, Nitrito, Nitrogênio Amoniacal, Nitrogênio Kjeldahl, Coliformes Totais, *Escherichia Coli*, Benzeno, tolueno, Tricloroetileno, Xilenos, Cloreto de Vinila e Diclorometano.

ABES/MA – Seção Maranhão da ABES
VIII SEMINÁRIO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS
“Responsabilidade Sócio-ambiental”
Tema III: Resíduos Sólidos – Destino Final

q) Encerramento do Aterro

Ao final da vida útil do Aterro Sanitário Salvaterra está prevista a execução de um Plano de Encerramento compreendendo, além da continuidade dos monitoramento geotécnico e ambiental, as seguintes ações:

- Sistema de cobertura final e proteção dos taludes: A cobertura final dos resíduos, inclusive dos resíduos de serviços de saúde e de animais mortos, será realizada em uma capa definitiva de espessura até 0,50m de solo argiloso, como substrato para plantio de gramíneas na superfície acabada do aterro. Esta capa definitiva de solo argiloso será compactada com a passada de três a seis vezes do trator de esteira.
- Plantio e proteção das superfícies do aterro e dos taludes com espécies gramíneas: O aterro encerrado, inclusive valas sépticas de maior e menor dimensão e tanques de percolados, estará inserido num ambiente ajardinado e arborizado com espécies de uso na ornamentação de áreas, incluindo aquelas de ocorrência regional. Desta forma, será obtida a redução de impactos visuais decorrentes das atividades pertinentes ao local, transformando-o em um ambiente regenerado. Por sobre a capa definitiva de solo argiloso compactado, será executado a revegetação do empreendimento com o plantio de gramíneas em sementes, mudas ou placas, para que a superfície acabada, bem como os taludes provenientes de cortes e aterros, sejam protegidos das chuvas, garantindo-se assim aumento da estabilidade e diminuição de erosões na área.

O tratamento de cobertura vegetal de estabilização e ornamentação será executado da seguinte forma:

- Nos taludes de corte e nas áreas de superfície: Os taludes de corte e as áreas de superfície receberão coberturas vegetais via hidrossemeadura ou semeadura manual de vegetais de diferentes profundidades e portes herbáceos e arbustivos, podendo ser realizados em grama batatais e/ou mesmo em outras espécies ornamentais.
- Nas vias de acessos internos e na entrada do empreendimento: Serão executados serviços de arborização e jardinagem das vias de acessos internos e na entrada do empreendimento.

Pretende-se construir na parte frontal do aterro uma cortina arbórea com largura de cerca de 10,0m de largura, através do plantio de eucaliptos (Figura 14).

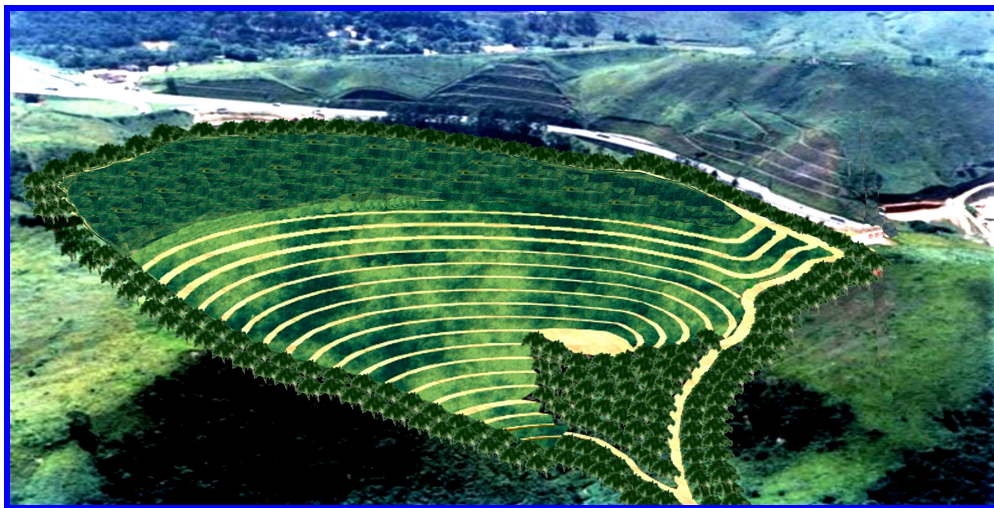


Figura 14 – Maquete Eletrônica do Aterro Sanitário Salvaterra Encerrado

Fonte: Arquivo DEMLURB (2003)

4- CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

A partir da implantação da metodologia de operação do Aterro Sanitário Salvaterra descrita no item anterior o município de Juiz de Fora pôde resolver, em grande parte, a questão do gerenciamento integrado dos resíduos

ABES/MA – Seção Maranhão da ABES
VIII SEMINÁRIO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS
“Responsabilidade Sócio-ambiental”
Tema III: Resíduos Sólidos – Destino Final

sólidos urbanos. Desde o início da operação do aterro não foi mais registrado nenhum auto de infração por parte do órgão de controle ambiental.

O acompanhamento da Licença de Operação é realizado através de visitas periódicas dos analistas ambientais da Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM) e do envio de Relatórios Trimestrais sobre o Monitoramento Geotécnico e Ambiental.

No entanto, alguns os problemas ainda são identificados, principalmente no que se refere às características peculiares do meio físico e a localização da gleba, tais como:

- Grande presença de surgências de águas subterrâneas, que dificultam a ampliação dos sistemas de drenagem e impermeabilização de base, se agravando nos períodos chuvosos.
- Necessidade de ajuste da drenagem pluvial proveniente da BR 040, direcionando as águas lançadas pela tubulação instalada pela Concessionária da Rodovia para fora da área de operação do aterro.
- Necessidade da manutenção constante dos dispositivos de drenagem superficiais, bem como da caixa de empréstimo de material de cobertura operacional que é constituído de solo predominantemente silteoso.
- Necessidade de compatibilização do tratamento de chorume na ETE Barbosa Laje e a capacidade de acumulação dos tanques de percolados existentes no aterro.
- Necessidade de acompanhamento permanente das condições de estabilidade da Vertente Esquerda com constante vigilância no acompanhamento das movimentações porventura ocorridas, visto que a área foi durante 6 (seis) anos um lixão com um histórico de dois grandes deslizamentos.
- Vida útil bastante limitada para um aterro sanitário com demanda de cerca de 400 toneladas por dia de resíduos.

Cabe ressaltar que há a necessidade da continuidade do bom relacionamento entre as comunidades do entorno do Aterro Sanitário Salvaterra, a Prefeitura de Juiz de Fora e a construtora responsável atualmente pelos serviços de operação e manutenção, aprimorando as relações de boa vizinhança, visto que a comunidade de Salvaterra e adjacências já foram bastante impactadas com o antigo lixão.

Diante do pessimista quadro brasileiro de destinação final do lixo urbano, pode-se concluir que o município de Juiz de Fora se encontra em um patamar favorável, restando ainda à administração municipal aprimorar a experiência adquirida e somar esforços no sentido de planejar a implantação de um novo aterro sanitário para o município, visto que o Aterro Sanitário Salvaterra, embora seja hoje um exemplo muito positivo, encontra-se em final de sua vida útil (até 2008).

5- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, Norma Brasileira Regulamentada, NBR 8419. Apresentação de Projetos de Aterros Sanitários de Resíduos Sólidos Urbanos. Abril, 1992.
2. Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, Norma Brasileira Regulamentada, NBR 13896. Aterros de Resíduos não Perigosos – Critérios para Projeto, Implantação e Operação. Junho, 1997.
3. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD, Fundação Estadual de Meio Ambiente – FEAM, Diretoria de Infra-Estrutura e Monitoramento – DIREM, Divisão de Saneamento – DISAN. Orientações Técnicas Para Operação de Aterros Sanitários. Abril, 2005.
4. Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República – SEDU, Instituto Brasileiro de Administração Municipal – IBAM. Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. Manual de Gerenciamento Integrado. Rio de Janeiro, 2001.