

**Departamento Municipal de Saneamento Urbano do
Município de Muriaé - DEMSUR**

**PROCEDIMENTO DE MANIFESTAÇÃO DE INTERESSE
– PMI-DEMSUR-001/2018**

Procedimento de Manifestação de Interesse para a obtenção de estudos, levantamentos e propostas para estruturação de modelo de concessão de serviços públicos visando a coleta, o tratamento e a disposição final de resíduos sólidos do município de Muriaé.

APÊNDICE VII – Plano de Encerramento e Recuperação do Aterro Controlado – Memorial Geral



DEMSUR

Dezembro

2013



Biokratos
SOLUÇÕES
AMBIENTAIS

Projeto de Recuperação do Aterro Controlado

Memorial Descritivo e de Cálculo
Memorial Quantitativo e de Cotações
Planilha Orçamentária
Desenhos Técnicos
Anotação de Responsabilidade Técnica

SUMÁRIO

INFORMAÇÕES GERAIS	7
RESPONSÁVEL TÉCNICO PELO PROJETO	7
EQUIPE TÉCNICA	7
NORMAS TÉCNICAS	8
1. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO	9
1.1 Localização geográfica do município	9
1.2 Levantamento dos distritos e comunidades rurais.....	10
1.3 População e histórico do crescimento demográfico do município	10
1.5 Atividades econômicas	11
1.6 Cultura e Lazer	12
1.7 Clima e bioma	12
2. DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL E JUSTIFICATIVA	13
2.1 Caracterização do empreendimento.....	13
2.2 Informações preliminares	13
2.3 Impactos ambientais.....	14
3. QUANTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	15
4. AVALIAÇÃO DO SOLO	17
5. AVALIAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS	20
6. ESTUDO DA ESTABILIDADE DOS TALUDES	24
7. ESTUDO DOS EFLUENTES PRODUZIDOS	26
7.1 Estimativa de volume de lixiviados.....	26
7.1.1 Cálculos hidrológicos	30
7.1.2 Estimativa do volume de chorume	31
7.1.3 Estimativa de volume de biogás	31
8. METODOLOGIA APLICADA	35
9. DESCRIÇÃO DOS SISTEMAS DE CAPTAÇÃO E DE TRATAMENTO	37
9.1 Drenagem pluvial.....	37
9.2 Drenagem e tratamento de lixiviados	37
9.3 Drenagem de gases.....	37
10. RECUPERAÇÃO DAS ÁREAS DEGRADADAS	38
11. PROPOSTA DE FUTURO USO DA ÁREA	39
12. PLANO DE MONITORAMENTO E CONTROLE	40
12.1 Recuperação da área degradada	40
12.2 Poços de monitoramento	40
12.3 Sistema de tratamento.....	40
12.4 Monitoramento de taludes e sistemas de drenagem	41
13. RELATÓRIO FOTOGRÁFICO	42
MEMORIAL QUANTITATIVO	59
1 INSTALAÇÕES INICIAIS	59
2 DRENAGEM PLUVIAL	59
3 DRENAGEM PROFUNDA - CHORUME	60
4 Drenagem de Gases	61

5	Regularização dos Platos	62
6	Paisagismo	62
	MEMORIAL DE COTAÇÕES	64
	OBSERVAÇÕES E RESSALVAS	71
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização estadual do município de Muriaé/MG.....	9
Figura 2: Localização regional do município de Muriaé-MG.	10
Figura 3: Evolução da população de Muriaé nos censos demográficos.	11
Gráfico 1: Composição gravimétrica da Caixa 01.	15
Gráfico 2: Composição gravimétrica da Caixa 02.	16
Figura 4: Mapa do solo simplificado de Muriaé.	17
Figura 5: Afloramento de chorume próximo a entrada do platô, onde ainda há descarte de resíduos.....	18
Figura 6: Afloramento de chorume próximo a entrada do primeiro poço de monitoramento.	19
Figura 7: Piezômetro 01.....	20
Figura 8: Piezômetro 02.....	21
Figura 9: Marco superficial.	24
Figura 10: Marco superficial.	25
Figura 11: Variação estimada da qualidade do chorume ao longo da vida útil de um aterro.	27
Figura 12: Esquema para cálculo do balanço hídrico.	28
Figura 13: Distribuição proporcional da geração de gás para componentes rapidamente degradáveis.	32
Figura 14: Distribuição proporcional da geração de gás para componentes lentamente degradáveis.	32
Figura 15: Dreno de gás implantado em lixão, com vistas à recuperação do mesmo.	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Resultado da análise de água do Piezômetro 01.	22
Tabela 2: Resultado da análise de água do Piezômetro 02.	22
Tabela 3: Parâmetros e forma de obtenção para emprego da metodologia do balanço hídrico.	28
.....	28
Tabela 4: Composição gravimétrica do lixo produzido em centros urbanos.....	33

INTRODUÇÃO

Este trabalho visa elaborar, observando as legislações pertinentes da FEAM, IBAMA e demais órgãos competentes, o projeto para recuperação do Aterro Controlado da Divisão de Limpeza Urbana do DEMSUR – Departamento Municipal de Saneamento Urbano, no município de Muriaé/MG.

O gerenciamento de áreas consideradas degradadoras ao meio ambiente visa minimizar os riscos a que estão sujeitos a população e o meio ambiente, por meio de um conjunto de medidas capazes de proporcionar, a partir das características e impactos verificados, os instrumentos à tomada de decisão quanto às formas de intervenção e equacionamento mais adequados.

Tais medidas são fundamentais para a sustentação da vida e do *habitat* para pessoas, animais, plantas e organismos no meio ambiente, bem como manutenção do ciclo de água, proteção de nascentes e corpos d'água, conservação de reservas minerais e da matéria-prima e meios para manutenção da atividade socioeconômica do município.

Neste memorial, serão descritas as condições atuais identificadas através de vistoria técnica, bem como apresentar medidas mitigadoras e cálculos de dimensionamento, contendo os itens a seguir:

- Levantamento do volume de lixo aportado;
- avaliação do nível de contaminação do solo e das águas;
- estudo de estabilidade dos taludes;
- projeto de conformação geométrica do maciço de lixo e proposição de cobertura final;
- estimativa da quantidade de chorume a ser produzido pelo maciço de lixo;
- projeto do sistema de drenagem, acumulação e tratamento de líquidos percolados;
 - projeto do sistema de drenagem de águas pluviais;
 - projeto sistema de drenagem de gases;
 - plano de monitoramento geotécnico, de gases e das águas superficiais e subterrâneas na região do aterro;
- projeto de reflorestamento;
- projeto de uso futuro da área;
- cronograma de execução.

INFORMAÇÕES GERAIS

Empreendedor: Departamento Municipal de Saneamento Urbano – Limpeza Urbana
Empreendimento: Projeto de Recuperação do Aterro Controlado de Muriaé

RESPONSÁVEL TÉCNICO PELO PROJETO

Jadna Rocha de Amorim Marques
CREA 134.177/D – MG
Engenheira Civil pela UFJF, Coordenadora de Projetos / RT Engenharia

EQUIPE TÉCNICA

José Mário de Oliveira
Sócio Diretor / Diretor de Projetos da Biokratos Soluções Ambientais

Jadna Rocha de Amorim Marques
Engenheira Civil / Coordenadora de Projetos / RT Engenharia

Bruno Cândido
Tecnólogo em Gestão Ambiental, graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental /
Assistente de Projetos

Bruno Martins Lima
Geógrafo / Auxiliar de Projetos / RT Licenciamento

Maurício Carrara de Araújo Neto
Biólogo / Coordenador de Projetos / RT Licenciamento

Kátia Cristina Silva
Bióloga / Supervisora de Projetos Licenciamento

Beatriz Barbosa Albertoni
Graduanda em Engenharia Civil / Estagiária Engenharia

Camila Barbosa
Graduanda em Engenharia de Minas / Assistente de Projetos Engenharia

Luiza Fonseca Cortat
Bióloga / Assistente de Projetos Educação Ambiental

Marcelo Silva Pinto
Técnico em Edificações / Assistente de Projetos Engenharia

Pércio de Castro Pedra

Graduando em Engenharia Civil, Técnico em Edificações / Auxiliar Técnico Engenharia

NORMAS TÉCNICAS

COPAM - Deliberação Normativa 10/86 - Estabelece normas e padrões para qualidade das águas, lançamento de efluentes nas coleções de águas, e dá outras providências

Resolução CONAMA nº 357:2005 - Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

FEAM – Caderno Técnico de Reabilitação de Áreas Degradadas por Resíduos Sólidos Urbanos (2009)

IBAMA - Instrução Normativa n. 4 (2011)

ABNT NBR 8849:1985 - Apresentação de projetos de aterros controlados de resíduos sólidos urbanos - Procedimento

ABNT NBR 10004:2004 - Resíduos Sólidos – classificação

ABNT NBR 10005:2004 - Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos

ABNT NBR13896:1997 - Aterros de resíduos não perigosos – Critérios para projeto, implantação e operação

ABNT NBR 15495:2007 – Poços de monitoramento de águas subterrâneas em aquíferos granulares – Parte 1: Projeto e construção

SUDECAP PMBH – Superintendência de Desenvolvimento da Capital. Caderno de Encargos (2008)

1. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO

1.1 Localização geográfica do município

O município de Muriaé situa-se na Zona da Mata Mineira, totalmente inserido na bacia do Rio Paraíba do Sul. Os principais rios que cortam o município são os Rios Muriaé (afluente do Rio Paraíba do Sul) e Glória (afluente do Muriaé).

As terras do município apresentam altitudes entre 209 metros na sede e 1.110 metros (Morro do Serrote).

Muriaé está a 80 km de Carangola, 57 km de Cataguases, 61 km de Leopoldina, 164 km de Juiz de Fora, 80 km de Ubá, 113 km de Além Paraíba, 88 km de Viçosa, 127 km de Manhuaçu e 303 km de Rio de Janeiro.

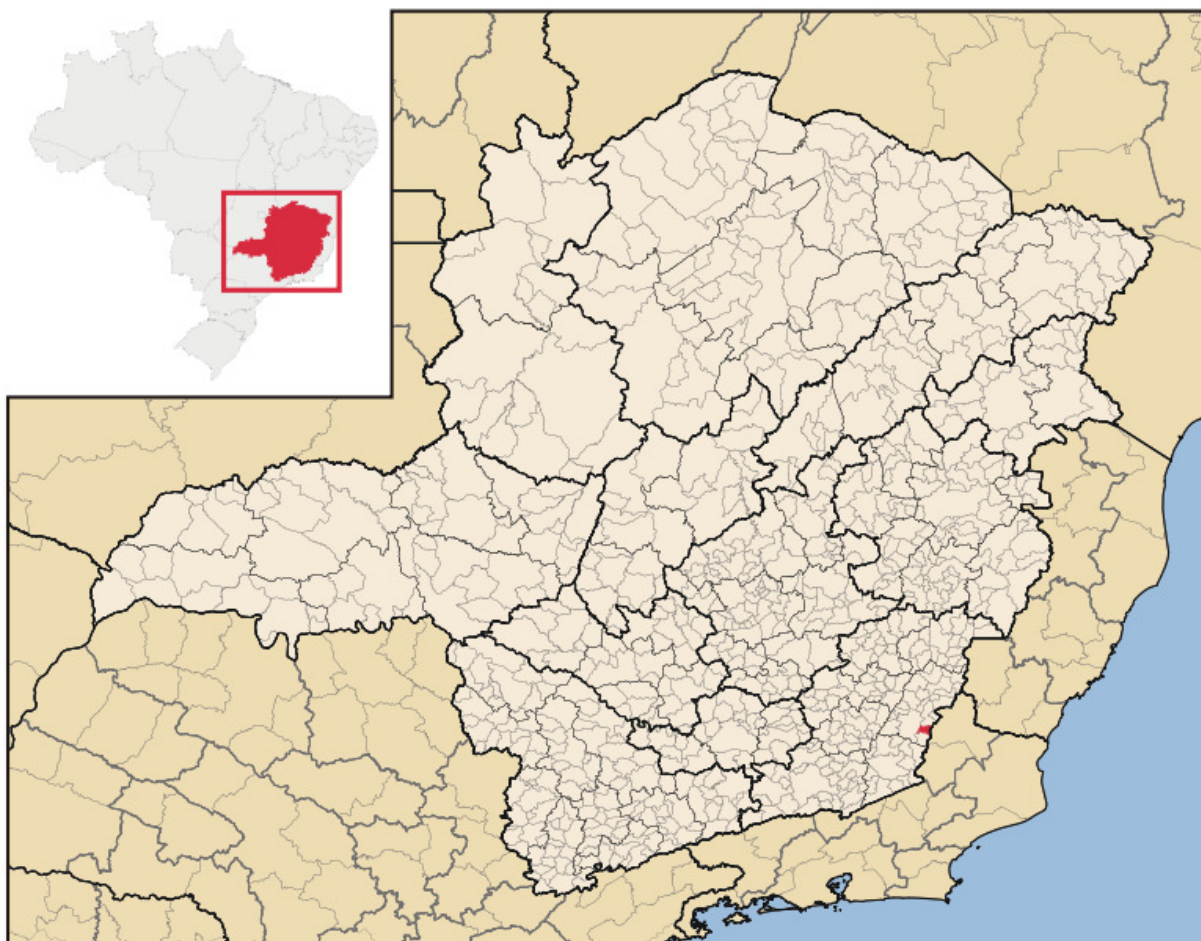


Figura 1: Localização estadual do município de Muriaé/MG.

Fonte: WIKIPEDIA, 2013.



Figura 2: Localização regional do município de Muriaé-MG.

Fonte: GOOGLE MAPS, 2013.

1.2 Levantamento dos distritos e comunidades rurais

O município de Muriaé conta com mais de 60 bairros e é responsável pela administração de sete distritos - Belisário, Boa Família, Bom Jesus da Cachoeira, Itamuri, Macuco, Pirapanema e Vermelho.

Também há algumas vilas e povoados rurais, sendo eles: Capetinga, Fumaça, Patrimônio dos Carneiros, Pedra Alta, Retiro Campo Formoso, São Domingos, São Fernando, São João do Glória e São Tomé (WIKIPEDIA, 2013).

1.3 População e histórico do crescimento demográfico do município

Segundo dados do Censo 2010, a população do município naquele ano era de 100.861 habitantes, sendo 93.320 habitantes na zona urbana (92,5%) e 7.541 habitantes na zona rural e distritos (7,5%). A população é estimada em 105.861 habitantes (IBGE/2013).

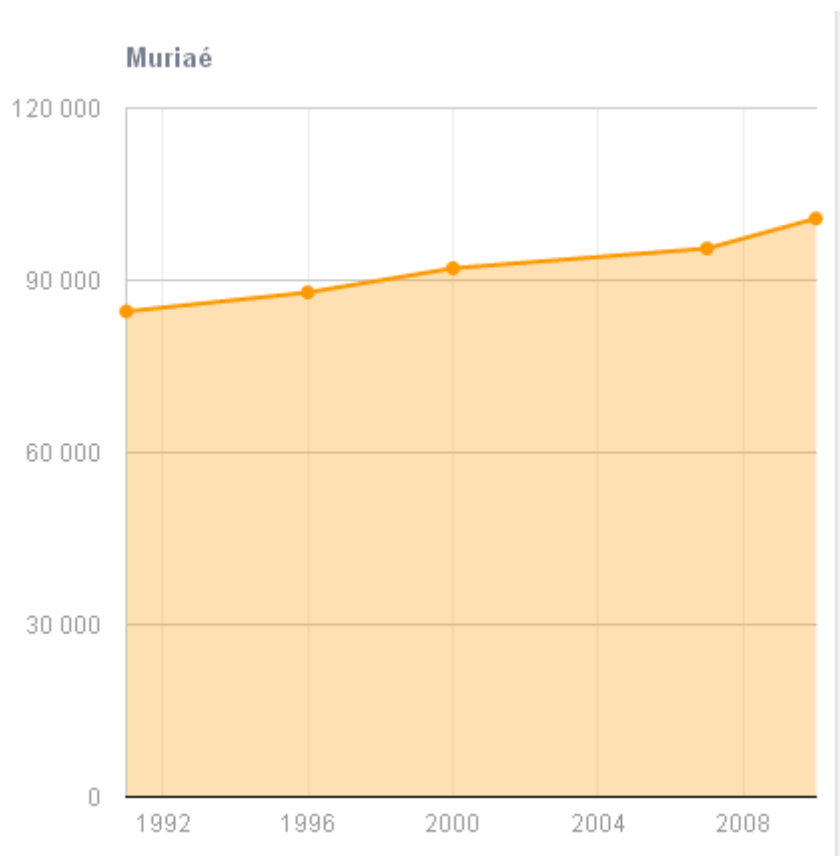


Figura 3: Evolução da população de Muriaé nos censos demográficos.
Fonte: IBGE, 2010.

1.5 Atividades econômicas

Os dados deste item foram extraídos de sítio eletrônico, Wikipédia (2013). Atribui-se à ele e aos seus colaboradores a responsabilidade pela veracidade das informações prestadas.

A região de Muriaé é composta por municípios de infraestrutura e forte crescimento comercial e industrial.

O produto interno bruto do município é estimado em 1.080.502.000 reais (2010) e a renda per capita em 10.712,78 reais.

A maior parte do produto interno bruto do município de Muriaé é relativa ao setor terciário, o qual dota a cidade de uma boa infraestrutura de serviços. O centro comercial de Muriaé é bem desenvolvido.

A indústria também tem papel de destaque, principalmente a indústria da moda, tendo conhecimento que Muriaé é o 4º maior pólo têxtil de Minas Gerais - e confecção de artigos do vestuário e acessórios. O pólo de moda de Muriaé (composto pelas cidades de Muriaé, Eugenópolis, Laranjal, Patrocínio do Muriaé e Recreio) é composto por 75014 empresas formais, que empregam diretamente cerca de 13 000 profissionais, produzindo 2 500 000 peças por mês e movimentando anualmente aproximadamente 230 000 000 de reais. Nos últimos anos, o pólo vem se consolidando como importante referência do setor confeccionista brasileiro, investindo em máquinas e equipamentos modernos, no

desenvolvimento de produtos, em pesquisa, utilização de tecidos inovadores e, principalmente, em design.

Outras indústrias, como as de produção de alimentos e bebidas e montagem de veículos, completam o parque industrial muriaeense. Na agropecuária, de pequena participação no produto interno bruto, destacam-se a criação de bovinos (principalmente gado de leite), galináceos, suínos e a produção de cana-de-açúcar, arroz e banana.

1.6 Cultura e Lazer

Os principais pontos turísticos do município, destacam-se o Pico do Itajuru, em Belisário; a Rampa de Voo Livre, em Pirapanema; a Cachoeira da Fumaça, na região do Rio Preto; e o Cristo Redentor, no bairro Chácara Brum.

1.7 Clima e bioma

O clima é do tipo tropical, quente e úmido no verão, com temperaturas máximas que chegam até 40°C em alguns pontos. É seco no inverno, com temperaturas máximas que chegam até 25°C e temperaturas mínimas que chegam até 10°C. Temperaturas médias anuais entre 25°C e 30°C.

Muriaé apresenta uma área de 841,693 km², e seu bioma é a Mata Atlântica.

2. DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL E JUSTIFICATIVA

2.1 Caracterização do empreendimento

O empreendimento se localiza no Retiro Campo Formoso, sob logradouro de Fazenda Cachoeira Encoberta, de coordenadas UTM N 766558,65 e E 775441,16 (base cartográfica SAD 69), segundo formulário enviado à FEAM pela DEMSUR. Segundo o mesmo, o Aterro Controlado de Muriaé conta com uma área de 71.612, 00 m², com início de operação no ano de 1996, até o presente momento.

O empreendimento recebe os resíduos sólidos urbanos (RSU) do município, com disposição a céu aberto e aterramento semanal, sem presença de catadores de lixo no local. Segundo o formulário, está disposto no aterro cerca de 341.275,00 toneladas de resíduos, já previsto seu encerramento.

2.2 Informações preliminares

O Departamento Municipal de Saneamento Urbano (DEMSUR) possui licença junto ao Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP) para a construção de um aterro sanitário na cidade de Muriaé/MG, que passará a receber o lixo, em substituição ao atual aterro controlado (Jornal de Muriaé, 2013), o qual já está em construção.

O aterro sanitário está sendo instalado ao lado de onde funciona atualmente o aterro controlado, na Vila Conceição. No atual aterro controlado, faz-se a cobertura dos rejeitos por um material inerte, sendo que catadores de cooperativas realizam o trabalho de reciclagem. Ainda, foram tomadas medidas paliativas como a inserção de drenos de gás e tubulações para captação pluvial, as quais não desempenham eficazmente suas funções por falta de manutenção. Sendo assim, o aterro controlado terá suas operações encerradas, cujo local deverá ser revitalizado e recuperado.

Foi levantada, ainda, a suspeita de contaminação do lençol freático pelo chorume proveniente do aterro (Site Guia Muriaé, 2013), a qual deverá ser investigada por análises bio-físico-químicas.

Após analisar as características do local e as condições específicas estabelecidas pelo Caderno Técnico de Reabilitação de Áreas Degradadas por Resíduos Sólidos Urbanos (FEAM, 2009), o conjunto de circunstâncias indicou a Recuperação Parcial como sendo a técnica de recuperação mais sensata para o terreno em questão.

Como ações essenciais, estipula-se a execução dos seguintes serviços (FEAM, 2009):

- Reconformação do maciço de resíduos com uma geometria estável;
- reconformação geométrica e capeamento do lixão com selo impermeável de material argiloso ou material sintético como geomembrana de polietileno de alta densidade – PEAD;
- conformação do platô superior com declividade mínima de 2%, na direção das bordas;

- controle da emissão e tratamento de lixiviados, por meio de barreiras de contenção ou drenos direcionados para sistemas de tratamento, de recirculação ou de acumulação para posterior envio a uma estação de tratamento de esgotos do município;
- coleta e desvio das águas superficiais, de forma a minimizar o ingresso das águas de chuva no maciço de resíduos;
- controle da emissão e queima de gases;
- isolamento da área;
- controle de recalques;
- controle da qualidade do ar e águas superficiais e subterrâneas da área, por meio de poços de monitoramento;
- implantação de cobertura vegetal com gramíneas nos maciços de resíduos encerrados.

2.3 Impactos ambientais

Os resíduos sólidos lançados de forma inapropriada acarretam problemas de saúde pública, como a proliferação de vetores de doenças (moscas, mosquitos, baratas, ratos), geração de gases que causam odores desagradáveis e intensificação do efeito estufa e, principalmente, poluição do solo e das águas superficiais e subterrâneas pelo chorume.

Em termos ambientais, a disposição inadequada agrava a poluição do ar, do solo e das águas, além de provocar poluição visual. Nos casos de lançamento de resíduos em encostas, é possível ainda ocorrer a instabilidade dos taludes pela sobrecarga e absorção temporária da água da chuva, provocando deslizamentos.

Em termos sociais, interferem na estrutura local, pois a área torna-se atraente para as populações de baixa renda do entorno, que buscam na separação e comercialização de materiais recicláveis, uma alternativa de trabalho, apesar das condições insalubres e sub-humanas da atividade. Pode-se acrescentar ainda a este cenário, o total descontrole quanto aos tipos de resíduos recebidos nestes locais, verificando-se até mesmo a disposição de dejetos originados dos serviços de saúde, principalmente dos hospitais, como também das indústrias.

Comumente, ainda se associam à disposição inadequada fatos altamente indesejáveis, como a presença de animais, e problemas sociais e econômicos com a existência de catadores, os quais retiram do lixo o seu sustento e, muitas vezes, residem no próprio local.

Embora o chorume e os gases sejam os maiores problemas causados pela decomposição do lixo, outros problemas associados com sua disposição podem ser assim compreendidos:

- produção de fumaça e odores desagradáveis;
- agressão estética à paisagem natural;
- riscos de incêndio e intensificação do efeito estufa;
- aparecimento de catadores precariamente organizados, inclusive crianças desvalorização imobiliária das vizinhanças.

3. QUANTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

A limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, dentro dos limites do perímetro urbano e em suas áreas do município de Muriaé, são de responsabilidade da Prefeitura Municipal, através do Departamento Municipal de Saneamento Urbano (PMSM Muriaé, 2013).

Segundo o Censo 2010 do IBGE, dos 29.863 domicílios, 422 não são atendidos com o sistema de coleta de lixo, deixando os resíduos acumulados em logradouros, não possuem declaração sobre o atendimento aos serviços de coleta de lixo, totalizando 29.387 domicílios com sistema de coleta de lixo localizados tanto na sede quanto nos distritos e povoados de Muriaé (PMSM Muriaé, 2013).

Segundo o Plano Municipal de Saneamento Básico de Muriaé (2012), o aterro controlado opera com semi-compactação e aterro diário de aproximadamente 60 toneladas de resíduos por dia.

O aterro controlado de Muriaé foi analisado quanto a sua composição gravimétrica e teve como objetivo a identificação dos principais elementos presentes no mesmo.

As características dos resíduos sólidos podem variar em função de vários aspectos, como os sociais, econômicos, culturais, geográficos e climáticos, ou seja, os mesmos fatores que também diferenciam as comunidades entre si. Em relação aos aspectos biológicos, os resíduos orgânicos podem ser metabolizados por microorganismos decompositores, como fungos e bactérias, aeróbios e/ou anaeróbios, cujo desenvolvimento dependerá das condições ambientais existentes, (JUNIOR, 2003).

A segregação dos materiais e o cálculo das devidas quantidades foram obtidos após a técnica de quarteamento. Para tal avaliação, foram abertas duas caixas (Caixas 01 e 02) com 18m³ cada e, partir daí, com o material devidamente homogeneizado e quarteado, foi feita a caracterização do mesmo.

A amostra de 0,75m³ da primeira caixa (Caixa 01) apresentou 83,6Kg de matéria orgânica, 35,1Kg de plástico e 14,3Kg de pano conforme mostra o Gráfico 1.

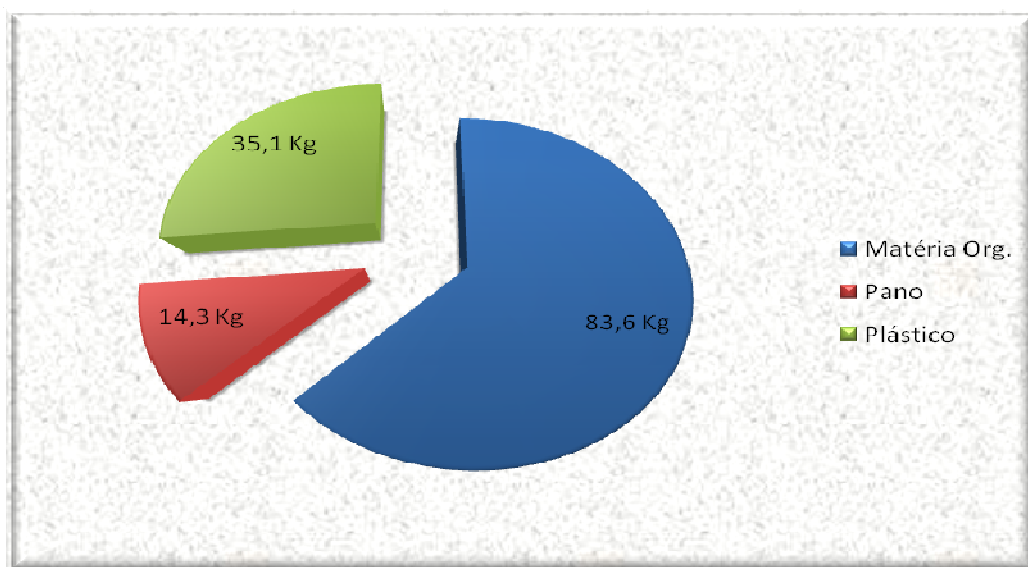


Gráfico 1: Composição gravimétrica da Caixa 01.

Fonte: Biokratos, 2014.

A amostra da Caixa 2 apresentou 64,8Kg de matéria orgânica, 46,2Kg de plástico e 44,6 de pano conforme mostra o Gráfico 2.

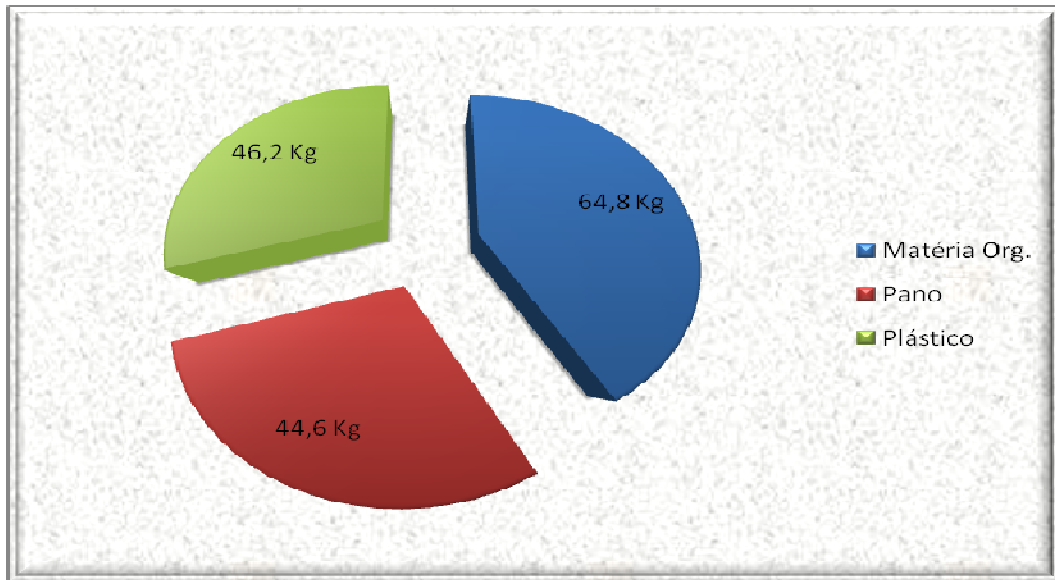


Gráfico 2: Composição gravimétrica da Caixa 02.
Fonte: Biokratos, 2014.

Foi medida também a porcentagem de empolamento do material retirado das caixas de amostragem.

O empolamento é um fenômeno característico dos solos, quando se escava um terreno o solo que se encontrava num certo estado de compactação experimenta uma expansão volumétrica.

Um volume V de material extraído após a sua desagregação (ou no estado solto) terá um incremento de volume v ou o volume total $V + v$; porém, continua tendo a mesma massa m . A densidade desse material no estado natural representada por d_n é superior a densidade do material no estado solto d_s .

V = volume do material na jazida;

v = incremento de volume ao ficar solto;

m = massa do volume V ;

d_n = densidade na jazida = m/V ;

d_s = densidade quando solto = $m/(V + v)$;

V_s = volume solto = $V + v$.

Logo:

$$m = V d_n$$

$$m = (V + v) d_s$$

Assim, o material retirado da Caixa 01 teve seu volume aumentado de um total de 18m^3 para 24m^3 , apresentando um empolamento de 32%, sendo que, na Caixa 02, o volume aumentou de um total de 18m^3 para 22m^3 , tendo um empolamento de 25%.

4. AVALIAÇÃO DO SOLO

O município de Muriaé, quase em sua totalidade, está classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo, e pode ser definido como não hidromórfico como horizonte B latossólico. De textura argilosa e alto teor de ferro (Fe_2O_3), possui seqüência de horizontes A, B e C e com transposições entre os subhorizontes difusas e graduais, acentuadamente a bem drenados, sendo horizonte A predominantemente do tipo moderado (RADAMBRASIL, 1982). Regionalmente o Latossolo Vermelho-Amarelo apresentou duas divisões, sendo álico quando a saturação de alumínio é superior a 50% apresentando baixa fertilidade e distrófico com saturação de alumínio inferior a 50% com fertilidade média.

A Figura 4 identifica os tipos de solos presentes no município de Muriaé.

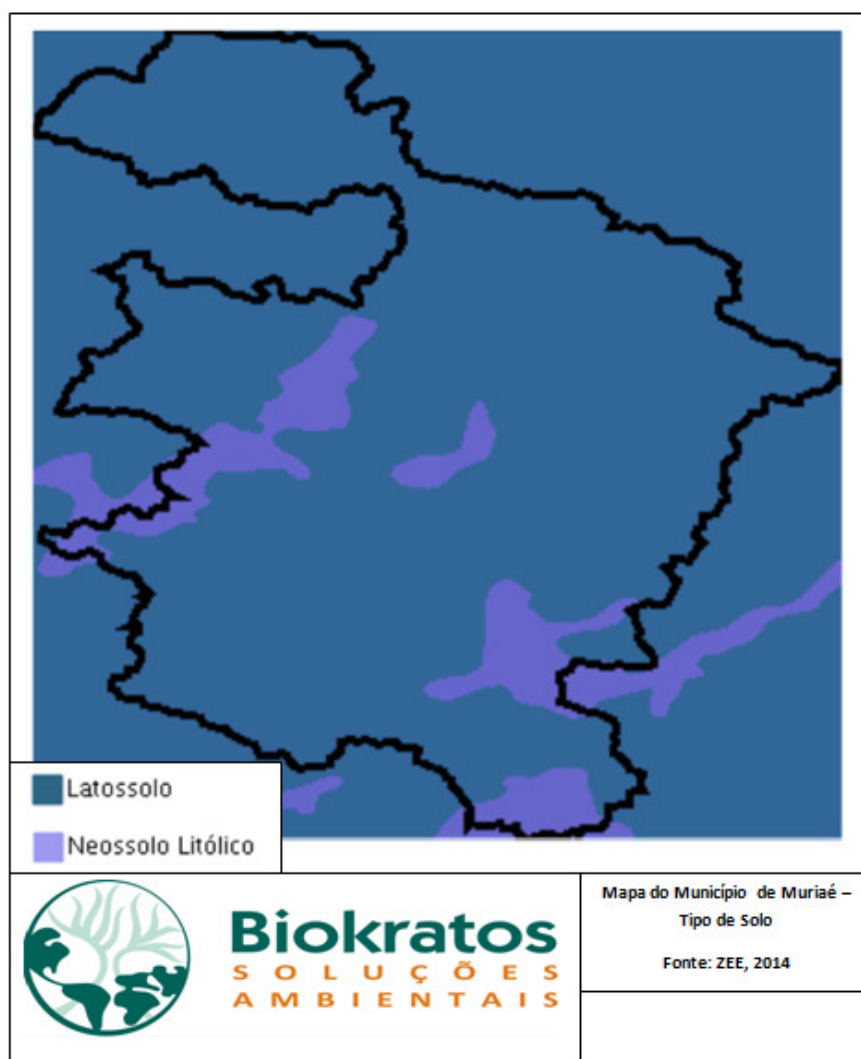


Figura 4: Mapa do solo simplificado de Muriaé.

Fonte: ZEE, 2014.

Os aterros controlados e demais depósitos de lixo, que depositam seus rejeitos diretamente no solo, causam grande dano ao ecossistema e também prejudicam as condições edafoclimáticas do solo, o que é observado no aterro controlado de Muriaé.

Os depósitos de lixo produzem o chorume, líquido poluente, de cor escura e odor nauseante, originado de processos biológicos, químicos e físicos da decomposição de resíduos orgânicos.

O chorume em certos pontos do aterro encontra-se abundantemente aflorado, conforme evidenciado pelas Figuras 5 e Figura 6. Esses processos, somados com a ação da água das chuvas, se encarregam de lixiviar compostos orgânicos presentes no lixo.



Figura 5: Afloramento de chorume próximo a entrada do platô, onde ainda há descarte de resíduos.
Fonte: Biokratos, 2014.



Figura 6: Área com infiltração de água pluvial próximo a estrada de acesso ao primeiro poço de monitoramento.

Fonte: Biokratos, 2014.

A elevada carga orgânica presente no chorume faz com que ele seja extremamente poluente e danoso.

A matéria orgânica presente no chorume tem importância na complexação e transporte de metais pesados e na retenção de alguns contaminantes orgânicos, o que será observado das análises de água das Tabelas 1 e 2, em tópico oportuno.

Aliado a que a matéria orgânica natural presente no solo, além de participar desses processos pode aumentar a concentração de constituintes do chorume na solução do solo e, conseqüentemente, nas águas. Desta forma, tanto a matéria orgânica do chorume quanto a do solo e a associação das duas, podem limitar ou tornar inviável o uso dos recursos naturais solo e água.

A presença de substâncias nocivas à saúde no solo também prejudicam animais e plantas, apesar de que ainda há em alguns locais presença de vegetação de pequeno porte como gramíneas.

5. AVALIAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

O Rio Preto e o Rio Glória são os mananciais destinados à captação superficial de água para abastecimento público.

A NBR 8419 cita que a distância mínima do aterro para quaisquer cursos d'água ou coleção hídrica deve ser maior que 200 m (ABNT, 1996). Segundo medições por foto de satélite, a distância entre os pontos mais próximos da base do aterro e a calha do rio é de 565,30 m, coerente com a legislação em vigor.

Para fins de controle ambiental dos recursos hídricos, foi feita a instalação de poços de monitoramento, segundo empresa contratada, para avaliação físico-química trimestral e acompanhamento da flutuação do lençol freático no solo ao longo do tempo, devendo esses parâmetros atender aos padrões de água da legislação pertinente. Além disso, os poços de observação tem o objetivo de controlar a presença de poluentes oriundos do processo operacional e eficiência dos sistemas de contenção.

Os piezômetros foram instalados em pontos estratégicos para o monitoramento onde encontram-se os fluxos conforme as curvas de nível, possibilitando, assim, a coleta para resultados confiáveis. O Poço 01 alcançou uma profundidade de aproximadamente 14m (Figura 7), e o Poço 02 alcançou o lençol em uma profundidade de aproximadamente 6m (Figura 8). Conforme foto do poço 01, devido a dificuldades de execução, a parte superior apresentou desvio vertical, sendo que o mesmo poço foi demolido por completo e refeito novamente, atualmente alinhado verticalmente.



Figura 7: Piezômetro 01.
Fonte: Biokratos, 2014.



Figura 8: Piezômetro 02.
Fonte: Biokratos, 2014.

Após a estabilização do lençol, foram coletadas as amostras dos dois poços, sendo que as mesmas foram encaminhadas para avaliação em empresa contratada para análise dos seguintes parâmetros:

- DBO
- DQO
- Óleos e Graxas
- Bactérias Heterotróficas
- Coliformes Termotolerantes
- Cianeto Total
- Condutividade
- Bário
- Chumbo
- Mercúrio
- Fluoretos
- Nitrato
- Nitrito
- Fósforos Total
- Sólidos Totais
- pH

Conforme a análise de água dos dois poços, se obteve os resultados observados nas Tabelas 1 e 2:

Recuperação do Aterro Controlado – UTC Muriaé

Tabela 1: Resultado da análise de água do Piezômetro 01.

PARÂMETROS	RESULTADO	UM	LQ	LI	LS
DBO	8.6	MG/L	2		
DQO	28	MG/L	2		
ÓLEOS E GRAXAS	<10	MG/L	10		
BACTÉRIAS HETEROTRÓFICAS	TNTC>2000 UFC/ML	UFC/ML	1		500
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	TNTC>2000 UFC/ML	UFC/ML			0
CIANETO TOTAL	<0.001	MG/L	0.001		0.07
CONDUTIVIDADE	490	S/CM	0.01		
BÓRIO TOTAL	<0.2	MG/L	0.2		0.7
CHUMBO	<0.01	MG/L	0.01		0.01
MERCÚRIO	<0.001	MG/L	0.001		0.001
FLUORETOS	<0.1	MG/L	0.1		1.5
NITRATO	2.3	MG/L	0.01		10
NITRITO	0.44	MG/L	0.03		1
FÓSFORO TOTAL	<0.1	MG/L	0.1		
SÓLIDOS TOTAIS	299	MG/L	1		
PH	7.2	-	0,01	6	9.5

UM = Unidade de Medida, LQ = Limite Quantificação, LI = Limite Inferior, LS = Limite Superior

Tabela 2: Resultado da análise de água do Piezômetro 02.

PARÂMETROS	RESULTADO	UM	LQ	LI	LS
DBO	41	MG/L	2		
DQO	67	MG/L	2		
ÓLEOS E GRAXAS	267	MG/L	10		
BACTÉRIAS HETEROTRÓFICAS	TNTC>2000 UFC/ML	UFC/ML	1		500
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	TNTC>2000 UFC/ML	UFC/ML			0
CIANETO TOTAL	<0.001	MG/L	0.001		0.07
CONDUTIVIDADE	379	S/CM	0.01		
BÓRIO TOTAL	<0.2	MG/L	0.2		0.7
CHUMBO	0,67	MG/L	0.01		0.01
MERCÚRIO	<0.001	MG/L	0.001		0.001
FLUORETOS	<0.1	MG/L	0.1		1.5

Recuperação do Aterro Controlado – UTC Muriaé

NITRATO	2.22	MG/L	0.01	10
NITRITO	0.17	MG/L	0.03	1
FOSFORO TOTAL	2	MG/L	0.1	
SÓLIDOS TOTAIS	16365	MG/L	1	
PH	7.3	-	0,01	6 9.5

UM = Unidade de Medida, LQ = Limite Quantificação, LI = Limite Inferior, LS = Limite Superior

Os parâmetros da análise do Piezômetro 01, que está a uma distância considerável da massa de lixo, próximo a entrada do aterro, mostram que os níveis de contaminação bacteriológica e de alguns compostos químicos encontram-se menos alterados que os mesmos níveis do Piezômetro 02.

O Piezômetro 02 está localizado há poucos metros abaixo do platô que contém uma grande massa de lixo. Devido a isso, observou-se pela análise algumas alterações bacteriológicas e químicas.

Após a recuperação ambiental de todo o aterro controlado, com a adoção das medidas de captação pluvial e de efluentes, espera-se que tais níveis sejam reduzidos, sendo que é de suma importância que seja feito um monitoramento frequente dos poços, amostrando e analisando a água subterrânea trimestralmente, para a confirmação da melhoria em sua qualidade, de acordo com os parâmetros estabelecidos nas legislações vigentes.

6. ESTUDO DA ESTABILIDADE DOS TALUDES

O encerramento das atividades operacionais de disposição de resíduos em um aterro sanitário constitui o marco inicial dos trabalhos para recuperação ambiental da área utilizada. Um aterro sanitário só pode ser considerado encerrado quando estiver estabilizado, tanto do ponto de vista bioquímico como geotécnico, e a área utilizada devidamente recuperada e apta para uma nova ocupação e aproveitamento.

O encerramento das atividades operacionais de disposição de resíduos em um aterro sanitário não interrompe os processos bioquímicos, com a geração de gases e percolados, e as deformações do maciço.

Mesmo após encerradas as atividades de disposição dos resíduos, os maciços dos aterros continuam a apresentar deformações horizontais e verticais muito elevadas e a gerar percolados e gases, devido às reações bioquímicas do material orgânico que os constituem. Estas alterações que se processam no maciço do aterro exigem a sua conservação e manutenção sistemáticas, para evitar a formação e o desenvolvimento dos processos de degradação.

Um talude pode ser considerado como potencialmente instável a partir do momento em que as tensões cisalhantes originárias de esforços instabilizadores sejam ou possam vir a ser maiores que as resistências ao cisalhamento do material disponíveis em uma zona do maciço que permita definir uma região potencial de ruptura. Sendo assim, é importante monitorar possíveis deslocamentos e deformações do maciço.

Em vistas do monitoramento geotécnico dos taludes, foram instalados seis marcos, orientados de acordo com o seguimento do pé do talude (Figura 9), para que possam ser feitas as leituras de movimentação através de marcações de medidas lineares, em centímetros, no corpo do marco, conforme mostra a Figura 10.



Figura 9: Marco superficial.
Fonte: Biokratos, 2014.



Figura 10: Marco superficial.
Fonte: Biokratos, 2014.

Um dos objetivos do monitoramento é acompanhar o comportamento mecânico e o desempenho ambiental do aterro, de forma a permitir a identificação, em tempo hábil, de alterações no padrão de desempenho previsto e a proposição de medidas preventivas e corretivas, orientando os trabalhos de conservação e manutenção do aterro.

Em relação ao aspecto visual, não foram encontradas falhas nem erosões características de movimentação. Recomenda-se, a curto prazo, o monitoramento semanal ou quinzenal dos marcos e, a médio prazo, monitoramento mensal, caso não se detecte movimentações nos taludes e, conseqüentemente, nos maciços de lixo.

7. ESTUDO DOS EFLUENTES PRODUZIDOS

7.1 Estimativa de volume de lixiviados

Muitos fatores influem na produção e composição do chorume, dentre as quais estão: clima, topografia, material de cobertura final do aterro, cobertura vegetal, fase atual e procedimentos operacionais e tipo de resíduos.

Segundo CARDILLO (2012), quando a célula está aberta, o chorume tem as características proporcionadas pela lixiviação de produtos gerados pela atividade aeróbia:

- pH levemente ácido, variável entre 5 a 6,5;
- DBO muito alta, proporcionada por matéria orgânica ainda não digerida;
- DQO elevada, porém a proporção DQO/DBO é < 2 ;
- concentração de Nitrogênio Amônia abaixo de 1.000 mg/L;
- presença de metais pesados (Fe, Ni, Zn) em concentrações excedentes aos limites fixados pela legislação.

Quase toda a chuva incidente sobre a célula aberta vira chorume, descontando a evapotranspiração.

Quando fechada recentemente, ocorre na célula, durante algum tempo, tanto a atividade aeróbia como a anaeróbia, até que se estabeleçam condições totalmente anaeróbias. As características do percolado gerado são, mediamente:

- pH alcalino entre 7,8 a 8,3, mostrando um chorume bem tamponado;
- alcalinidade da ordem de 10.000 mg/L;
- DBO entre 3.000 e 5.000 ppm decrescente com idade da célula;
- DQO entre 5.000 e 10.000 ppm decrescente com idade da célula;
- relação DQO/DBO > 2 , crescente com idade da célula;
- nitrogênio amoniacal acima de 1.500 mg/L;
- a concentração de ácidos húmicos e fúlvicos se estabiliza em valores da ordem de 2.000 a 2.500 mg/L, expressa como DQO.

O chorume é gerado pela infiltração da água de chuva que percola através do solo de cobertura, descontada a evapotranspiração.

Na célula antiga, na qual existem somente as atividades anaeróbias, é produzido um chorume com as seguintes características médias:

- pH alcalino entre 7,8 e 8,0, mostrando que o chorume continua tamponado;
- alcalinidade < 10.000 mg/L;
- DBO < 2.000 decrescente ao passar dos anos;
- DQO < 5.000 decrescente ao passar dos anos;
- relação DQO/DBO > 5 crescente com a idade da célula;
- nitrogênio amoniacal < 1.500 mg/L decrescente ao passar dos anos.
- a maior parte de toda DQO é refratária, sendo representada por ácidos húmicos e fúlvicos, produtos da degradação da lignina.

Neste caso, a infiltração é reduzida pela compactação das camadas de cobertura e de lixo, sendo que a drenagem de chorume pode ser prejudicada pelo progressivo entupimento dos drenos.

A vazão de chorume gerada por um aterro sanitário é crescente no tempo, proporcionalmente a área ocupada pelas células e ao volume de lixo disposto. Uma vez encerrada a operação do aterro, com células corretamente fechadas e isoladas, deve-se esperar ao longo dos anos uma redução da vazão de chorume gerado.

Pode ser constatado que, com as células fechadas, a vazão de chorume produzido decresce no tempo com relativa rapidez. Tal vazão varia também em função da chuva incidente sobre a área de disposição de lixo e das condições climáticas (evapotranspiração).

A Figura 11, extraída da publicação de HAMADA (1997) possibilita estimar a qualidade de chorume produzido em um aterro em função de sua idade. No caso de Muriaé, para 192 meses, estima-se efluente com DBO de 2.200 mg/L.

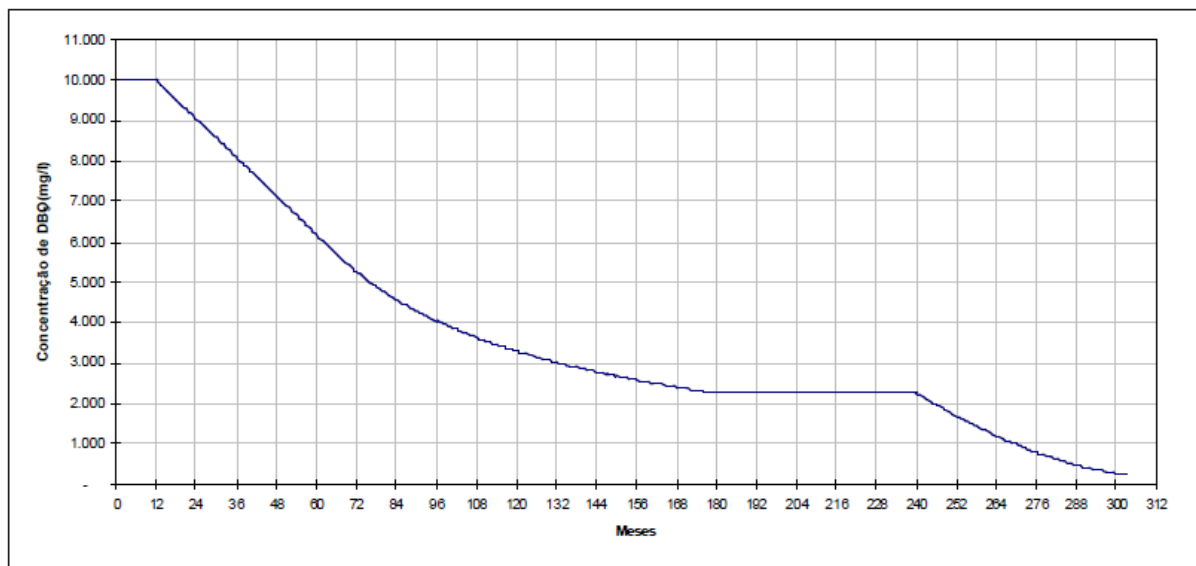


Figura 11: Variação estimada da qualidade do chorume ao longo da vida útil de um aterro.
Fonte: HAMADA, 1997.

Há alguns métodos empíricos para estimativa de chorume em aterros, os quais citam-se a seguir.

- Método do Balanço Hídrico

Com a finalidade de monitoramento ou para a elaboração de projetos pode ser utilizada uma ferramenta fundamental denominada balanço hídrico, pois esse estabelece com uma margem de erro aceitável a capacidade de produção de chorume de um aterro (COAMB, 2011).

O balanço hídrico, cujos parâmetros são explicitados na Tabela 3 e Figura 12, é calculado a partir do princípio da conservação de massa pela seguinte expressão (CARDILLO, 2012):

$$PER - P - ES - \Delta AS - ER$$

Tabela 3: Parâmetros e forma de obtenção para emprego da metodologia do balanço hídrico.

PARÂMETROS	MODO DE OBTENÇÃO
PER: PERCOLAÇÃO EM MILÍMETROS	
P: PRECIPITAÇÃO, EM MILÍMETROS	BOLETINS PLUVIOMÉTRICOS
ES: ESCOAMENTO SUPERFICIAL	$ES = C' \times P$ ONDE $C' = 0,17 - 0,18$
ΔAS : VARIAÇÃO NO ARMAZENAMENTO DE ÁGUA NO SOLO	DIFERENÇA ENTRE A ÁGUA ARMAZENADA NO SOLO, DE UM MÊS PARA O OUTRO
ER: EVAPOTRANSPIRAÇÃO REAL	QUANDO $I - EP > 0 \therefore ER = EP$ QUANDO $I - EP < 0 \therefore ER = [EP + (I - EP) - \Delta AS]$
EP: EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL	BOLETINS HIDROMETEOROLÓGICOS
I: INFILTRAÇÃO	$I = P - ES$
AS: ARMAZENAMENTO DE ÁGUA NO SOLO	DEPENDE DA CAPACIDADE DE CAMPO E DA ALTURA DO SOLO
Q: VAZÃO MENSAL, EM L/S	$Q = (PER \times \text{ÁREA}) / 2592000$

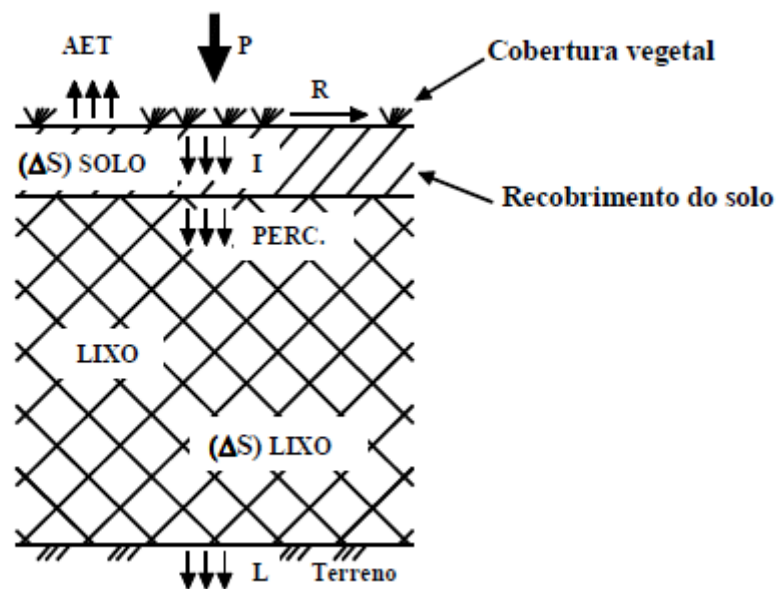


Figura 12: Esquema para cálculo do balanço hídrico.
Fonte: COAMB, 2011.

As quantificações das perdas por evapotranspiração, do volume de água estocado nos resíduos, do volume de água produzido durante a decomposição anaeróbia dos resíduos e do volume de vapor d'água perdido nas emissões atmosféricas são dificilmente obtidas com confiabilidade (COAMB, 2011).

A evapotranspiração é reconhecida na literatura como a mais importante forma de perda d'água de um aterro e qualquer variação na sua avaliação pode alterar significativamente o resultado da equação do balanço hídrico e a predição do volume de chorume gerado (COAMB, 2011).

Alem disso, sob condições de clima árido ou semi-árido, a evapotranspiração da água é controlada pela disponibilidade de água e não pela disponibilidade de energia (DE BRUIN, 1987). Em algum momento durante os períodos de evaporação, a concentração da umidade é tão baixa que as forças de sucção entre as partículas de água começam a controlar a redução da taxa de evaporação. Isto sugere que a taxa real de evapotranspiração varia de acordo com as condições de umidade antecedentes (BLIGHT, 1992 *apud* COAMB, 2011).

- Método Racional

O método racional é baseado na seguinte formulação empírica (CARDILLO, 2012):

$$Q_{\text{perc}} = ((P - ES) - EP) \frac{A}{t}$$

onde:

Q_{perc} = vazão do percolado (L/s);

P = precipitação média mensal (mm);

A = área de contribuição (m²);

T = tempo de 1 mês (s);

ES = escoamento superficial, onde: $ES = C \cdot P$;

C = coeficiente de escoamento superficial (“run off”, adimensional) que é entre 0,2 – 0,5;

EP = Evapotranspiração potencial (mm).

Este método independe da qualidade do solo de cobertura e de outros fatores, como escoamento e evapotranspiração.

- Método Suíço

Uma forma simples de estimar o volume de chorume a ser produzido em um aterro sanitário, é a través do método suíço (CARDILLO, 2012):

$$Q = \frac{1}{t} P A K$$

Onde:

Q = vazão média do percolado (L/s);

P = precipitação média mensal (mm);

A = área útil do aterro (m²);

T = tempo de 1 mês, em segundos (2.592.000 s);

K = coeficiente que depende do grau de compactação dos resíduos sólidos (0,25 a 0,50 para peso específico de 0,4 a 0,7 t/m³ e 0,15 a 0,25 para p.e. > 0,7 t/m³).

Sendo assim, calcula-se o volume estimado de chorume no aterro controlado de Muriaé, mediante os métodos Racional e Suíço, para as áreas de aterro antiga e atual. Desconsiderou-se o cálculo pelo método do Balanço Hídrico pela dificuldade de levantar os dados de entrada.

7.1.1 Cálculos hidrológicos

Para o cálculo da altura de chuva, usa-se o método amplamente difundido do engenheiro Otto Pfafstetter, sendo que os parâmetros de cálculo foram obtidos através do software Pluvio 2.1:

$$P = k [a t + b \log (1 + c t)]$$

onde: P = altura da chuva (mm);
K, a, b, c = valores característicos de cada posto;
t = t_c = tempo de duração da chuva (h).

Já para o tempo de concentração, usaremos a metodologia de Kirpich:

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

onde: t_c = tempo de concentração (min);
L = comprimento do talvegue principal (km);
H = desnível entre o ponto mais afastado da bacia e a seção considerada (m).

Conforme recomendação da Prof. Ana Maria Stephan (UFJF, 2009), não serão adotados tempos de concentração inferiores a 5 min.

Sendo assim, tem-se os dados para cálculo:

Área aterro antigo: A_{ant} = 17.668,61 m²

Área aterro atual: A_{atu} = 17.675,51 m²

L_{ant} = 0,30 km

L_{atu} = 0,39 km

H_{ant} = 401 – 339 = 62 m

H_{atu} = 401 – 324 = 77 m

K = 4872,214

a = 0,198

b = 33,940

c = 0,985

Logo, temos:

t_{cant} = 2,90 min ~ 5,00 min

P_{ant} = 239,22 mm/h

t_{catu} = 3,61 min ~ 5,00 min

P_{atu} = 239,22 mm/h

7.1.2 Estimativa do volume de chorume

Com base nos dados hidrológicos, calcula-se o volume estimado de chorume pelos métodos:

- Racional

$$C = 0,4$$

$$P = 266 \text{ mm (para dezembro, mês de maior precipitação) (CLIMATE DATA, 2013)}$$

$$ES = C * P = 0,4 * 266 = 106,4 \text{ mm}$$

$$EP = 4 \text{ mm/dia (para o posto de Viçosa) (EMBRAPA, 2011)}$$

$$A_{\text{ant}} = 17.668,61 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{atu}} = 17.675,51 \text{ m}^2$$

$$t = 2.592.000 \text{ s}$$

$$Q_{\text{perc ant}} = 1,06 \text{ L/s}$$

$$Q_{\text{perc atu}} = 1,06 \text{ L/s}$$

- Suíço

$$K_{\text{ant}} = 0,25$$

$$K_{\text{atu}} = 0,50$$

$$Q_{\text{perc ant}} = 0,45 \text{ L/s}$$

$$Q_{\text{perc atu}} = 0,91 \text{ L/s}$$

Tendo em vista os resultados para ambos os métodos, tomaremos o valor mais desfavorável, a favor da segurança. Sendo assim, estima-se que o aterro controlado produza cerca de 1,06 L/s de chorume, sendo que, para fins de dimensionamento, adotou-se o valor de 1,5 L/s, segundo valor mínimo para dimensionamento de redes.

7.1.3 Estimativa de volume de biogás

A geração de gás no aterro sanitário pode ser estimada com base na composição química esperada para os resíduos aterrados, especificamente os componentes orgânicos biodegradáveis. A velocidade de degradação depende da natureza do componente, que pode ser classificado em duas categorias básicas: rapidamente degradável e lentamente degradável (HAMADA, 1997).

A primeira categoria, inclui restos de alimento, papel e papelão. Do ponto de vista prático, esses elementos, sob condições normais dentro do aterro demoram, em média, seis anos para estabilização. Dentro desse período, o primeiro ano, compreende uma fase de adaptação, e a geração de gases é praticamente nula. Após o primeiro ano, inicia-se a produção de metano, atingindo um pico próximo ao final do segundo ano. Como forma de se estabelecer critérios para quantificação dos gases gerados, considera-se razoável a distribuição triangular (HAMADA, 1997).

Para a segunda categoria de resíduos, sob condições normais, estima -se um tempo para estabilização total médio de 16 anos. Da mesma forma, somente no final do primeiro ano verifica-se o início de produção de gases, que atinge um pico somente ao final do sexto ano, reduzindo gradativamente a praticamente zero até o final do décimo sexto ano. Considerando-se a distribuição triangular, obtém-se os gráficos proporcionais mostrados nas Figuras 13 e 14.

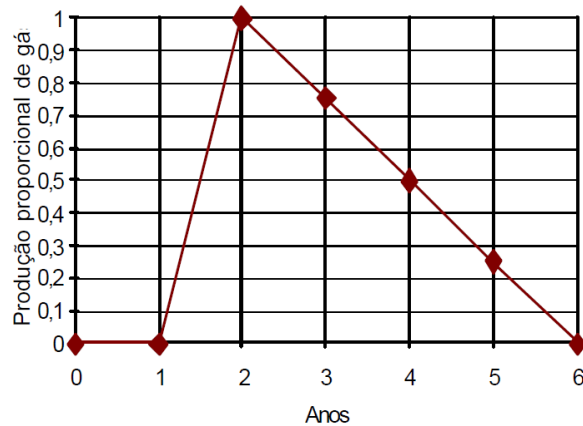


Figura 13: Distribuição proporcional da geração de gás para componentes rapidamente degradáveis.
Fonte: HAMADA, 1997.

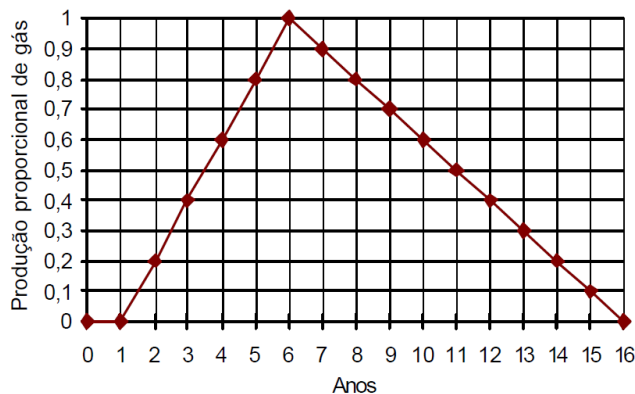


Figura 14: Distribuição proporcional da geração de gás para componentes lentamente degradáveis.
Fonte: HAMADA, 1997.

A Tabela 4 traz dados sobre as características quantitativas dos resíduos sólidos, adotados valores médios de acordo com a ampla experiência da Biokratos na gestão de resíduos sólidos e operação de usinas de triagem e compostagem e aterros, em municípios de Minas Gerais. Neste caso, dividimos os materiais em rapidamente degradáveis (R), lentamente degradáveis (L) e não degradáveis (N).

Tabela 4: Composição gravimétrica do lixo produzido em centros urbanos.

MATERIAL	PERCENTUAL (%)	CATEGORIA
PAPEL/PAPELÃO	12,20	R
PLÁSTICO DURO	4,80	R
PLÁSTICO FINO	3,30	N
LATAS	2,40	N
METAIS DIVERSOS	2,20	N
VIDROS	3,30	N
MADEIRAS	0,60	L
LOUÇAS	0,30	N
MATÉRIA ORGÂNICA	55,00	R
OUTROS	15,90	N
TOTAL	100%	R

Fonte: Biokratos, 2013.

Neste caso, empregando os gráficos de HAMADA (1997), tem-se, para a maioria de resíduos rapidamente degradáveis e, levando-se em consideração o antigo uso da área como lixão com operação em 17 anos, pode-se concluir que as valas mais antigas e profundas tem produção de biogás de pequena magnitude, sendo que as valas atualmente em operação e as com menos de 6 anos de implantação devem ser analisadas em termos de produção de biogás.

Para a estimativa da geração de biogás no aterro controlado de Muriaé utilizamos os seguintes cálculos (MENDES, 2005):

$$Q_{CH_4} = \frac{Pop_{urb} TaxaRSD RSD_f L_0}{pCH_4}$$

Onde:

Q_{CH_4} : metano gerado (m^3CH_4 /ano);

Pop_{urb} : população urbana (habitantes);

$TaxaRSD$: taxa de geração de resíduos sólidos domiciliares por habitantes por ano (kg de RSD/habitante/ano);

RSD_f : fração de resíduos sólidos domésticos que é depositada em locais de disposição de resíduos sólidos (%);

L_0 : potencial de geração de metano do lixo (kg de CH_4 /Kg de RSD);

pCH_4 : massa específica do metano (Kg/m^3) = $0,740Kg/m^3$ (CEGAS, 2005).

Assim:

$$L_0 = FCM COD COD_f F \left(\frac{16}{12} \right)$$

Onde:

FCM: fator de correção de metano (%);

COD: carbono orgânico degradável (Kg de C/Kg de RSD);

COD_f: fração de COD dissociada (%);

F: fração em volume de metano no biogás (%);

(16/12): fator de conversão de carbono em metano (Kg de CH₄/Kg de C)

Sendo que:

$$COD = (0,40 A) + (0,17 B) + (0,15 C) + (0,40 D) + (0,30 E)$$

Considerando somente as variáveis C e D que correspondem a “restos de alimentos” e “tecidos”, calculados na análise gravimétrica, temos:

$$COD_f = 0,014 T + 0,28$$

Considerando o T (temperatura na zona anaeróbia) como sendo 23°C, bem como F de 50% e o FCM como 0,8, segundo IPCC, 1996, temos, considerando a composição gravimétrica da Caixa 1:

$$COD_f = 0,014 \times 23 + 0,28 = 0,602\%$$

$$COD = (0,15 \times 83,6) + (0,40 \times 14,3) = 18,26 \text{ Kg}$$

$$Lo = 0,8 \times 18,26 \times 0,602 \times 0,50 (16/12) = 5,80 \text{ Kg}$$

E para a composição gravimétrica da Caixa 2:

$$COD = (0,15 \times 64,8) + (0,40 \times 44,6) = 27,56 \text{ Kg}$$

$$Lo = 0,8 \times 27,56 \times 0,602 \times 0,50 (16/12) = 8,76 \text{ Kg}$$

Então:

$$\text{Caixa 1: } Q_{CH_4} = \frac{93.320 \times 200 \times 0,70 \times 5,80}{0,740} = 102.399.783,80 \text{ m}^3/\text{ano}$$

$$\text{Caixa 2: } Q_{CH_4} = \frac{93.320 \times 200 \times 0,70 \times 8,76}{0,740} = 154.658.983,80 \text{ m}^3/\text{ano}$$

8. METODOLOGIA APLICADA

Para recuperação do aterro controlado, devem ser seguidas as determinações da DN 118/2008 e realizadas as seguintes ações:

- Avaliação da extensão da área ocupada pelos resíduos;
- delimitação da área com cerca de isolamento e portão;
- identificação do local com placas de advertência;
- arrumação dos resíduos em valas escavadas ou reconformação geométrica dos resíduos;
 - conformação do platô superior com declividade mínima de 2%, na direção das bordas ou, no caso de valas, o nivelamento final deverá ser feito de forma abaulada para evitar o acúmulo de águas de chuva sobre a vala e ficar em cota superior à do terreno, prevendo-se prováveis recalques;
 - recobrimento do maciço de resíduos com uma camada mínima de 50 cm de argila de boa qualidade, inclusive nos taludes laterais;
 - execução de canaletas de drenagem pluvial a montante da área de disposição para desvio das águas de chuva;
 - execução de drenos verticais de gás;
 - lançamento de uma camada de terra vegetal ou composto orgânico para possibilitar o plantio de espécies nativas de raízes curtas, preferencialmente gramíneas ou arbustos de pequeno porte.

Neste caso, há uma restrição de possibilidades de uso futuro da área, motivo pelo qual reprova-se expressivamente a implantação da Usina de Triagem e Compostagem no platô do aterro recuperado.

A área do aterro controlado, após recuperada por retaludamentos, mecanismos de drenagem e cobertura vegetal, deve ser isolada por cercamento e cinturão verde. Em planta, indicam-se possíveis áreas de empréstimo para retaludamento, como própria indicação dos técnicos da DEMSUR. Ressalta-se que os serviços em solo de recuperação das áreas degradadas foram especificados manualmente, devido a dificuldade operacional em executá-los.

Em relação ao paisagismo, há trechos onde já existe cercamento natural no perímetro do terreno. Nestes casos, não prevê-se a execução de cinturão verde, mediante o aproveitamento da vegetação natural, para o qual serão plantados somente as espécies arbóreas.

A recuperação ambiental do terreno do lixão exige a implantação imediata de um sistema de drenagem específico para as águas pluviais, principalmente, para prevenir erosões. Assim, impõe-se a instalação de uma drenagem periférica, responsável pela captação dos efluentes líquidos afluentes à área.

Já existe uma via perimetral de acesso as células, na qual circulam os equipamentos e veículos. Neste caso, será executado um sistema de dreno periférico de chorume, a fim de coletar o percolado gerado pelo lixo atualmente depositado, encaminhando-o para caixa de acumulação existente, que será bombeado pela estação elevatória para ser tratado na área do novo aterro, e assim impedir que o percolado aflore no pé dos taludes. Para a construção

destes drenos, é verificada a profundidade da camada dos resíduos depositados, de forma que o dreno possa interceptar o fluxo de chorume. Este dreno será instalado a jusante do maciço de resíduos junto a berma inferior. Tal sistema impedirá a dispersão do chorume para o terreno limdeiro ao aterro; todavia, o sistema a ser implantado pode não ser suficiente para drenar o fluxo de chorume que já se verifica na base do lixão, impossível de ser retirado sem movimentação do maciço ou intervenções no lençol, sendo necessário realizar medições periódicas da água subterrânea através dos poços de monitoramento para avaliar sua eficiência.

É essencial a instalação de drenos verticais de gás através da execução de perfurações feitas com equipamentos especiais e a inserção, nesses furos, de drenos especialmente construídos, a exemplo da Figura 15.



Figura 15: Dreno de gás implantado em lixão, com vistas à recuperação do mesmo.
Fonte: LIMA, 2005.

Após a fase operacional, deverá ser executado o monitoramento e controle, através de monitoramento ambiental por instrumentação e ensaios físico-químicos, bem como o plano de encerramento por educação ambiental em escolas, creches, centros de saúde, etc.

9. DESCRIÇÃO DOS SISTEMAS DE CAPTAÇÃO E DE TRATAMENTO

9.1 Drenagem pluvial

Tem o objetivo de coletar águas das chuvas na área de intervenção e situadas à montante do aterro, desviando para outras drenagens, além de permitir manutenção da frente de trabalho coberta constantemente com terra e reduzir possíveis impactos ambientais, prevendo na extremidade dos lançamentos, caixas de sedimentação, etc.

As águas pluviais serão captadas na área do aterro e galpões, por canaletas de 200 mm e 600 mm conforme projeto e direcionadas ao curso d'água ou dissipadas em locais seguramente distantes dos maciços de rejeitos.

9.2 Drenagem e tratamento de lixiviados

O chorume produzido através da percolação no solo serão destinados à estação de tratamento de efluentes, no aterro sanitário, cuja ETE se encontra dimensionada e preparada para receber tal efluente, de acordo com os técnicos da DEMSUR (2014). O chorume será captado por drenos instalados ao fundo da vala, de 200 mm de diâmetro, e conduzidos por meio da estação elevatória às lagoas de estabilização.

Nas lagoas, que são o mecanismo de tratamento do efluente, a carga orgânica aportada será digerida de forma anaeróbia e aeróbia e, após estabilização da matéria pelo tempo de detenção estipulado, o efluente receberá destinação adequada, a cargo da gestão do aterro sanitário.

9.3 Drenagem de gases

Os gases tóxicos produzidos no aterro, como é o caso do gás metano, devem ser captados e queimados. Para isto, serão construídos drenos verticais para captação de gases com pneus de borracha perfurados, fixados por estruturas de madeira, em cada trincheira aberta.

A construção dos drenos se realiza progressivamente, concomitante com a construção do próprio aterro. Neste caso especificamente, como o aterro está sendo encerrado, serão executadas perfurações com equipamentos especiais para a inserção dos drenos.

Estes drenos deverão respeitar a área de influência de 50 m, conforme determinado pelo Termo de Referência da TMA (2013), e então receber uma proteção (*flare*), constituindo um sistema de queimadores de gás.

O dreno vertical consiste, basicamente, em cravar no solo um tubo de PVC perfurado envolto por brita, permitindo a captação dos gases no interior do maciço e direcionando-o para o exterior.

10. RECUPERAÇÃO DAS ÁREAS DEGRADADAS

O PRAD - Plano de Recuperação de Áreas Degradadas - tem como objetivo contemplar as ações necessárias para promover a reconformação topográfica e revegetação das áreas degradadas no aterro controlado de Muriaé, de acordo com documento específico anexo à este memorial.

Neste, prevê-se a regularização topográfica dos taludes erodidos, bem como cobertura vegetal (gramação) nos mesmos e mecanismos de drenagem pluvial. Ressalta-se que os platôs com material aterrado não serão alterados, tendo em vista a segurança e a não necessidade de reconformação. Para estes, serão executados cobrimento com solo em camada de 20 cm de espessura, a fim de dar caimento de 2% à superfície em direção às canaletas de drenagem, bem como revegetação por gramíneas.

11. PROPOSTA DE FUTURO USO DA ÁREA

A FEAM (2009) recomenda, como alternativa de uso futuro da área desativada do aterro, a implantação de áreas verdes, com equipamentos comunitários como praças esportivas, campos de futebol e áreas de convívio, nos casos de locais próximos a áreas urbanizadas. A implantação de parques e espaços mais abertos poderá beneficiar a um maior número de pessoas, e uma área verde, com trabalho paisagístico de implantação de gramados, arbustos e árvores, pode trazer benefícios para a comunidade. Ressalta-se que não devem ser realizada construção de grandes estruturas no local, devido ao risco de acúmulo de biogás em suas bases ou interior, bem como recalques diferenciais.

Todavia, ressaltamos que quaisquer tipos de intervenção somente devem ser feitas após o período de estabilização total do aterro, que é de, aproximadamente, 20 anos, conforme sugere a FEAM e demais especialistas. Mesmo encerradas todas as atividades de disposição dos resíduos no aterro, estes resíduos continuam a apresentar deformações de relevância, além de geração de percolados e gases, produtos das reações bioquímicas. Desta maneira, o processo de monitoramento é de vital importância, de forma a permitir o monitoramento geotécnico e ambiental para fins de medidas preventivas e corretivas.

Para tal, como proposta de uso futuro da área, será criado junto ao bordo da estrada que dá acesso aos platôs, no lado oposto ao que será executado o sistema de drenagem de chorume, o plantio de árvores de espécies nativas da região, criando, assim, uma alameda com placas identificando cada árvore, constando seu nome científico e nome popular, permitindo, assim, a visita e o desenvolvimento da educação ambiental no local para acesso de estudantes e demais visitantes. As árvores nativas serão plantadas com espaçamento de 5,0 m.

12. PLANO DE MONITORAMENTO E CONTROLE

O monitoramento consiste em avaliar, através de relatórios e visitas a campo, se as atividades propostas no presente projeto obtiveram êxito, ou seja, se foram bem executadas e se estão gerando os resultados almejados, segundo os objetivos iniciais definidos.

As atividades desenvolvidas e os dispositivos que serão monitorados, estão listadas a seguir, separadas por tópicos para melhor esclarecimento.

12.1 Recuperação da área degradada

Para o serviço de revegetação, será avaliada a eficácia pelo controle dos seguintes itens:

- Observar a adaptação das mudas ao sítio de plantio, bem como o crescimento;
- mortalidade do povoamento;
- contribuição da regeneração natural.

12.2 Poços de monitoramento

A fim de avaliar a eficiência do aterro em relação a sua operação e ao controle ambiental das águas superficiais, devem ser feitas coleta de amostras em pontos a montante e a jusante do ponto onde hajam suspeitas de contaminação, numa frequência a ser definida pela licença ambiental do aterro. Devem ser analisados, no mínimo, os seguintes parâmetros: pH, Condutividade, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) ou Demanda Química de Oxigênio (DQO), NO_3 e coliformes fecais.

O monitoramento do lençol freático será feito através da coleta de amostras nos poços instalados no aterro. Os parâmetros a serem estudados são os mesmos analisados para o monitoramento da águas superficiais.

12.3 Sistema de tratamento

Devem ser adotados procedimentos para operação e manutenção do sistema de tratamento. Conforme indicado por técnicos da DEMSUR, o efluente do aterro controlado deverá ser encaminhado ao sistema de tratamento do aterro sanitário.

No caso das lagoas, deve-se percorrer periodicamente toda área delimitada do sistema de tratamento, procurando verificar o estado geral da lagoa, da grama dos taludes, a adequação dos níveis entre as lagoas e possíveis danificações no sistema de impermeabilização, evitando qualquer início de erosão nos taludes. Periodicamente, deve-se limpar os vertedores e encaixes com auxílio de um escovão, evitando, assim, a proliferação de algas ou a criação de crostas. Recomenda-se, no período de inverno e de verão, uma avaliação da espessura do lodo depositado no fundo da lagoa, através do uso de um varão de madeira graduado, a fim de avaliar a necessidade de limpeza da lagoa.

As amostras de chorume devem ser coletadas no vertedor triangular (entrada para tratamento), enquanto que o efluente tratado deve ter suas amostras coletadas junto à saída da lagoa de tratamento.

12.4 Monitoramento de taludes e sistemas de drenagem

Para monitoramento do maciço e do sistema de drenagem pluvial, deve-se verificar eventuais abatimentos no maciço do aterro e nos acessos, além de processos erosivos e danos no sistema de drenagem superficial, como quebra de tubulações e obstrução de canaletas.

São necessárias inspeções mensais em todos os platôs, taludes, bermas, terraços, pois são pontos possíveis de acúmulo de água na superfície do aterro.

Para o monitoramento do maciço, são utilizados marcos superficiais juntamente com marcos fixos, irremovíveis, implantados fora da área do aterro (referência de nível e posição relativa).

Caso se constate movimentações no maciço, devem ser tomadas medidas para a estabilização do mesmo, como reavaliar e ajustar o sistema de drenagem, impermeabilizar toda a área com lonas e até mesmo a construção de muros de arrimo para a sustentação do material.

13. RELATÓRIO FOTOGRÁFICO



Vista frontal do galpão de triagem de lixo.



Vista posterior do galpão de triagem de lixo.



Cisternas para acumulação de água de lavagem de carros.



Caixa separadora de água e óleo para efluentes de lavagem de carros.



Vista da parte inferior do terreno a jusante do pátio do lavador de carros.

Recuperação do Aterro Controlado – UTC Muriaé



Vista frontal da recepção do lixo.



Estrada de acesso à área de aterro, em platô superior.

Recuperação do Aterro Controlado – UTC Muriaé



Área degradada por escavação de material para recobrimento.



Material orgânico depositado indevidamente na área do aterro de rejeitos.

Recuperação do Aterro Controlado – UTC Muriaé



Excesso de material depositado na área de aterro sem recobrimento.



Canaleta de condução de efluente do aterro, com detalhe para o chorume exposto no solo, o que indica drenagem insuficiente e conseqüente infiltração no solo ou tubulações de condução rompidas.



Canaleta de condução de efluente do aterro, com detalhe para o chorume exposto no solo.



Detalhe da tubulação de condução de chorume rompida.



Detalhe da tubulação de condução de chorume rompida.

Recuperação do Aterro Controlado – UTC Muriaé



Erosão em área lindeira à estrada de acesso ao aterro.



Vista panorâmica a jusante do empreendimento.

Recuperação do Aterro Controlado – UTC Muriaé



Novo aterro sanitário em construção, visto do antigo aterro.



Afloramento de chorume em pé de talude.



Afloramento de chorume em pé de talude.



Caixa de acumulação e tratamento de chorume, com volume estimado em 100.000 L. A caixa é dividida em duas células independentes, sem impermeabilização, a qual é limpa 3 vezes por semana, segundo informações do encarregado da unidade.



Detalhe do chorume acumulado na caixa.



Área do antigo aterro, ainda em operação.



Vista interna do galpão de triagem.



Baias do galpão de triagem.



Caminhão da coleta seletiva.



Sistema fossa-filtro dos banheiros do galpão.



Lagos de estabilização no aterro sanitário em construção, o qual receberá o efluente do antigo aterro.

Recuperação do Aterro Controlado – UTC Muriaé



Aterro controlado, visto do aterro sanitário.



Área de nascente (APP) próxima do aterro sanitário, com vegetação brejosa característica.

MEMORIAL QUANTITATIVO

1 INSTALAÇÕES INICIAIS

1.1 PLACA DE OBRA EM CHAPA DE ACO GALVANIZADO - CÓDIGO 74209/001 SINAPI

Quantidade = 12,04 m²

1.2 PLACA INAUGURACAO EM ALUMINIO 0,40X0,60M FORNECIMENTO E COLOCACAO - CÓDIGO 84122 SINAPI

Quantidade = 1,00 un

2 DRENAGEM PLUVIAL

2.1 REGULARIZACAO E COMPACTACAO MANUAL DE TERRENO COM SOQUETE - CÓDIGO 5622 SINAPI

Quantidade = 539,92 m²

2.2 CALHA EM CONCRETO SIMPLES, EM MEIA CANA DE CONCRETO, DIAMETRO 200 MM - CÓDIGO 73882/001 SINAPI

Quantidade = 115,05 m

2.3 CALHA EM CONCRETO SIMPLES, EM MEIA CANA DE CONCRETO, DIAMETRO 600 MM - CÓDIGO 73882/005 SINAPI

Quantidade = 871,85 m

2.4 ESCAVACAO MANUAL CAMPO ABERTO EM SOLO EXCETO ROCHA ATE 2,00M PROFUNDIDADE - CÓDIGO 79478 SINAPI

Quantidade = 192,51 m³

2.5 REATERRO DE VALA COM COMPACTAÇÃO MANUAL - CÓDIGO 73964/006 SINAPI

Quantidade = 25,82 m³

2.6 CONTRAPISO/LASTRO DE CONCRETO NAO-ESTRUTURAL, E=5CM, PREPARO COM BETONEIRA - CÓDIGO 73907/003 SINAPI

Quantidade = 12,32 m²

**2.7 CONCRETO FCK=20MPA, VIRADO EM BETONEIRA, SEM LANÇAMENTO -
CÓDIGO 73972/002 SINAPI**

Quantidade = 5,47 m³

**2.8 LANÇAMENTO/APLICAÇÃO MANUAL DE CONCRETO EM FUNDACIONES -
CÓDIGO 74157/004 SINAPI**

Quantidade = 5,47 m³

**2.9 ARMAÇÃO AÇO CA-50, DIAM. 6,3 (1/4) À 12,5MM(1/2) -
FORNECIMENTO/ CORTE(PERDA DE 10%) / DOBRA / COLOCAÇÃO. -
CÓDIGO 74254/002 SINAPI**

Quantidade = 72,83 kg

**2.10 FORMA PARA ESTRUTURAS DE CONCRETO (PILAR, VIGA E LAJE) EM
CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, DE 1,10 X 2,20,
ESPESSURA = 12 MM, 05 UTILIZAÇÕES. (FABRICAÇÃO, MONTAGEM E
DESMONTAGEM) - CÓDIGO 84216 SINAPI**

Quantidade = 44,28 m²

**2.11 CAIXA DE INSPEÇÃO EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO DN 60MM COM
TAMPA H= 60CM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO - CÓDIGO
74166/001 SINAPI**

Quantidade = 4,00 un

**2.12 ASSENTAMENTO DE TUBO DE CONCRETO DIÂMETRO 1000MM, JUNTAS
COM ANEL DE BORRACHA, MONTAGEM COM AUXÍLIO DE
EQUIPAMENTOS - CÓDIGO 73879/008 SINAPI**

Quantidade = 1,00 m

2.13 CAMADA DRENANTE COM BRITA Nº 3 - CÓDIGO 73902/001 SINAPI

Quantidade = 0,26 m³

3 DRENAGEM PROFUNDA - CHORUME

**3.1 ESCAVAÇÃO MECÂNICA DE VALA EM MATERIAL 2A. CATEGORIA DE 2,01
ATE 4,00M DE PROFUNDIDADE COM UTILIZAÇÃO DE ESCAVADEIRA
HIDRÁULICA - CÓDIGO 72917 SINAPI**

Quantidade = 443,41 m²

3.2 ESCORAMENTO DE VALAS CONTINUO - CÓDIGO 83868 SINAPI

Quantidade = 1.330,23 m²

3.3 EXECUCAO DE DRENOS DE CHORUME EM TUBOS DRENANTES DE CONCRETO, DIAM=200 MM, ENVOLTOS EM BRITA E GEOTEXTIL - CÓDIGO 73969/001 SINAPI

Quantidade = 368,72 m

3.4 REATERRO VALA/CAVA C/TRATOR 200CV EXCL COMPACTACAO - CÓDIGO 73964/003 SINAPI

Quantidade = 431,40 m³

3.5 COMPACTAÇÃO MECÂNICA DE VALA (APÓS REATERRO) - CÓDIGO 79490 SINAPI

Quantidade = 474,54 m³

3.6 IMPERMEABILIZACAO DE SUPERFICIE COM GEOMEMBRANA (MANTA TERMOPLASTICA LISA) TIPO PEAD, E=2MM. - CÓDIGO 74033/001 SINAPI

Quantidade = 1.474,88 m²

3.7 POCO DE VISITA PARA REDE DE ESG. SANIT., EM ANEIS DE CONCRETO, DIÂMETRO = 60CM E 110CM, PROF = 320CM, INCLUINDO DEGRAU, EXCLUINDO TAMPÃO FERRO FUNDIDO. - CÓDIGO 73963/014 SINAPI

Quantidade = 2,00 un

4 Drenagem de Gases

4.1 ESCAVACAO MECANICA DE VALA EM MATERIAL 2A. CATEGORIA DE 2,01 ATE 4,00M DE PROFUNDIDADE COM UTILIZACAO DE ESCAVADEIRA HIDRAULICA - CÓDIGO 72917 SINAPI

Quantidade = 14,16 m³

4.2 LASTRO DE BRITA - CÓDIGO 74164/004 SINAPI

Quantidade = 14,02 m³

4.3 TUBO PVC CORRUGADO PERFURADO 100 MM C/ JUNTA ELASTICA PARA DRENAGEM. - CÓDIGO 83651 SINAPI

Quantidade = 18,00 m

4.4 ASSENTAMENTO DE TUBO DE CONCRETO DIAMETRO 800 MM, JUNTAS COM ANEL DE BORRACHA, MONTAGEM COM AUXÍLIO DE EQUIPAMENTOS - CÓDIGO 73879/006 SINAPI

Quantidade = 6,00 m

4.5 CONCRETO FCK=20MPA, VIRADO EM BETONEIRA, SEM LANCAMENTO - CÓDIGO 73972/002 SINAPI

Quantidade = 1,50 m³

4.6 LANCAMENTO/APLICACAO MANUAL DE CONCRETO EM FUNDACOES - CÓDIGO 74157/004 SINAPI

Quantidade = 1,50 m³

5 Regularização dos Platos

5.1 FORNECIMENTO/INSTALACAO LONA PLASTICA PRETA, PARA IMPERMEABILIZACAO, ESPESSURA 150 MICRAS. - CÓDIGO 68053 SINAPI

Quantidade = 16.309,73 m²

5.2 REGULARIZACAO E COMPACTACAO DE SUBLEITO ATE 20 CM DE ESPESSURA - CÓDIGO 72961 SINAPI

Quantidade = 16.309,73 m²

5.3 PLANTIO DE GRAMA BATATAIS EM PLACAS - CÓDIGO 74236/001 SINAPI

Quantidade = 16.309,73 m²

6 Paisagismo

6.1 PLANTIO DE ARVORE REGIONAL, ALTURA MAIOR QUE 2,00M, EM CAVAS DE 80X80X80CM - CÓDIGO 73967/002 SINAPI

Quantidade = 820,00 un

6.2 ARAME FARPADO GALVANIZADO 14 BWG - CLASSE 250 - CÓDIGO 00000339 SINAPI

Quantidade = 5.050,00 m

6.3 SERVENTE - CÓDIGO 00006111 SINAPI

Quantidade = 48,00 h

6.4 PLANTIO DE CERCA VIVA COM ARBUSTOS DE ALTURA 50 A 100CM, COM 4UN/M - CÓDIGO 74118/001 SINAPI

Quantidade = 1.010,00 m

MEMORIAL DE COTAÇÕES



TEC TECNOLOGIA EM CALOR LTDA
 Rua José Epaminondas de Oliveira, 144
 São Paulo-SP CEP 03072-080
 Fone / Fax : (11) 2941 3454 / Ramal 123
 e-mail : james@teccalor.com.br
 CNPJ: 00.447.339/0001-30
 I.E.: 114.352.527.111

PROPOSTA TÉCNICA / COMERCIAL

Cliente	: BIOKRATOS
CONTATO	: SR. PÉRCIO DE CASTRO PEDRA
TELEFONE	: (32) 3015-4590 / (32) 3215-9894
e-mail	: percio.pedra@biokratos.com.br

Numero	: 5.519-14	Data	: 02/04/2014
Referencia	: 01 X SISTEMA PARA QUEIMA DE BIOGÁS COM CAPACIDADE DE 100 M ³ /H		

Pela presente submetemos à apreciação de V.S.^{as.}, cotação para fornecimento do sistema conforme descrito abaixo.

CARACTERÍSTICAS DO BIOGÁS

Principais características do Biogás (Informado pelo cliente)

CH ₄	50 %
O ₂	Não informado
CO ₂	Não informado
H ₂ S.....	Não informado
Densidade relativa.....	Não informado
Vazão disponível (Máxima).....	2.300 m ³ /dia (100 m ³ /h)
P.C.I. (estimado).....	5.000 kcal/m ³
Pressão requerida na entrada do Flare.....	50 mmCA

NOTAS:

- 1) As condições acima "adotadas" são aproximadas e podem sofrer variações em função do efluente tratado.
- 2) A pressão mínima de fornecimento do Biogás após o Reator / Gasômetro deve ser de 50 mmCA. Caso a pressão seja menor deve-se avaliar a aplicação de sistema de pressurização do biogás.

ESCOPO DE FORNECIMENTO

1.0.) 01 x Queimador tipo FLARE ABERTO modelo "FAA-100" com capacidade de queima de 100 m³/h, contendo:

- Corpo em aço inox;
- Bico de queima em aço inox;
- Pedestal de fixação em aço inox;
- Cesto corta-chama tipo off shore em aço inox;
- Sistema de fixação do cesto em aço inox;
- Sistema de regulação de ar em aço inox;
- Válvula corta-chama;
- Válvula de bloqueio manual;
- Termopar de monitoramento de chama com cabo de compensação;
- Selo hidráulico com sistema de alimentação automática;
- Válvula bloqueio manual tipo esfera para dreno;
- Chumbadores tipo "Parabolt";
- Olhais para fixação dos cabos de estaiamento;
- Cabos de aço com esticadores, sapatilhas, olhais e etc.;
- Estacas de ancoragem;
- Conexões e acessórios;
- Parafusos, porcas e arruelas.



1.1.) 01 x Sistema de acendimento do "Flare", por piloto à GLP, contendo:

- Piloto de acendimento;
- Suporte para piloto de acendimento;
- Eletrodo de ignição;
- Conector de isolamento de ignição;
- Cabo de ignição;
- Transformador de ignição, instalado no painel de comando;
- Termopar de confirmação de acendimento;
- Suporte do termopar de confirmação;
- Cabo de ligação para termopar;
- Válvulas solenoide de bloqueio de GLP;
- Válvula reguladora de pressão de GLP;
- Pressostato de baixa pressão de GLP;
- Manômetro de GLP com registro;
- Filtro de GLP;
- Válvula esfera de bloqueio manual.

1.2.) 01 x Painel elétrico para comando e monitoramento do "Flare", contendo:

- Caixa metálica em aço carbono, com porta dupla e proteção a prova de tempo IP-65;
- Comutadora 2 posições;
- Transformador de ignição para acendimento;
- Reles, bornes, sinaleiros, terminais, cabos, terminais, prensa cabos e etc.;

1.3.) 01 x Sistema de automação do "Flare", contendo:

- Válvula de bloqueio automática;
- Pressostato de biogás para acionamento do sistema.

EXCLUSÃO DO FORNECIMENTO

- Montagem e materiais de interligação eletromecânica dos equipamentos;
- Comissionamento e start-up;
- Projeto e construção de engenharia civil (bases e outras obras);
- Transporte, descarga e movimentação dos equipamentos na obra;
- Fornecer e instalar pára-raios;
- Lucro cessante;
- E outros não especificados claramente nesta proposta.

CONDIÇÕES COMERCIAIS

PREÇO TOTAL

- 01 X SISTEMA PARA QUEIMA DE BIOGÁS, COM CAPACIDADE DE 100 M³/H, CONTENDO:
 - 01 X QUEIMADOR TIPO FLARE ABERTO MODELO "FAA-100";
 - 01 X SISTEMA DE ACENDIMENTO DO FLARE, POR PILOTO GLP;
 - 01 X PAINEL ELÉTRICO PARA COMANDO E MONITORAMENTO DO FLARE;
 - 01 X SISTEMA DE AUTOMAÇÃO DO FLARE.

R\$ 80.000,00 (OITENTA MIL REAIS)

IMPOSTOS

- I.C.M.S.: O mesmo está incluso nos preços.
- I.P.I.: 0% a incluir.



FORMA DE PAGAMENTO

- A combinar.

PREVISÃO DE ENTREGA

- 45 / 60 dias após o recebimento do pedido de compra.

REAJUSTE DE PREÇOS

- Os preços apresentados são fixos e irrevogáveis. (Dentro do prazo de validade da proposta).

TRANSPORTE DOS EQUIPAMENTOS

- FOB, POSTO NOSSA FÁBRICA NO TATUAPÉ – SÃO PAULO / SP.

GARANTIA

- A **TEC - TECNOLOGIA EM CALOR LTDA.**, responde pela qualidade de seus produtos e garante os mesmos pelo período de 12 meses após o início de operação ou 18 meses após entrega, prevalecendo o que primeiro ocorrer.
- Esta garantia somente será válida se o equipamento trabalhar dentro das condições normais de operação e se as instruções de uso constantes dos nossos manuais forem seguidas. A mesma não cobre avarias no transporte, armazenagem inadequada, instalação e/ou manuseio inadequado, danos causados por corrosão e elementos variáveis fora da especificação do equipamento (Ex.: variação de voltagem ou corrente elétrica).
- A **TEC** reserva o direito de selecionar de acordo com sua experiência, a opção mais adequada para acessórios, componentes e materiais de sub-fornecedores, salvo aqueles explicitamente indicados no contrato ou pedido do **CLIENTE**, para os quais fica a garantia de performance.
- Durante este período a **TEC** recolocará (posto nossa fábrica) parte do equipamento que comprovadamente apresente defeitos.
- Em qualquer hipótese as despesas com locomoção, estadia e refeição de nossos técnicos correrão diretamente por conta do **CLIENTE**. Quando não, serão fornecidas pela **TEC** e cobradas posteriormente, acrescidas de taxa de administração de 10%.
- Expirado o prazo de garantia, serão praticados os preços de "Assistência Técnica" conforme tabela **TEC**.

ASSISTÊNCIA TÉCNICA

- A assistência técnica após a "posta em marcha" do equipamento não está considerada nesta proposta.
- Todos os custos e despesas (viagens, locomoção, estadias, refeições, etc.) serão cobrados conforme nossa tabela de assistência técnica vigente na ocasião.
- A empresa coloca à disposição de seus clientes uma assistência técnica especializada preventiva e corretiva permanente, inclusive com plantão aos sábados, domingos e feriados.
- A comunicação deverá ser feita das 8:00' as 17:30', 365 dias por ano.
- Em ambos os casos, colocaremos à disposição de nossos clientes, nosso departamento de Assistência Técnica com técnicos treinados e peças originais.

VALIDADE DA PROPOSTA

- As condições comerciais e especificações técnicas desta proposta são válidas por 15 dias;
- Divergências entre seu pedido e esta proposta serão analisadas pela **TEC**, quanto à sua exequibilidade, podendo resultar em alteração de preço ou prazo de entrega do equipamento.

Atenciosamente,

James Makoto Kohatsu
Vendas Técnica



Cotia, 4 de abril de 2014

Fokal Equipos Industriais Ltda
Rua Santa Monica 141
06715-865 Cotia - SP
Tel. (11) 4242 7200
info@fokal.com.br

Biokratos Consultoria Ambiental
Pércio de Castro Pedra
Juiz de Fora - MG

Ref.: Sistema de biogás
1404-BK- Proposta FOKAL rev 0

Prezado Sr. Pércio:

Atendendo sua solicitação, segue nossa proposta preliminar para o fornecimento de um Sistema de Queima de biogás a ser instalado em Aterro Sanitário.

Essa proposta demonstra nossa interpretação inicial das suas necessidades, para uma proposta mais precisa necessitaremos de informações mais detalhadas do processo.

Ficamos ao seu inteiro dispor para prestar esclarecimentos.

Atenciosamente

Carlos Folynek
Sócio Gerente

Anexos

- Referências Biogás
- Cadastro FOKAL,
- Certificado ISO 9000



1. Escopo

O escopo de fornecimento abrange componentes de Sistema de Queima de Biogás que inclui:

- 1.1. Flare elevado para 2300 Nm³/dia incluindo Cavalete de acendimento;
- 1.2. Painel de Controle;
- 1.3. Separador de sedimentos;
- 1.4. Um Soprador,
- 1.5. Um Corta-chamas
- 1.6. Serviços de engenharia: desenhos de arranjo, folha dedão de equipamentos, manual de operação e data book .
- 1.7. Assistência Técnica para montagem, comissionamento, partida e treinamento limitadas a 2 dias de visitas.

2. Bases e Premissas

a) O limite de fornecimento está definido pelos seguintes pontos terminais:

Item	Ponto Terminal
Gases	Flanges no Flare
Gás Piloto	Flange no Flare e no cavalete
Alimentação elétrica	Bornes no Painel
Sinais de automação	Bornes no Painel e nos instrumentos instalados fora do mesmo

b) Não fazem parte da Proposta os seguintes itens:

- Drenos e controles,
- Projeto e execução de bases de concreto,
- Projeto e fornecimento de equipamentos e interligações elétricas, incluindo instrumentação, iluminação, aterramento e força,
- Tubulações de interligação entre os drenos / poços e o sistema de queima;
- Construção e Montagem no campo
- Medidor de vazão;

3. Condições Comerciais

3.1. Preço

O preço para o fornecimento dos itens descritos no item 1 Escopo é R\$ 96.200,00.

O preço da assistência técnica no campo que excederem o período cotado, será de R\$ 160 por hora sendo as despesas de transporte e hospedagem pagas pelo cliente.

1.2. Impostos

Os preços acima consideram ICMS 12% (BR); IPI zero.

Reajustes: serão definidos posteriormente.



1.3. Condições Diversas

Embalagem: 2% adicionais;
Validade desta proposta: 30 dias.
Condições de entrega: FOB FOKAL

1.4. Prazo de entrega:

Evento	Dias
Documentos para aprovação	30
Aprovação documentos	15
Fabricação	~150

* Os pagamentos deverão ser efetuados até 7 dias corridos após o evento.

1.5. Condições de pagamento:

50% com a aprovação de documentos, 40 % na entrega e 10 % a 20 ddl.

1.6. Garantia:

Será de 12 meses de operação, limitados a 18 meses após a entrega, contra defeitos de projeto ou fabricação, desde que respeitadas as recomendações de montagem e operação e a partida for efetuada pelos técnicos da FOKAL.

1.7. Condições Gerais de Fornecimento

São aplicáveis as condições de fornecimento da FOKAL.

Recuperação do Aterro Controlado – UTC Muriaé

Não foi possível receber as cotações em tempo hábil, para tal indicamos os seguintes fornecedores:

-TEMES AMBIENTAL LTDA
CNPJ: 11.405.374/0001-03

OBSERVAÇÕES E RESSALVAS

Não se atribuirá responsabilidade técnica a esta equipe no que tange à execução do projeto e/ou operação do aterro, assim como o não atendimento por parte da Contratante às normas técnicas que regem este memorial.

Tendo em vista a preocupação com a saúde e segurança dos trabalhadores que irão executar os serviços previstos neste projeto, observando-se as normas regulamentadoras, foram especificados trabalhos de movimentação de terra exclusivamente mecanizados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARDILLO, Luigi. *Chorume: vazão e características*. AquaPro e CCAC – Climate and Clean Air Coalition, 2012.

CLIMATE DATA. Disponível em: <pt.climate-data.org/location/24909/> Acesso em 20/01/14 16:01

ECO AMIGOS. Disponível em: <ecoamigos.wordpress.com/2008/09/25/chorume-em-aterros-sanitarios/> Acesso em 20/01/14 14:18

EMBRAPA. *Mapas decendiais da evapotranspiração de referência (ET_o) para Minas Gerais*. Sete Lagoas, 2011.

FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente. *Caderno Técnico de Reabilitação de Áreas Degradadas por Resíduos Sólidos Urbanos*. Belo Horizonte, 2009.

HAMADA, Jorge. *Estimativas de geração e caracterização do chorume em aterros sanitários*. Artigo científico apresentado ao 19º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Foz do Iguaçu, 1997.

JORNAL DE MURIAÉ. Disponível em: <www.jornaldemuriae.com.br/site/?p=10868> Acesso em 05/12/13 14:22

JUNIOR, A. B. C. *Resíduos Sólidos Urbanos: aterro sustentável para municípios de pequeno porte*. Rio de Janeiro: ABES, Rima, 2003. 294p. : il. Projeto PROSAB.

PMMuriaé - Prefeitura Municipal de Muriaé. Disponível em: <<http://www.muriae.mg.gov.br/site/index.php/principal>> Acesso em 10/12/2013 08:53

PMSB Muriaé – Plano Municipal de Saneamento Básico de Muriaé/MG. Produto II – Diagnóstico Setorial. DRZ Gestão Ambiental; Muriaé, 2013.

SCO-Rio. Catálogo de preços de itens da Controladoria Geral da Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro. Disponível em: <www2.rio.rj.gov.br/sco/> Acesso em 24/04/2013 11:45

SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. Composição de Serviços da CAIXA Econômica Federal referente à localidade Belo Horizonte para o mês de março, ano de 2014. Disponível em: <http://downloads.caixa.gov.br/_arquivos/sinapi/relat_servicos_set/SERVICOS_MG_MAR13.PDF> Acesso em 24/04/2013 11:43

SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. Composição de Insumos da CAIXA Econômica Federal referente à localidade Belo Horizonte para o mês

de março, ano de 2014. Disponível em:
<http://downloads.caixa.gov.br/_arquivos/sinapi/relat_insumos_set/Precos_Insumos_MG_MAR_2013.pdf> Acesso em 24/04/2013 11:43

VON SPERLING, M. (1996). Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Vol.3. *Lagoas de Estabilização*, DESA-UFMG.

LIMA, José Dantas de. *Recuperação ambiental de áreas degradadas por resíduos sólidos urbanos e usos futuros da área*. Seminário de Licenciamento Ambiental de Destinação Final de Resíduos Sólidos. Brasília, 2005.

SITE GUIA MURIAÉ. Disponível em: <www.hidroplan.com.br/blog.php?k=chorume> Acesso em 06/12/13 11:56

WIKIPEDIA, a enciclopédia livre. Disponível em: <pt.wikipedia.org/wiki/Muria%C3%A9> Acesso em 10/12/2013 08:33



Biokratos
SOLUÇÕES
AMBIENTAIS

BIOKRATOS SOLUÇÕES AMBIENTAIS LTDA S/C

CNPJ: 01.414.690/0001-98

RUA MACHADO SOBRINHO, 308 - ALTO DOS PASSOS

JUIZ DE FORA-MG

CEP: 36.026-380

TELEFAX: (32) 3215-9894

ATENDIMENTO@BIOKRATOS.COM.BR

WWW.BIOKRATOS.COM.BR