



## PLANO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA – PRAD PARA ENCERRAMENTO DO LIXÃO

*Em atendimento às diretrizes ambientais vigentes, conforme a Resolução CONAMA 05/2014, para regularização da desativação do lixão municipal, visando à participação no Consórcio Intermunicipal CIGIRS entre os Municípios de Firminópolis, São Luiz de Montes Belos, Turvânia e Cachoeira de Goiás.*



**OUTUBRO, 2018**

## SUMÁRIO

<b>1. APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>2</b>
<b>2. INFORMAÇÕES GERAIS.....</b>	<b>3</b>
2.1. DADOS GERAIS DO REQUERENTE RESPONSÁVEL PELO LIXÃO .....	3
2.2. EMPRESA RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO PRAD .....	3
2.3. ÓRGÃO AMBIENTAL COMPETENTE .....	3
<b>3. CONCEPÇÃO GERAL .....</b>	<b>4</b>
3.1. CONTEXTUALIZAÇÃO .....	4
3.2. CROQUI DE LOCALIZAÇÃO E ACESSO .....	5
<b>4. PLANO DE CONFINAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS .....</b>	<b>6</b>
4.1. CONFORMAÇÃO DA MASSA DE RESÍDUOS .....	12
4.2. DRENAGEM DOS GASES .....	13
<b>5. SISTEMA DE DRENAGEM SUPERFICIAL E DAS BACIAS DE CONTENÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>6. INDICAÇÃO DA ÁREA DE EMPRÉSTIMO DE SOLO .....</b>	<b>16</b>
<b>7. PLANO DE REVEGETAÇÃO.....</b>	<b>16</b>
7.1. PLANTIO DE GRAMÍNEAS .....	16
7.1.1. <i>Implantação.....</i>	<i>17</i>
7.1.2. <i>Adubação e Irrigação.....</i>	<i>18</i>
7.1.3. <i>Manutenção.....</i>	<i>18</i>
7.2. PLANTIO DA CERCA VIVA.....	18
7.2.1. <i>Escolha das Espécies .....</i>	<i>18</i>
7.2.2. <i>Preparo da Área.....</i>	<i>19</i>
7.2.3. <i>Implantação.....</i>	<i>20</i>
7.3. MANUTENÇÃO .....	21
<b>8. PLANTAS, CORTES E DETALHES IMPORTANTES .....</b>	<b>22</b>
<b>9. RESTRIÇÕES PARA O USO FUTURO DA ÁREA .....</b>	<b>22</b>
<b>10. MONITORAMENTO .....</b>	<b>23</b>
10.1. MONITORAMENTO DO MACIÇO.....	23
10.2. MONITORAMENTO DOS SISTEMAS DE DRENAGEM PLUVIAL .....	23
10.3. MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS .....	24
10.4. MONITORAMENTO DOS DRENOS DE GASES .....	24
10.5. MONITORAMENTO DA REVEGETAÇÃO .....	25
<b>11. CRONOGRAMAS.....</b>	<b>26</b>
11.1. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DE OBRAS E AÇÕES AMBIENTAIS .....	26
11.2. CRONOGRAMA FÍSICO-EXECUTIVO DE MONITORAMENTO.....	27
<b>12. ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA PELA ELABORAÇÃO DO PRAD ....</b>	<b>28</b>
<b>13. DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE PELA EXECUÇÃO DO PRAD .....</b>	<b>28</b>
<b>14. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>29</b>

## **1. APRESENTAÇÃO**

O Plano de Recuperação de Área Degradada apresentado neste documento foi elaborado seguindo o que preconiza a Resolução CONAMA n° 05/2014, em anexo único, objetivando o encerramento do Lixão Municipal, sito à zona rural de Firminópolis- GO. A execução do mesmo será de responsabilidade do poder executivo da Prefeitura Municipal de Firminópolis, representado pelo prefeito em exercício, Sr. Jorge José de Souza.

O presente plano foi desenvolvido por equipe técnica multidisciplinar legalmente habilitada, com levantamento “*in loco*” em 06 de junho de 2018, em que foi realizada a caracterização dos aspectos físicos e biológicos da área em questão, visando aliar a situação local com medidas de recuperação eficientes e exequíveis.

## 2. INFORMAÇÕES GERAIS

### 2.1. Dados gerais do requerente responsável pelo lixo

<b>Requerente</b>	MUNICÍPIO DE FIRMINÓPOLIS – GO
<b>CNPJ</b>	02.321.917/0001-13
<b>Local da atividade</b>	Zona Rural - Firminópolis
<b>Telefone</b>	(62) 3681-2112
<b>Chefe do Poder Executivo</b>	Jorge Jose de Souza
<b>Localização Geográfica</b>	-50,299362° (longitude); -16,610762° (latitude)
<b>Bacia Hidrográfica</b>	69644 - Bacia Hidrografica Rio S. Domingos

### 2.2. Empresa responsável pela elaboração do PRAD

#### **EQUILÍBRIO AMBIENTAL LTDA**

CNPJ: 12.470.869/0001-89

End.: Avenida Engenheiro Eurico Viana, nº 25, Edifício Concept Office, Sala 1201, Maria José, Goiânia-GO, CEP: 74.815-465.

Fone: (62) 3932-7980 (62) 99614-2197

E-mail: germano@equilibrioambiental.net

<b>Profissional</b>	<b>Formação</b>	<b>Conselho (CREA)</b>	<b>ART</b>
Germano Augusto de Oliveira	Eng. Ambiental e Seg. Trabalho	14.891/D-GO	1020180164265
Júlia de Oliveira Campos	Eng. <sup>a</sup> Florestal	1016150555 D-GO	1020180164242

### 2.3. Órgão ambiental competente

#### **SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE, RECURSOS HÍDRICOS, INFRAESTRUTURA, CIDADES E ASSUNTOS METROPOLITANOS – SECIMA**

End.: 11ª Avenida, 1.272 - Setor Universitário - Goiânia-GO - CEP: 74.605-060.

Fone: (62) 3265-1300 / 3265-1317

E-mail: atendimento@secima.go.gov.br

### **3. CONCEPÇÃO GERAL**

#### **3.1. Contextualização**

Atualmente, a maior parte dos municípios brasileiros dispõe de uma coleta regular dentro nas áreas urbanas, serviço esse que é de fácil controle da população, visto que a sua não realização gera grande transtorno à cidade e a seus moradores (LANZA, 2010).

Os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) compreendem aqueles produzidos pelas inúmeras atividades desenvolvidas em áreas com aglomerações humanas no município, abrangendo resíduos de várias origens, como residencial, comercial, de estabelecimentos de saúde, industriais, da limpeza pública, da construção civil e agrícolas (NEPPI et al, 2010).

Em Firminópolis, a geração per capita de resíduo é de 0,49 kg/hab/dia, o equivalente a cerca de 6,3 toneladas de RSU produzidos diariamente, considerando os 12.923 habitantes estimados pelo IBGE para o ano de 2017. Dentre os vários RSU gerados, normalmente são encaminhados para a disposição final no lixão aqueles de origem domiciliar ou com características similares, como os comerciais e de limpeza pública.

No mundo, vários episódios de contaminação de solos e águas subterrâneas são atribuídos aos depósitos de lixo, até mesmo aqueles onde foram implantadas medidas de controle, como drenos, impermeabilizações, etc. (LANZA, 2010).

As principais consequências da utilização de lixões se concentram basicamente nos aspectos sociais e ambientais, visto que há o agravamento da poluição do ar, do solo e das águas, além da poluição visual, propagação de vetores e interferências na estrutura local, através das 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.

Em função da grande possibilidade de ocorrência de problemas ambientais, o simples abandono e fechamento das áreas utilizadas para disposição final de resíduos sólidos urbanos devem ser descartados, devendo os municípios buscar técnicas que minimizem os impactos ambientais. (LANZA, 2010).

Dessa forma, é importante que a desativação de lixões busque a requalificação ambiental daquele espaço, reduzindo os impactos ambientais negativos sofridos pela área e dando-lhe outra finalidade, considerando ainda a população de baixa renda do entorno que sobrevive neste ambiente (ALBERTI et al, 2005).

Portanto, este Plano de Recuperação de Área Degradada – PRAD visa estabelecer critérios e ações para o encerramento do lixão municipal de Firminópolis, onde toda a área de depósito deste RSU deverá ser recuperada seguindo os padrões ambientais aqui exigidos.

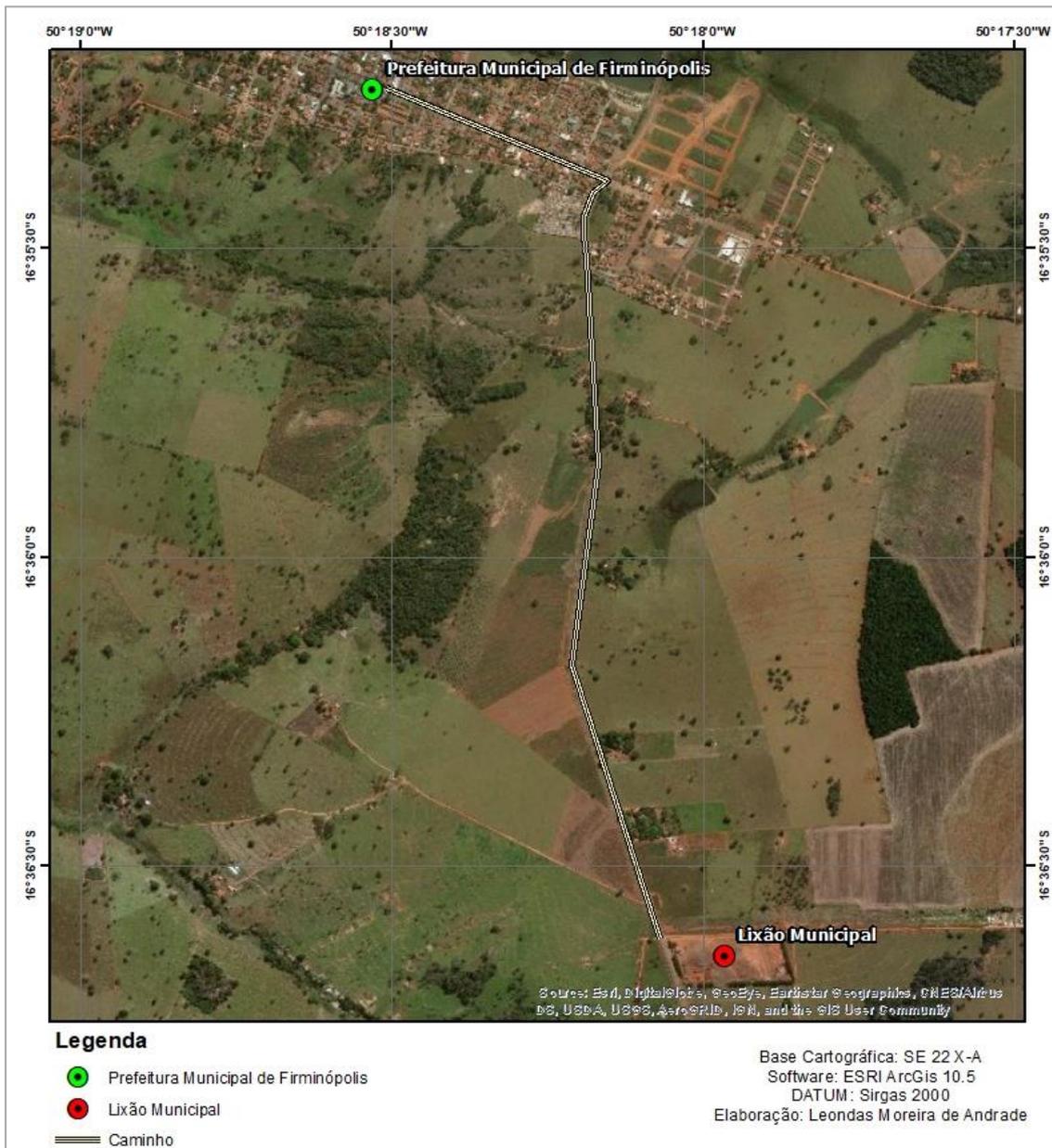
Para isso, foi realizado o levantamento *in loco* na área de disposição de resíduos (**Figura 1**), bem como os aspectos administrativos referentes ao regime de coleta e destinação final dos mesmos, avaliando-se os problemas encontrados, bem como as características do local para apontamento das ações a serem propostas.



**Figura 1:** Área do lixão, portaria de acesso ao Lixão.

### **3.2. Croqui de Localização e Acesso**

O lixão localiza-se a um raio de aproximadamente 2,0 km do perímetro urbano do município. O trajeto mais simples (**Figura 2**) se dá partindo da Prefeitura Municipal de Firminópolis pela Av. Goiânia por 770 metros em direção à GO - 164. Na rotatória, toma-se a primeira saída e segue GO - 164 por 2,31 km até a entrada do lixão, à esquerda.



**Figura 2: Croqui de localização e acesso.**

#### **4. PLANO DE CONFINAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS**

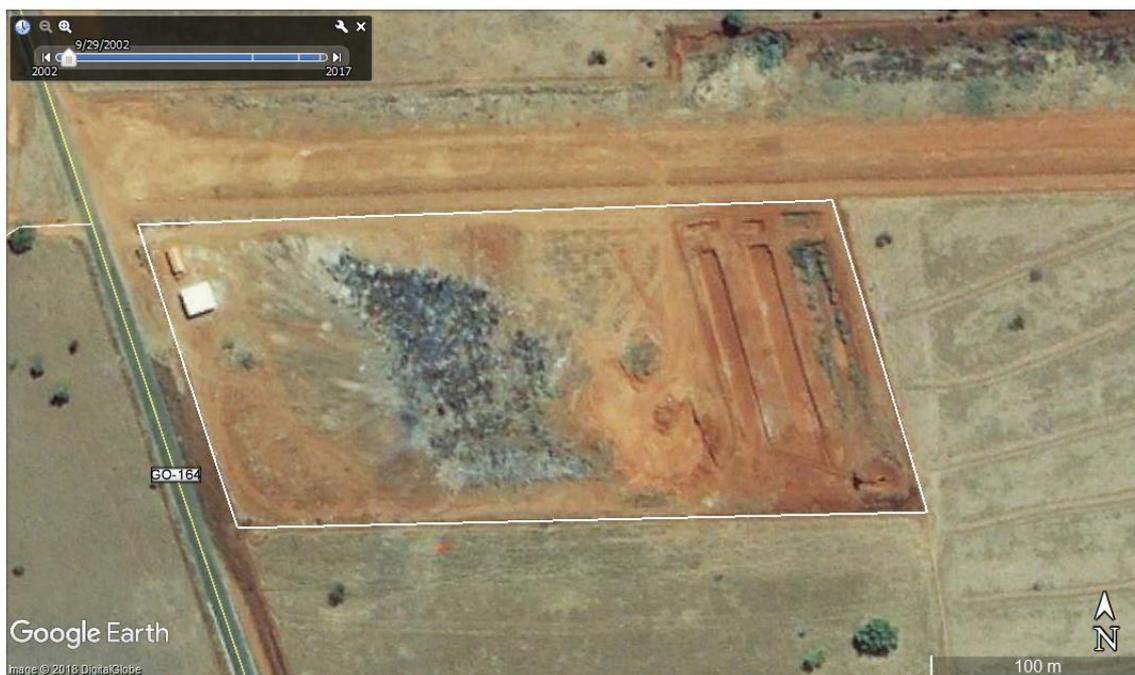
Lixão é uma forma de disposição final de resíduos sólidos urbanos, caracterizada pela simples descarga sobre o solo, sem critérios técnicos e medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública. É o mesmo que descarga a “céu aberto”, sendo consideradas inadequada, segundo a legislação brasileira (LANZA, 2010).

Mesmo em áreas já encerradas, exigem-se obras especiais que protejam as suas estruturas durante um tempo mais ou menos longo, que depende das dimensões e características

construtivas, até que o local esteja totalmente integrado ao ambiente local e, portanto, em condições de relativa estabilidade. (CETESB, 2005).

No lixão municipal de Firminópolis, conforme informado pelo Secretário Municipal de Meio Ambiente (Sr. Laudimar Inácio Taveira), apenas parte da área total foi aproveitada para a disposição de RSU em valas, sendo o restante do terreno utilizado apenas com o acúmulo superficial dos resíduos e retirada de terra (de onde **não** houve encapsulamento de resíduos) para fins alheios às atividades do lixão.

Além disso, analisando o histórico da área através de imagens de satélite, **Figura 3** a **Figura 5**, percebe-se que houve escavação do solo para o enterramento de resíduos, e que hoje, o local encontra-se totalmente coberto por lixo e/ou por vegetação invasora (Mamona - *Ricinus communis*). Assim, devem-se considerar os diferentes graus de estabilidade, bem como o regime de disposição do lixo ao longo dos anos em toda área, de modo a avaliar a forma mais segura e viável para o confinamento dos RSU.



**Figura 3:** Área do lixão em Setembro de 2002.

A imagem visível mais antiga disponível no Google Earth (**Figura 3**) para a região mostra a área do lixão já ocupada superficialmente próximo à entrada (à esquerda na imagem), não sendo possível confirmar a existência de valas encerradas no mesmo local. Contudo, no fundo do terreno (à direita na imagem) é visível o revolvimento do solo para a abertura de trincheiras em Setembro de 2002.

Percebe-se, em Abril de 2016 (**Figura 4**), o acúmulo superficial de RSU em praticamente todo o terreno, inclusive com o estabelecimento de vegetação em grande parte da área, exceto nas trincheiras que ainda estavam em operação.



**Figura 4** Área do lixão em Abril de 2016.

Por fim, na **Figura 5**, nota-se o encerramento de duas das três trincheiras abertas no fundo do terreno, bem como a redução considerável de vegetação invasora e maciço de lixo ao longo da área. Não obstante, importa ressaltar a escavação para retirada de terra no canto inferior esquerdo da área, onde se constatou *in loco* (**Figura 6**) a ausência de vestígios de encapsulamento de resíduos anteriormente, corroborando com as informações prestadas pelo Secretário Municipal de Meio Ambiente.



**Figura 5** Área do lixão em Julho de 2017.



**Figura 6** Vista aérea da escavação para retirada de terra (Data da imagem: 06/06/2018).

Diante das evidências encontradas, percebe-se que ao longo dos anos a operação das trincheiras ocorreu de forma desordenada, de modo que não é possível identificar o local exato das camadas mais antigas que já foram recobertas por solo. Ainda, observou-se *in loco* que houve a continuidade da descarga de lixo sobre as valas encerradas, formando pequenos maciços com aproximadamente 1,5 m de altura.

Conforme constatado durante a fase de levantamento *in loco*, as massas de resíduos localizam-se próximas umas das outras, apresentando alturas inferiores a 2 metros e inclinações pouco acentuadas (**Figura 7 a Figura 12**), o que facilita o trânsito de máquinas apropriadas para o manejo de regularização mecânica do material disposto, compactação da massa de resíduos, adequação dos taludes e o recobrimento da massa de resíduos.



**Figura 7: Maciço de RSU na área do lixão.**



**Figura 8: Maciço de RSU na área do lixão.**



**Figura 9: Maciços de RSU na área do lixão.**



**Figura 10: Maciço de RSU na área do lixão.**



**Figura 11: Maciço de RSU na área do lixão.**



**Figura 12: Maciço de RSU na área do lixão.**

Compara-se a situação encontrada com Lanza (2010), que cita alguns casos em que um conjunto de circunstâncias indica como mais sensatas, as medidas de recuperação simplificadas por meio do encapsulamento dos resíduos dispostos no lixão, de modo que a técnica de recuperação simples deve ser avaliada quando for inviável a remoção dos resíduos dispostos no local, em função da quantidade e dificuldades operacionais, quando a extensão da área ocupada pelos resíduos não for muito grande e, sobretudo, quando o local não puder ser recuperado como aterro controlado ou aterro sanitário.

Com a utilização de *Drone DJI Phantom 4 Pro* **Figura 13**, temos a vista superior, da disposição superficial dos resíduos no lixão, evidenciando que o material encontra-se parte espalhado em pequenos montes muito próximos uns dos outros sobre as valas já encerradas, e parte na trincheira ainda em operação.

Assim, com o objetivo de aliar o plano de confinamento dos resíduos à realidade local, considerando o regime de disposição desordenado ao longo dos anos de operação do lixão, bem como técnicas inadequadas de operação, recomenda-se a formação de um único maciço (bloco) em toda a área das trincheiras, correspondente a 3,04 hectares, separando-as da área onde houve apenas a disposição superficial de RSU e retirada de terra, como ilustrado na **Figura 13** e na Planta de Detalhamento do PRAD, vide **ANEXO I**.



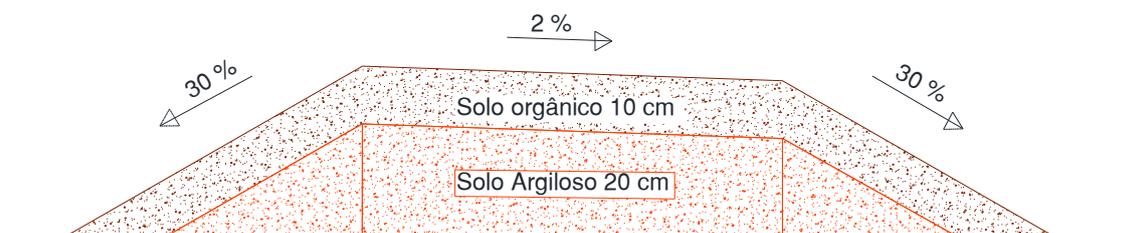
**Figura 13** Divisão as áreas de confinamento dos RSU do lixão.

Para tanto, foi avaliado um grupo de variáveis adaptadas àquelas propostas por Lanza (2010) que subsidiam a utilização da recuperação simplificada, como por exemplo, a distância de corpos hídricos e APP, a baixa estatura dos maciços e a possibilidade do seu fácil revolvimento e manejo, além do reduzido tamanho da área e da existência de uma trincheira aberta recentemente com capacidade de receber os resíduos acumulados no restante da área.

#### 4.1. Conformação da Massa de Resíduos

A reconformação da massa de resíduos existente será feita aproveitando a topografia local. Assim sendo, todos os resíduos dispostos superficialmente serão remanejados, compactados e encapsulados na última trincheira aberta, em células de 01 m (um metro) alternadas com terra, sendo 80 cm de resíduo e 20 cm de terra, de maneira a formar um único *plateau*, com cota superior à do terreno (caso necessário). O nivelamento dos resíduos deverá ser realizado preferencialmente com trator de esteira, de modo a distribuir uniformemente todo o material na vala.

Desta forma, após o preenchimento e nivelamento da trincheira, faz-se necessário tomar como medida preventiva, a conformação de um *plateau* único que englobe toda a área afetada pelos resíduos. Para tanto, deverá ser adicionada e compactada uma camada **mínima** de 20 cm de solo argiloso e 10 cm de solo orgânico em todo o terreno afetado, respeitando o nivelamento ao nível do solo com inclinação da crista ou topo de 2% acompanhando o sentido da declividade natural do terreno, e de 30% nas laterais, conforme esquema a seguir (**Figura 14**).



**Figura 14:** Corte transversal do *plateau* da área reconformada do lixão.

Finalizando o confinamento dos resíduos, por cima da camada de 0,20 m de solo argiloso compactado, deve-se adicionar outra de 0,10 m de solo orgânico para o plantio das gramíneas indicadas no Item 7 deste PRAD.

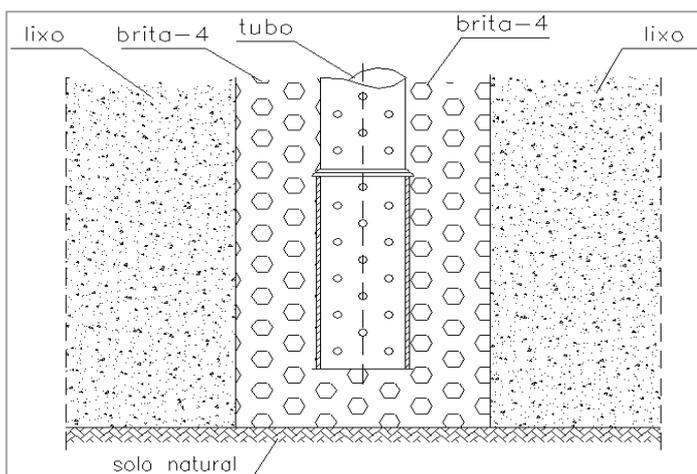
## 4.2. Drenagem dos Gases

Pelo fato do lixão ser desprovido de dispositivos de controle dos gases gerados, faz-se necessário a inserção de dispositivos de drenagem de gases como forma de mitigar a formação de bolsões de gás no interior do maciço.

Para tal, concomitantemente ao nivelamento do terreno para reconformação da massa de resíduos, deverão ser realizadas escavações de, no mínimo 3m (três metros) de profundidade ou até chegar à camada original de solo, em 7 (sete) pontos distribuídos ao longo da área do maciço, paralelamente, com distância mínima de 30 m (trinta metros) entre eles (vide Planta de Detalhamento do PRAD em **ANEXO I**), onde serão instaladas manilhas de concreto perfuradas revestidas com rochas, com 1000 mm (1 metro) de diâmetro, para captação dos gases, conforme ilustrado nas **Figura 15** e **Figura 16**



**Figura 15: Exemplo de dreno de gases implantado.**



**Figura 16 Esquemática do sistema de dreno de gases.**

## 5. SISTEMA DE DRENAGEM SUPERFICIAL E DAS BACIAS DE CONTENÇÃO

No mundo, vários episódios de contaminação de solos e águas subterrâneas são atribuídos aos depósitos de lixo, até mesmo aqueles onde foram implantadas medidas de controle, como drenos, impermeabilizações, etc. (LANZA, 2010).

As medidas de controle e remediação voltadas à drenagem superficial e bacias de contenção buscam, principalmente, interceptar e disciplinar o escoamento superficial das águas pluviais para que não ocorra infiltração na massa de resíduos confinados, o que poderia provocar o aumento do chorume e a contaminação das águas subterrâneas.

É conveniente enfatizar que a água pluvial não deve ser misturada aos líquidos percolados (chorume), antes de serem lançados à drenagem natural, que poderá seguir diretamente para o corpo d'água receptor, mantendo-se os cuidados para redução de material em suspensão e evitar erosões no ponto de lançamento (D'ALMEIDA, 2000).

O dimensionamento da rede de drenagem é dependente, principalmente, da vazão a ser drenada, seguindo a mesma metodologia utilizada nos sistemas de drenagem urbana. Em se tratando de bacias de pequena área de contribuição, pode ser utilizado o Método Racional, expresso pela Equação 1 (D'ALMEIDA, 2000):

$$Q = C \cdot i \cdot A \quad \text{Eq. 1}$$

Sendo:

Q = vazão a ser drenada na seção considerada (L/h)

C = Coeficiente de escoamento superficial (tabelado) = **0,8**

A = área da bacia contribuinte (m<sup>2</sup>) = **45.582,99 m<sup>2</sup>**

i = intensidade da chuva crítica (mm/h) = **170 mm/h**

Assim, temos que:

$$Q = 0,8 \cdot 170 \cdot 45582,99 \text{ m}^2$$

$$Q = 6.199.286,64 \frac{\text{L}}{\text{h}} = 1,72 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Segundo D'ALMEIDA (2000), nos aterros em geral, o sistema de drenagem de águas pluviais é constituído por estruturas drenantes de meias canas de concreto (canaletas) associadas a escadas d'água e tubos de concreto. As águas precipitadas nas imediações da área do lixo devem ser captadas e desviadas por canaletas escavadas no terreno original, acompanhando as cotas e conferindo declividade de 2% ao dreno, até as valas de infiltração.

Para determinar o diâmetro da tubulação necessária para promover o escoamento deste volume de água foi utilizada a equação de Chézy-Manning, representada pela Equação 2:

$$Q = \frac{1}{n} \times S \times R_H^{2/3} \times I^{1/2} \quad \text{Eq. 2}$$

Em que:

Q = vazão de projeto, m<sup>3</sup>/s = **1,72 m<sup>3</sup>/s**

S = área da seção molhada da tubulação, em m<sup>2</sup> =  $\frac{\pi D^2}{8}$

n = coeficiente de rugosidade, adotado **0,012** para tubulação de concreto;

R = raio hidráulico (m) =  $\left(\frac{D}{4}\right)^{\frac{2}{3}}$

I = declividade da calha, m/m, adotado **0,02 m/m**;

Daí, temos que:

$$Q = \frac{1}{n} \times \frac{\pi D^2}{8} \times \left(\frac{D}{4}\right)^{2/3} \times I^{1/2}$$

$$D = \sqrt[3]{\left(\frac{4^{2/3} * 8 * n * Q}{I^{1/2} * \pi}\right)^8} = \sqrt[3]{\left(\frac{4^{2/3} * 8 * 0,012 * 1,72}{0,02^{1/2} * \pi}\right)^8}$$

Portanto:

$$D = 0,842139 \text{ m} = 842,14 \text{ mm}$$

Logo, tubulação deve apresentar diâmetro mínimo de 842,14 milímetros para atender ao projeto. No entanto, será adotado o diâmetro comercial de **1000 milímetros** para fins de facilitar a instalação, limpeza e a aquisição das canaletas, bem como garantir uma maior margem de segurança ao sistema.

Para tanto, deverão ser construídas 12 (doze) valas de infiltração com dimensões de 2 m de comprimento, 2 m de largura e 2,5 m de profundidade, sendo 0,50 m do fundo preenchido com pedra rachão e brita, a critério do engenheiro responsável pela execução.

Considerando ainda que o comprimento de cada tubulação é de 2,0 metros, que o perímetro de drenagem será de 923,33 metros, e que cada uma das 12 valas de infiltração possui 2 metros de extensão (onde não existirão calhas), estima-se que serão necessárias 900 unidades de canaletas para a execução do sistema de drenagem superficial, conforme indicado na Planta de Detalhamento do PRAD, vide **ANEXO I**,

Com o intuito de amortecer a energia cinética da água pluvial, serão concretadas pedras marroadas ao longo da tubulação de drenagem, e ainda, as valas serão construídas com muro gabião de modo a dissipar a energia e velocidade das águas.

Segundo a FEAM (1995) *apud* Alberti et al (2005), independente do encerramento das atividades de recuperação da área, os sistemas de drenagem superficial de águas pluviais devem ser mantidos por um período com cerca de 30 anos. Este período padrão é adotado por ser considerado suficiente para o maciço de lixo alcançar as condições de relativa estabilidade.

## 6. INDICAÇÃO DA ÁREA DE EMPRÉSTIMO DE SOLO

O volume necessário estimado para as ações propostas de encerramento das atividades do lixão é de cerca de 11.643,79 m<sup>3</sup> de terra (**Tabela 1**), que deverão ser adquiridos em obras de engenharia, cascalheiras e viveiros devidamente licenciadas próximas à região.

**Tabela 1: Relação da quantidade de material de cobertura.**

Etapa	Material de Cobertura	Espessura (cm)	Volume (m <sup>3</sup> )	Total (m <sup>3</sup> )
Células da última Trincheira (3 camadas)	Solo Argiloso	20	2.518,20	8.601,93
1ª Camada – Área Total	Solo Argiloso	20	6.083,73	
2ª Camada – Área Total	Solo Orgânico	10	3.041,86	3.041,86
<b>Total Geral</b>			<b>11.643,79</b>	

## 7. PLANO DE REVEGETAÇÃO

O objetivo da vegetação pioneira é de minimizar a erosão com o rápido estabelecimento das raízes (ALBERTI et al, 2005), e para promover a revegetação da área serão adotados dois métodos: sendo o plantio de gramíneas e o plantio consorciado da cerca viva de Sansão do Campo (*Mimosa caesalpiniaefolia*) com Eucalipto (*Corymbia citriodora*), conforme esquematizado na Planta de Detalhamento do PRAD, vide **ANEXO I**.

### 7.1. Plantio de Gramíneas

Sabendo-se da instabilidade e recalque do terreno ocupado por maciço de resíduos sólidos em decomposição, quando se comparado ao solo natural, não é indicado o plantio de arbóreas, uma vez que estas necessitam de solo estável para estabelecimento do sistema

radicular. Portanto, recomenda-se a utilização apenas de gramíneas e leguminosas forrageiras e subarbusculares, visando o rápido recobrimento e proteção do solo e garantindo que as raízes não entrem em contato com os resíduos dispostos abaixo da camada de argila da cobertura final.

Para tanto, é fundamental que a área esteja devidamente coberta pelas camadas de solo orgânico e argila, bem como nivelada e estabilizada para o recebimento da vegetação proposta. Desta forma, a inserção de gramínea será realizada com o uso de sementes à lanço da espécie *Paspalum notatum*, também conhecida como grama batatais.

A escolha das espécies indicadas baseou-se na rusticidade, fácil manuseio, adaptação e enraizamento das mesmas em ambientes com sol pleno, bem como no baixo potencial invasor e na disponibilidade comercial na região. Outra vantagem primordial das espécies indicadas, é que as mesmas desempenham muito bem o papel de contenção de erosão. Contudo, é fundamental que sejam seguidas as orientações de plantio e manejo estabelecidos neste PRAD para o sucesso do mesmo.

#### **7.1.1. Implantação**

A primeira etapa para o recobrimento do *plateau* com gramínea é o cuidado na escolha do material a ser adquirido, devendo optar por sementes em boas condições fitossanitárias, de modo que o material não venha contaminado com ervas daninhas, fungos e pragas que prejudicam o estabelecimento da espécie na área.

Em seguida, o preparo do solo deve ser feito de modo que o terreno esteja limpo e nivelado, em que a última camada do maciço que irá receber a cobertura vegetal, seja de solo orgânico (terra preta) livre de pedras, fungos e daninhas, espalhado uniformemente na área.

As sementes devem ser espalhadas a lanço, na quantidade indicada pelo fabricante, sobre o solo aerado e já preparado, e depois cobertas uniformemente por uma fina camada de terra incorporada com fertilizante químico ou orgânico. Ainda, sugere-se a aplicação de palhada para reter o calor no solo e acelerar a germinação, bem como para evitar com que passarinhos tenham acesso às sementes e para que o solo não permaneça exposto até o estabelecimento do plantio.

Considerando que normalmente é utilizado 1 kg de semente para 150 m<sup>2</sup> de área a ser plantada, estima-se que serão necessários 203 kg de sementes para o plantio na área afetada.

### **7.1.2. Adubação e Irrigação**

A adubação química será realizada com fertilizante granulado NPK (10-10-10), na proporção de 50g/m<sup>2</sup> ou de acordo com o rótulo do fabricante, incorporado com terra, distribuídos uniformemente em finas camadas de 01 cm sobre toda a grama recém-plantada/ semeada.

Alternativamente à adubação química, pode ser realizada a adubação orgânica na proporção de 40% de terra, 30% de areia e 30% de matéria orgânica (esterco de galinha, esterco de bovinos e torta de mamona) e aplicar uma camada uniforme de 10 cm de espessura.

Logo após a adubação a área deverá ser moderadamente irrigada, para que o solo fique apenas úmido e não encharcado. As regas devem ser periódicas, preferencialmente no início da manhã e/ou no final da tarde, variando de acordo com as condições locais e regime de precipitação ao longo do ano.

### **7.1.3. Manutenção**

A poda deverá ser realizada sempre que a grama superar 8 cm de altura, sendo mais frequente nos meses chuvosos e reduzidas nos períodos de seca. Aliado à poda, tem-se o controle de pragas e ervas daninhas, que poderá ser feito com o uso de herbicidas seletivos para gramados aplicados na dosagem recomendada pelo fabricante, ou pela capina manual.

## **7.2. Plantio da Cerca Viva**

### **7.2.1. Escolha das Espécies**

O plantio de cerca viva nas áreas limítrofes do lixão tem como objetivo mitigar os odores transportados pelo vento, diminuir a poluição visual, minimizar a especulação visual de terceiros e coibir a entrada indesejada de pessoas no local.

Para tanto, a escolha das espécies e o espaçamento do plantio são etapas fundamentais para que o cinturão verde cumpra seu papel com eficiência. Dessa forma, indica-se o consórcio de Sansão do Campo (*Mimosa caesalpiniaefolia*) com Eucalipto Citriodora (*Corymbia citriodora*) para compor o cercamento vegetal, devido às características peculiares de cada espécie capazes de atender os objetivos principais já elencados acima para o fechamento do lixão de Firminópolis.

O Sansão-do-Campo, também conhecido como Sabiá ou Cebiá, é uma planta decídua, heliófita, pioneira e espinhenta, com tronco medindo cerca de 20 a 30 cm de diâmetro e

podendo atingir de 5 a 8 metros de altura. Sua folhagem verde e densa valoriza o ambiente com suas folhas compostas, bipinadas, geralmente com 6 pinas opostas, cada uma provida de 4-8 folíolos glabros, de 3-8 cm de comprimento. A floração ocorre de novembro a março, gerando flores melíferas. Apresenta características ornamentais, principalmente pela forma entouceirada que geralmente se apresenta, e pela boa aceitação de poda, sendo muito empregada no paisagismo como cerca viva defensiva, pois impossibilita a entrada de pessoas indesejadas, como quebra vento para as camadas mais baixas, e também como barreira visual para o interior da área cercada. Por se tratar de uma planta tolerante à luz direta e com crescimento rápido, se torna ideal para reflorestamentos heterogêneos destinados à recomposição de áreas degradadas, alcançando facilmente 4 metros de altura em 2 anos, formando uma cerca viva robusta.

Já o Eucalipto Citriodora (*Corymbia citriodora*) é uma árvore perenifólia muito aromática, originária da Austrália, de tronco ereto com casca lisa e decídua, branca, cinza ou rósea, pulverulenta, com marcas rebaixadas, podendo atingir de 15 a 30 m de altura. A folhagem é longa, com copa aberta e folhas verde-escuras aromáticas, medindo de 10-20 cm de comprimento. É amplamente cultivada para reflorestamentos e para extração do óleo essencial das folhas para indústria de perfumaria e desinfetantes, mas também está presente na arborização de caminhos e estradas em áreas rurais, como cercas vivas imponentes e com aroma agradável facilmente exalado.

Dessa forma, busca-se aliar a função defensiva e protetora do Sansão do Campo com a imponência em altura e o aroma do Eucalipto Citriodora, além do rápido crescimento de ambos, para a composição do cinturão verde de cercamento da área do lixão, coibindo a entrada e especulação de terceiros e garantindo uma paisagem mais agradável ao local.

### **7.2.2. Preparo da Área**

A fim de evitar a morte ou diminuição do desenvolvimento das mudas devido aos ataques de formigas, recomenda-se o combate com iscas granuladas antes do plantio e, periodicamente, e nos próximos 03 anos ou até que cessem os ataques.

São indicadas iscas granuladas, na razão de 10 g por m<sup>2</sup> de terra de formigueiro e a aplicação deverá ser realizada próxima aos formigueiros em dias sem chuva e com baixa umidade relativa, em toda área do plantio.

A escolha de mudas de boa qualidade é um cuidado fundamental para o sucesso do plantio, de modo que estejam em perfeito estado físico, nutricional e fisiológico. Ou seja, evitar mudas estioladas (relação altura/raiz) ou atrofiadas (diâmetro do colo), bem como observar o

estado fitossanitário (fungos e doenças) e as condições de aclimação para suportar as condições de estresse durante e após o plantio.

O preparo do solo consiste basicamente na descompactação através subsolagem (40 – 60 cm de profundidade) nas linhas de plantio das duas espécies e a abertura das covas. As covas poderão ser abertas manualmente e/ou com auxílio de equipamentos, devendo apresentar dimensões aproximadas à do tubete ou a do torrão (geralmente 40 x 40 x 40 cm), promovendo o bom acomodamento das mudas, garantindo a integridade do torrão e o bom desenvolvimento radicular.

Para o Sansão do Campo, recomenda-se apenas 1 (uma) linha de plantio distante à 1 metro da cerca de divisa da propriedade, e obedecendo o espaçamento entre plantas de 0,2 m, em todo o perímetro da área cercada onde não existem indivíduos anteriormente plantados, completando as falhas existentes.

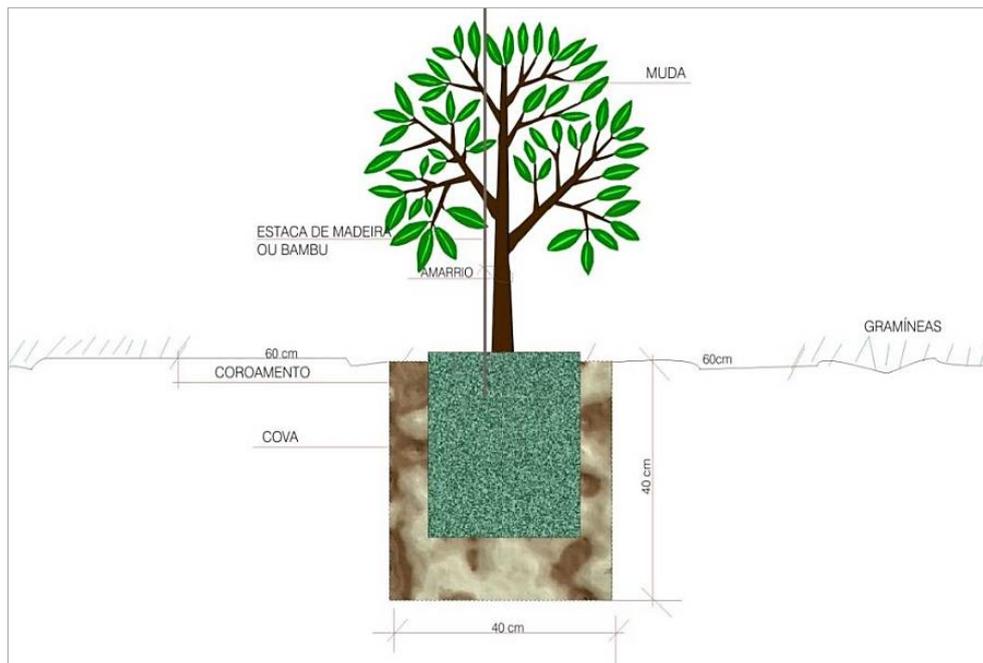
Já para o Eucalipto, deverão ser feitas 3 (três) linhas de plantio, com espaçamento 2x2 m (dois metros entre linha e dois metros entre plantas), apenas nas margens indicadas na Planta de Detalhamento do PRAD, vide **ANEXO I**, devido à proximidade das trincheiras nas outras margens.

### **7.2.3. Implantação**

De acordo com o espaçamento adotado, a quantidade de linhas de plantio e com o perímetro da área, calcula-se que serão necessárias 450 mudas de *Corymbia citriodora* para plantio e 45 para o replantio (10%). Da mesma forma, para o Sansão do Campo deverão ser adquiridas 2.850 mudas para o plantio e 855 para replantio (30%).

No momento do plantio recomenda-se a adubação química ou orgânica no fundo de cada cova, seguida de uma leve cobertura com terra para evitar com que haja o contato direto do adubo com as raízes da muda. Tanto para o Sansão do Campo quanto para o Eucalipto Citriodora, adicionar com 150 g de fertilizante fosfatado supersimples ou 500g de adubo orgânico (cama de aviário etc.) incorporado no solo no fundo de cada cova.

Para o plantio a muda deverá ser cuidadosamente retirada dos sacos plásticos ou tubetes (sem desmanchar seu torrão) e, em seguida, acomodada na cova, de modo que seu coleto não seja exposto nem submerso, ou seja, que fique rente ao solo, evitando-se a exposição do colo ou o seu “afogamento”. A terra ao redor da muda deverá ser levemente pressionada de forma que a muda fique firme no torrão, facilitando seu enraizamento. Raízes tortas ou enveladas deverão ser podadas, conforme **Figura 17**:



**Figura 17: Esquema para o correto acomodamento e plantio das mudas.**

Ao terminar o plantio do eucalipto, deve-se proceder a capina ao redor da muda plantada (coroamento) em um raio de aproximadamente 50 cm, elevando o nível da terra em torno da mesma, seguindo-se de irrigação (de 2 a 3 litros de água por cova), mesmo que a terra esteja úmida. Já no plantio do sansão do campo deve ser realizada a capina em toda a linha de plantio.

O plantio das mudas deverá ocorrer nos meses em que exista expectativa de chuvas, para facilitar o pegamento, quando o solo na profundidade em que será colocada a muda já estiver umidade suficiente. Caso isto não ocorra, deverá ser realizada a irrigação, mantendo a umidade necessária até o completo estabelecimento das mudas (fechamento do dossel).

### **7.3. Manutenção**

Recomenda-se o controle de vegetação invasora próxima ao sistema radicular das mudas, sendo indicado o coroamento mensal nos primeiros 05 (cinco) anos ou até que as árvores estejam estabelecidas, e semestral nos anos conseguintes. Ainda, será necessária a irrigação nos meses de estiagem até o fechamento do dossel e total cobertura do solo. É fundamental que, no momento da manutenção, a camada de serapilheira seja preservada integralmente, mantendo a cobertura do solo e a ciclagem de nutrientes.

## **8. PLANTAS, CORTES E DETALHES IMPORTANTES**

Todos os cortes e detalhes importantes encontram-se na Planta de Detalhamento do PRAD, vide **ANEXO I**, evidenciando o perímetro da área do lixão; o Sistema de Drenagem Pluvial; o Sistema de Drenagem dos Gases, a área de plantio da cerca viva e a área de plantio de gramíneas e leguminosas.

## **9. RESTRIÇÕES PARA O USO FUTURO DA ÁREA**

A recuperação de áreas degradadas por disposição de RSU corresponde à avaliação das condições de comprometimento ambiental do local e na seleção de atividades remediadoras. Essas atividades têm o objetivo de reduzir a mobilidade, toxicidade e volume dos contaminantes e estabilização do solo (ALBERTI et al, 2005).

A escolha do uso futuro da área deverá ser definida com base nos estudos realizados e na aptidão da área, levando-se em consideração a proteção à saúde humana e ao meio ambiente. Em função dos possíveis problemas relacionados à baixa capacidade de suporte do terreno e à possibilidade de infiltração de gases com alto poder combustível e explosivo (metano), a implantação de edificações sobre os depósitos de lixo desativados é desaconselhável (LANZA, 2010).

A proposta considera que os resíduos aterrados ainda permanecem em processo de decomposição após o encerramento das atividades por períodos relativamente longos, que podem ser superiores há 10 anos (LANZA, 2010).

Após o fechamento do lixão, a área deve ser cercada e com placas indicativas de “área em recuperação ambiental – proibida a entrada”, com os dados da Prefeitura Municipal, permitindo somente a entrada de pessoas autorizadas (NEPPI et al, 2010).

É imperativo que administração pública lidere (financeiramente e politicamente) as ações de assistência às populações carentes (catadores) na construção de galpões e na formação de associações e cooperativas de reciclagem e agentes de reciclagem, com cursos contínuos de educação ambiental. (ALBERTI et al, 2005).

Em qualquer caso, a reabilitação da área deve proporcionar uma integração à paisagem do entorno e às necessidades da comunidade local, sendo recomendável a participação de seus representantes na definição do uso futuro da área. (LANZA, 2010).

Sugere-se, neste caso, a construção de um centro poliesportivo, considerando que a estrutura básica necessária não exige edificações. Neste contexto, propõe-se que a escavação

existente para retirada de cascalho, onde não houve anteriormente o encapsulamento de resíduos, seja aproveitada e transformada em uma pista de skate. Já no restante da área das valas encerradas, podem ser implantadas quadras, campos e centros de convivências.

## **10. MONITORAMENTO**

O Plano Básico Ambiental de Monitoramento e Reabilitação da Área Afetada foram divididos em 03 (três) subitens:

- Inspeção com monitoramento visual do maciço, qual deve ser realizado por profissional legalmente habilitado, periodicamente de forma semestral, para verificar possíveis trincas, fissuras e/ou rachaduras no solo, e caso necessário realizar manutenção;
- Inspeção com monitoramento da movimentação da massa do maciço de resíduos, qual deverá ser realizado por profissional legalmente habilitado, trimestralmente nos primeiros 5 (cinco) anos e após este período será realizado semestralmente;
- O monitoramento do sistema de drenagem de águas pluviais e do sistema de drenagem de gases será realizado semestralmente, a fim de se determinar entupimentos e/ou vazamentos, realizando manutenção quando necessário.

### **10.1. Monitoramento do Maciço**

Verificar a estabilidade do terreno em relação à processos erosivos e movimentação da massa de resíduos, buscando indícios de trincas, afundamentos ou bolsões no terreno, exposição do solo e/ou lixo, entre outros aspectos visuais. Caso seja identificado alguns desses processos deverá ser implantada intervenção para controle dos mesmos.

Ainda, deverá ser realizado o acompanhamento do crescimento das gramíneas, que em caso de identificação de locais com exposição do solo, deverá ser feito o replantio.

### **10.2. Monitoramento dos Sistemas de Drenagem Pluvial**

O monitoramento será restrito ao sistema de escoamento das águas pluviais que incidiram sobre o maciço de lixo, devendo ter início logo após sua construção. Deverá ser realizado visando à eficácia quanto às possíveis obstruções que possam causar

transbordamentos, processos erosivos nos pontos de descarga d'água e assoreamentos nas faixas de cotas inferiores.

Observar e cadastrar toda rede de drenagem, trincheiras, fissuras, taludes e dissipadores existentes na área do lixão, principalmente quanto à manutenção, trincas, formação de pontos de erosão e necessidade de ampliação.

O sistema deverá ser vistoriado semestralmente e, excepcionalmente, após chuvas torrenciais; devendo ser elaborado um relatório anual de acompanhamento das vistorias e intervenções realizadas durante os semestres, sob a responsabilidade da administração municipal, responsável técnico ou empresa consultora contratada.

### 10.3. Monitoramento das Águas Superficiais

Conforme demonstra a Figura 18, não existem cursos d'água em um raio de 600 m do lixão, de modo que não há o que relatar acerca do monitoramento e avaliação da qualidade das águas superficiais nas proximidades do empreendimento, pois se presume que não há possibilidade de interferência.



Figura 18 Raio de 600 metros de distância do lixão ao curso d'água mais próximo.

### 10.4. Monitoramento dos Drenos de Gases

Devido ao processo de decomposição dos resíduos, predominantemente anaeróbica, em que o carbono combina-se com hidrogênio e oxigênio formando gás metano (CH<sub>4</sub>) e gás carbônico (CO<sub>2</sub>), respectivamente, sendo o primeiro inflamável quando em contato com o ar na

proporção de 5 a 15% podendo causar danos tóxicos às residências e instalações próximas ao lixão, faz-se necessária a inspeção visual semestral da queima dos gases e a avaliação dos drenos em relação à possíveis danos na estrutura que possam provocar o rompimento por excesso de temperatura ou desmoronamento por recalque do aterro.

Ainda, recomenda-se a realização de análise para verificação das concentrações de CH<sub>4</sub> e CO<sub>2</sub> exalados pelos drenos.

### **10.5. Monitoramento da Revegetação**

Verificar bimestralmente o ataque de formigas e gafanhotos nas áreas de plantio, tanto na cerca viva quanto *plateau* coberto por gramíneas, interferindo com o controle químico, se necessário. Ao mesmo tempo, sempre que constatado a morte, queda ou falhas de indivíduos no plantio deverá ser providenciado o reparo/substituição imediatamente. Ainda, proceder com a capina e roçagem da cerca viva até que as mudas estejam estabelecidas e não susceptíveis à competição das ervas daninhas e plantas invasoras. A poda das gramíneas deverá ser realizada sempre que a mesma atingir 08 cm de altura; e a irrigação será indicada nos períodos de estiagem após a vistoria *in loco* e análise das condições fisiológicas do gramado.

## 11. CRONOGRAMAS

### 11.1. Cronograma de Execução de Obras e Ações Ambientais

AÇÕES	2019												2020 a 2029											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Limpeza da área						■																		
Controle de formigas							■		■		■					■				■				
Nivelamento							■	■	■	■														
Conformação do plateau							■	■	■															
Implantação dos drenos de gases							■	■																
Plantio e adubação (Gramíneas)										■	■	■												
Implantação da drenagem pluvial											■	■												
Alinhamento e subsolagem (Cerca viva)											■	■												
Plantio e adubação (Cerca viva)											■	■	■											
Replântio																						■	■	■
Manutenção												■				■				■			■	
Cercamento da área											■	■	■											

### 11.2. Cronograma Físico-Executivo de Monitoramento

MONITORAMENTO	2020 A 2025												2026 a 2029											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Maciço (Visual)																								
Movimentação de massa do maciço																								
Sistema de Drenagem Pluvial																								
Águas Superficiais																								
Revegetação das Gramíneas																								
Revegetação Cerca Viva																								
Drenos de Gases																								

## **12. ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA PELA ELABORAÇÃO DO PRAD**

Este documento encontra-se anotado no CREA de acordo com as ART's n.ºs: 1020180164265 e 1020180069831, vide **ANEXO II**.

---

**Germano Augusto de Oliveira**  
**Engenheiro Ambiental**  
CREA 14.891/D-GO  
ART 1020180164265

---

**Júlia de Oliveira Campos**  
**Engenheira Florestal**  
CREA 1020180069831  
ART

## **13. DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE PELA EXECUÇÃO DO PRAD**

Diante da aprovação do projeto apresentado junto à essa SECIMA, fica o chefe do poder executivo do município de Firminópolis – GO, representado pelo Prefeito em exercício Sr. Jorge José de Souza, responsável em seguir as técnicas e ações aqui apresentadas, bem como respeitar e executar os cronogramas de execução e monitoramento.

Dou fé e ciência

Firminópolis, 24 de Outubro de 2018

---

**MUNICÍPIO DE FIRMINÓPOLIS**

#### 14. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERTE, Elaine Pinto Varela; CARNEIRO, Alex Pires; KAN, Lin. Recuperação de áreas degradadas por disposição de resíduos sólidos urbanos. **Diálogos & Ciência–Revista Eletrônica da Faculdade de Tecnologia e Ciências de Feira de Santana. Ano III**, n. 5, 2005.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **São Paulo, Secretaria de Estado de Meio Ambiente**. Procedimentos Para Implantação de Aterro Sanitário em Valas, 2005.

LANZA, Vera Cristina Vaz. Caderno Técnico de reabilitação de áreas degradadas por resíduos sólidos urbanos. **Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente: Fundação Israel Pinheiro**, 2010.

NEPPI, Davi Lazarini et al. Plano de Fechamento do Aterro em Valas do Município de Santo Antônio do Jardim–São Paulo. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, v. 7, n. 4, 2010.

IPT. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. Lixo Municipal: Manual de gerenciamento integrado. Coordenação: JARDIM, N. S. *et al.* **São Paulo: CEMPRE**, 1996.

PAVAN, Margareth Oliveira. Gestão e gerenciamento de resíduos sólidos urbanos no Brasil. **Revista Sustentabilidade**, v. 24, 2008.

D'ALMEIDA, Maria Luiza Otero, VILHENA, André. Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado. **São Paulo: IPT/CEMPRE**, 2000.