



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 a participação no Consórcio Intermunicipal CIGIRS entre os Municípios de Firminópolis, São Luiz de Montes Belos, Turvânia e Cachoeira de Goiás.



OUTUBRO, 2018



SUMÁRIO

1.	APRESENTAÇÃO	2
2.	INFORMAÇÕES GERAIS	3
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
3.	CONCEPÇÃO GERAL	4
3.1.	CONTEXTUALIZAÇÃO	4
3.2.	CROQUI DE LOCALIZAÇÃO E ACESSO.....	6
4.	PLANO DE CONFINAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	7
4.1.	CONFORMAÇÃO DA MASSA DE RESÍDUOS	10
4.2.	DRENAGEM DOS GASES	9
4.3.	RECOBRIMENTO DOS RESÍDUOS	11
5.	SISTEMA DE DRENAGEM SUPERFICIAL E DAS BACIAS DE CONTENÇÃO.....	11
6.	INDICAÇÃO DA ÁREA DE EMPRÉSTIMO DE SOLO	14
7.	PLANO DE REVEGETAÇÃO	14
7.1.	PLANTIO DE GRAMÍNEAS.....	15
7.1.1.	<i>Implantação.....</i>	16
7.1.2.	<i>Plantio com Sementes</i>	16
7.1.3.	<i>Adubação e Irrigação.....</i>	16
7.1.4.	<i>Manutenção.....</i>	17
7.2.	PLANTIO DA CERCA VIVA.....	17
7.2.1.	<i>Escolha das Espécies.....</i>	17
7.2.2.	<i>Preparo da Área</i>	18
7.2.3.	<i>Implantação.....</i>	19
7.3.	MANUTENÇÃO	20
8.	PLANTAS, CORTES E DETALHES IMPORTANTES	21
9.	RESTRIÇÕES PARA O USO FUTURO DA ÁREA.....	21
10.	MONITORAMENTO	22
10.1.	MONITORAMENTO DO MACIÇO.....	22
10.2.	MONITORAMENTO DOS SISTEMAS DE DRENAGEM PLUVIAL	23
10.3.	MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS	23
10.4.	MONITORAMENTO DOS DRENOS DE GASES	24
10.5.	MONITORAMENTO DA REVEGETAÇÃO	24
11.	CRONOGRAMAS	25
11.1.	CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DE OBRAS E AÇÕES AMBIENTAIS	25
11.2.	CRONOGRAMA FÍSICO-EXECUTIVO DE MONITORAMENTO.....	26
12.	ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA PELA ELABORAÇÃO DO PRAD.....	27
13.	DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE PELA EXECUÇÃO DO PRAD	27
14.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27



1. APRESENTAÇÃO

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

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.

Para coleta e registro dos dados, utilizou-se o aplicativo de GPS *Easy Trials 9.20* e câmera fotográfica digital, além de anotações das informações prestadas pelos representantes da prefeitura, estudos bibliográficos pertinente ao uso do solo e atributos ambientais da região e consulta às legislações e normas técnicas vigentes e aplicáveis à atividade em questão.



2. INFORMAÇÕES GERAIS

2.1. Dados gerais do requerente responsável pelo lixão

Requerente	MUNICÍPIO DE TURVÂNIA – GO
CNPJ	02.321.883/0001-67
Local da atividade	Zona Rural - Turvânia
Telefone	(64) 3682-1768
Chefe do Poder Executivo	Fausto Mariano Gonçalves
Localização Geográfica	590668.09 m E ; 8163364.53 m S (UTM – Sirgas 2000).
Bacia Hidrográfica (OTTOBACIAS)	84948 - Bacia Hidrografica Rio Turvo

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

Profissional	Formação	Conselho (CREA)	ART
Germano Augusto de Oliveira	Eng. Ambiental e Seg. Trabalho	14.891/D-GO	1020180164248
Júlia de Oliveira Campos	Eng. ^a Florestal	1016150555 D-GO	1020180164255

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 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 Turvânia, a geração per capita de resíduo é de 0,44 kg/hab/dia, o equivalente a aproximadamente 2,12 toneladas de RSU produzidos diariamente, considerando os 4.818 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 entanto, constata-se ainda a eventual disposição irregular de resíduos de construção civil, galhadas e materiais recicláveis na área do lixão objeto deste estudo (Figura 1 e Figura 2).

Uma das causas da disposição irregular de alguns resíduos atribui-se à localização de fácil acesso do lixão, bem como às falhas no controle da entrada e saída de pessoas (Figura 3 e Figura 4).



Figura 1: Entulhos de construção civil.



Figura 2: Galhadas e matérias orgânicos.



Figura 3: Materiais recicláveis.



Figura 4: Acesso aberto e sem controle de entrada.

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 são basicamente os 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 (Figura 5 e Figura 6), apesar das condições insalubres e sub-humanas da atividade.



Figura 5 Bags com materiais separados por catadores.



Figura 6 Galpão de triagem desativado, com armazenamento de pneus.

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 Turvânia, onde toda a área de depósito de 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 7) com avaliação das características do local para apontamento das ações a serem propostas, bem como consulta aos aspectos administrativos referentes ao regime de coleta e destinação final dos mesmos, ponderando os problemas encontrados.



Figura 7: Visão geral da área do Lixão.

3.2. Croqui de Localização e Acesso

O lixão localiza-se a um raio de aproximadamente 350 metros do centro urbano mais próximo e da Rodovia GO-060. O trajeto mais simples (Figura 8), partindo da sede da Prefeitura Municipal de Turvânia, é seguindo pela Rua Ulisses Magalhaes em direção à GO 060 por 225 metros até conversão à esquerda na R. 21 e em seguida à direita na R. 8, seguindo até o seu fim na avenida paralela à GO 060, onde vira à direita e segue por 1,36 km acompanhando a curva da própria avenida até conversão à direita na Av. Goiânia. Daí, toma-se a segunda entrada à esquerda em estrada de terra até o lixão municipal.



Figura 8: 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 considerada inadequado, 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).

Considerando que ao longo dos aproximadamente 25 anos de operação do lixão, a disposição dos resíduos ocorre nas trincheiras, com cobertura esporádica de camadas de terra. Ainda, importa dizer acerca da retirada de terra em dois pequenos pontos nas extremidades da propriedade para realizar a cobertura do lixo nas trincheiras do próprio lixão (Figura 9). Contudo, ressalta-se que não houve disposição de resíduos nesses pontos.



Figura 9: Representação das operações de disposição dos RSU na área do lixão.

A ação de retirada de todo o RSU da área de disposição superficial e redirecionamento para as trincheiras, vem de encontro ao sugerido por Lanza (2010), que indica sempre que possível a remoção dos resíduos 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.

Percebe-se que nos locais onde houve escavação do solo para o enterramento de resíduos, após o fechamento e encerramento das valas, a área encontra-se totalmente coberta por vegetação daninha (Mamona - *Ricinus communis*) conferindo minimamente a proteção superficial do solo, apesar do seu caráter invasor. Já no local onde houve a disposição

superficial dos RSU, verifica-se atualmente o uso da área como um pequeno centro de triagem dos catadores da região.

Assim, deve-se considerar os diferentes graus de estabilidade e recuperação, bem como o regime de disposição do lixo ao longo dos anos, de modo a avaliar a forma mais segura e viável para o encerramento de toda a área.

Portanto, objetivando-se aliar o plano de confinamento dos resíduos à realidade local, recomenda-se a revegetação de toda a área afetada, tanto pela disposição superficial quanto em valas, bem como nos locais de retirada de terra, respeitando as particularidades de cada uma, se atentando principalmente à escolha das espécies e uso futuro do terreno.

4.1. 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 onde houve o acúmulo de RSU. Para tal, deverão ser realizadas escavações de, no mínimo, 2,5 metros de profundidade, em 06 (seis) pontos distribuídos ao longo da área das valas, paralelamente, com distância mínima de 30 metros entre eles (vide Planta de Detalhamento do PRAD em **ANEXO I**), onde serão instaladas manilhas de concreto com 1000 mm de diâmetro interno, perfuradas e revestidas com rochas, para captação dos gases, conforme ilustrado nas **Figura 10 e Figura 11**.



Figura 10: Exemplo de dreno de gases implantado

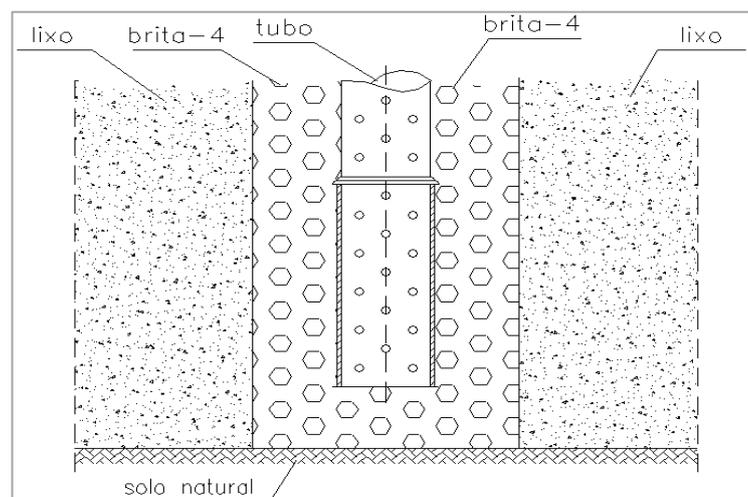


Figura 11: Esquematização do sistema de dreno de gases

4.2. Conformação das Áreas Afetadas

Sintetizando as áreas perturbadas pela atividade, tem-se basicamente 02 (duas) situações diferentes de uso, sendo elas:

1) *Área afetada com abertura de trincheiras para acúmulo de RSU;*

A área das valas onde houve a disposição de RSU que já estão encerradas e cobertas com vegetação invasora (Figura 12), deverá ser reparada a fim de adequar a inclinação da mesma para que a água pluvial seja escoada uniformemente para as laterais e não se acumule em forma de poças d'água sobre os resíduos ali enterrados.



Figura 12: Área de trincheiras encerradas, cobertas por solo e vegetação invasora (*Ricinus communis*)

Para tanto, é necessário a retirada da vegetação invasora e o nivelamento do terreno, de preferência ao nível do solo, acompanhando a topografia e inclinação. Caso as condições do terreno não permitam a conformação supracitada, por questões de irregularidades da área, a correção não deverá ser realizada com escavações que promovam o revolvimento dos resíduos enterrados, mas sim com a utilização de máquinas para adição e compactação de terra a fim de acertar os desníveis encontrados.

➤ *Recobrimento dos Resíduos e conformação de plateau*

Após a instalação dos drenos e o nivelamento da área, recomenda-se a compactação de uma camada de 0,20 m de solo argiloso compactado, utilizando-se rolo compactador acoplado ao trator ou outro equipamento similar, com cautela pra não danificar os drenos de gases instalados. Em seguida, deverá ser adicionada uma camada de 0,10 m de solo orgânico para o estabelecimento das gramíneas indicadas no Item 7 deste PRAD.

Dessa forma, será formado um único *plateau* de 30 cm de altura, 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 13).

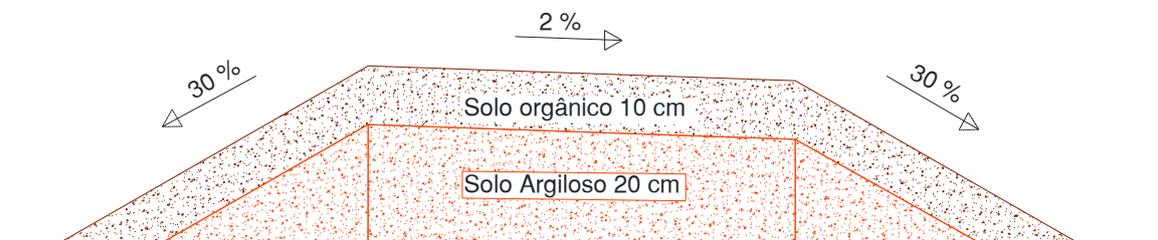


Figura 13: Corte transversal do *plateau* da área de trincheiras.

2) *Área escavada para empréstimo de solo, sem acúmulo de RSU;*

Considerando que a área escavada não recebeu nenhum tipo de resíduo, recomenda-se o preenchimento da vala com entulho da construção civil (classe A) até 30 cm antes da borda, para que seja completado com 20 cm de terra compactada e 10 cm de solo orgânico até atingir o nível natural do terreno.

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).

Especificamente no lixão de Turvânia, 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):

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

Sendo:

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

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

A = área da bacia contribuinte (m²) = **26.846,02 m²**

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

Assim, temos que:

$$Q = 0,8 . 170 . 26.846,02 \text{ m}^2$$

$$Q = 3.651.058,72 \frac{\text{L}}{\text{h}} = 1,01 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

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 lixão 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:

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



Em que:

Q = vazão de projeto, m³/s = **1,01 m³/s**

S = área da seção molhada da tubulação, em m² = $\frac{\pi D^2}{8}$

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:

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

$$D = \sqrt[3]{\left(\frac{4^{2/3} * 8 * n * Q}{I^{1/2} * \pi}\right)^8} = \sqrt[3]{\left(\frac{4^{2/3} * 8 * 0,012 * 1,01}{0,02^{1/2} * \pi}\right)^8}$$

Portanto:

$$D = 0,205237 \text{ m} = 205,24 \text{ mm}$$

Logo, tubulação deve apresentar diâmetro mínimo de 205,24 milímetros para atender ao projeto. No entanto, será adotado o diâmetro interno comercial de **600 milímetros** para fins de facilitar a instalação e a aquisição das canaletas, bem como garantir uma maior margem de segurança ao sistema.

Para tanto, deverão ser construídas 19 (dezenove) valas de infiltração com dimensões de 2,0 m de comprimento, 2,0 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. A quantidade de valas, indicadas na Planta de Detalhamento do PRAD, vide **ANEXO I**, foi determinada considerando o volume de contribuição e as perdas por evaporação e infiltração da água no solo.

Considerando ainda que o comprimento de cada tubulação é de 1,0 metro, que o perímetro de drenagem será de 631,99 metros, e que cada uma das 19 valas de infiltração possui



2,0 metros de extensão (onde não existirão calhas), estima-se que serão necessárias 324 unidades de canaletas para a execução do sistema de drenagem superficial.

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, conforme detalhado vide **ANEXO I**.

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 de 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 aproximadamente 5.369,2032 m³ de solo argiloso e 2.684,60 m³ de solo orgânico, totalizando 8.053,8047 m³ de terra que deverão ser adquiridos em obras de engenharia ou cascalheiras devidamente licenciadas próximas à região.

Tabela 1: Relação da quantidade de material de cobertura.

Etapa	Material de Cobertura	Espessura (cm)	Volume (m³)
1ª Camada	Solo Argiloso	20	5.369,20
2ª Camada	Solo Orgânico	10	2.684,60
Total Geral		30	8.053,81

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 **Figura 14** e na Planta de Detalhamento do PRAD, vide **ANEXO I**.



Figura 14: Detalhamento das áreas para revegetação.

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 subarbusivas, visando o rápido recobrimento e proteção do solo e garantindo que as raízes não entrem em contato com os resíduos dispostos abaixo camada de argila da cobertura final.

Para tanto, é fundamental que a área esteja devidamente coberta pelas camadas de solo argiloso e orgânico, 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.

7.1.2. Plantio com Sementes

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 m² de área a ser plantada, estima-se que serão necessários 206 kg de sementes para o plantio na área afetada.

7.1.3. Adubação e Irrigação

A adubação química será realizada com fertilizante granulado NPK (10-10-10), na proporção de 50g/m² ou de acordo com o rótulo do fabricante, incorporado com terra, distribuídos uniformemente em finas camadas de até 01 cm sobre toda a grama recém-plantada/semada.

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 0,5 a 01 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.

7.1.4. Manutenção

A poda deverá ser realizada sempre que a grama superar 08 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 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 Turvânia.

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 impossibilitando a entrada de pessoas indesejadas, como quebra vento para as camadas mais baixas, e também como barreira visual do 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 3 anos ou até que cessem os ataques.

São indicadas iscas granuladas, na razão de 10 g por m² 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 à do torrão do saco plástico (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 01 (uma) linha de plantio à 01 (um) metro da cerca de divisa da propriedade, e obedecendo o espaçamento entre plantas de 0,2 m.

Já para o Eucalipto, deverão ser feitas 03 (três) linhas de plantio, com espaçamento 2x2 m (dois metros entre linha e dois metros entre plantas), ambos mostrados na Planta de Detalhamento do PRAD, vide ANEXO I.

Observa-se que em função da proximidade das trincheiras com as cercas de divisas da propriedade, em alguns locais mais estreitos não é possível seguir fielmente a recomendação de espaçamento supracitada. Neste sentido, é importante buscar encaixar pelo menos uma linha de Sansão do Campo e quantas couber de Eucalipto, respeitando a distância mínima de 01 metro dos Eucaliptos até o sistema de drenagem pluvial.

Desta forma, estima-se que serão necessárias 967 mudas de eucalipto para o plantio e 97 para replantio (10%). Da mesma forma, 3474 mudas de Sansão do Campo para plantio e 1042 para replantio (30%)

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 562 mudas de *Corymbia citriodora* para plantio e 56 (10% de perdas) para o replantio. Da mesma forma, para o Sansão do Campo deverão ser adquiridas 3.458 mudas para o plantio e 346 para replantio.

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 super-simples ou 500g de adubo orgânico (cama de aviário por exemplo) 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” (Figura 15). 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 enoveladas deverão ser podadas.

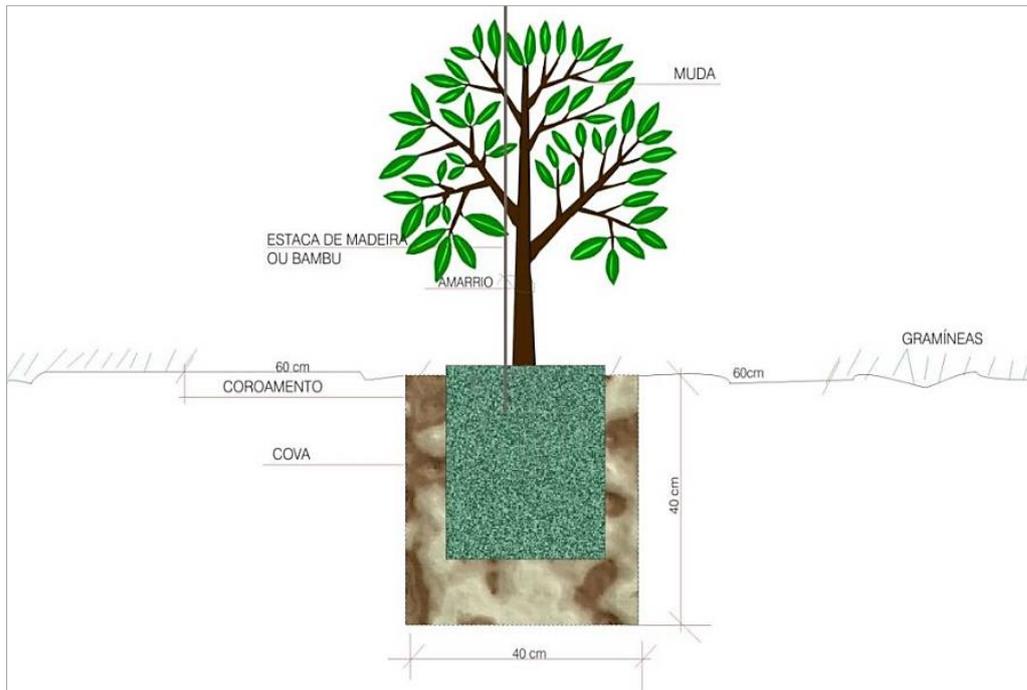


Figura 15: Esquema para o correto acomodamento e plantio das mudas.

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 seguintes. 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.

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 a 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 implantação de um centro de treinamento esportivo ou a criação de um centro de triagem de materiais recicláveis, considerando que a estrutura básica necessária de ambos não exige edificações.

10. MONITORAMENTO

O Plano Básico Ambiental de Monitoramento e Reabilitação da Área Afetada foram divididos em 3 (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 05 (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 16, o curso d'água mais próximo fica a aproximadamente 370 m do lixão. Dessa forma, para fins de precaução e segurança, as águas superficiais deverão ser monitoradas anualmente com a realização de análises físico-química e bacteriológica por laboratórios legalmente habilitados e qualificados.



Figura 16: Distância da área afetada até o 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_4) e gás carbônico (CO_2), 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_4 e CO_2 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 8 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	2020												2021 - 2025											
	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	2025 a 2030												2031 a 2040											
	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: 1020180164248 e 1020180164255, vide **ANEXO II**.

Germano Augusto de Oliveira
Engenheiro Ambiental
CREA 14.891/D-GO
ART 1020180164248

Júlia de Oliveira Campos
Engenheira Florestal
CREA 1020180069831
ART 1020180164255

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 Turvânia – GO, representado pelo Prefeito em exercício Sr. Fausto Mariano Gonçalves, responsável em seguir as técnicas e ações aqui apresentadas, bem como respeitar e executar os cronogramas de execução e monitoramento.

Dou fé e ciência

Turvânia, 31 de Outubro de 2018

MUNICÍPIO DE TURVÂNIA



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.