



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

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	12
4.2. DRENAGEM DOS GASES	12
4.3. RECOBRIMENTO DOS RESÍDUOS	13
5. SISTEMA DE DRENAGEM SUPERFICIAL E DAS BACIAS DE CONTENÇÃO.....	13
6. INDICAÇÃO DA ÁREA DE EMPRÉSTIMO DE SOLO	16
7. PLANO DE REVEGETAÇÃO	16
7.1. PLANTIO DE GRAMÍNEAS.....	16
7.1.1. Implantação.....	17
7.1.2. Plantio com Sementes	17
7.1.3. Adubação e Irrigação.....	17
7.1.4. Manutenção.....	18
7.2. PLANTIO DA CERCA VIVA.....	18
7.2.1. Escolha das Espécies.....	18
7.2.2. Preparo da Área	19
7.2.3. Implantação.....	20
7.3. MANUTENÇÃO	22
8. PLANTAS, CORTES E DETALHES IMPORTANTES	22
9. RESTRIÇÕES PARA O USO FUTURO DA ÁREA.....	22
10. MONITORAMENTO	23
10.1. MONITORAMENTO DO MACIÇO.....	23
10.2. MONITORAMENTO DOS SISTEMAS DE DRENAGEM PLUVIAL	24
10.3. MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS	24
10.4. MONITORAMENTO DOS DRENOS DE GASES	25
10.5. MONITORAMENTO DA REVEGETAÇÃO	25
11. CRONOGRAMAS	26
11.1. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DE OBRAS E AÇÕES AMBIENTAIS.....	26
11.2. CRONOGRAMA FÍSICO-EXECUTIVO DE MONITORAMENTO.....	27
12. ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA PELA ELABORAÇÃO DO PRAD.....	28
13. DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE PELA EXECUÇÃO DO PRAD	28
14. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28

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 Fazenda Buriti, Setor Aeroporto, município de Cachoeira de Goiás – GO. A execução do mesmo será de responsabilidade do poder executivo da Prefeitura Municipal de Cachoeira de Goiás, representado pelo prefeito em exercício, Sr. Geraldo Antônio Neto.

O presente plano foi desenvolvido por equipe técnica multidisciplinar legalmente habilitada, com levantamento “*in loco*” em 07 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 lixão

Requerente	MUNICÍPIO DE CACHOEIRA DE GOIÁS – GO.
CNPJ	02.164.820/0001-44
Local da atividade	Setor Aeroporto, Cachoeira de Goiás – GO.
Telefone	(64) 3676-1122
Chefe do Poder Executivo	Geraldo Antônio Neto
Localização Geográfica	-16,671177° (Latitude); -50,641172° (Longitude)
Bacia Hidrográfica	69670 - Região Hidrográfica Rio Claro - Foz Rib. Sta. Marta / Rib. do Cervo

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	1020180164262
Júlia de Oliveira Campos	Eng. ^a Florestal	1016150555 D-GO	1020180164234

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 de resíduos 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 Cachoeira de Goiás, a geração per capita de resíduo é de 0,46 kg/hab/dia, o equivalente a cerca de 650 Kg de RSU produzidos diariamente, considerando os 1.414 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 disposição irregular de resíduos de construção civil, galhadas e matéria orgânica vegetal na área do lixão objeto deste estudo.

Uma das causas da disposição irregular de alguns resíduos atribui-se à localização de fácil acesso do lixão, bem como à falta de cercamento da área para controle da entrada e saída de pessoas (Figura 1 e Figura 2).



Figura 1: Área limítrofe do lixão com disposição de lixo próximo à estrada.



Figura 2: Limite do lixão sem mecanismos de isolamento.

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).

Geralmente, as principais consequências da utilização de lixões se concentram 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.

No caso de Cachoeira de Goiás os fatores mais preocupantes são relacionados aos aspectos ambientais, visuais e fitossanitários, uma vez que o lixão não possui qualquer tipo de dispositivo de controle de poluição de solo, água e ar, tampouco uma correta gestão de disposição dos resíduos e programas de reciclagem. Além disso, apesar de ter sido implantado inicialmente na zona rural do município, o desenvolvimento e crescimento demográfico desordenado acabaram aproximando o lixão de setores urbanos e da população, conseqüentemente o acesso ao local é livre devido à falta de cercas e monitoramento por parte dos gestores.

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, isso levando em consideração 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 Cachoeira de Goiás, onde toda a área de depósito deste RSU deverá ser recuperada seguindo os padrões ambientais aqui propostos.

Para tanto, foi realizado o levantamento *in loco* da área de disposição de resíduos (Figura 3), bem como dos 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 3: Vista aérea geral da área do lixão.

3.2. Croqui de Localização e Acesso

O lixão localiza-se atualmente no Setor Aeroporto, com residências a aproximadamente 15 metros de distância. O trajeto mais simples (**Figura 4**), partindo da Prefeitura Municipal de Cachoeira de Goiás, é tomando a Rua Goiás à esquerda e em seguida a Rua 6 à direita até a Av. Abílio Alves Pereira, onde se faz conversão à esquerda para tomar a Rua 11 em direção à GO 320. Passando pelo complexo esportivo. Logo após o campo de futebol, vira a direita na Rua 2, e daí segue pela estrada vicinal se mantendo à esquerda na bifurcação até a entrada do lixão.



Figura 4: 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 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).

Visto isto, e considerando que ao longo dos aproximadamente 70 anos de operação do lixão a disposição dos resíduos ocorreu no terreno através de valas e disposição superficial, sem ordenamento prévio e apenas com o recobrimento de camadas de solo em alguns pontos, constatou-se a inviabilidade de separar a área em mais de um bloco. Primeiro, devido ao fato de que toda a área afetada recebeu resíduo em algum momento, de modo que não é possível identificar o local exato das camadas mais antigas que já foram recobertas por solo; e segundo, pela baixa altura das pilhas espalhadas, que não chegam a formar maciços significativos.

Analisando o histórico da área através de imagens de satélite (Figura 5, a Figura 7), percebe-se que houve a escavação do solo para o enterramento de resíduos, e que hoje, o local encontra-se coberto por lixo e/ou por vegetação daninha (Mamona - *Ricinus communis*), conferindo minimamente a proteção superficial do solo, apesar do caráter invasor desta espécie.

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.

Na Figura 5 e Figura 6, é possível notar o acúmulo do lixo em 2003 e o mesmo local parcialmente coberto em 2013, inclusive com o estabelecimento de vegetação em grande parte da área. Ainda em 2013, fica evidente a abertura de uma trincheira para a disposição de RSU, a qual já se mostra totalmente preenchida na imagem de 2016 (Figura 7).

Já nas imagens aéreas capturadas por *Drone DJI Phantom 4 Pró* em Junho de 2018 (Figura 8), mostram a situação atual da disposição dos resíduos na área do lixão e evidencia a proximidade entre os montes espalhados no terreno, implicando na dificuldade de divisão em taludes diferentes para reconformação da área.



Figura 5: Área do lixão em Junho de 2003.



Figura 6: Área do lixão em Julho de 2013.



Figura 7: Área do lixão em Abril de 2016.



Figura 8 Área destinada ao confinamento dos RSU do lixão. Imagem de Junho de 2018.

Conforme constatado durante a fase de levantamento “*in loco*” e aferido pelo Levantamento Topográfico (ANEXO I), as massas de resíduos apresentam alturas máximas de 03 metros e inclinações pouco acentuadas (Figura 9 a Figura 14), o que facilitaria o trânsito de máquinas apropriadas para o manejo de regularização mecânica do conteúdo disposto, compactação do material, adequação dos taludes e o recobrimento da massa de resíduos.



Figura 9: Maciço 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.



Figura 13: Maciço de RSU na área do lixão.



Figura 14: Maciço de RSU na área do lixão.

Lanza (2010) cita algumas situações 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 de 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.

Neste sentido, conforme constatado “*in loco*” no momento da vistoria, verificou-se a existência de uma vala para a destinação dos resíduos (Figura 15) com cerca de 03 metros de profundidade, que vem sendo muito pouco utilizada devido à falta de maquinário adequado para a realização da atividade (trator de esteira), bem como em virtude do solo de textura muito arenosa, impedindo com que o veículo que realiza a coleta urbana (Camionete D-10 e/ou Caminhão Caçamba) transite até a vala para destinação direta dos resíduos na mesma.



Figura 15 Vista aérea da vala existente no local.

Considerando que para o encerramento do Lixão será necessário à contratação de máquinas e equipamentos adequados, entende-se a viabilidade de utilizá-los para o reordenamento dos RSU que estão dispostos superficialmente, transferindo-os para a trincheira disponível e compactando-os em três células de 01 m (um metro) alternadas com terra, sendo 80 cm de resíduo e 20 cm de terra. Caso necessário, a trincheira deverá ser ampliada para comportar todo o material existente (exceto restos vegetais e galhadas) em único *plateau*.

4.1. Drenagem dos Gases

Pelo fato do lixão ser desprovido de dispositivos de controle dos gases gerados, faz-se necessário a inserção de drenos de gases como forma de mitigar a formação de bolsões de gás no interior do maciço. Para tal, deverão ser realizadas escavações de, no mínimo, 03 m (três metros) de profundidade (ou até chegar à camada original de solo livre de resíduos) em pontos espalhados na área de disposição de RSU, respeitando o raio de 30 m de distância entre eles. Para a vala mais recente, 01 (um) dreno deverá ser implantado preliminarmente à disposição e compactação dos resíduos remanejados.

Para a implantação dos drenos, deverão ser instaladas manilhas de concreto com 800 mm de diâmetro interno, perfuradas e revestidas com rochas, para captação dos gases, conforme ilustrado nas Figura 16 e Figura 17.



Figura 16: Exemplo de dreno de gases implantado.

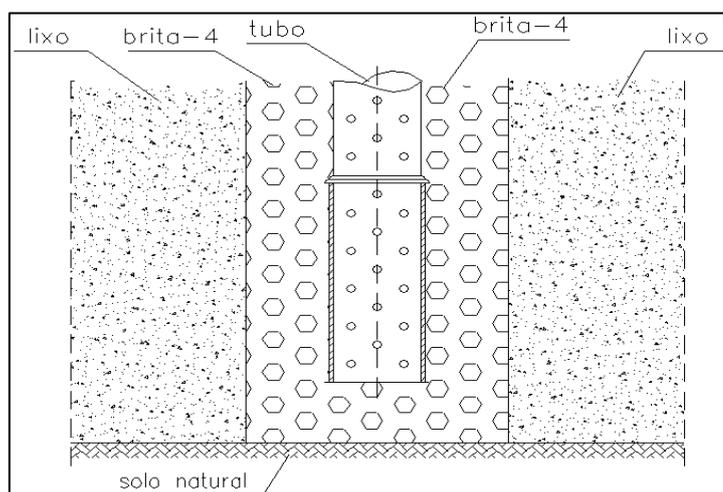


Figura 17 Esquemática do sistema de dreno de gases.

4.2. Conformação da Massa de Resíduos

A reconformação da massa de resíduos existente será feita aproveitando a topografia local. Dessa forma, todos os resíduos espalhados na área, exceto galhadas e restos de material vegetal, serão transferidos e compactados com terra na trincheira já existente até que o seu volume atinja o nível do solo. Caso as dimensões da vala sejam insuficientes, a mesma deverá ser ampliada de modo a atender a demanda.

Com isso, após o preenchimento da trincheira, todo o terreno estará no mesmo nível. Contudo, devido à falta de informação acerca das camadas mais antigas de resíduos em toda a área, 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 18).

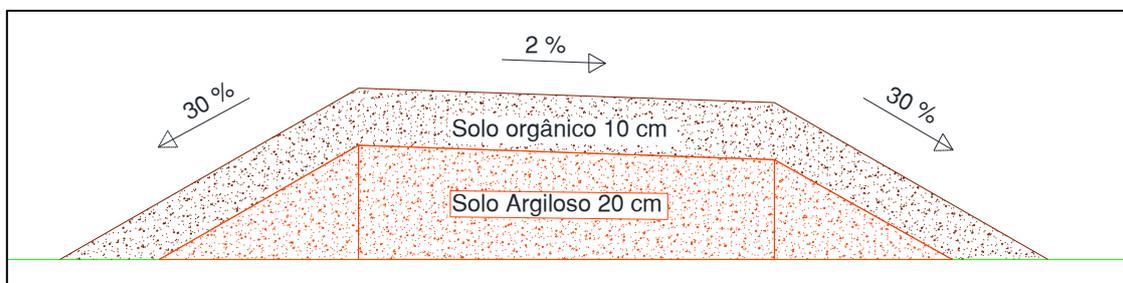


Figura 18: Corte transversal do *plateau* da área reconformada do lixão.

Dessa forma, finaliza-se o confinamento dos resíduos em um único *plateau*, composto por 03 (três) drenos de gases e por 02 (duas) camadas para cobertura dos RSU, sendo a primeira de solo argiloso, e a segunda de solo orgânico, abrangendo toda a área afetada, equivalente a 1,58 ha.

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 para a mitigação dos impactos ambientais oriundos do lixão de Cachoeira de Goiás, 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.

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):

$$Q = C . i . A \qquad \text{Equação 1}$$

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) = **15.816,02 m²**

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

Assim, temos que:

$$Q = 0,8 \cdot 170 \cdot 15816,02 \text{ m}^2$$

$$Q = 2.150.978,72 \frac{L}{h} = \mathbf{0,6 \frac{m^3}{s}}$$

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:

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

Em que:

Q = vazão de projeto, m³/s = **0,6 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) = $\left(\frac{D}{4}\right)^{2/3}$

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

Daí, temos que:

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

$$D = \sqrt[3]{\left(\frac{4^{2/3} * 8 * n * Q}{I^{1/2} * \pi}\right)^8} = \sqrt[3]{\left(\frac{4^{2/3} * 8 * 0,012 * 0,6}{0,02^{1/2} * \pi}\right)^8}$$

Portanto:

$$D = 0,05m = 50,06mm$$

Logo, tubulação deve apresentar diâmetro mínimo de 50,06 milímetros para atender ao projeto. No entanto, será adotado o diâmetro comercial de **400 milímetros** para fins de facilitar a instalação, aquisição e manutenção (limpeza) das canaletas, bem como garantir uma maior margem de segurança ao sistema.

Para o dimensionamento das valas de infiltração, foi considerado que a água pluvial descarregada deverá infiltrar lentamente durante o decorrer de uma precipitação. Assim, o volume do sistema foi considerado igual ao volume total de água precipitado sobre a área de contribuição por um período máximo de 1 h. Como a área de contribuição é de 15.816,02 m² e a intensidade da chuva é de 170 mm/h, entende-se que o volume de contribuição de água pluvial é de aproximadamente 2.688,72 m³.

Deverão ser construídas 10 (dez) 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 1,0 m (um metro), que o perímetro de drenagem será de 490,6 metros, e que cada uma das 10 valas de infiltração possui 02 m (dois metros) de extensão (onde não existirão calhas), estima-se que serão necessárias 470 unidades de canaletas para a execução do sistema de drenagem superficial.

Com o intuito de amortecer a energia cinética da água pluvial, deverão ser 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 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 cerca de 4.978,55 m³ de solo argiloso e 1.581,60 m³ de solo orgânico, que serão adquiridos em obras de engenharia, cascalheiras e viveiros devidamente licenciados próximos à região.

Tabela 1: Relação da quantidade de material de cobertura.

Etapa	Material de Cobertura	Área (m ²)	Espessura (cm)	Volume (m ³)	Total (m ³)
1ª Camada – Trincheira	Solo Argiloso	389,57	20	77,914	3.396,946
2ª Camada – Trincheira	Solo Argiloso	389,57	20	77,914	
3ª Camada – Trincheira	Solo Argiloso	389,57	20	77,914	
1ª Camada – Área Total	Solo Argiloso	15.816,02	20	3.163,204	
2ª Camada – Área Total	Solo Orgânico	15.816,02	10	1.581,602	1.581,602
Total Geral				4.978,548	

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

subarbusivas, 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 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 da espécie indicada baseou-se na sua rusticidade, fácil manuseio, adaptação e enraizamento em ambientes com sol pleno, bem como no baixo potencial invasor e na disponibilidade comercial na região. Outra vantagem primordial, é o bom desempenho para contensão 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 76 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 e distribuídos uniformemente em finas camadas de até 01 cm sobre toda a grama recém-plantada.

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 5 a 10 mm 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 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 Cachoeira de Goiás.

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 06 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 04 metros de altura em 02 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 ao ataques de formigas, recomenda-se o combate com iscas granuladas antes do plantio e, periodicamente, durante os próximos 03 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 (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 01 (uma) linha de plantio distante 01 metro da cerca de divisa da propriedade, e obedecendo ao espaçamento entre plantas de 0,2 m.

Já para o Eucalipto, deverão ser feitas 3 (três) linhas de plantio, com espaçamento 3x3 m (três metros entre linha e três metros entre plantas), ambos mostrados na Planta de Detalhamento do PRAD, vide **ANEXO I**.

Importa mencionar que devido à existência de vegetação nativa bem conservada ao longo de um perímetro de 230,86 m (Figura 19), onde não se faz necessário a substituição por Eucalipto e Sansão do Campo.



Figura 19 Indicação das áreas que não necessitam da substituição da vegetação já existente.

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 915 mudas de *Corymbia citriodora* para plantio e 91 (10% de perdas) para o replantio. Da mesma forma, para o Sansão do Campo deverão ser adquiridas 1.280 mudas para o plantio e 384 (30%) 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”. 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, conforme **Figura 20**:

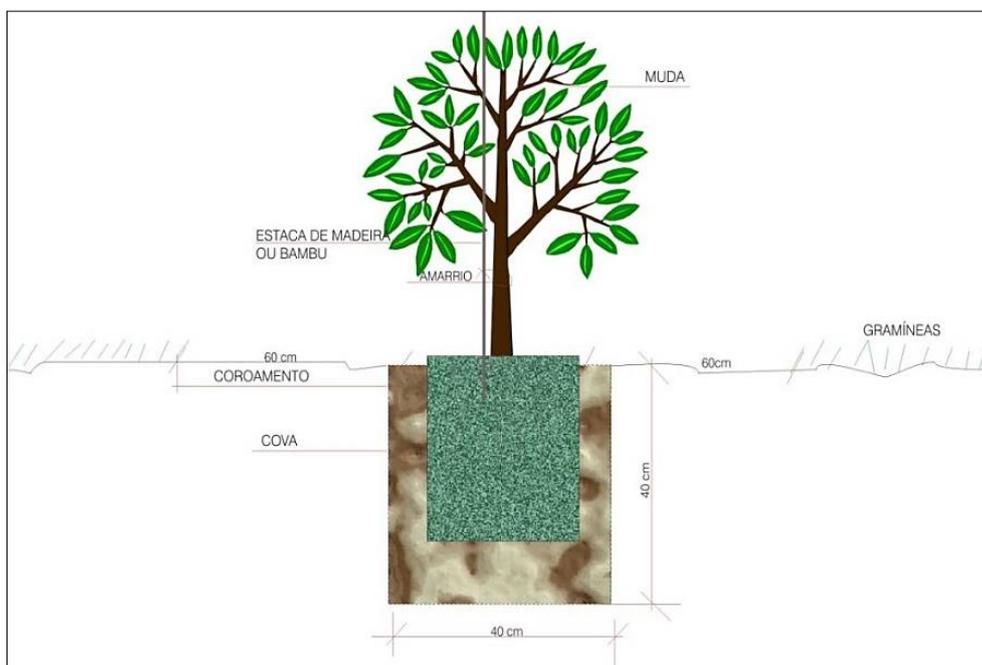


Figura 20: Esquema para o correto acomodamento e plantio das mudas.

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.

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 mesma, 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 fixadas 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 de seu uso futuro. (LANZA, 2010).

Sugere-se, neste caso, a implantação de praça de convivência sem edificações ou viveiro municipal de mudas nativas, considerando que a estrutura básica necessária não exige edificações, e ainda poderia ser aproveitado o sistema de drenagem existente para o empreendimento proposto.

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 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 Planta de Detalhamento do PRAD, vide **ANEXO I**, a drenagem mais próxima dista aproximadamente 250 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 21 Representação da distância do lixão até a drenagem mais próxima.

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	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							■		■		■					■				■				
Relocação de RSU na vala existente							■	■	■															
Nivelamento da área total									■	■														
Conformação do <i>plateau</i>									■	■														
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 nº 1020180164262 e 1020180164234, vide **ANEXO II**.

Germano Augusto de Oliveira
Engenheiro Ambiental
CREA 14.891/D-GO
ART 1020180164262

Júlia de Oliveira Campos
Engenheira Florestal
CREA 1020180069831
ART 1020180164234

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 Cachoeira de Goiás – GO, representado pelo Prefeito em exercício Sr. Geraldo Antônio Neto, responsável em seguir as técnicas e ações aqui apresentadas, bem como respeitar e executar os cronogramas de execução e monitoramento.

Dou fé e ciência,

Cachoeira de Goiás, 22 de Outubro de 2018.

MUNICÍPIO DE CACHOEIRA DE GOIÁS

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.