

MINISTÉRIO DAS CIDADES
Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental

TERMO DE REFERÊNCIA TÉCNICO¹

**EXECUÇÃO DOS ESTUDOS PRELIMINARES, ELABORAÇÃO DO PROJETO BÁSICO
E EXECUTIVO COMPLETO DE ATERRO SANITÁRIO DE PEQUENO PORTE.**

1. OBJETO E ABRANGÊNCIA

Refere-se o presente TR à definição das condições mínimas a serem atendidas pelos licitantes (Contratadas) para a execução dos estudos técnicos e ambientais preliminares e para o desenvolvimento dos projetos básico e executivo completo de **aterro sanitário de pequeno porte – ASPP**, previstas para os municípios integrantes das **Unidades de Gestão Regional – UGRs** selecionadas.

Este Termo de Referência constitui orientação complementar ao Termo de Referência Geral – TR para a *Elaboração de Projetos de Engenharia e Estudos Ambientais de Obras e Serviços de Infraestrutura de Sistemas Integrados de Destinação Final de Resíduos Sólidos Urbanos*

2. CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

Para os efeitos do presente documento, **ASPP** de resíduos não perigosos é definido como sendo uma instalação para disposição no solo de até 20 (vinte) toneladas por dia de resíduos sólidos não perigosos² em que considerados os condicionantes físicos, a concepção do sistema possa ser simplificada reduzindo os elementos de proteção ambiental sem prejuízo da minimização dos impactos ao meio ambiente e à saúde pública.

A possibilidade de simplificação é apresentada em estudos científicos desenvolvidos no âmbito do Programa de Pesquisas em Saneamento Básico – PROSAB: “Em municípios de pequeno porte. Em razão das pequenas quantidades de resíduos gerados diariamente, é possível considerar sistemas de disposição final simples, como a operação em trincheiras”. O ASPP se concretiza no Programa de Aterros Sanitários em Valas, coordenado pela Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, cujos procedimentos de implantação estão sistematizados e publicados. Estes procedimentos serão referência para análise dos projetos de ASPP, quando esta alternativa for factível. A possibilidade de simplificação está também prevista na Norma Brasileira NBR 13896 – 1997 para projeto, implantação e operação de aterros sanitários: “5.2 Impermeabilização do aterro, drenagem e tratamento do líquido percolado.

Nota: O proprietário da instalação pode ser dispensado da construção das obras referidas em 5.2.1 a 5.2.3, caso apresente um projeto alternativo e demonstre para o *Órgão de Controle*

¹ Adaptado a partir dos Termos de Referência específicos, elaborados pelo Ministério do Meio Ambiente, para implantar unidades integradas de manejo e de destino final de resíduos sólidos urbanos, a serem geridas mediante gestão associada, por consórcios públicos.

² Para os efeitos do presente documento, são considerados resíduos sólidos não perigosos aqueles que não apresentem características de reatividade, corrosividade, toxicidade, inflamabilidade e patogenicidade, podendo apresentar propriedades tais como: biodegradabilidade, combustibilidade e solubilidade em água.

Ambiental - OCA que este projeto, aliado às características locais, propicia uma contenção, reação ou diluição do líquido percolado, de forma que não haja liberação de constituintes perigosos para as águas subterrâneas ou corpos d'água próximos, atingindo níveis acima do aceitável, em qualquer época ou tempo futuro. Para tanto, o OCA deve considerar:

- a) a natureza e a quantidade dos resíduos;
- b) a hidrogeologia do local, incluindo a capacidade de atenuação e a espessura das camadas do solo presente entre o aterro e o aquífero ou corpos d'água superficiais;
- c) o projeto alternativo proposto

Os resíduos sólidos a serem dispostos **no(s) ASPP(s)** são os gerados no conjunto das localidades definidas neste programa, cujo manejo seja de responsabilidade da administração pública local e cujo reaproveitamento seja considerado impossível ou inviável.

3. ESCOPO DOS SERVIÇOS

O projeto deverá ser desenvolvido ao longo de fases distintas entre si, mas interdependentes, tal como a seguir discriminadas:

- **Produto 1 – ESTUDOS DE CONCEPÇÃO:** análise técnica comparativa das áreas disponibilizadas para o projeto
- **Produto 2 – SERVIÇOS DE CAMPO:** estudos técnicos preliminares e ante projeto nas áreas selecionadas;
- **Produto 3 – PROJETO BÁSICO:** do empreendimento e estudos ambientais específicos e/ou Licença Prévia (LP)
- **Produto 4 – PROJETO EXECUTIVO COMPLETO**

4. ESTUDOS DE CONCEPÇÃO

Os estudos de concepção a serem desenvolvidos ao longo do Produto 1 consistem de estudos técnicos e ambientais preliminares, que abrangerão, no mínimo, os aspectos a seguir discriminados:

4.1. Pesquisa e seleção da gleba a ser utilizada para a realização do empreendimento proposto, abrangendo:

- 4.1.1. o planejamento da pesquisa de campo, eventualmente com o auxílio de imagens de satélite, com definição preliminar da amplitude da área a ser pesquisada e das vias a serem percorridas; e disponibilização dos métodos e instrumentos a serem utilizados para a localização (com GPS) e registro (gráfico e fotográfico) das glebas potencialmente utilizáveis a serem identificadas;
- 4.1.2. a realização da pesquisa de campo propriamente dita deverá contar com o auxílio e a participação ativa da(s) equipe(s) técnica(s) da(s) Prefeitura(s) dos Municípios envolvidos com o empreendimento;
- 4.1.3. a análise técnica sistemática das informações concernentes a cada uma das glebas identificadas e vistoriadas, com a utilização de métodos e instrumentos que permitam comparar essas glebas entre si; e
- 4.1.4. a classificação das glebas vistoriadas quanto ao seu maior ou menor nível de adequação para a implantação do empreendimento proposto.

5. SERVIÇOS DE CAMPO - TOPOGRÁFICOS E GEOTÉCNICOS

Os serviços de campo e estudos a serem desenvolvidos ao longo do Produto 2 consistem de:

5.1. Execução dos **levantamentos e estudos técnicos preliminares de caracterização física e ambiental da gleba selecionada**, abrangendo:

- 5.1.1. o levantamento topográfico plani-altimétrico da parcela da gleba a ser adquirida para implantação do aterro sanitário, realizado com utilização de instrumentos eletrônicos de elevada precisão e apresentado em meio digital (formato DWG), com curvas de nível distanciadas entre si de 1m;
- 5.1.2. a sondagem do subsolo, por percussão ("*Standard Penetration Test*" - SPT) e com caracterização dos materiais encontrados, camada a camada, em pontos tais que possibilitem a consistente caracterização das diversas feições da gleba³, sendo que os furos de sondagem deverão, preferivelmente, ser prolongados até o nível do lençol freático; ou, caso este não seja atingido antes, até o limite máximo de 15m em relação à superfície, no local de cada furo, a menos da hipótese de se encontrar material considerado impenetrável à percussão a menor profundidade;
- 5.1.3. o estudo dos materiais componentes do solo sub-superficial⁴, de modo a comprovar e definir a utilização da camada de solo enquanto elemento natural com capacidade de propiciar a autodepuração dos líquidos percolados, de modo a definir sua aptidão para uso como selo impermeável para a base, bem como para a conformação das camadas de capeamento, diário e final, do aterro sanitário (ensaios de caracterização, inclusive granulometria e limite de contração; de adensamento; de permeabilidade "in situ" na base e de permeabilidade sob carga variável dos solos disponíveis para capeamento impermeabilizante da base e da superfície final, tendo-se como referência os coeficientes de permeabilidade indicados em Norma.
- 5.1.4. o levantamento das características ambientais (caracterização da flora e da fauna dominantes, de corpos d'água existentes na gleba de interesse e em seu entorno imediato, etc.), sempre que o porte do empreendimento assim o exigir, de conformidade com a legislação em vigor.

6. PROJETO BÁSICO DO EMPREENDIMENTO

O Produto 3 abrangerá a elaboração do **projeto básico do aterro sanitário de pequeno porte**, que compreende os projetos básicos de engenharia das alternativas selecionadas no Produto 1 e com base nos serviços de campo do Produto 2; contendo todos os elementos técnicos e informações complementares exigidos pelas normas concernentes a esse tipo de empreendimento.

6.1. Desenvolvimento do projeto básico do empreendimento proposto ,abrangendo:

³ O número dos furos de sondagem a serem realizados em nenhuma hipótese será menor que **3**. No caso de glebas com área total entre 5 e 10 hectares, o número dos furos de sondagem deverá corresponder a, **no mínimo**, a

⁴ O número de pontos de coleta de amostras para os ensaios geotécnicos deverá ser, **no mínimo**, igual ao de glebas com área total entre 5 e 10 hectares, o número dos furos de sondagem deverá corresponder a, **no mínimo**, a proporção de 1 furo / hectare.

6.1.1. a elaboração do **projeto básico do empreendimento proposto** constituído do conjunto dos desenhos técnicos essenciais à adequada compreensão das características físicas básicas do ASPP e demais documentos técnicos complementares exigidos pela legislação para **subsidiar a** licença prévia (LP) conforme exigência do órgão ambiental. Dos documentos acima mencionados deverá constar o memorial contendo apresentação dos objetivos ambientais e sociais do projeto, o período de alcance, área de abrangência, evolução da população atendida inclusive seus aspectos sazonais, compatibilização com leis municipais, planos e programas governamentais previstos, justificativa da concepção proposta (incluindo opção pelo método de valas [trincheiras] ou método da rampa), considerações a respeito da coleta seletiva, triagem e outros aspectos julgados necessários. Além disso, destaca-se a realização de estudo de caracterização gravimétrica dos resíduos feito de acordo com a frequência de coleta dos resíduos domiciliares, garantindo ainda que o mesmo seja efetuado, em cada município envolvido, pelo prazo mínimo de uma semana típica do ano., elaboração de todos os documentos técnicos complementares necessários, segundo a legislação ambiental em vigor nos Estados envolvidos, para a concessão da licença prévia (LP)..

6.2. **Diretrizes gerais para o dimensionamento do projeto básico de ASPP –**

A massa específica aparente dos resíduos sólidos urbanos dispostos em aterro sanitário de pequeno porte deverá ser no máximo de 0,40 tonelada por metro cúbico.

Os ASPP podem ser concebidos para execução em valas ou trincheiras, mediante escavação do solo; execução em encosta, aproveitando desníveis existentes ou execução em área quando não for possível a escavação no terreno, depositando os resíduos, em camadas, sobre o solo existente.

Os componentes da unidade a ser projetada deverão abranger, no mínimo, as seguintes:

Impermeabilização da base - sistema de proteção ambiental dos solos e águas subterrâneas com relação aos líquidos lixiviados, que deverá ser composta por dupla camada de impermeabilização da base e taludes laterais do aterro: uma primeira camada de argilo-mineral compactada com espessura mínima de 50 cm e com coeficiente de permeabilidade inferior a 10^{-6} cm/s, com uma segunda camada sobreposta de material geossintético (Polietileno de Alta Densidade - PEAD) com soldas a quente e uma camada adicional de 50 cm de solo selecionado para proteção mecânica da geomembrana. Excepcionalmente, a segunda camada da impermeabilização da base e dos taludes laterais, composta de material geossintético (PEAD), poderá ser suprimida desde que as características naturais do solo e a profundidade do lençol freático atendam as premissas de proteção ambiental contidas nas Normas Técnicas e resoluções do CONAMA

Geração de líquidos lixiviados - com base no balanço hídrico da região e com as características de infiltração dos solos e resíduos, deverá ser estimado, para cada mês do período de um ano, a geração de líquidos lixiviados para cada uma das etapas do projeto (operação e encerramento).

Drenagem de líquidos lixiviados - deverá ser projetado o sistema de drenagem horizontal, no fundo das células, que conduzirá os líquidos lixiviados até a saída do aterro, com base na Lei de Darcy e nas vazões máximas estimadas. Este sistema preferencialmente deverá ser composto por tubos de drenagem envolvidos em material drenante do tipo brita ou pedra-de-mão oriundos de rochas regionais. Para este tipo de líquidos não é aconselhável o uso de

material geotêxtil nos drenos, pois há a possibilidade de colmatção biológica.

Drenagem de gases - sistema projetado para conduzir os gases gerados no maciço do aterro, pela decomposição anaeróbia da matéria orgânica, até a superfície do aterro. Deverá ser composto por tubos de drenagem com diâmetros superiores a 150 mm envoltos por material drenante do tipo brita ou rachão oriundos de rochas regionais. Cada dreno deverá ser dimensionado para atuar em um raio de no máximo 25 m e deverá ser executado interligando-se com o sistema de drenagem de líquidos a partir da base do aterro e no seu ponto de contato com a atmosfera deverá ser projetado um queimador metálico de gases. Para este tipo de sistema não é aconselhável o uso de material geotêxtil nos drenos, pois há a possibilidade de colmatção biológica.

Drenagem pluvial - sistema deverá ser projetado para coletar e conduzir as águas pluviais até os sistemas naturais hídricos ou galerias pluviais. Deverá ser composto por canais escavados no solo, canaletas de concreto, tubulações de concreto ou PVC, galerias, bueiros e dissipadores de energia. Poderá ser utilizado o método racional para o dimensionamento das unidades para a chuva de projeto de 10 anos de tempo de retorno.

Acessos internos e externos - o sistema de acessos deverá ser projetado para permitir o fluxo de veículos leves e pesados nas diversas frentes de serviços e em qualquer condição meteorológica.

Operação de espalhamento e compactação dos resíduos – prever o tipo de equipamento e a sua forma de utilização para alcançar a compactação máxima do maciço de resíduos para atingir ou superar a densidade de 0,40 toneladas por metro cúbico. Este tipo de aterro poderá ser operado e compactado com equipamentos agrícolas ou sem algum equipamento, no entanto os elementos de projeto deverão ser compatíveis com a técnica utilizada.

Cobertura diária dos resíduos – prever os quantitativos, origem e características dos materiais que serão utilizados para a cobertura diária dos resíduos sólidos no aterro. Para este tipo de serviço poderão ser utilizados solos locais e, preferencialmente, o aproveitamento dos resíduos de construção e demolição (RCD) de classe A, de acordo com a resolução CONAMA 307/02.

Terraplenagem – detalhar e quantificar as movimentações de solos e rochas que irão compor os elementos do projeto, apresentando o balanço de massa entre corte e aterro buscando minimizar os materiais de bota-fora.

Monitoramento ambiental – prever a localização de poços de monitoramento de águas subterrâneas e pontos de coleta de amostras das águas superficiais e líquidos lixiviados.

Encerramento e impermeabilização superficial – especificações da camada de cobertura final do maciço do aterro, que deverá ser composta por uma camada de solo argiloso compactada de baixa permeabilidade.

Sistema de tratamento dos líquidos lixiviados – deverá ser concebido considerando os aspectos característicos de lançamento, capacidade e tipos de utilização do corpo receptor, com indicação da vazão e características do efluente bruto quanto ao pH, Temperatura (°C), DQO (mgO₂/L), DBO₅ (mgO₂/L), Fósforo total (mg P/L), Nitrogênio Total (mg N/L), Nitrogênio amoniacal (mg N/L) e metais pesados com os parâmetros de qualidade do lixiviado tratado no efluente da ETL. Priorizado o tratamento combinado com o sistema de esgotos existente, por meio de uma consulta a concessionária do serviço de saneamento. As peças gráficas deverão conter plantas, cortes, indicação das bases de apoio de equipamentos, localização de aberturas de passagens de tubulações, indicações nas plantas a localização dos cortes, dimensão geral das diversas unidades, coordenadas geográficas e tudo mais que houver no sentido de permitir a sua perfeita compreensão. No dimensionamento do projeto da ETL,

deverão ser observadas as seguintes condições:

- a eficiência do sistema ficará condicionada à capacidade de depuração do corpo receptor e baseando-se na legislação para o lançamento de efluentes;
- o perfil hidráulico da ETL e principalmente detalhes das interligações das unidades;
- tempo de detenção hidráulica;
- manutenção e operação simplificados para o sistema.

Uso futuro da área – deverá ser previsto o uso que a área terá após o encerramento das atividades, indicando usos compatíveis com as limitações ambientais impostas pelo tipo da atividade.

Infraestrutura – o projeto deverá prever o cercamento, placas de identificação, um escritório administrativo com sala de reuniões, vestiários (masculino e feminino), cozinha, refeitório, sanitários (masculino e feminino), almoxarifado, laboratório, estacionamento e guaritas para os vigilantes.

Vala séptica – deverá ser elaborado o projeto de valas sépticas para receber os resíduos sólidos de serviço de saúde (RSSS) gerados pelos municípios atendidos pelo aterro sanitário de pequeno porte. A vala séptica deverá possuir a base impermeabilizada com argila compactada com permeabilidade inferior a 10^{-7} cm/s e geomembrana sintética de PEAD (1,5 mm) com a previsão de uma cobertura móvel para manter protegida das intempéries, sem comprometer as descargas dos veículos. Após a finalização das operações na vala, deverá ser prevista uma cobertura superficial com solo argiloso e geomembrana sintética de PEAD(1,5 mm).

Armazenamento de RCD – prever uma área destinada ao recebimento dos RCD classe A, com o objetivo de estocar esse material para a sua utilização na cobertura diária do aterro sanitário de pequeno porte e na execução dos acessos internos e pátios de descarga. Para efeito de cálculo, a empresa consultora deverá considerar em sua proposição a disposição de RCD de modo a permitir a sua reutilização em algumas finalidades específicas na Central de Tratamento e Disposição Final, evoluindo para uma futura reciclagem. Havendo disponibilidade de área, deverá ser projetado um aterro de RCD (ARCD) conjuntamente com o aterro sanitário.

Equipamentos operacionais – identificar e descrever os equipamentos fundamentais e necessários para a perfeita operação da unidade.

Jazidas – identificar as jazidas e caracterizar os materiais que serão utilizados na obra: argila, solos, britas, rochas, etc..

A impermeabilização da base e dos taludes laterais internos dos aterros sanitários (de quaisquer portes) deverá, sempre que tecnicamente possível, ser prevista através da conformação mecânica de uma camada de solo de baixa permeabilidade, em camadas intermediárias de pequena espessura ($e \leq 15\text{cm}$) de solo solto, adequadamente compactadas sob controle geotécnico da umidade e do teor de compactação. Os procedimentos de compactação a serem adotados deverão resultar na densidade aparente máxima obtida, nos estudos geotécnicos preliminares, para os melhores solos disponíveis localmente, através dos ensaios de Proctor normal, intermediário e modificado. O índice de permeabilidade de referência dessa camada, de conformidade com a NBR 13.896/97 (*Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação*), deverá ser inferior a 1×10^{-6} cm/seg ($k \leq 1 \times 10^{-6}$ cm/seg); e a espessura final da mesma deverá ser tal que assegure o tempo de percolação mínimo, entre a base acabada do aterro e a cota mais elevada do lençol freático (identificada nas sondagens do subsolo, a percussão, realizadas na etapa de **serviços de campo** seja de 5 anos levando-se em conta o índice intrínseco de permeabilidade do solo natural subjacente à camada impermeabilizante.

Nas situações excepcionais em que a opção técnica preferencial acima discriminada não seja considerada técnica e/ou economicamente viável, em função de condicionantes locais, deverá ser adotada a alternativa do emprego de mantas impermeabilizantes geossintéticas adequadas aplicadas estritamente de conformidade com as recomendações do fabricante, sobre base adequadamente regularizada e conformada; e superiormente protegida por uma camada de solo de espessura conveniente, adequadamente conformada, com os devidos cuidados para impedir o rompimento da manta impermeabilizante subjacente. Observe-se que estas recomendações deverão ser consideradas como de caráter indicativo e correspondentes às especificações mínimas aceitáveis pela contratante, permanecendo sob a inteira responsabilidade da contratada a efetiva especificação dos serviços, obras e materiais a serem utilizados na conformação desse componente construtivo.

Tanto nas situações gerais, abordadas a configuração física da base dos aterros sanitários deverá ser prevista com uma inclinação longitudinal média de, no mínimo, 1,5% em direção aos limites externos do maciço de resíduos projetado, de maneira a favorecer o franco escoamento dos líquidos percolados captados pelo sistema de drenagem específico.

No caso de aterros sanitários de pequeno porte, a serem implantados em contextos ambientais em que o balanço hídrico seja predominantemente negativo; e nos quais o freático, em sua cota máxima, permaneça abaixo de 10m da base projetada do aterro, estando naturalmente protegido por camadas do subsolo de baixa permeabilidade, poderá a contratada propor a seu critério e após prévia consulta formal, devidamente circunstanciada, ao órgão estadual de controle e licenciamento ambiental, e com a concordância explícita do mesmo □ a eliminação da camada impermeabilizante referida no subitem (d), ou sua redução à expressão mais simples, restrita ao papel de incrementar a eficiência do sistema de drenagem de percolados a ser implantado sobre a base do aterro.

7. PROJETO EXECUTIVO

7.1. Desenvolvimento do projeto executivo completo do aterro sanitário, compreendendo:

7.1.1. o conjunto de **desenhos técnicos**, até o nível de detalhamento executivo, de todos os componentes físicos do empreendimento, inclusive :

- vias internas (permanente e transitórias) de acesso à frente de operações (plantas; perfil longitudinal médio; e perfis transversais, a cada 20m);
- sistema de drenagem e manejo de águas pluviais;
- sistema de impermeabilização da base e de captação e escoamento dos efluentes líquidos, quando for o caso;
- sistema de tratamento dos efluentes líquidos (inclusive detalhamento da rede de lançamento dos efluentes tratados no corpo receptor), quando for o caso;
- sistema de captação e tratamento dos gases;
- plantas (globais e parciais, fase a fase) do preenchimento do maciço ou da vala;
- secções, longitudinais e transversais, do maciço ou da vala;
- poços de monitoramento da qualidade do lençol freático;
- edificações necessárias (sede administrativa e de apoio ao pessoal técnico e operacional e, se for o caso, galpão para manutenção primária e guarda de máquinas e veículos, guarita etc);
- urbanização, paisagismo / revegetação e sinalização da gleba;

7.1.2. o **memorial descritivo completo**, incluindo os planos de operação (estratégia de implantação e operação, equipamentos e recursos humanos necessários, fase a fase, etc.) e de monitoramento ambiental do ASPP;

- 7.1.3. o **memorial técnico completo** (memória de cálculo do maciço ou das valas e dos demais componentes do ASPP, inclusive do balanço hídrico e dimensionamento do sistema de tratamento de efluentes líquidos, quando houver; e do sistema de drenagem e manejo de águas pluviais);
- 7.1..4. as **planilhas de especificação, quantificação e orçamento** dos materiais a serem utilizados e dos serviços e obras a serem executados na implantação da primeira fase do aterro sanitário de pequeno porte, bem como **a estimativa de custos operacionais da unidade**, pelo menos, para o primeiro ano de funcionamento.

8. ANEXOS

ANEXO 1 – CRITÉRIOS PARA SELEÇÃO DE GLEBAS PARA A IMPLANTAÇÃO DE ATERROS SANITÁRIOS DE PEQUENO PORTE

Adaptado de texto do Engº Arq. Cássio Humberto Versiani Velloso

O primeiro passo do conjunto de procedimentos de projeto de um aterro sanitário (ou controlado) — e um dos mais importantes, por suas conseqüências — refere-se à **seleção da área mais adequada** dentre as potencialmente utilizáveis para esse fim existentes no município.

Pode-se afirmar que não existe, na natureza, um local absolutamente ideal para implantação de uma dessas instalações. Entretanto, quanto mais criteriosa for a escolha da área em que será executado o aterro, menor será o risco de que ele se torne uma fonte de problemas ambientais, e menor será o custo de sua implantação e operação.

A área mais adequada será aquela, dentre as potencialmente utilizáveis para esse fim, que atenda ao maior número dos critérios técnicos de escolha adiante relacionados, bem como a outros critérios (técnicos ou não) impostos por cada realidade específica:

1.1.a. distância (máxima desejável) em relação à região mais populosa da cidade: tendo em vista o custo do transporte dos RSU gerados (em maior quantidade na região mais populosa), essa distância deverá ser, sempre que possível, inferior a 10 km. Na hipótese de utilização de um empreendimento compartilhado essa distância poderá ser em torno de 30km.

A experiência mostra que, a distâncias superiores a 15km (quando os resíduos sejam coletados e transportados em caminhões, convencionais ou dotados de caçamba compactadora), em muitos casos se justifica a implantação, nos arredores da cidade, de uma estação de transbordo (ou de transferência), onde os resíduos recolhidos sejam transferidos para veículos transportadores de maior capacidade (volumétrica e de carga) que os utilizados para recolhê-los na zona urbana. Aqueles veículos de maior capacidade incumbir-se-ão, então, de seu transporte até o aterro.

OBSERVAÇÃO IMPORTANTE !

Quando a coleta dos resíduos for feita com veículos de menor capacidade (carroças de tração animal, pequenas carretas acopladas a tratores de pneus, etc.), a necessidade de transferir os resíduos para outros veículos de maior capacidade e autonomia de deslocamento irá ocorrer quando as distâncias a percorrer até o aterro forem muito menores — até mesmo da ordem de 3 km.

1.1.b. distância (mínima desejável) em relação a aglomerados populacionais consideráveis: embora um aterro sanitário bem implantado e operado possa funcionar adequadamente mesmo na vizinhança imediata de áreas densamente povoadas, a possibilidade de ocorrência de problemas operacionais conjunturais (períodos longos de chuvas intensas e contínuas, descontinuidade administrativa, exigüidade excepcional de recursos técnicos e/ou financeiros, geração excessiva de poeira nos trabalhos de terraplenagem, quebra de máquinas e/ou de equipamentos operacionais, etc.) torna aconselhável a existência de uma distância mínima de segurança da ordem de 2 km entre a gleba do aterro e o limite da zona urbana, tanto no que se refere à sede municipal quanto aos distritos e povoados;

1.1.c. inexistência de corpos d'água (córregos, rios, lagos, etc.) que se prestem ao suprimento de pessoas e/ou animais domésticos, no entorno da gleba ou imediatamente a jusante da

mesma, em situações tais em que possa ocorrer o carreamento acidental (pelo vento, pelas chuvas, etc.) de resíduos do aterro para os mesmos;

1.1.d. inexistência de evidências de ocorrência de lençol freático (lençol d'água) próximo à superfície da gleba, na parcela a ser efetivamente ocupada pelo futuro aterro e particularmente quando o solo sub-superficial for de natureza francamente porosa. A distância mínima entre a base projetada do futuro aterro (entendendo-se também como base o fundo de vala), na situação mais desfavorável, durante a época de maior precipitação pluviométrica e mesmo no caso de solos relativamente impermeáveis, não deverá ser inferior a 3m. O órgão ambiental poderá, em situação excepcional, sobretudo devido à natureza dos resíduos a serem dispostos, autorizar a utilização de área cujo nível do lençol freático esteja na situação mais desfavorável a 1,5m de profundidade no mínimo.

Nos contextos ambientais em que não exista nenhuma gleba utilizável para essa finalidade e que satisfaça a essa recomendação geral deverá ser previsto o emprego de métodos e materiais (inclusive mantas sintéticas adequadas, se for o caso) que assegurem a preservação da qualidade do lençol freático subjacente ao aterro;

1.1.e. existência de vias de acesso rodoviário até a entrada da gleba, em condições tais que possibilitem o franco acesso dos veículos coletores de resíduos à mesma com carga plena, mesmo no auge da estação chuvosa;

1.1.f. natureza, consistência e granulometria aparentemente adequadas das camadas do subsolo próximas à superfície, observadas através de uma sondagem expedita a trado, e/ou em cortes rodoviários eventualmente existentes na própria gleba ou em sua vizinhança imediata, devendo ser dada preferência, sempre que possível, aos solos compactos relativamente impermeáveis (latossolos compactos ou medianamente compactos, solos argilosos, argilo-arenosos, ou argilo-siltosos);

1.1.g. disponibilidade de reservas de material para recobrimento das “células” diárias de resíduos aterrados, de natureza adequada e em quantidade suficiente, de preferência na própria gleba ou em sua proximidade imediata.

Deverá ser levado em conta o fato de que, ao longo da vida útil do aterro, volumes muito consideráveis de solos naturais (preferencialmente argilo-arenosos, ou argilo-siltosos, coesivos e relativamente impermeáveis) ou resíduos Classe II B (entulhos, finos de alguns minérios, algumas escórias industriais, etc.) serão consumidos como material de recobrimento; e de que o custo fixo relativo à escavação, ao carregamento e ao transporte desses materiais (de relativamente alta densidade) para o aterro, desde jazidas externas, em muitos casos inviabiliza financeiramente a operação adequada daquele. Portanto, sempre que possível, a maior parcela desse material deverá proceder da progressiva escavação de maciços de solo na própria gleba

Da mesma forma, deverá constar do projeto, a delimitação, a forma de acumulação e a configuração final da área onde será depositado adequadamente o material excedente oriundo da escavação de plataformas ou valas, de forma a se evitar possíveis carreamento de solo e assoreamento de cursos d'água, bem como outros impactos nocivos ao meio ambiente.

1.1.h. extensão superficial e conformação topográfica adequadas, tendo em vista a necessidade de possibilitar a correta disposição dos RSU destinados ao aterro ao longo de um período de tempo mínimo de 15 anos, de modo a compensar o investimento a ser feito na aquisição da gleba, no projeto executivo e na implantação da infra-estrutura indispensável para o adequado funcionamento do mesmo aterro.

O Quadro 1.1, constante do *Anexo 2* ao presente termo de referência, apresenta uma estimativa das extensões superficiais mínimas de glebas destinadas à implantação de aterros

sanitários de pequeno porte, conforme a faixa em que se enquadre a população a ser beneficiada pelo mesmo.

Quanto mais longo for o período de utilização efetiva de um aterro sanitário, mais favorável será a relação entre seu custo de implantação e os benefícios decorrentes de seu funcionamento. Portanto, deverá ser dada preferência àquelas glebas que possuam maior capacidade volumétrica potencial para a disposição de resíduos sólidos urbanos.

No caso de “aterro em valas”, a declividade do terreno deverá ser inferior a 15%.

No caso de aterros concebidos pelo “método da rampa”, a conformação topográfica que se mostra ordinariamente adequada é a gleba com o formato geral de um anfiteatro, particularmente se sua base (“arena”) atender aos requisitos de qualidade de solo e profundidade de lençol freático; e se as encostas de contorno (“arribancadas”) permitirem — por sua declividade e constituição — a progressiva escavação de material para recobrimento. Igualmente tendem a ser adequadas, para essa finalidade, glebas à meia encosta com aclive não muito acentuado (no máximo até 20%), que possam ser progressivamente escavadas sob a forma de plataformas escalonadas, de jusante para montante (“de baixo para cima”).

1.1.i. custo de aquisição da gleba a ser utilizada para a implantação do aterro sanitário propriamente dito (inclusive sistema de tratamento de líquidos percolados, vias internas, edificações de apoio, área para enterramento de animais mortos e resíduos especiais, etc.) e das faixas de segurança e proteção em seu entorno imediato.

O custo de aquisição deverá ser o menor possível, devendo, inclusive, ser convenientemente analisada a possibilidade de cessão de uso da gleba ao Município, por parte de seu proprietário (por exemplo, através de um contrato formal de comodato) e durante o período previsto de vida útil do aterro. O custo de aquisição da gleba, na maioria dos casos, está diretamente vinculado ao tipo de uso que seja feito da mesma, quando da pesquisa de áreas. Portanto, tenderá a ser menor em glebas sem uso definido, ou utilizadas como pastagem em caráter ocasional;

1.1.j. inexistência de áreas de preservação ambiental, ou de proteção de mananciais hídricos, ou de especial interesse paisagístico, ou que abriguem relíquias de interesse histórico, no entorno imediato da gleba, em situações tais que as tornem passíveis de serem — direta ou indiretamente — afetadas pelo funcionamento do aterro.

OBSERVAÇÃO IMPORTANTE !

Quanto à questão **locacional**, é importante chamar a atenção para o fato de que nas regiões predominantemente calcárias (cársticas) ocorrem ordinariamente fissuras e cavidades no subsolo — por vezes de grandes dimensões, tanto transversais quanto longitudinais —, descontinuidades essas por onde facilmente os gases gerados nos aterros de RSU podem migrar por longas distâncias e, eventualmente, acumular-se. Esse fenômeno pode transformar-se na origem potencial de acidentes graves (incêndios, explosões), acidentes esses de que já existem registros em diversos países do mundo, inclusive no nosso.

Em função disso, os projetos de aterros sanitários que devam, inevitavelmente, ser implantados nessas regiões deverão ser baseados em um estudo geotécnico mais rigoroso do subsolo da gleba escolhida. Além disso, esses projetos deverão prever uma eficaz camada impermeabilizante (inclusive contra gases) em toda a superfície de contacto entre o maciço de resíduos aterrados e o solo natural; bem como um eficiente sistema de captação (eventualmente através de sucção forçada permanente) e tratamento (beneficiamento ou queima) dos gases gerados pela decomposição da fração orgânica daqueles resíduos.

do Eng. Antonio Henrique M. C. Martins e da Eng. Sílvia Inácio Meireles Chenna, com o

objetivo de facilitar e tornar sistemáticos os procedimentos de levantamento de dados e de seleção da área mais adequada para a implantação de aterros sanitários.

ANEXO 2/1 – FORMULÁRIO PARA CARACTERIZAÇÃO DAS GLEBAS VISTORIADAS

MUNICÍPIO:	FOTOS Nºs :
LOCALIZAÇÃO:	
Propriedade da gleba: - pública: federal estadual municipal - privada (discriminar proprietário):	
1. Distância em relação ao centro da sede municipal Local de referência: Odômetro no local de referência: Odômetro na entrada da gleba:	
2. Distância em relação ao aglomerado populacional mais próximo Designação do povoado: Odômetro em frente à gleba: Odômetro no centro do povoado:	
3. Extensão estimada da gleba : total → ha efetivamente utilizável → ha	
4. Custo unitário presumível de aquisição da gleba, se de propriedade privada (estimativa com base em valores médios correntes na região para glebas similares): R\$ / hectare	
4.1. valores unitários correntes de terra nua no município: mínimo → R\$ / hectare máximo → R\$ / hectare	
5. Existência de corpos d'água na gleba: SIM NÃO Se existente(s), caracterizar:	
6. Existência de evidências de lençol freático superficial: SIM NÃO Se existente(s), caracterizar :	
7. Via(s) de acesso até a entrada da gleba (descrever — se for o caso, por trechos diferenciados — as características da(s) via(s) quanto à regularidade do traçado e da caixa, declividades significativas, natureza e qualidade do pavimento, estado de conservação, etc., discriminando a extensão aproximada dos trechos diferenciados) :	
8. Natureza, consistência e granulometria aparente do solo sub-superficial (descrever, se possível por camadas, discriminando o meio utilizado para a identificação, o(s) local(is) onde a observação tenha sido feita, a espessura média aproximada das camadas observadas, etc.) :	
9. Natureza da cobertura vegetal, na gleba e no entorno (descrever):	
10. Disponibilidade de material de cobertura (descrever a situação da jazida de material para recobrimento em relação à gleba, se possível caracterizando: suas dimensões aproximadas, de modo a possibilitar um cálculo aproximado de volumes; a natureza do material disponível; os meios necessários para sua extração, carregamento e transporte até a frente de operações do aterro, etc.):	
11. Extensão superficial e conformação topográfica (fazer "croquis", em planta e secções — longitudinais e transversais, tantas quanto seja necessário — com dimensões lineares aproximadas):	
12. Existência de área(s) de preservação no entorno (preservação ambiental, proteção de mananciais, de especial interesse paisagístico ou histórico): SIM NÃO . Se existente(s), caracterizar, inclusive quanto à distância em relação à gleba:	

13. INFORMAÇÕES GERAIS

13.1. existência de despejo de lixo (“lixão”): SIM, desde NÃO

13.2. existência de atividade de catação: SIM NÃO

13.3. número médio de catadores em atividade: adultos menores

13.4. frequência da atividade de catação: permanente intermitente

13.5. infra-estrutura disponível: energia elétrica água potável

água para consumo geral

13.6. uso atual da gleba: lavoura permanente lavoura temporária pastagem

outro (especificar) : sem uso definido

13.7. visibilidade da gleba: naturalmente protegida parcialmente visível

visão ampla, de passagem visão ampla permanente

13.8. existência de resistência explícita à continuidade de uso da gleba para lançamento de lixo:

SIM NÃO . Se existente, caracterizar:

14. Responsável pela coleta de informações:

DATA

..... /..... /.....

MINISTÉRIO DAS CIDADES

ANEXO 2/2 – MATRIZ PARA CLASSIFICAÇÃO E SELEÇÃO DAS GLEBAS VISTORIADAS

Não se pode dizer, com inteira propriedade, que uma área seja melhor que outras para a implantação de um aterro sanitário, mas que o potencial de impacto deste sobre o meio ambiente é menor em algumas áreas que em outras.

A seleção da gleba mais adequada (ou menos inadequada) — dentre as identificadas e vistoriadas — para a instalação da unidade de **tratamento** (compostagem de orgânicos “limpos”) e **destinação final** dos resíduos sólidos urbanos municipais deverá ser feita de maneira sistemática e objetiva, de modo a que sejam efetiva e adequadamente levados em conta todos os fatores de natureza técnica que interferem nessa escolha, ou os principais dentre eles. Com este objetivo, foi desenvolvida a matriz quali-quantitativa adiante exposta, de utilização relativamente fácil e através da qual é feita a atribuição de pesos, caso a caso, às diversas condicionantes ambientais consideradas essenciais ou particularmente desejáveis.

O resultado analítico dessa matriz, reproduzida nas páginas seguintes (Quadros 1.1, 1.2 e 1.3), indica a gleba que se constitui na melhor opção — do ponto-de-vista técnico — entre as alternativas pesquisadas, correspondente àquela em que o empreendimento proposto apresenta o menor potencial relativo de impacto ambiental. A soma dos “pontos” (ou “pesos”, em números absolutos) atribuídos a cada gleba em relação a cada um dos **fatores de análise** estabelecidos na matriz, assim como seu significado percentual em relação ao total máximo possível de 1.100 pontos, indica de maneira bastante clara tanto o nível de adequação intrínseco de cada gleba ao fim pretendido (tanto maior quanto maior for o significado percentual de sua pontuação total em relação ao máximo de pontos possível), quanto permite estabelecer uma comparação objetiva entre as características globais das diversas glebas pesquisadas.

A atribuição de pesos aos diversos **fatores de análise** estabelecidos, embora subjetiva, foi feita a partir do pressuposto de que alguns dos mesmos são mais significativos que os demais (quer por suas implicações objetivas nos custos de implantação e de operação do aterro, quer por seu maior potencial de impacto ambiental). Por conseguinte, o menor ou maior grau de atendimento a seus respectivos **requisitos** corresponde à atribuição de pesos numa escala mais ampla (de 0 a 100 pontos) que nos casos dos demais fatores, de natureza menos grave, ou menos impactante (cujos pesos variam entre 0 e 50 pontos). Acredita-se que, mantidas constantes essas escalas de pesos, caso a caso, a seleção da gleba mais adequada para implantação de um aterro sanitário a partir do emprego da matriz proposta resulte suficientemente consistente.

MINISTÉRIO DAS CIDADES

Quadro 1.1.

Matriz p/seleção de glebas potencialmente utilizáveis para implantação de aterro sanitário de pequeno porte

CONDICIONANTES	PONTUAÇÃO	gleba nº 1	gleba nº 2	gleba nº 3	gleba nº 4	gleba nº 5	gleba nº 6	gleba nº 7	gleba nº 8
Localização									
no território do município	50								
fora do município (1)	10								
vida útil do empreendimento *									
superior a 20 anos	50								
entre 15 e 20 anos	30								
inferior a 15 anos	10								
uso da terra									
zona urbana	0								
distrito industrial suburbano	10								
agricultura	20								
pastagens	30								
sem uso definido	50								
área naturalmente degradada (2)	65								
área artificialmente degradada (3)	80								
despejo de lixo / bota-fora	100								
custo presumível de desapropriação									
elevado	10								
Médio	30								
baixo	50								
sem custo para o município	100								
evidências de lençol freático superficial									
Existentes	10								
Inexistentes	50								

(1) Refere-se a glebas que, embora situadas no território de municípios vizinhos, possam ser utilizadas para instalação do aterro sanitário (com autorização formal do Executivo e do Legislativo do Município em que se localiza a gleba)

(2) Voçorocas (naturais, ou indiretamente induzidas por ação antrópica), etc.

(3) Pela ação mineradora, ou durante a implantação de rodovias, ferrovias, barragens, etc.

(*) REFERÊNCIA DE ÁREA MÍNIMA RECOMENDÁVEL DA GLEBA PARA IMPLANTAÇÃO DE ASPP

população urbana (habitantes)	área mínima recomendável para vida útil de 20 anos
até 2.000 habitantes	0,9 hectares
entre 2.001 e 5.000 habitantes	1,8 hectares
entre 5.001 e 10.000 habitantes	5,3 hectares
entre 10.001 e 20.000 habitantes	7,7 hectares

MINISTÉRIO DAS CIDADES

entre 20.001 e 30.000 habitantes	10,4 hectares
----------------------------------	---------------

Quadro 1.2. Matriz para seleção de glebas potencialmente utilizáveis para implantação de ASPP

CONDICIONANTES	PONTUAÇÃO	gleba nº 1	gleba nº 2	gleba nº 3	gleba nº 4	gleba nº 5	gleba nº 6	gleba nº 7	gleba nº 8
vias de acesso à gleba									
pavimentação asfáltica	100								
pavimentação primária (com possibilidade de uso permanente)	50								
não pavimentada	10								
inexistente	0								
conformação topográfica									
francamente favorável (4)	100								
razoável (4)	50								
desfavorável (4)	10								
distância em relação ao centro de massa da coleta									
menor que 10 km	50								
entre 10 e 15 km	10								
maior que 15 km	0								
Infra-estrutura acessível									
rede de energia elétrica	30								
abastecimento de água (5)	50								
inexistente	0								
natureza aparente do subsolo									
favorável (6)	50								
desfavorável (6)	10								
disponibilidade aparente de material de cobertura									
na gleba, em volume suficiente (7)	100								
na gleba, em volume insuficiente (7)	50								
a menos de 5 km	20								
entre 5 km e 10 km	10								
superior a 10 km / indisponível	0								

(4) Refere-se à capacidade volumétrica aparente e à maior ou menor facilidade para implantação do aterro e sua infra-estrutura essencial, inclusive vias de acesso internas à frente de serviço

(5) A partir de rede adutora ou de captação em manancial existente e acessível no entorno

(6) Refere-se à maior ou menor facilidade para terraplenagem (desmonte, execução de aterros, etc.) e à maior ou menor impermeabilidade natural

(7) Durante a vida útil estimada do aterro.

MINISTÉRIO DAS CIDADES

Quadro 1.3. Matriz para seleção de glebas potencialmente utilizáveis para implantação de ASPP

CONDICIONANTES	PONTUAÇÃO	gleba nº 1	gleba nº 2	gleba nº 3	gleba nº 4	gleba nº 5	gleba nº 6	gleba nº 7	gleba nº 8
existência de nascentes na área de influência do aterro									
inexistente	100								
existente(s), sem uso humano e/ou por animais domésticos (8)	50								
existente(s), com uso humano e/ou por animais domésticos restrito (9)	10								
existente(s), com uso humano e/ou por animais domésticos amplo (10)	0								
cobertura vegetal natural, na gleba e entorno									
campo ralo, na gleba e no entorno	50								
capoeira rala, na gleba e no entorno	30								
capoeira grossa, na gleba e no entorno	10								
mata densa, na gleba e no entorno	0								
existência de aglomerados populacionais no entorno									
inexistentes (num raio de 5 km)	100								
existentes, entre 2 km e 5 km	50								
existentes, entre 500 m e 2 km	10								
existentes, a menos de 500 m	0								
visibilidade da gleba (11)									
gleba naturalmente protegida (12)	50								
gleba parcialmente visível	30								
visão ampla, de passagem (13)	20								
visão ampla e permanente (14)	10								
TOTAIS									

(8) A jusante, a menos de 2km

(9) A jusante, a mais de 500m e em propriedades rurais esparsas

(10) Manancial de abastecimento a aglomerados urbanos, a jusante

(11) A partir de locais de uso público

(12) Por acidentes topográficos e/ou maciços arbóreos densos e permanentes

(13) A partir de rodovias, em trechos a montante da parcela a ser efetivamente utilizada

(14) Apartir aglomerados urbanos situados a montante da parcela a ser efetivamente utilizada.