

UNIDADE



SELEÇÃO DE ÁREAS PARA IMPLANTAÇÃO DE ATERROS

Prezados (as) alunos (as).

Nesta semana discutiremos o processo de seleção de área para aterro sanitário, os parâmetros e procedimentos necessários para o cálculo das dimensões da área a ser escolhida para a implantação de um aterro sanitário.

Introdução

A escolha de um local para implantação de aterro deve atender ao planejamento do desenvolvimento econômico, social e urbano da região; as diretrizes fixadas para o uso e ocupação do solo; a proteção da saúde pública e a defesa do meio ambiente.

A primeira etapa de um projeto de aterro sanitário é a escolha de uma área onde ele será implantado e operado. Dessa forma, o sucesso do empreendimento está relacionado diretamente a uma seleção de área embasada em critérios ambientais, técnicos, econômicos, sociais e políticos.

Segundo a NBR 13896 (ABNT, 1997), a avaliação da adequabilidade de um local a ser utilizado para implantação de um aterro sanitário deve ser tal que os impactos ambientais gerados na sua implantação e operação sejam mínimos. A instalação do aterro deve ser bem aceita pela população vizinha; além disso, é necessário que ele esteja de acordo com o zoneamento local e que possa ser utilizado por longo período de tempo.

A área selecionada deve ser aquela que, dentre outras, melhor possibilite:

- **Menor potencial para geração de impactos ambientais:** Nesse caso, estão excluídos locais em áreas de restrição ambiental; áreas de recarga de aquíferos; solos pouco profundos e sujeitos aos processos de erosão; áreas próximas a habitações, cursos d'água, rede de alta tensão etc.
- **Maior vida útil para o empreendimento:** nesse caso, são preferíveis áreas de baixos custos de instalação e operação do aterro; menores gastos com infra-estrutura; menor distância da zona urbana geradora dos resíduos; disponibilidade de material de cobertura.
- **Aceitabilidade social:** considerar áreas com menor oposição da comunidade vizinha.

Decisões fundamentais

Duas decisões fundamentais devem ser tomadas antes de iniciar um estudo de possíveis áreas para implantação de um aterro sanitário:

1ª Decisão

Que tamanho de área (ou população) deverá ser atendida?

Deve-se decidir qual área geográfica o aterro vai atender e quais os resíduos sólidos são aceitos neste aterro. Esses fatores são importantes, pois afetarão a vida útil do aterro; tipos de impactos ambientais;

a capacidade volumétrica requerida das áreas candidatas etc.

2ª Decisão

Quais os critérios locacionais são apropriados?

Uma grande variedade de critérios pode ser aplicada para identificação de áreas para implantação de um aterro sanitário. Vejamos como são definidos esses critérios.

Critérios de seleção das áreas

A estratégia a ser adotada para a seleção da área do novo aterro consiste nos seguintes passos:

- Seleção preliminar das áreas disponíveis no Município.
- Estabelecimento do conjunto de critérios de seleção.
- Definição de prioridades para o atendimento aos critérios estabelecidos.
- Análise crítica de cada uma das áreas levantadas frente aos critérios estabelecidos e priorizados.
- Seleção da área que atenda à maior parte das restrições através de seus atributos naturais.

Seleção Preliminar das Áreas Disponíveis

A seleção preliminar das áreas disponíveis no Município deve ser feita da seguinte forma:

- a) Estimativa preliminar da área total do aterro.
- b) Delimitação dos perímetros das regiões rurais e industriais e das unidades de conservação existentes no Município.
- c) Levantamento das áreas disponíveis.
- d) Pré-seleção das áreas disponíveis.

a) Estimativa preliminar da área total do aterro

Para o cálculo da área necessária para um aterro são necessários dados como:

- População do município.
- Taxa de crescimento populacional.
- Geração per capita de resíduos.
- Taxa de crescimento da geração per capita de resíduos.
- Características do resíduo como peso específico e composição gravimétrica.
- Abrangência do serviço de coleta.
- Existência de unidades de triagem e reciclagem.
- Material de cobertura dos resíduos.
- Altura das células.

Com esses dados é possível calcular o volume anual de resíduos, a área necessária e o tempo de vida útil do aterro. Para isso, são necessários alguns cálculos apresentados preferencialmente na forma de tabela, como Tabela C4.

Ano	População (hab)	Geração per capita (kg hab-1 dia-1)	Taxa de crescimento da geração per capita (%)	Serviço de coleta (%)	Geração diária (kg dia-1)	Geração anual (t ano-1)
A	B	C	D	E	F	G

Resíduos recicláveis (t ano-1)	Resíduos dispostos no aterro (t ano-1)	Volume de resíduos compactados (m3 ano-1)	Volume do material de cobertura (m3 ano-1)	Volume total (m3 ano-1)	Área de ocupação anual do aterro (m2)
H	I	J	L	M	N

Tabela C4: Etapas cálculo da área para implantação de aterro sanitário
Fonte: do autor

- **Coluna A** – Vida útil (anos) do empreendimento.
- **Coluna B** – População do município(s) de estudo considerando a taxa de crescimento populacional.
- **Coluna C** – Geração per capita (Gpc) (dado que pode ser obtido por diferentes maneiras, como foi discutido na Unidade A4).
- **Coluna D** – Taxa de crescimento da geração per capita (TGpc) (valor estimado em função do crescimento econômico, aumento do poder aquisitivo, nível educacional etc.).
- **Coluna E** – Abrangência do serviço de coleta de resíduos do município (SCo) (esse valor pode variar ao longo da vida útil do aterro).
- **Coluna F** – Cálculo da geração diária de resíduos (kg dia⁻¹) considerando os valores das colunas B, C,D,e E.

Para o cálculo da geração diária (Gd) utiliza-se a seguinte equação:

Gd = População.(Gpc.(1 + TGpc).SCo

- **Coluna G** – Geração anual de resíduos (Ga) em tonelada por ano (t ano⁻¹)

Ga = $\frac{Gd}{1000}$ * 365

- **Coluna H** – Quantidade de resíduos recicláveis (RR) em tonelada por ano. Calculada pelo percentual de resíduos reciclados no município multiplicado pela geração anual de resíduos (Ga)

RR = $\frac{Ga * Reciclagem(\%)}{100}$

- **Coluna I** – Peso de resíduos encaminhados para o aterro (RA) em toneladas por ano

Coluna I = Coluna G – Coluna H

- **Coluna J** – Volume anual de resíduos compactados no aterro ($m^3 \text{ ano}^{-1}$). O volume anual de resíduos é calculado a partir do peso de resíduos encaminhados para o aterro (RA, coluna I) e o peso específico dos resíduos compactados no aterro ($t \text{ m}^{-3}$).
- **Coluna L** – Volume do material de cobertura (Vco) – O Vco é dado pelo percentual de material utilizado por m^3 de resíduo aterrado multiplicado pelo volume de resíduos compactados anualmente como apresentado na equação abaixo:

$$Vco = \frac{V_{\text{residuo}} * \text{Cobertura}(\%)}{100}$$

- **Coluna M** – Volume total anual de material no aterro (VT), obtido pela soma da coluna J e a coluna L dado em tonelada por ano ($t \text{ ano}^{-1}$)
- **Coluna N** – Área de ocupação anual do aterro (m^2) – calculada pela relação entre o volume total de material (m^3) e a altura da célula ou camada do aterro (m).

b) Delimitação dos perímetros das regiões rurais e industriais e das unidades de conservação existentes no Município.

Estabelecida a área necessária para o aterro, a próxima etapa é delimitar as áreas de proteção ambiental, áreas de nascentes, afloramento do lençol freático, de recarga do aquífero, áreas rurais, urbanas e industriais através de uma análise conjunta de condicionantes técnicos, jurídicos, ambientais, sociais, econômicos e políticos.

Levantamento e análise da legislação municipal, estadual e federal em relação ao uso do solo, áreas urbanas e expansão, plano diretor, áreas de proteção ambiental como mananciais, áreas de preservação.

Todas as restrições identificadas pelo levantamento anterior devem ser mapeadas e marcadas em planta topográfica da região de estudo.

Saiba mais

Pesquise sobre a legislação de seu município a respeito das restrições de áreas para implantação de aterro sanitário.

c) Levantamento das áreas disponíveis

Em função de critérios como: áreas com dimensões compatíveis com a estimativa realizada, áreas que já pertencem ao Município; áreas próximas ao centro gerador etc. delimitam-se as áreas disponíveis na planta das limitações.

A figura C.12 mostra um exemplo de seleção de área para aterro. Neste exemplo, após a marcação das áreas inadequadas (áreas de preservação, propriedades agrícolas, matas etc.) na planta topográfica delimitou-se um raio de 10 e 20 km do centro de geração com o intuito de avaliar áreas disponíveis próximas aos locais de coleta, reduzindo assim o custo com o transporte e coleta dos resíduos.



Figura C.12 - Planta topográfica com as marcações e delimitações de áreas adequadas para aterro sanitário
Fonte: Massunari, 2000.

A área escolhida deve atender aos quesitos estabelecidos previamente e à decisão tomada pela análise de plantas topográficas, fotografias aéreas e imagens de satélite. Após a identificação de locais mais favoráveis, realiza-se a pesquisa de campo, com os objetivos de avaliar *in situ* possíveis interferências e características de cada local como: dimensões, topografia do local, tipo de solo, afloramento de rocha, nascentes, vegetação do local, distância de curso de água e outras informações relevantes estabelecidas pela equipe de projeto.

d) Pré-seleção de áreas

Baseando-se nas informações obtidas em campo, estabelece-se um conjunto de locais mais promissores e que atendam aos requisitos necessários para a implantação do aterro sanitário.

Nessas áreas pré-selecionadas executam-se pesquisas mais detalhadas sobre suas características relacionadas com o solo, geologia, topografia etc.

Na tabela C5 são apresentados os principais estudos realizados para seleção de locais para implantação de aterro.

Estudos	Objetivos
Geológico-geotécnicos	– Distribuição e características das unidades geológico-geotécnicas da região. – Principais feições estruturais (foliação, falhas e fraturas). – Permeabilidade do solo. – Capacidade de carga do terreno de fundação.
Pedológicos	– Tipos de solo da região.
	– Disponibilidade de materiais de empréstimo.
Topográfico	– Identificação de áreas de morros, planícies, encostas, etc. – Declividade dos terrenos.
Hidrológicos	– Profundidade do lençol freático. – Padrão de fluxo subterrâneo. – Qualidade das águas subterrâneas. – Riscos de contaminação. – Localização das zonas de recarga das águas subterrâneas. – Principais mananciais de abastecimento público – Áreas de proteção de manancial.
Climático	– Regime de chuvas e precipitação. pluviométrica (série histórica). – Direção e intensidade dos ventos. – Dados de evapotranspiração.
Arqueológicos	– Laudo de existência ou não de sítios de interesse arqueológico.
Econômicos	– Valor da terra. – Uso e ocupação dos terrenos. – Distância da área em relação aos centros atendidos. – Integração a malha viária. – Aceitabilidade da população e de suas entidades organizadas.

Tabela C5: seleção de locais para implantação de aterro
fonte: do autor

RESUMO

A escolha de um local para implantação de aterro deve atender ao planejamento do desenvolvimento econômico, social e urbano da região; as diretrizes fixadas para o uso e ocupação do solo; a proteção da saúde pública e a defesa do meio ambiente.

Duas decisões fundamentais devem ser tomadas antes de iniciar um estudo de possíveis áreas para im-
plantação de um aterro sanitário:

- 1ª Decisão - Que tamanho de área (ou população) deverá ser atendida?
- 2ª Decisão - Quais os critérios locacionais são apropriados?

A estratégia a ser adotada para a seleção da área do novo aterro consiste nos seguintes passos:

- Seleção preliminar das áreas disponíveis no Município.
- Estabelecimento do conjunto de critérios de seleção.
- Definição de prioridades para o atendimento aos critérios estabelecidos.
- Análise crítica de cada uma das áreas levantadas frente aos critérios estabelecidos e priorizados.
- Seleção da área que atenda à maior parte das restrições através de seus atributos naturais.

A seleção preliminar das áreas disponíveis no Município deve ser feita da seguinte forma:

- a) Estimativa preliminar da área total do aterro.
- b) Delimitação dos perímetros das regiões rurais e industriais e das unidades de conservação existentes no Município.
- c) Levantamento das áreas disponíveis.
- d) Pré-seleção das áreas disponíveis.

Para o cálculo da área necessária para aterro sanitário, devemos determinar:

- População do município.
- Taxa de crescimento populacional.
- Geração per capita de resíduos.
- Taxa de crescimento da geração per capita de resíduos.
- Características do resíduo como peso específico e composição gravimétrica.
- Abrangência do serviço de coleta.
- Existência de unidades de triagem e reciclagem.
- Material de cobertura dos resíduos.
- Altura das células.

Parada obrigatória

Exercício de cálculo de volume do aterro sanitário

Utilizando as equações, e tomando como modelo a tabela C5, defina a área necessária para implantar um novo aterro sanitário com as seguintes características:

População atual do município: 150.000 hab

Geração per capita: 0,85 kg/hab.dia

Cobertura de coleta atual: 85 %

A cobertura de coleta passará a ser de 100 % a partir do 6o ano de operação do aterro

Vida útil mínima do Aterro: 10 anos

Taxa de crescimento populacional: 0,85 % ao ano

Taxa de aumento da geração per capita: 1 % a.a.

Dias úteis por ano: 313 dias (excluídos os domingos)

Peso específico dos resíduos compactados no Aterro: 0,8 t/m3

Altura da célula de 4 metros

Volume de terra para cobertura: 15 % do volume de resíduos)

Fomento ao Uso das Tecnologias da Informação e Comunicação

Sistema Universidade Aberta do Brasil - UAB | IF Sul-rio-grandense

