



# PROJETO E IMPLANTAÇÃO DE ATERRO SANITÁRIO

Olá pessoal. Esta semana vamos estudar o processo de seleção de área para implantação de um aterro sanitário. Inicialmente vamos discutir o estabelecimento de critérios locais e, posteriormente, o método para seleção do local mais adequado para implantação do aterro.

O processo de seleção de áreas visa aos seguintes objetivos:

- Minimizar a possibilidade de existência de impactos ambientais negativos aos meios físico, biótico e antrópico.
- Minimizar os custos envolvidos.
- Minimizar a complexidade técnica para viabilização do aterro.
- Maximizar a aceitação pública ao encontro dos interesses da comunidade.

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

1. seleção preliminar das áreas disponíveis no Município;
2. estabelecimento do conjunto de critérios de seleção;
3. definição de prioridades para o atendimento aos critérios estabelecidos;
4. análise crítica de cada uma das áreas levantadas frente aos critérios estabelecidos e priorizados;
5. seleção da área que atenda à maior parte das restrições através de seus atributos naturais.

## Estabelecimento do conjunto de critérios de seleção

São muitos os critérios de engenharia utilizados na escolha de áreas para disposição final de resíduos sólidos. Esses critérios estão agrupados em: critérios ambientais, critérios que consideram o uso e a ocupação do solo e critérios operacionais.

Da análise equilibrada e da inter-relação de todos esses fatores surgirão as alternativas para alocação coerente de áreas para disposição dos resíduos sólidos e para a sua gestão no âmbito municipal, integrando os métodos tradicionais com as novas tecnologias de caracterização e análise ambiental.

Os critérios adotados para o processo de seleção de área podem ser divididos em três grupos: técnicos, econômico-financeiros e político-sociais.

### a) Critérios Técnicos

A seleção de uma área para servir de aterro sanitário à disposição final de resíduos sólidos domiciliares deve atender, no mínimo, aos critérios técnicos impostos pelas normas da ABNT (NBR 10.157) e pela legislação federal, estadual e municipal.

## Saiba mais

As normas da ABNT que tratam sobre os critérios para projeto, construção e operação são: NBR 13896/97 – Aterros de Resíduos Não Perigosos e NBR 10157/87 – Aterros de Resíduos Perigosos>

Os condicionantes e restrições relativos às normas da ABNT (NBR 13896/97 e NBR 10157/87) estão resumidamente abaixo listados a seguir:

- **Uso do solo** - As áreas têm que se localizar numa região onde o uso do solo seja rural (agrícola) ou industrial e fora de qualquer Unidade de Conservação Ambiental.
- **Proximidade a cursos d'água relevantes** - As áreas não podem se situar a menos de 200 metros de corpos d'água relevantes, tais como, rios, lagos, lagoas e oceano. Também não poderão estar a menos de 50 metros de qualquer corpo d'água, inclusive valas de drenagem que pertençam ao sistema de drenagem municipal ou estadual.
- **Proximidade a núcleos residenciais urbanos** - As áreas não devem se situar a menos de mil metros de núcleos Residenciais urbanos que abriguem 200 ou mais habitantes.
- **Proximidade a aeroportos** - As áreas de aterros não devem situar-se próximas a aeroportos ou aeródromos, a fim de evitar acidentes (Figura C.12) e devem respeitar a legislação em vigor.



Figura C.12 - Acidente aéreo ocasionado pelo impacto de ave na aeronave  
Fonte: <http://pardaloco.blogspot.com/2009/07/acidente-com-aves.html>

A resolução do CONAMA no 04 (BRASIL,1995<sup>1</sup>) estabelece as áreas de segurança aeroportuárias (ASAs)

Esse resolução estabelece:

*“Art. 1º São consideradas “Área de Segurança Aeroportuária - ASA” as áreas abrangidas por um determinado raio a partir do “centro geométrico do aeródromo”, de acordo com seu tipo de operação, divididas em 2 (duas) categorias:*

*I - raio de 20 km para aeroportos que operam de acordo com as regras de vôo por instrumento (IFR); e*

*II - raio de 13 km para os demais aeródromos.*

<sup>1</sup> BRASIL, Resolução 04 do Conselho Nacional de Meio Ambiente –CONAMA de 9 de outubro de 1995. Dispõe sobre Área de Segurança Aeroportuária – ASA. Diário Oficial (da República Federativa do Brasil), Brasília, DF, p. 20.388, data 11/12/1995.

*Parágrafo único. No caso de mudança de categoria do aeródromo, o raio da ASA deverá se adequar à nova categoria.*

*Art. 2º Dentro da ASA não será permitida implantação de atividades de natureza perigosa, entendidas como “foco de atração de pássaros”. Por exemplo, matadouros, curtumes, vazadouros de lixo, culturas agrícolas que atraem pássaros, assim como quaisquer outras atividades que possam proporcionar riscos semelhantes à navegação aérea.”*

- **Distância do lençol freático** - As distâncias mínimas recomendadas pelas normas federais e estaduais são as seguintes:
  - Para aterros com impermeabilização inferior, através de manta plástica sintética, a distância do lençol freático à manta não poderá ser inferior a 1,5 metros.
  - Para aterros com impermeabilização inferior, através de camada de argila, a distância do lençol freático à camada impermeabilizante não poderá ser inferior a 2,5 metros e a camada impermeabilizante deverá ter um coeficiente de permeabilidade menor que 10-6cm/s.
- **Vida útil mínima** - É desejável que as novas áreas de aterro sanitário tenham, no mínimo, dez anos de vida útil.
- **Permeabilidade do solo Natural** - É desejável que o solo do terreno selecionado tenha uma certa impermeabilidade natural, com vistas a reduzir as possibilidades de contaminação do aquífero. As áreas selecionadas devem ter características argilosas e jamais deverão ser arenosas.
- **Extensão da bacia de drenagem** – A bacia de drenagem das águas pluviais deve ser pequena, de modo a evitar o ingresso de grandes volumes de água de chuva na área do aterro.
- **Facilidade de acesso a veículos pesados** - O acesso ao terreno deve ter pavimentação de boa qualidade, sem rampas íngremes e sem curvas acentuadas, de forma a minimizar o desgaste dos veículos coletores e permitir seu livre acesso ao local de vazamento, mesmo na época de chuvas muito intensas.
- **Disponibilidade de material de cobertura** - Preferencialmente, o terreno deve possuir ou se situar próximo a jazidas de material de cobertura, de modo a assegurar a permanente cobertura do lixo a baixo custo.

## Saiba mais

É importante salientar o aspecto de vida útil do aterro, uma vez que é grande a dificuldade de se encontrar novos locais próximos ao centro gerador, em virtude da rejeição natural que a população tem de morar perto de um local de disposição de lixo. Esse comportamento é chamado de efeito NIMBY- Not in my back Yard(não no meu jardim)

## b) Critérios econômicos e financeiros

- **Distância ao centro geométrico de coleta** - É desejável que o percurso de ida (ou de volta) que os veículos de coleta fazem até o aterro, através das ruas e estradas existentes, seja o menor possível, com vistas a reduzir o seu desgaste e o custo de transporte do lixo.
- **Custo de aquisição do terreno** - Se o terreno não for de propriedade da prefeitura, deverá estar, preferencialmente, em área rural, uma vez que o seu custo de aquisição será menor do que o de terrenos situados em áreas industriais.
- **Custo de investimento em construção e infra-estrutura** - É importante que a área escolhida disponha de infra-estrutura completa, reduzindo os gastos de investimento em abastecimento de água, coleta e tratamento de esgotos, drenagem de águas pluviais, distribuição de energia elétrica e telefonia.
- **Custos com a manutenção do sistema de drenagem** - A área escolhida deve ter um relevo suave, de modo a minimizar a erosão do solo e reduzir os gastos com a limpeza e manutenção dos componentes do sistema de drenagem.

### c) Critérios Político-Sociais

- **Distância de núcleos urbanos de baixa renda** - Aterros são locais que atraem pessoas desempregadas, de baixa renda ou sem outra qualificação profissional, que buscam a catação do lixo como forma de sobrevivência e que passam a viver desse tipo de trabalho em condições insalubres, gerando, para a prefeitura, uma série de responsabilidades sociais e políticas. Por isso, caso a nova área se localize próxima a núcleos urbanos de baixa renda, deverão ser criados mecanismos alternativos de geração de emprego e/ou renda que minimizem as pressões sobre a administração do aterro em busca da oportunidade de catação. Entre tais mecanismos poderão estar iniciativas de incentivo à formação de cooperativas de catadores, que podem trabalhar em instalações de reciclagem dentro do próprio aterro ou mesmo nas ruas da cidade, de forma organizada, fiscalizada e incentivada pela prefeitura.
- **Acesso à área através de vias com baixa densidade de ocupação** - O tráfego de veículos transportando lixo é um transtorno para os moradores das ruas por onde estes veículos passam, sendo desejável que o acesso à área do aterro passe por locais de baixa densidade demográfica
- **Inexistência de problemas com a comunidade local** - É desejável que, nas proximidades da área selecionada, não tenha havido nenhum tipo de problema da prefeitura com a comunidade local, com organizações não-governamentais (ONG's) e com a mídia, pois esta indisposição com o poder público irá gerar reações negativas à instalação do aterro.

## Priorização dos critérios de seleção

Na sequência, apresenta-se uma sugestão de metodologia para a priorização de área em avaliação para a implantação de um aterro.

A critério da equipe técnica responsável pelo processo de escolha da área, e de maneira justificada, estabelece-se a prioridade de atendimento dos critérios técnicos, econômicos e políticos sociais como apresentado na Tabela (C4).

A ordem de prioridade aqui proposta pode ser alterada, sendo que sempre a prioridade de ordem mais elevada é aquela que diz respeito ao atendimento das exigências legais.

Critério	Prioridade
Atendimento à legislação ambiental	1
Atendimento aos critérios político-sociais	2
Atendimento aos principais critérios econômicos	3
Atendimento aos principais critérios técnicos	4
Atendimento aos demais critérios econômicos	5
Atendimento aos demais critérios técnicos	6

Tabela C4: Hierarquização dos critérios  
Fonte: do autor

## Seleção da melhor área

O local selecionado para se implantar um aterro sanitário deve ser aquele que atenda ao maior número de critérios, dando-se ênfase aos critérios de maior prioridade. A seleção da melhor área para implantação do aterro sanitário deve ser precedida de uma análise individual de cada área selecionada com relação a cada um dos diversos critérios apresentados, fornecendo-se a justificativa que permita considerar o critério “totalmente atendido”, o “atendido parcialmente através de obras” ou o “não atendido”.

Quando os atributos naturais do terreno selecionado não forem suficientes para atender integralmente ao critério analisado, tais deficiências deverão ser sanadas através da implementação de soluções da moderna engenharia, de forma a que o critério seja atendido. Para que se possa efetuar a escolha da melhor área, é necessário que se fixem pesos, tanto para as prioridades, quanto para o atendimento aos critérios selecionados, como exemplificado na Tabela C5.

Aqui também, os pesos podem ser alterados de acordo com os especialistas envolvidos na tomada de decisão de buscas das áreas.

Para a escolha da melhor área, é necessário o estabelecimento de pesos, para as prioridades e para o atendimento aos critérios selecionados (Tabela C5).

Prioridade dos critérios	Peso
1	10
2	6
3	4
4	3
5	2
6	1
Tipo de atendimento	Peso
Total (T)	100%
Parcial (P)	50%
Não atendido (N)	0%

Tabela C5: Pesos dos critérios e tipos de atendimento

Fonte: do autor

## Escolha da melhor área

Será considerada melhor área aquela que obtiver o maior número de pontos após a aplicação dos pesos às prioridades e ao atendimento dos critérios. Para melhor entendimento, é apresentado o exemplo de um Município que deve escolher entre três áreas selecionadas, com as características fornecidas na Tabela C6.

Critérios	Prioridade	Atendimento		
		Área 1	Área 2	Área 3
Proximidade a cursos d'água	1	T	T	T
Proximidade a núcleos residenciais	1	T	P	T
Proximidade a aeroportos	1	P	T	T
Distância do lençol freático	1	P	P	T

Distância de núcleos de baixa renda	2	T	T	P
Vias de acesso com baixa ocupação	2	P	P	P
Problemas com a comunidade	2	N	P	T
Aquisição do terreno	3	P	P	T
Investimento em infraestrutura	3	T	T	P
Vida útil mínima	4	P	T	T
Uso do solo	4	T	T	T
Permeabilidade do solo natural	4	P	P	P
Extensão da bacia de drenagem	4	P	P	T
Acesso a veículos pesados	4	T	P	P
Material de cobertura	4	N	P	T
Manutenção do sistema de drenagem	5	P	P	T
Distância ao centro de coleta	6	T	P	P

T – Atende Totalmente; P – Atende Parcialmente, N – Não atende

Tabela C6: Nível de atendimento das prioridades

Fonte: do autor

A seleção da melhor área para implantação do aterro sanitário deve ser precedida de uma análise individual de cada área selecionada com relação a cada um dos diversos critérios apresentados, fornecendo-se a justificativa que permita considerar o critério “totalmente atendido”, o “atendido parcialmente através de obras” ou o “não atendido”.

A Tabela C7 apresenta o resultado obtido pela somatória da pontuação de cada área e os níveis de atendimento de cada critério.

Critérios	Pontos da Prioridade	Pontos de atendimento (%)			Pontuação das áreas		
		Área 1	Área 2	Área 3	Área 1	Área 2	Área 3
Proximidade a cursos d'água	10	100	100	100	10	10	10
Proximidade a núcleos residenciais	10	100	50	100	10	5	10
Proximidade a aeroportos	10	50	100	100	5	10	10

Distância do lençol freático	10	50	50	100	5	5	10
Distância de núcleos de baixa renda	6	100	100	50	6	6	3
Vias de acesso com baixa ocupação	6	50	50	50	3	3	3
Problemas com a comunidade	6	0	50	100	0	3	6
Aquisição do terreno	4	50	50	100	2	2	4
Investimento em infraestrutura	4	100	100	50	4	4	2
Vida útil mínima	3	50	100	100	1,5	3	3
Uso do solo	3	100	100	100	3	3	3
Permeabilidade do solo natural	3	50	50	50	1,5	1,5	1,5
Extensão da bacia de drenagem	3	50	50	100	1,5	1,5	3
Acesso a veículos pesados	3	100	50	50	3	1,5	1,5
Material de cobertura	3	0	50	100	0	1,5	3
Manutenção do sistema de drenagem	2	50	50	100	1	1	2
Distância ao centro de coleta	1	100	50	50	1	0,5	0,5
<b>Pontuação Final</b>					62	62	76

Tabela C7: Análise quantitativa das áreas pré-determinadas

Fonte: do autor

O local selecionado para implantar um aterro sanitário deve ser aquele que atenda ao maior número de critérios, dando-se ênfase aos critérios de maior prioridade (tabela C7). Neste exemplo, a área mais indicada é área 3.

Nesse caso, deve-se realizar a etapa de elaboração do projeto e solicitação da licença ambiental.

A seleção de áreas para disposição final de resíduos sólidos pode empregar ferramentas modernas, como é o caso do geoprocessamento, onde se observa importante melhora na qualidade dos resultados e facilidades em toda a operação. A área de conhecimento denominada geoprocessamento, utiliza na manipulação de informação georreferenciada diferentes técnicas, instrumentos, hardware e software, de forma a coletar, armazenar e processar dados geocodificados. A ferramenta de maior destaque dentro do geoprocessamento é o Sistema de Informação Geográfica (SIG), e provavelmente por essa razão muitas vezes os termos são utilizados como sinônimos, sendo que na verdade o segundo está contido no primeiro (GOMES et al., 2001). Na ausência das ferramentas de geoprocessamento, esta etapa pode ser realizada aplicando-se em uma análise manual os mesmos critérios. O uso do geoprocessamento

implica apenas aceleração do processo, não sendo, contudo, exigência básica.

### Saiba mais

Para saber mais sobre o uso do geoprocessamento na determinação de áreas para aterro, leia o artigo “Método para a Seleção de Áreas para a Disposição de Resíduos Sólidos Urbanos”

## RESUMO

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

1. seleção preliminar das áreas disponíveis no Município;
2. estabelecimento do conjunto de critérios de seleção;
3. definição de prioridades para o atendimento aos critérios estabelecidos;
4. análise crítica de cada uma das áreas levantadas frente aos critérios estabelecidos e priorizados;
5. Seleção da área que atenda à maior parte das restrições através de seus atributos naturais.

### Seleção preliminar das áreas disponíveis

O quadro abaixo apresenta os principais critérios classificados de acordo com sua especificidade

CRITÉRIOS	TIPOS
<b>Técnicos</b>	Uso do solo; Proximidade dos cursos d’água relevantes; Proximidade a núcleos residenciais urbanos; Proximidade a aeroportos; Distância do lençol freático; Vida útil mínima; Permeabilidade do solo natural; Extensão da bacia de drenagem; Facilidade de acesso a veículos pesados; Disponibilidade de material de cobertura.
<b>Econômicos</b>	Distância ao centro geométrico de coleta; Custo de aquisição do terreno; Custo de investimento em construção e infra-estrutura; Custos com a manutenção do sistema de drenagem.
<b>Sócio-Políticos</b>	Distância de núcleos urbanos de baixa renda; Acesso à área através de vias com baixa densidade de ocupação; Inexistência de problemas com a comunidade local.

Tabela C8: Critérios e sua classificação  
Fonte: do autor

No quadro a seguir são apresentados critérios técnicos segundo as normas NBR 13896 e NBR 10157

ITEM	NBR 13896/97	NBR 10157/87
Topografia do terreno (declividade)	1 a 30% (> 30% a critério do OCA)	1 a 20%

Distância mínima entre a base do aterro e o lençol freático	1,5 m	
Coefficiente de permeabilidade do material predominante no subsolo	< 5 x 10-5 cm/s (até 10-4 cm/s a critério do OCA)	5 x 10-5 cm/s
Distância mínima de coleção hídrica	200 m (alterada a critério do OCA)	
Vida útil mínima	10 anos (recomendado)	
Distância mínima de núcleos populacionais	500 m (recomendado)	
Período de recorrência da área sujeita a inundação	100 anos	
Número mínimo de poços de monitoramento de águas subterrâneas	4 (1 a montante e 3 a jusante no sentido do fluxo de deslocamento do lençol freático)	
Período de monitoramento de águas subterrâneas	20 anos após fechamento	
Impermeabilização artificial do terreno	Obrigatória se o coeficiente de permeabilidade for superior a 10-6 cm/s e a zona não saturada for inferior a 3m	Obrigatório
Sistema de drenagem de líquidos percolados	- instalado imediatamente acima da impermeabilização - evitar a formação de lâminas de percolado superior a 30 cm	
Sistema de tratamento de líquidos percolados	- pode ser dispensado a critério do OCA - monitoramento mínimo trimestral	
Sistema de drenagem de águas superficiais	Suportar chuva de picos de 5 anos	Suportar chuva de pico de 25 anos
Sistema de detecção de vazamentos	Obrigatório (dispensado a critério do OCA)	Obrigatório
Captação e tratamento de emissões gasosas	Obrigatório	

OCA – Órgão de Controle Ambiental

Tabela C9: Critérios técnicos  
Fonte: NBR 13896 e nbr 10157