

Avaliação de áreas utilizadas para disposição de resíduos sólidos urbanos

RESUMO

A disposição de resíduos sólidos urbanos em locais sem infraestrutura de proteção ao meio ambiente pode ser responsável pela contaminação do solo, águas e ar por meio da emissão de efluentes líquidos e gasosos. Mesmo após o encerramento das atividades de disposição, os resíduos e seus efluentes podem continuar contaminando o meio. A metodologia proposta visa de auxiliar na avaliação do perigo potencial a que estão sujeitas estas áreas, com o objetivo de encerrá-las e reintegrá-las ao contexto urbano adequado. O resultado da avaliação apontará diferentes níveis de cuidados a serem tomados em relação à necessidade de remediação e monitoramento posterior.

PALAVRAS-CHAVE: Aterro de lixo, Pós-ocupação, Impacto ambiental, Lixiviado, Classificação, Avaliação multicritério.

ABSTRACT

The disposition of municipal solid waste in sites without infrastructure of protection to the environment may be responsible for soil, water and air contamination due to the emission of gaseous and liquids effluent. Even after the closing of the disposal activities the waste and its effluents may continue contaminating the environment. The proposed assessment system may helps with the evaluation of the potential dangerous that those sites are submitted, with the objective of close them down and reinstate them in an adjusted urban context. The result of the evaluation will point different levels of cares in relation to the procedures to be taken how much to its closing and the posterior monitoring.

KEYWORDS: Waste landfill; Later occupation; Environmental impact; Leachate; Classification; Multicriteria evaluation.

Adriana Soares de Schueler

Arquiteta, D.Sc. em Geotecnia Ambiental pela Profa. do Departamento de Arquitetura e Urbanismo do IT/UFRuRJ.

E-mail: aschueler@ufrj.br

Claudio Mahler

D.Sc. L.D. Prof. do Programa de Engenharia Civil da COPPE/UFRJ

INTRODUÇÃO

Existem em grande número, áreas que foram utilizadas para disposição de resíduos sólidos urbanos (RSU), normalmente sem infraestrutura de proteção ambiental. Esses locais, mesmo que tenham recebido um gerenciamento adequado antes de seu encerramento, visando à proteção ambiental, não costumam ter um histórico documentado sobre os eventos neles ocorridos.

Nos EUA, a USEPA, com a experiência do programa de controle de áreas contaminadas, conhecido como "Superfund", verificou que algumas áreas, como os aterros de RSU, têm características similares e as medidas de remediação poderiam ser presumidas, o que reduziria tempo e custo, principalmente com investigações detalhadas. A remediação presumida deve enfatizar a utilização de dados existentes, tanto quanto possível, a não ser que existam informações que indiquem a necessidade de investigações mais detalhadas. A estratégia de amostragem deve ocorrer por fases, aumentando o grau de detalhamento conforme a necessidade. (USEPA, 1997a in Silva F. et al, 2001)

Na cidade de São Paulo, a Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SMMA), com a colaboração do Departamento de Limpeza Urbana (Limpurb), realizou um levantamento sobre a viabilidade ambiental da implantação de parques/áreas verdes em seis aterros encerrados. O estudo justificou-se, entre outros, pela necessidade de serem estabelecidos critérios para a ocupação de antigos aterros, com uso para parque/áreas verdes, considerando que estes locais constituem-se áreas degradadas, com características muito específicas, tais como a emissão de gases, comportamento geotécnico, a capacidade de suporte do solo de cobertura para a implantação de vegetação, a exposição dos futuros usuários a potenciais emissões. Uma melhor investigação dessas áreas representa uma otimização de tempo e recursos financeiros, quando da implantação do futuro uso (Silva F. et al, 2001).

Na Alemanha foi desenvolvido

(Heitefuss et al., 1994) um sistema de avaliação antigos aterros de RSU em que, a partir de indicadores de risco, são criadas listas de prioridades para solução dos problemas locais. A avaliação consiste de duas etapas. A primeira refere-se à coleta de dados sobre cada aterro. A segunda se refere ao emprego de matrizes de análise do risco de contaminação ao meio ambiente e segurança da população. O somatório das diversas matrizes permite alcançar uma pontuação de risco na qual, o aterro com maior valor recebe prioridade de solução.

No presente trabalho, é proposto o estabelecimento de critérios para avaliação de aterros de disposição de RSU que estão tendo suas atividades encerradas, bem como para aqueles que já foram fechados há mais tempo, considerando-se a contaminação potencial provocada pelo seu lixiviado. Foi baseado em um monitoramento desenvolvido durante 1 ano no entorno de um aterro de RSU sem infraestrutura de proteção ao meio ambiente (Schueler, 2005), em que foram analisados o solo, as águas subterrâneas, as águas escoadas superficialmente por sobre o resíduo descoberto, bem como as águas do rio que corria aproximadamente a 70 m, longitudinalmente, à jusante do aterro.

O objetivo deste trabalho é auxiliar as decisões de projeto no que se refere ao encerramento adequado e remediação, quando é o caso, visando a reintegração da área num contexto urbano adequado. São utilizadas matrizes para pontuação a partir da utilização de indicadores de perigos potenciais ao meio ambiente e ao ser humano. O resultado da avaliação aponta diferentes níveis de cuidados em relação aos procedimentos a serem adotados quanto ao seu fechamento e ao monitoramento posterior.

MÉTODO

A avaliação da área estudada foi baseada em observações da hidromorfologia do local, na caracterização física do resíduo, em ensaios feitos no solo e no monitoramento das águas superficiais e subterrâneas do entorno do aterro.

A amostragem das águas subterrâneas foi desenvolvida mensalmente

em 5 poços perfurados para este fim. As amostras de água do rio foram tomadas antes e depois de passarem pelo aterro. Foram analisados pH, condutividade elétrica, DQO, DBO, cloreto, sulfato, amônia, potássio, cálcio, magnésio, ferro e manganês, cádmio, cobre, chumbo, cromo, níquel, e zinco.

Quanto ao solo foi ensaiada sua permeabilidade e foram coletadas amostras para caracterização física e desenvolvido um ensaio de coluna em laboratório, com objetivo de determinar sua capacidade de retenção de contaminantes. Além disso, foram feitas análises químicas em amostras coletadas em 5 profundidades junto a cada um dos 5 poços de monitoramento de água, em que foram analisados os mesmos parâmetros medidos nas águas.

A partir das informações adquiridas pelos ensaios e observação do local foram propostos critérios para avaliação das áreas, apresentados em matrizes.

Matrizes para avaliação de aterro

A avaliação é feita por meio do preenchimento de matrizes a partir de informações sobre a área. São utilizados parâmetros relacionados à contaminação potencial provocada pelo lixiviado do aterro de RSU. O somatório dos valores obtidos nas matrizes permite alcançar uma pontuação que pode ser utilizada como sinalizador da necessidade de intervenções. Dependendo das características de geração potencial de lixiviado do aterro e da capacidade potencial deste atingir o solo, as águas, as áreas especiais de proteção ambiental e a população, poderão ser requeridas intervenções com diferentes níveis de cuidado e urgência, e monitoramento após o fechamento.

Na Matriz 1 (Tabela 1) é avaliado o aterro a partir da produção potencial de chorume. Neste trabalho considera-se chorume apenas a fração do efluente líquido produzida pela degradação da matéria orgânica, ou seja, mesmo que um aterro de RSU esteja perfeitamente protegido contra a infiltração de água de chuva, é produzido o chorume decorrente do processo de biodegradação da matéria orgânica e da

umidade inicial do próprio RSU. Nesta matriz são relacionados o volume total do aterro e a idade da última disposição de resíduo. Normalmente não se possui nenhum histórico do material que foi depositado no aterro, bem como o controle de entrada em muitos casos não é ou não foi feito por longos períodos. Desta forma, está sendo considerado neste trabalho, que o resíduo urbano, além de ser composto por resíduos residenciais, comerciais e públicos, pode também conter resíduos provenientes de pequenas ou médias indústrias, serviço de saúde entre outros.

A produção do chorume é governada pela decomposição biológica do resíduo. Apesar de as divisões de fases em que se encontra o processo de estabilização do resíduo não terem limites de tempo rigorosos, estão sendo consideradas três

faixas principais:

Até 5 anos: Os poluentes carregados no chorume geralmente alcançam valores máximos durante os primeiros anos de operação do aterro (2-3 anos) e decrescem gradualmente durante os anos seguintes. Essa tendência é geralmente aplicável à matéria orgânica dissolvida e aos principais íons inorgânicos (metais pesados, cloreto, sulfato, etc.) (IPT/Cempre, 2000 e Andreatolla et al, 1997);

5 a 30 anos: A velocidade da decomposição do resíduo, depois que chega ao seu máximo, baixa lentamente continuando até 25 anos ou mais (Tchobanoglous, 1997). Estes valores foram encontrados a partir de medições de gás.

Mais do que 30 anos: Não foram encontradas na literatura, análises da concentração de lixiviado de aterro de

resíduos sólidos urbanos com mais de 30 anos. Nesta idade, no entanto, já não é esperada produção de gás significativa, o que indica que o processo de estabilização do resíduo encontra-se bastante evoluído, o que influencia na diminuição da produção de lixiviado. A atribuição de valores da matriz 1 foi feita de 1 a 25, linearmente, de modo que, para um mesmo volume de RSU, as opções mais antigas receberam pontuações mais baixas.

Foram considerados pequenos e potencialmente pouco produtores de chorume, aterros de até 30.000 m³. Aterros com mais de 130.000 m³ de resíduos foram considerados relativamente grandes e por isso com maior capacidade de geração de chorume.

A Matriz 2 (Tabela 2) apresenta a

Tabela 1: Matriz de Avaliação do aterro

AVALIAÇÃO DO ATERRO					
Volume m ³	Idade do RSU (anos) – tempo a partir da última disposição de RSU				
	até 6	6 a 12	12 a 18	18 a 24	24 a 30 ou mais
Maior que 100.000	21	22	23	24	25
60.000 a 80.000	16	17	18	19	20
40,000 a 60.000	11	12	13	14	15
20,000 a 40.000	6	7	8	9	10
Menor que 20.000	1	2	3	4	5

avaliação da base do aterro. Nela são relacionadas a permeabilidade e a espessura da faixa de solo não saturado abaixo do aterro. Seu objetivo é pontuar a capacidade do lixiviado atingir o aquífero. Deve-se conhecer a profundidade do lençol freático, o padrão de fluxo subterrâneo, a amplitude da variação regional do lençol freático, de acordo com as estações do ano, a qualidade das águas subterrâneas e risco de contaminação do aquífero.

A variação do nível freático é função, principalmente, da frequência e intensidade das chuvas, da evapotranspiração, da permeabilidade do solo e da topografia. Assim sendo, é possível concluir que, o nível freático encontra-se em maior profundidade em regiões áridas.

Teoricamente, quanto mais profundo for o nível freático, mais protegido estará o aquífero, já que haverá mais espaço para que se processem as depurações físicas, químicas e biológicas dos líquidos lixiviados.

A norma NBR 13896 (ABNT, 1997) estabelece como condição ideal para a instalação de um aterro, o local que possui camada de solo homogêneo de 3,0 m de espessura com coeficiente de permeabilidade de 10-6 cm/s. Não é recomendada a construção de aterros em áreas com predominância de solo com permeabilidade maior ou igual a 50-4 cm/s, mesmo utilizando-se impermeabilizações complementares. Estão sendo consideradas três faixas de valores para permeabilidade

do solo, sugeridos nas normas brasileiras. Para baixa e alta permeabilidade foram adotados os valores de $K = 10^{-6}$ cm/s e $K = 10^{-3}$ cm/s respectivamente. As faixas medianas de permeabilidade compreendem os intervalos limitados por 10^{-4} e 10^{-5} cm/s.

A atribuição de valores da matriz 2 foi feita de 1 a 25, linearmente, de modo que as permeabilidades mais baixas receberam menores valores. Nesta avaliação está sendo considerada apenas a permeabilidade como característica que influencia a capacidade do lixiviado de atingir o aquífero. A importância deste parâmetro se relaciona ao transporte de contaminantes por advecção, que ocorre devido ao fluxo de água e, por isso, é responsável pela

contaminação de maior alcance, quando comparada ao transporte por difusão.

O transporte difusivo é um mecanismo importante em solos de baixa permeabilidade, como é o caso de solos de

base e cobertura de aterros de resíduos. Na cobertura o solo pode ser contaminado por difusão, pela diferença de concentração de contaminantes entre o interior do aterro e a superfície. O mesmo pode ocorrer no solo

da base, não apenas o que se encontra sob o aterro, mas na sua borda também.

Tabela 2: Matriz de Avaliação da base do aterro

AVALIAÇÃO DA BASE DO ATERRO					
Permeabilidade do solo (cm/s)	Espessura da zona de vadoze ¹ (m)				
	até 1	1 a 2	2 a 3	3 a 4	4 a 5
Maior que 10^{-3}	21	22	23	24	25
$10^{-3} > k > 10^{-4}$	16	17	18	19	20
$10^{-4} > k > 10^{-5}$	11	12	13	14	15
$10^{-5} > k > 10^{-6}$	6	7	8	9	10
Menor que 10^{-6}	1	2	3	4	5

1 faixa de solo não saturado, acima do nível freático

Matriz 3

A Matriz 3 (Tabela 3) apresenta a avaliação das características do uso do solo no entorno do aterro. São relacionados tanto o tipo de ocupação quanto os recursos naturais potencialmente afetados, com a proximidade ao aterro de RSU. Seu objetivo é pontuar a capacidade dos efluentes atingirem os habitantes expostos da região e recursos naturais. O objetivo é pontuar a possibilidade dos efluentes de alcançarem e afetarem a população local e as zonas especiais no que diz respeito aos recursos naturais. Foram considerados cinco tipos de uso, que se relacionam à proximidade do aterro às áreas de proteção ambiental, corpos hídricos, tipo de ocupação (residencial, comercial, industrial) e agricultura.

A proximidade do aterro aos núcleos urbanos propicia, em diversos níveis, a exposição antrópica aos efluentes do resíduo. Em relação ao lixiviado, o contato pode se dar tanto pela contaminação das águas subterrâneas e superficiais e do solo, como por via aérea, pelo ar contaminado pela evaporação do efluente. A água contaminada pode ser utilizada por animais domésticos e de

criação para abate, rega de plantas, inclusive hortaliças, bem como pelo contato direto por meio de poços e mesmo para o lazer. O solo contaminado superficialmente, quando ocorre afloramento de lixiviado, pode estar sendo utilizado para hortas, jardins, área de lazer entre outros.

Aparentemente, a concentração de pessoas em um determinado espaço acelera os processos de degradação ambiental, e isso costuma ser acentuado em núcleos residenciais de baixa renda. A precariedade sanitária que as instalações costumam apresentar gera maior suscetibilidade às influências do contato com o aterro de RSU. Nestes locais é usual a negligência em relação a autoproteção e à proteção ambiental tanto pela ignorância e falta de recursos por parte dos moradores, como pela dificuldade de fiscalização por parte do poder público. Quando a área residencial apresenta-se com habitações de baixa renda adiciona-se 1 ponto na pontuação equivalente.

A avaliação dos recursos naturais potencialmente afetados, são relacionados à proximidade do aterro a áreas ambientais protegidas ou corpos hídricos. Seu objetivo é pontuar a capacidade dos efluentes atingirem zonas especiais no que diz

respeito ao meio ambiente natural. Segundo a Portaria Minter no. 124 de 20 de agosto de 1980 não podem ser instalados empreendimentos potencialmente poluentes a menos de 200 m de corpos d'água.

Estão sendo consideradas Zonas de Preservação Ambiental as regiões urbanas que, por suas características e pela tipicidade da vegetação, destinam-se à preservação e à recuperação de ecossistemas, visando garantir espaço para a manutenção da diversidade das espécies e propiciar refúgio à fauna assim como proteger as nascentes e as cabeceiras de cursos d'água. São consideradas Zonas de Proteção, as regiões sujeitas a critérios urbanísticos especiais, que determinam a proteção ambiental de áreas, tendo em vista o interesse público na proteção.

A atribuição de valores foi feita de 1 a 25, linearmente, de modo que as zonas urbanas em que o tempo de permanência da população seja menor, e as maiores distâncias ao aterro de RSU sejam maiores, receberam pontuações mais baixas. As zonas que necessitam maior proteção, e as menores distâncias ao aterro de RSU, receberam pontuações mais altas.

A Matriz 4 (Tabela 1) apresenta a avaliação da dinâmica da hidrologia de

Tabela 3: Matriz 3, Uso do solo

Distância (m)	USO DO SOLO				
	Zonas de preservação	Zonas residencial, comercial / industrial / serviços	Corpos hídricos	Zonas de proteção ambiental	Agricultura
até 200	21	22 (+1)	23	24	25
200 a 400	16	17 (+1)	18	19	20
400 a 600	11	12 (+1)	13	14	15
600 a 800	6	7 (+1)	8	9	10
800 a 1000	1	2 (+1)	3	4	5

superfície - capacidade de haver alagamento ou escoamento superficial - e sua localização em relação ao aterro. Foram selecionados indicadores que influenciam a capacidade de drenagem natural do lixiviado e das águas que escoam pela superfície do aterro bem como a possibilidade da presença dessas águas. A pontuação foi determinada de modo que, áreas em regiões cujo balanço hídrico é negativo sempre recebem valores menores do que as áreas similares, localizadas em regiões com o balanço hídrico positivo.

São recomendáveis áreas com baixa declividade, porém com um desnível

natural ou uma elevação, para minimizar o escoamento das águas superficiais para o interior do aterro.

As condições climáticas devem ser consideradas. O balanço hídrico mensal, calculado a partir de dados como o regime de chuvas, precipitação pluviométrica, incidência solar, evapotranspiração, é de importância fundamental para a geração de efluentes em um aterro de RSU. Áreas muito chuvosas podem aumentar a produção de lixiviado.

A atribuição de valores foi feita de 1 a 25, sob o critério qualitativo de modo que áreas que recebem o mesmo valor

apresentam, a princípio, o mesmo perigo potencial. As piores condições são as com balanço hídrico positivo durante todo o ano. A Região Sujeita a Forte Escoamento Superficial (Figura 1), é aquela em que o balanço hídrico é positivo em alguma época do ano e as características topográficas de declividade possibilitam o forte escoamento superficial. Esta situação topográfica permite uma forte erosão da superfície, carreamento de sedimentos e transportar líquido até maiores distancias.

A • Quando isto ocorre a montante do aterro, poderá ser observado um aumento

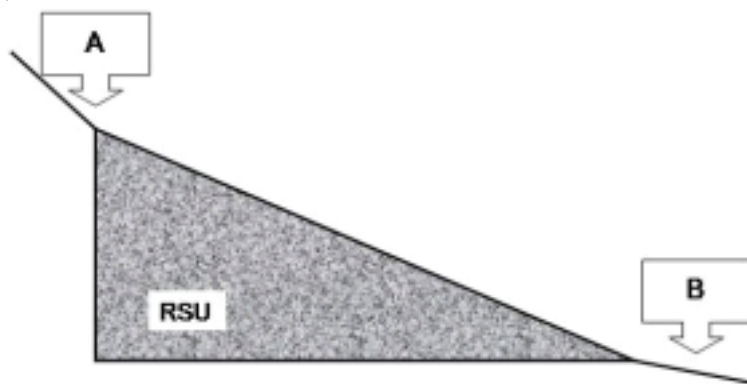


Figura 1: Esquema das alternativas da categoria região sujeita a forte escoamento superficial

de água atingindo o aterro, o que contribui para uma maior formação de lixiviado, o que é um aspecto negativo.

B • Quando isso ocorre à jusante, o escoamento superficial que pode estar contaminado pelo lixiviado, tenderá a

atingir mais rápido maiores distancias, o eu também é um aspecto negativo.

É entendido como Região Inundável, (Figura 2) aquela em que as características topográficas possibilitam condições de alagamento. Em locais

alagados, tende a ocorrer infiltração e evaporação.

C • Quando isto ocorre no entorno do aterro, a montante, a infiltração tende a servir como recarga do aquífero com água não contaminada pelo lixiviado o que, a

princípio pode ser considerado um aspecto positivo. No entanto há a possibilidade de ocorrer fluxos preferenciais para o interior do aterro, o que pode aumentar a sua umidade e, conseqüentemente, o volume de lixiviado.

D • Quando a mesma situação

ocorre a jusante do aterro, o local alagado pode estar contaminado pelo lixiviado do aterro. Neste caso, o líquido poderá infiltrar causando contaminação da superfície do solo até atingir o aquífero ou evaporar, o que se apresenta como um aspecto bastante negativo.

E • Quando a situação ocorre sobre o aterro, a infiltração tende a aumentar sua umidade e conseqüentemente a geração de lixiviado.

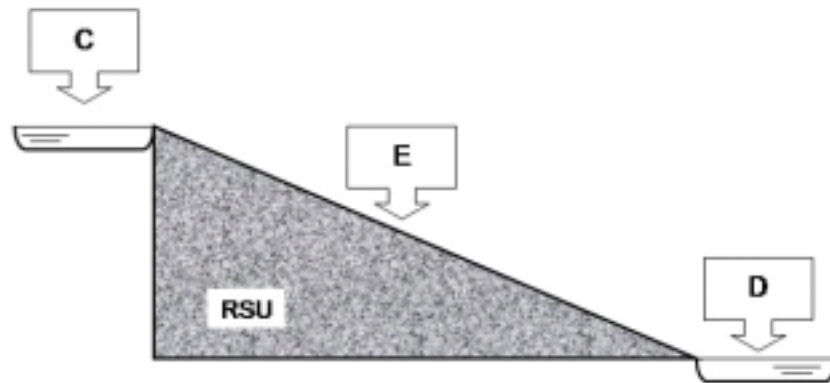


Figura 2: Esquema das alternativas da categoria região inundável

Tabela 4: Matriz de Avaliação da hidrologia superficial

Balanço Hídrico	AVALIAÇÃO DA HIDROLOGIA SUPERFICIAL				
	Região sujeita à forte escoamento superficial		Região inundável		
	A jusante do aterro	A montante do aterro	A montante do aterro	A jusante do aterro	Sobre o aterro
Balanço Hídrico positivo por todo o ano	21	22	23	24	25
Balanço Hídrico positivo até 9 meses no ano	16	17	18	19	20
Balanço Hídrico positivo até 6 meses no ano	11	12	13	14	15
Balanço Hídrico positivo - até 3 meses no ano	6	7	8	9	10
Balanço Hídrico negativo por todo o ano	1	2	3	4	5

PONTUAÇÃO

Os valores foram distribuídos nas matrizes de modo que a matriz 1, referente ao potencial de geração de lixiviado, e a

matriz 2, referente à capacidade do lixiviado atingir o aquífero, contribui cada uma com 30% do total da pontuação, totalizando 60%. Estas matrizes receberam maior peso pela maior dificuldade relativa de se solucionar

as questões envolvidas. A matriz 3, referente aos recursos naturais e população potencialmente atingida pelo contato com o efluente, contribui com 20% do total da pontuação. A matriz 4, referente às condições

climáticas que influenciam a geração de efluente e nas condições topográficas que influenciam a capacidade de drenagem natural do líquido aflorado ou escoado superficialmente, contribui com 20% do total da pontuação. A pontuação total será: Matriz 1 + Matriz 2 + (máximo valor encontrado nas matrizes 3) + (máximo valor encontrado na Matriz 4)

O resultado será utilizado para classificação da área em três categorias possibilitou uma pontuação final e um código de cores, representado pelo Verde, Amarelo e Vermelho, que se relacionam aos níveis de cuidados ambientais pós-fechamento. As faixas de pontuação estabelecidas para as categorias Verde e Vermelha foram limitadas a partir da soma dos valores considerados mínimos e máximos - representados nas matrizes em células verdes e vermelhas respectivamente - em cada uma das matrizes. A faixa de pontuação para a categoria Amarela foi determinada pelos valores intermediários. Dessa forma a área passa por uma avaliação inicial em relação à contaminação potencial provocada ao meio ambiente. A avaliação inicial deve ser confirmada por meio de análises químicas das águas subterrâneas, e a partir daí, determinadas as ações de fechamento com remediação se necessário. Depois de fechado o aterro, é necessário o monitoramento das águas subterrâneas, que irá variar segundo a categoria em que a área está inserida.

Até 20 pontos: Categoria Verde' A avaliação inicial indica aterros cuja contaminação potencial ao meio é considerada baixa. Sua confirmação é feita por meio de análises químicas das águas subterrâneas, cujos resultados devem apresentar teores que não excedam às referências da região. A área deverá passar por um monitoramento desenvolvido em duas fases:

a) Durante o 1º ano, para que sejam identificados períodos críticos em relação a eventual presença de contaminação é proposto um monitoramento trimestral.

b) Depois disso o monitoramento passa a ser anual durante 5 anos.

Caso não haja alteração provocada pelo lixiviado do RSU no aquífero superficial, a área pode ser considerada ambientalmente

saudável em relação à contaminação provocada pelo lixiviado.

De 21 a 60 pontos: Categoria Amarela ' A avaliação inicial indica aterros cuja contaminação potencial ao meio é considerada média. A confirmação é feita por meio de análises químicas das águas subterrâneas, cujos resultados apresentam teores mais elevados do que as referências da região. Neste caso são necessárias ações visando à proteção do meio ambiente local. Depois disso deverá ser desenvolvido um monitoramento com análises químicas das águas subterrâneas, dividido em 3 fases.

a) Monitoramento trimestral durante 1 ano, para que sejam identificados períodos críticos em relação à contaminação do aquífero.

b) O monitoramento semestral até que os resultados apresentem valores que não excedam as referências da região.

c) Idem ao item b da categoria Verde. De 61 a 100 pontos: Categoria Vermelha ' A avaliação inicial indica aterros cuja contaminação potencial ao meio é considerada alta. A confirmação é feita por meio de análises químicas das águas subterrâneas, cujos resultados apresentam teores iguais ou mais elevados do que os Valores Máximos Permitidos para as substâncias pela portaria 518 do Ministério da Saúde. São necessárias ações urgentes visando à proteção do meio ambiente local. Depois disso deverá ser desenvolvido um monitoramento com análises químicas das águas subterrâneas, dividido em 3 fases.

a) Monitoramento trimestral das águas subterrâneas com análises químicas, até que os resultados apresentem valores de concentração de contaminantes mais baixos do que os Valores Máximos Permitidos para as substâncias pela portaria 518 do Ministério da Saúde para as substâncias tóxicas presentes no percolado.

b) Depois disto seguir as orientações para a categoria amarela b e c.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Depois de feita a avaliação inicial da área, diagnosticado o passivo ambiental, (identificação da contaminação da atmosfera, presença de catadores, presença

de animais, falta de compactação da cobertura, espalhamento dos resíduos, criadouros de mosquitos, contaminação do lençol freático, populações expostas, etc) e obtidas informações sobre a presença de lixiviado e a influência que este exerce no seu entorno, é importante considerar o nível de recuperação necessário. Normalmente são necessários cuidados como instalação de sistema de drenagem superficial, remoção de resíduos próximos a curso d'água, quando o aterro está situado próximo a áreas alagadas, construção de sistema de drenagem de percolado, instalação de drenos de gás, retaludamento e cobertura dos resíduos.

Deve-se considerar que áreas que foram usadas para disposição de resíduos, depois de encerradas, muitas vezes tornam-se locais de potencial interesse para ocupação por população de baixa renda. Sabendo-se que esses antigos aterros podem continuar produzindo efluentes e contaminando o entorno durante muitos anos, é importante que não sejam simplesmente abandonados, mas que tenham um destino adequado ao contexto urbano, podendo ser fiscalizados para evitar sua ocupação irregular.

O método de avaliação aqui proposto visa contribuir ao estabelecimento de critérios para a reintegração urbana dos antigos aterros, direcionando a investigação destas áreas e, conseqüentemente, otimizando tempo e recursos financeiros.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq e a FAPERJ pelo suporte.

BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT (1997), Aterros de resíduos não-perigosos - Critérios para projetos, implantação e operação - Procedimento. Rio de Janeiro. (NBR-13896);

ANDREOTTOLA G. & CANNAS P. (1997). Chemical and biological characteristics of landfill leachate in Landfilling of waste: Leachate.

T.H. Christensen, R. Cossu e R. Stegman (editors), 1997, pp 65 - 88.

HEITEFUSS, S. & KEUFFEL- TÜRK, A. (1994). Altlastenfakten 4: Erstbewertung von altablagerungen bei beweisniveau 1. Ergänzende bearbeitungshinweise zur aufstellung Regionaler Prioritätenlisten und Regionaler Wartelisten durch die Regionalen Bewertungs-kommissionen - 8S., 7 Abb;

IPT/CEMPRE (2000). Lixo Municipal: manual de gerenciamento integrado. 1ª ed. São

Paulo: Instituto de Pesquisa Tecnológicas/ IPT;

MINISTÉRIO DA SAÚDE (2004). Portaria número 518, de 25 de março de 2004

SCHUELER, A.S. (2005). Estudo de caso e proposta de avaliação de áreas degradadas por disposição de resíduos sólidos urbanos. Tese de doutorado, Coppe - UFRJ. Rio de Janeiro -RJ 122p; disponível em http://www.coc.ufrj.br/index.php?option=com_content&task=view&id=3805&Itemid=191

SILVA, F.A.N. e SEPE, P.M. (2001). Avaliação preliminar da viabilidade ambiental da implantação de parques municipais em aterros sanitários desativados. Prefeitura Municipal de São Paulo, Secretaria Municipal do Meio Ambiente.

TCHOBANOGLOUS, G., THEISEN, H. & VIGIL, S (1994). Gestion integral dos resíduos sólidos 1 ed. Madri: McGraw-Hill, Inc, v(s).1-2, 1106p. (em Espanhol).