

GUIA PARA MONITORAMENTO AMBIENTAL EM ATERROS SANITÁRIOS

Thayrinne Marcella Borges (*) Gisele Vidal Vimieiro, Cícero Antonio Antunes Catapreta

* Engenheira Sanitarista e Ambiental (CEFET MG), Mestranda em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos (UFMG). Rua Vicente de Carvalho nº 154 – bairro Santa Mônica – CEP: 31520-510 - Belo Horizonte, MG. E-mail: thayrinnem@hotmail.com

RESUMO

A geração de resíduos sólidos urbanos vem sendo aumentada significativamente com o passar dos anos, devido às práticas exacerbadas de consumo concomitante à presença de produtos com baixa vida útil no mercado. A disposição inadequada de resíduos pode causar problemas em diversos âmbitos, principalmente no ambiental, como a contaminação dos solos, do ar e das águas, alterando suas características físicas, químicas e biológicas e colocando em risco a saúde humana. O aterro sanitário é uma técnica de disposição de resíduos sólidos no solo, onde os danos à saúde e a segurança, assim como os impactos ambientais, são minimizados. Para se obter eficiência e controle da disposição adequada dos resíduos, devem ser executados monitoramentos e inspeções no local de disposição, realizado por profissionais capacitados. O objetivo deste trabalho foi descrever os principais monitoramentos ambientais e geotécnicos que devem ser executados em aterros sanitários, por meio de um guia orientativo para a execução desses monitoramentos. Foi realizada uma revisão bibliográfica, com consulta a artigos técnicos, publicações, normas e legislações referentes ao monitoramento em aterros sanitários, além de visitas para o acompanhamento e o registro dos monitoramentos executados no Aterro Sanitário da Prefeitura de Belo Horizonte e confeccionado um guia, que fornece orientações para o acompanhamento e a gestão dos principais monitoramentos em aterros sanitários. Com isso, pode-se concluir que o processo de monitoramento em aterros sanitários é, além de obrigatório, complexo, dinâmico, extenso, envolve profissionais de diversos campos de atuação e, com sua execução correta pode-se identificar e prevenir problemas, possibilitando a adoção de medidas corretivas a tempo.

PALAVRAS-CHAVE: Aterro Sanitário, Disposição Final, Resíduos Sólidos, Monitoramento, Meio Ambiente.

INTRODUÇÃO

Com a inovação tecnológica e o aumento no poder de compra, o consumo de produtos tem aumentado significativamente com o passar dos anos, influenciando, direta ou indiretamente, na quantidade de resíduos sólidos gerada, indicando a necessidade de proporcionar uma destinação adequada a essa crescente geração de resíduos.

No Brasil, tem-se incentivado a redução, na geração desses resíduos, ou a sua reutilização ou, ainda, a reciclagem deste. Contudo, a grande maioria desses resíduos é encaminhada para disposição em locais específicos para sua acumulação, sejam esses locais adequados (aterros sanitários) ou inadequados (lixões).

A disposição inadequada desses resíduos pode causar problemas no âmbito social (ex.: catadores), econômico (ex.: materiais úteis descartados) e, principalmente, ambiental, como a contaminação dos solos, do ar e das águas.

Já a disposição de resíduos de forma adequada, em aterros sanitários, também acaba por gerar impactos, mas estes podem ser minimizados pela adoção de técnicas de engenharia e outras ações.

Segundo a NBR 8419 (ABNT, 1992), da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), o aterro sanitário é uma técnica de disposição de resíduos sólidos no solo, onde os danos à saúde e à segurança, assim como os impactos ambientais, são minimizados. Tal norma discorre sobre a apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos, onde é possível verificar a exigência de diversos sistemas, como os de impermeabilização, recobrimento final diário dos resíduos, sistemas de drenagem de lixiviado e águas pluviais, sistema de tratamento de gases e líquidos lixiviados e o sistema de monitoramento ambiental, que precisam ser monitorados.

Observa-se que os procedimentos do monitoramento ambiental em aterros não claramente definidos na norma técnica, assim como não são exemplificados facilmente na literatura ou em normas vigentes, havendo a necessidade de demonstrar as técnicas envolvidas nesse monitoramento. Considera-se também que, no Brasil, não existe uma legislação específica que indique o que deve, de fato, ser monitorado em um aterro sanitário.

Assim, considerando o exposto, o presente trabalho tem como objetivo descrever os principais monitoramentos ambientais e geotécnicos que devem ser executados em aterros sanitários, por meio de um guia orientativo para a execução desses monitoramentos.

METODOLOGIA

Descrição da área de estudo

Para a elaboração deste trabalho, foi considerado todo o programa de monitoramento que vem sendo conduzido há quase 20 anos no aterro sanitário de Belo Horizonte/MG, assim como foi realizada uma pesquisa bibliográfica visando obter informações de monitoramentos que são realizados em outros aterros sanitários, em Minas Gerais e Brasil.

Revisão da literatura

Foi elaborada uma vasta revisão bibliográfica, com consulta a artigos técnicos, publicações, normas e legislações referentes ao monitoramento ambiental em aterros sanitários localizados no estado de Minas Gerais e no Brasil, englobando os principais impactos gerados por esses aterros sanitários e os principais monitoramentos ambientais e geotécnicos empregados pelas unidades pesquisadas.

Visitas e acompanhamento dos monitoramentos

Foram realizadas visitas diárias ao Aterro Sanitário de Belo Horizonte, para conhecimento e acompanhamento dos diferentes monitoramentos ao longo do tempo.

Elaboração do Guia para monitoramento ambiental em aterros sanitários

Ao final, foi proposto um Guia para Monitoramento Ambiental em Aterros Sanitários, que possui linguagem simplificada, dotado de imagens ilustrativas com as principais normas de monitoramento ambiental a serem atendidas no estado de Minas Gerais.

RESULTADOS

Belo Horizonte é a capital do Estado de Minas Gerais, o qual se localiza na região sudeste do Brasil, e estende-se por uma área de 1483 km². A cidade é a 6^a mais populosa do país, configurando também como a 3^a maior região metropolitana do Brasil. Belo Horizonte tem uma população de mais de 2,4 milhões de habitantes, atingindo quase 5,4 milhões de habitantes na Região Metropolitana.

Os resíduos gerados pela população desse município foram dispostos em um aterro sanitário municipal (Figura 1), que se encontra localizado na região noroeste da cidade. Esse aterro teve suas atividades de operação iniciadas em 1975, com início das atividades do aterro sanitário e Usina de Reciclagem e Compostagem. O aterro sanitário funcionou durante 14 anos como um aterro convencional, instalado e operado de conformidade com as normas que então regulamentavam o funcionamento desse tipo de instalação, passando a energético em 1989, com o biogás gerado, sendo captado e utilizado como combustível para veículos. A extração de gases foi paralisada em 1995.

Nesse mesmo ano, passou-se a adotar a técnica de biorremediação como forma de tratar a massa de resíduos aterrada. A partir de 2002, o aterro voltou a ser operado de forma convencional, tendo sido encerrado e descomissionado em 2007, após de 32 anos de funcionamento, e em 2011 para disposição de resíduos de construção civil - RCC.

Este aterro ocupa uma área de 144 hectares, sendo 65 hectares subdivididos em 7 áreas (células), que foram utilizadas para a disposição dos RSU, bem como possui 65 m de altura no ponto mais elevado. Aproximadamente 23 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos foram dispostos neste aterro durante sua operação.

Ao longo do período de funcionamento, foram realizados monitoramentos operacional, ambiental e geotécnico, sendo que os dois últimos ainda continuam a ser executados com a mesma frequência quando do descomissionamento desse aterro.

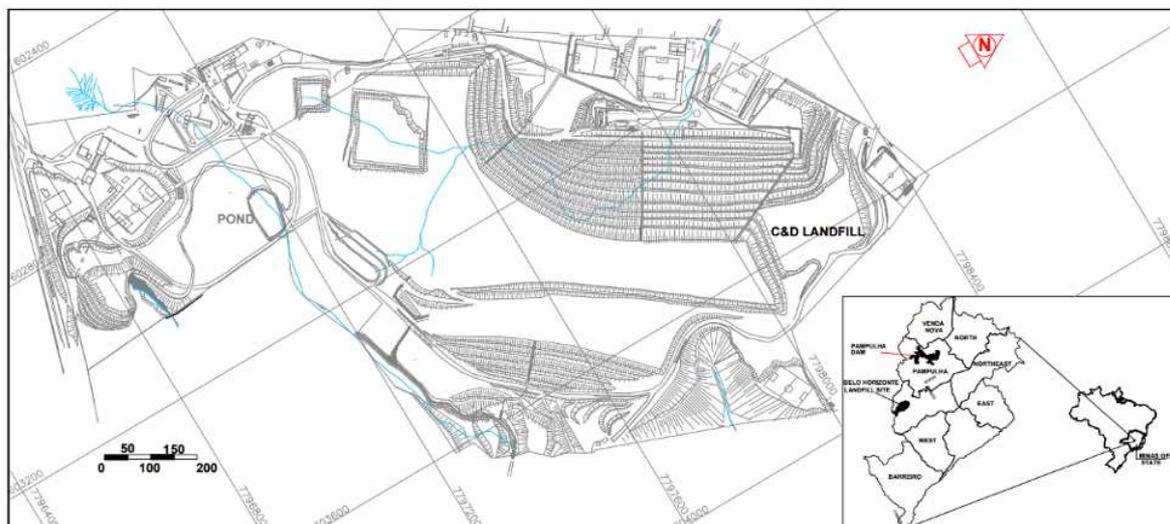


Figura 1 – Aterro Sanitário de Belo Horizonte, MG.

Ressalta-se que o objetivo do monitoramento ambiental é acompanhar o comportamento geotécnico e o desempenho ambiental do aterro sanitário, de forma a permitir a identificação, em tempo hábil, de alterações no padrão de comportamento previsto e a proposição de medidas preventivas e corretivas, orientando os trabalhos de conservação e manutenção. Como comentado, anteriormente, a pesquisa e proposta de um Guia para Monitoramento em Aterros Sanitários, foi baseado em monitoramentos realizados no aterro sanitário de Belo Horizonte e a consultas à diversas fontes. Assim, a seguir são descritos os principais monitoramentos verificados na pesquisa realizada e que são abordados no Guia proposto

Monitoramento da qualidade das águas superficiais

Os corpos hídricos que estão na área de influência do aterro sanitário deverão ser monitorados a montante e jusante do empreendimento. Para executar os monitoramentos das águas superficiais é necessária a execução de análises físico-químicas.

Os métodos de coleta de amostras normalmente são por arrastos. Após a coleta, é necessário colocar a amostra em recipientes higienizados, identificados e hermeticamente fechados, acondicionando-os em temperatura adequada e conduzido rapidamente para laboratório, com exceção dos que são medidos em campo. A escolha dos parâmetros para análise será de acordo com a classificação do corpo d'água e as exigências do órgão fiscalizador. Cabe ressaltar que a frequência deste monitoramento irá ser de acordo com o exigido pelo órgão ambiental local. Em Minas Gerais, as frequências de monitoramento variam de acordo com a Classe do Aterros e os parâmetros físico-químicos, podendo ser anual, semestral, trimestral e bimestral. Maiores detalhes podem ser obtidos em FEAM (2005).

Monitoramento das águas subterrâneas (Figura 2)

Para o monitoramento da qualidade das águas subterrâneas é necessário a instalação de poços de monitoramento, devidamente localizados. De acordo com ABNT (2007), o monitoramento das águas subterrâneas deverá ser realizado por, pelo menos um poço localizado a montante e três a jusante do empreendimento, considerando o fluxo das águas subterrâneas.

A coleta das águas subterrâneas normalmente é executada através do método de Purga Mínima de baixa vazão. Posteriormente à coleta, são feitas algumas análises no leitor multi-parâmetros e o acondicionamento em frascos higienizados e identificados, acondicionados em temperatura adequada e conduzidos rapidamente para laboratório devidamente cadastrado no órgão ambiental. Os poços de monitoramento podem ser multi-níveis, com seções filtrantes posicionadas em diferentes profundidades.



Figura 2 – Monitoramento qualitativo das águas subterrâneas

Monitoramento do nível do lençol freático (Figura 3)

A medição do nível do lençol freático auxilia na verificação da variação do nível das águas subterrâneas e na consequente disponibilidade hídrica. Normalmente a medição deste parâmetro é feita com o auxílio de um medidor de nível eletrônico.



Figura 3 – Monitoramento do nível do lençol freático

Monitoramento de líquidos lixiviados

Os líquidos lixiviados, mais conhecidos como chorume, é um líquido escuro e de composição variada, podendo conter altas concentrações de sólidos suspensos, metais pesados, compostos orgânicos originados da degradação de substâncias que facilmente são metabolizadas como carboidratos, proteínas e gorduras. Por apresentar substâncias altamente solúveis, o chorume pode contaminar as águas do subsolo nas proximidades do aterro. A presença do chorume em águas subterrâneas pode ter consequências extremamente sérias para o meio ambiente e para a saúde pública por apresentar compostos altamente tóxicos (SERAFIN *et al.*, 2003). Daí a necessidade controlar sua geração e destinação.

Monitoramento qualitativo dos líquidos lixiviados

Para o monitoramento dos líquidos lixiviados, são coletas amostras para posterior realização de análises físico-químicas em laboratórios específicos. As frequências de cada monitoramento, bem como os parâmetros são especificadas na NT – Nota Técnica 003/2005 da FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente no Estado de Minas Gerais (FEAM, 2005). Cabe ressaltar que podem ser adicionados outros parâmetros para análise e ocorrer à alteração da frequência dos monitoramentos. Tudo irá depender do tipo de resíduo disposto, a área de influência do empreendimento e das exigências do órgão ambiental. A frequência do monitoramento dos líquidos lixiviados, irá depender do órgão ambiental local, portanto pode variar de acordo com o parâmetro a ser monitorado, normalmente as frequências são mensais e trimestrais.

Monitoramento quantitativo dos líquidos lixiviados (Figura 4)

Para quantificar o lixiviado gerado no aterro são realizadas as medições das vazões. O sistema de drenagem de líquidos lixiviados deve direcionar o lixiviado para pontos onde será feita a aferição das vazões e posterior tratamento do lixiviado.

Existem diversas formas para a aferição das vazões. Comumente é empregado vertedouro triangular ou utilizado o método da descarga livre. As vazões devem ser correlacionadas com os dados pluviométricos a fim de compor o balanço hídrico do aterro. A frequência do monitoramento dos líquidos lixiviados, irá depender do órgão ambiental local, normalmente espera-se que as vazões sejam aferidas diariamente.



Figura 4- Monitoramento quantitativo dos líquidos lixiviados

Monitoramento da qualidade do ar

Os aterros sanitários apresentam um intenso fluxo de veículos, máquinas e equipamentos, que acarreta, diretamente, na suspensão de material particulado, que vai pelo ambiente, de forma descontrolada e estão sujeitos à ação de ventos. Caso os aterros sanitários estejam localizados próximos a residências, essa suspensão de particulados pode trazer desconforto para essa população, assim como ocasionar doenças. O monitoramento da qualidade do ar está relacionado principalmente aos particulados no aterro sanitário. São realizadas amostragens de partículas inaláveis e suspensas que são correlacionadas com as variações de temperatura, umidade, precipitação, ou seja, com as características climatológicas. A Resolução CONAMA nº 03 (CONAMA, 1990) dispõe sobre os principais padrões relativos à qualidade do ar. A análise dos resultados permite o acompanhamento sistemático da qualidade do ar na área do aterro sanitário. A frequência de monitoramento irá diferir de acordo com o órgão ambiental, as coletas dos dados, normalmente ocorrem por um período ininterrupto de 24 horas, a cada seis dias, de forma a contemplar todos os dias da semana.

Monitoramento da pressão sonora (Figura 5)

O monitoramento da emissão de ruídos visa à obtenção dos níveis de pressão sonora na área em que se encontra instalado o aterro sanitário. Ele deve ser feito no entorno do empreendimento, buscando identificar os possíveis impactos provocados pela operação do aterro, principalmente pela movimentação das máquinas e dos veículos pesados.

O monitoramento deve ser feito em momentos distintos do dia, em horários de pico da operação do aterro, dentro do aterro e em pontos do entorno do empreendimento. Para a execução deste monitoramento, utiliza-se do decibelímetro, que é um equipamento utilizado para realizar a medição dos níveis de pressão sonora, e, consequentemente, intensidade de sons. A frequência deste monitoramento, será determinada pelo órgão ambiental local.

Monitoramento do biogás

O monitoramento do biogás gerado nos aterros sanitários tem o objetivo de avaliar a eficiência no processo do tratamento dos resíduos, podendo ser um instrumento para detecção de eventuais falhas ou interferências. O monitoramento dos gases normalmente é feito de maneira qualitativa (medindo-se a composição estequiométrica). Caso os drenos sejam concebidos de forma a permitir a medição de vazão, esta deve ser realizada, visando quantificar a sua geração para possível reaproveitamento.



Figura 5 – Equipamentos para o monitoramento da qualidade do ar (Pluviógrafo, Pluviômetro e Termo-higrômetro, HIVOL- partículas totaise PM10- partículas inaláveis)

Monitoramento Geotécnico

O monitoramento geotécnico consiste na avaliação da construção dos aterros sanitários e na avaliação do comportamento geomecânico destes empreendimentos. A frequência deste monitoramento será definido pelo órgão ambiental local. Normalmente os monitoramentos são realizados com o auxílio topográfico, sendo empregados os seguintes instrumentos:

Medidores de recalques (Figura 6)

Os medidores de recalque estão instalados nos taludes e no topo do aterro sanitário para realizar o registro de movimentos verticais e horizontais no maciço, servindo como indicativo de possíveis problemas de estabilidade da massa de resíduos. Esses medidores são formados por uma haste metálica "telescópica", soldada ou solidarizada a uma placa de concreto ou de aço, composta de tubos de ferro galvanizado providos de rosca, para possibilitar o encaixe de novas hastes, se necessário

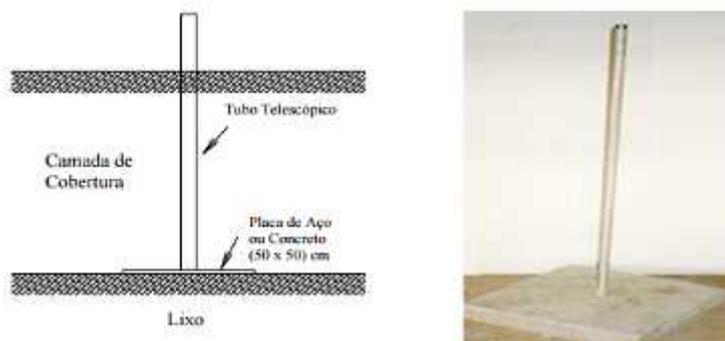


Figura 6 – Medidor de recalque (concepção) e medidor pronto para ser instalado.

Piezômetros (Figura 7)

Os piezômetros fornecem o nível dos líquidos e as pressões dos gases no interior das células, elementos necessários para a avaliação da estabilidade dos taludes do aterro, evitando acidentes como desmoronamentos.



Figura 7 – Monitoramento dos piezômetros

Inclinômetros (Figura 8)

Os inclinômetros são instrumentos que normalmente estão instalados em pontos estratégicos do aterro, como diques de contenção. Eles fornecem a medida das possíveis movimentações internas do maciço.



Figura 8 - Tubos e sondas componentes dos inclinômetros e unidade de leitura

Inspecões de campo

As inspecões de campo têm por objetivo avaliar a condição dos sistemas de drenagem de águas pluviais, processos erosivos, incidências de trincas nos taludes e no topo do maciço, dentre outras alterações. São feitas aferições visuais por um profissional, verificando a situação de diversos itens em um *check-list*.

Guia para Monitoramento Ambiental em Aterros Sanitários.

O Guia para Monitoramento Ambiental em Aterros Sanitários (Figura 9) foi elaborado com a finalidade de compilar em um único documento os principais monitoramentos ambientais e geotécnicos em aterros, usando uma linguagem de fácil entendimento. Assim, ele aborda os principais impactos ambientais gerados por essa atividade, principais diretrizes legais no Estado de Minas Gerais que norteiam o tema, descreve os principais monitoramentos comumente empregados e orienta como executá-los a partir das práticas vivenciadas em campo.

GUIA PARA MONITORAMENTO AMBIENTAL EM ATERROS SANITÁRIOS



Figura 9 – Capa do Guia para Monitoramento Ambiental em Aterros Sanitários

CONCLUSÃO

O processo de monitoramento em aterros sanitários é obrigatório, complexo, dinâmico, extenso, envolvendo profissionais de diversos campos de atuação. Com a execução correta dos monitoramentos é possível identificar problemas e adotar medidas corretivas e preventivas a tempo para se evitar prováveis acidentes e melhorar as condições ambientais afetadas por esse tipo de empreendimento. O Guia para monitoramento ambiental em aterros sanitários configura-se como uma ferramenta de apoio que pode ser usada no dia-dia de profissionais da área ambiental. É importante materiais de apoio com linguagem facilitada, para que a experiência prática possa ser compartilhada e que profissionais do campo se norteiem qual a maneira correta de executar o monitoramento ambiental, prevenindo possíveis acidentes e contribuindo para a qualidade ambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8.419: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos**. Rio de Janeiro, 1992.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15495-1: Poços de monitoramento de águas subterrâneas em aquíferos granulares**. Rio de Janeiro, 2007.
3. CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 3. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR**. Brasília: CONAMA, 1990.
4. FEAM - FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Nota técnica DIMOG 003/2005, 16 de dezembro de 2005. Estabelece critérios para o monitoramento dos efluentes líquidos, águas superficiais e águas subterrâneas associados a aterros sanitários, permitindo a verificação dos possíveis impactos ambientais e a efetividade das ações de controle adotadas**. Belo Horizonte: FEAM, 2005.
5. SERAFIM, A. C.; GUSSAKOV, K. C.; FABIANO SILVA; CONEGLIAN, C. M. R.; BRITO, N. N.; SOBRINHO, G. D.; TONSO, S.; PELEGRINI, R. **Chorume, impactos ambientais e possibilidades de tratamentos**. In: III Fórum de Estudos Contábeis. Faculdades Integradas Claretianas. Rio Claro, SP. 2003.