

III-111 – AVALIAÇÃO DOS PROCEDIMENTOS DE OPERAÇÃO EM ATERROS SANITÁRIOS NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Fernanda Biancardini Rocha Marques⁽¹⁾

Engenheira Civil pela Universidade do estado do Rio de Janeiro. Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Engenheira Civil da PCE Projetos e Consultoria de Engenharia LTDA.

João Alberto Ferreira

D.Sc. em Saúde Pública pela ENSP - Fundação Oswaldo Cruz e M.Sc. em Engenharia Ambiental pelo Manhattan College, New York, USA. Professor Adjunto do Depto. de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente – Faculdade de Engenharia - UERJ.

Endereço⁽¹⁾: Rua Visconde de São Lourenço, 292/302 – Jardim Guanabara – Rio de Janeiro - RJ - CEP: 21940 - 310 - Brasil - Tel: (21) 8839-2052 - e-mail: fernandabiancardini@gmail.com

RESUMO

A operação de um aterro sanitário é um item fundamental para a gestão adequada dos resíduos por se tratar de um dos diferenciais entre aterros sanitários e lixões. Apesar da existência na literatura de manuais e referências para as rotinas de operação, esta é dependente da experiência dos operadores.

Com o intuito de absorver esta experiência, o desenvolvimento deste estudo ocorreu através de um levantamento bibliográfico na literatura existente, elaboração de um questionário aplicado nos aterros estudados, visitas aos aterros sanitários selecionados e estudo comparativo dos procedimentos encontrados no levantamento de campo e na literatura. O trabalho apresenta um estudo sobre a operação de aterros sanitários no Estado do Rio de Janeiro e para sua realização foram selecionados cinco aterros sanitários: Aterro Sanitário de Piraí, Central de Tratamento de Resíduos de Rio das Ostras, Central de Tratamento de Resíduos de Macaé, Aterro Sanitário de São Pedro da Aldeia e Central de Tratamento de Resíduos de Nova Iguaçu.

PALAVRAS-CHAVE: Aterro Sanitário, Operação, Resíduos Sólidos, Rio de Janeiro.

INTRODUÇÃO

O aterro sanitário é a solução tecnicamente mais indicada para a disposição final dos resíduos sólidos, onde a disposição se dá sobre terreno natural preparado, com confinamento do resíduo em camadas cobertas com material inerte e coleta e tratamento do chorume e dos gases gerados no processo, de modo a evitar danos ao meio ambiente, à saúde e à segurança pública (MONTEIRO et al, 2001).

Independente de todo o investimento na etapa de implantação, a operação de um aterro sanitário é um item fundamental para a gestão adequada dos resíduos, por se tratar de um dos diferenciais entre aterros sanitários e lixões. A gestão adequada de um aterro depende de vários fatores e, apesar de existirem na literatura alguns manuais com rotinas operacionais, a operação de um aterro é dependente da experiência dos operadores.

As atividades diárias da operação de aterros sanitários são pouco conhecidas e pouco monitoradas, dificultando a criação de uma sistemática de operação. Devido à falta de registros operacionais é difícil acompanhar ou referendar o preconizado em projetos e na literatura especializada (CATAPRETA et al, 2006).

Fazem parte da rotina operacional: controle da entrada de resíduos, disposição, espalhamento, compactação e recobrimento dos resíduos, drenagem de águas pluviais, drenagem e tratamento do chorume, drenagem e controle dos gases e monitoramento do aterro. Alguns esquemas das rotinas de operação estão presentes na literatura em forma de manuais, como o Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos do Instituto Brasileiro de Administração Municipal (MONTEIRO et al, 2001), o Manual de Operação de Aterros Sanitários da Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia (CONDER, SD), o manual da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB, 2005), Procedimentos para Implantação de Aterros Sanitários em Vala e o Manual de Operação do Aterro Sanitário de San Diego (SAN DIEGO, 2009).

O presente estudo relatará um pouco desta experiência de operação, coletando informações e dados de campo através de visitas a alguns aterros do estado do Rio de Janeiro, buscando avaliar os padrões de operação.

METODOLOGIA

O primeiro passo para elaboração do estudo foi a realização da pesquisa de referências na literatura existente em forma de manuais, artigos e demais publicações, que foi utilizada como base para a elaboração do questionário, aplicado em todas as visitas.

O levantamento de campo foi realizado entre agosto e dezembro de 2009, no qual foram visitados 5 aterros sanitários: Aterro Sanitário de Pirai, Central e Tratamento de Resíduos Sólidos de Rio das Ostras, Central de Tratamento de Resíduos Sólidos de Macaé, Aterro Sanitário de São Pedro da Aldeia e Central de Tratamento de Resíduos de Nova Iguaçu. No mapa da Figura 1, é possível localizar os municípios visitados destacados em vermelho.

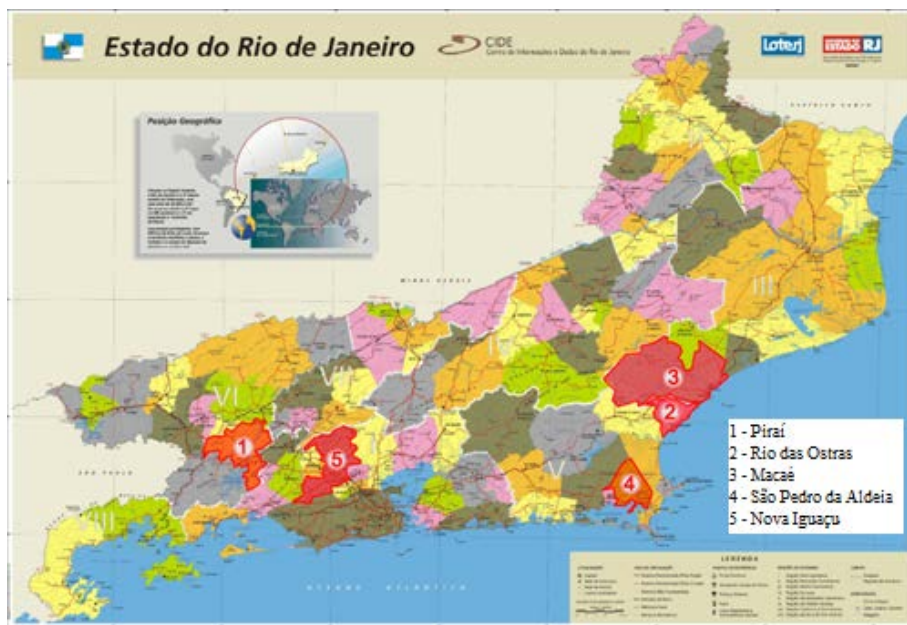


Figura 1 – Localização dos Municípios Estudados. Fonte: Centro de Informações e Dados do Rio de Janeiro (CIDE), 2001

RESULTADOS OBTIDOS

Em geral, foi possível conhecer o aterro municipal em apenas uma visita, com exceção de Nova Iguaçu. Apesar de bem estruturada, a visita à CRT Nova Iguaçu não foi tão satisfatória quanto aos demais aterros, pois a central é muito mais complexa e completa.

- Os municípios visitados

A população estimada em 2009 dos municípios do estudo variou de 26.114 a 865.089 habitantes (IBGE, 2009), conforme a comparação das populações mostrada na Figura 2. O Produto Interno Bruto per capita municipal de 2007 (IBGE, 2007) variou de R\$ 8.100,00 (São Pedro da Aldeia) a R\$ 62.831,00 (Rio das Ostras). O Índice de Desenvolvimento Humano municipal pouco variou, estando entre 0,762 em Nova Iguaçu e 0,790 em Macaé (PNUD, 2000).

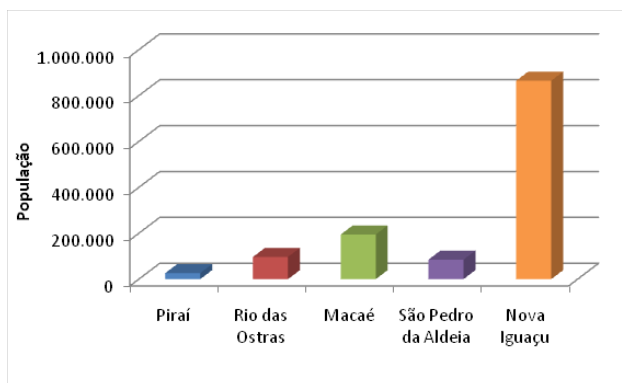


Figura 2 – Gráfico Comparativo das Populações dos Municípios

- Os Aterros Sanitários

Dos cinco aterros visitados, apenas o aterro de Pirai é operado diretamente pela prefeitura municipal. Os demais aterros pertencem ou são operados por empresas privadas, seguindo a tendência indicada no Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos do Sistema Nacional de Informações de Saneamento, do Ministério das Cidades, (SNIS, 2006) que apresenta a terceirização do setor, com 50% dos aterros sanitários dos municípios amostrados sendo operados por empresas privadas, enquanto que 45,2% são operados pelas prefeituras. Apesar da relativa fragilidade do universo de municípios amostrados, o estudo citado também constata que cai a participação das prefeituras e sobe a das empresas com o crescimento da complexidade da operação das unidades de destino de RSU por disposição no solo (lixões, aterros controlados e aterros sanitários) (SNIS, 2006).

A comparação dos quantitativos dos resíduos recebidos nos aterros torna-se complicada pelas diferentes considerações feitas em cada local, tanto na classificação quanto nas unidades de controle. As médias dos resíduos recebidos são apresentadas nos gráficos na Figura 3, para os resíduos sólidos urbanos (RSU), considerando resíduos domiciliares e de limpeza pública, e para os resíduos de serviços de saúde (RSS). O gráfico evidencia a disparidade dos portes dos aterros, principalmente da CTR Nova Iguaçu, que recebe 1000 t/dia de resíduos sólidos urbanos. Vale ressaltar que, apesar da diferença na população de São Pedro da Aldeia e Macaé, São Pedro da Aldeia atinge a mesma marca de resíduos recebidos, pois recebe os resíduos de outros municípios, atendendo também população de Cabo Frio, Iguaba Grande e Armação de Búzios.

Quando o comparativo é feito para os resíduos do serviço de saúde, o aterro de São Pedro da Aldeia alcança média próxima à média da CTR Nova Iguaçu, pelo fato de que a CTR Nova Iguaçu recebe resíduos de saúde do próprio município e o aterro de São Pedro da Aldeia recebe resíduos do Serviço de Saúde de Cabo Frio, Iguaba Grande, Armação de Búzios, Araruama e Arraial do Cabo. A média de resíduos do serviço de saúde apresentada no gráfico para a CTR Rio das Ostras leva em consideração apenas os resíduos produzidos no próprio município, não sendo considerado o recebimento dos resíduos de saúde produzidos em Macaé, por falta de dados. Sendo assim, a média dos resíduos de saúde de Pirai superou a média dos resíduos de saúde de Rio das Ostras, pois em Pirai estão considerados os resíduos de saúde produzidos no próprio município e no município de Pinheiral.

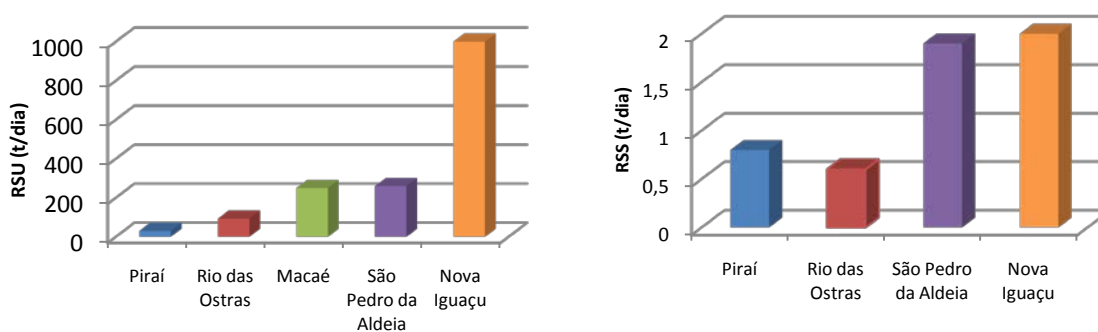


Figura 3 – Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) e Resíduos do Serviço de Saúde (RSS)

As instalações de apoio variaram com o porte de aterro. Todos os aterros tinham suas áreas isoladas e a entrada controlada, permitindo somente a descarga de veículo autorizado. A conferência do resíduo contido no veículo só ocorre em São Pedro da Aldeia (inspeção visual) e na CTR Nova Iguaçu (inspeção visual e análise de amostra de veículos particulares).

Destaca-se a iniciativa do aterro de São Pedro da Aldeia, onde há uma unidade de apoio móvel, que é um ponto de apoio para os funcionários da frente de operação, sendo muito útil quando a operação é distante das demais instalações. Por se tratar de um contêiner metálico, pode ser realocado conforme avanço da célula.

Dos aterros operados por empresa privada, apenas Macaé não possuía balança rodoviária em operação. A pesagem de resíduos tem maior importância em aterros operados pela iniciativa privada, servindo tanto para cobrança como para controle de aproveitamento da área.

Outro ponto observado é a terceirização de equipamentos utilizados na operação. A dificuldade de mão-de-obra especializada e a reposição de peças sobressalentes são fatores importantes para a seleção dos equipamentos (MONTEIRO et al, 2001). Os aterros de São Pedro da Aldeia, Rio das Ostras e Macaé resolveram estes problemas terceirizando os equipamentos utilizados na operação, ficando a manutenção e o operador por conta do proprietário do equipamento.

- A operação dos Aterros Sanitários

Os resíduos sólidos urbanos seguem para a frente de operação para serem espalhados e compactados. Para descarga na frente de operação há, em geral, um funcionário para guiar o motorista, orientando a descarga, operando comandos externos para abertura de caçamba e evitando acidentes. As galhadas e resíduos de poda seguem para hortos ou são depositados em área separada para compostagem, exceto em Pirai, onde são depositados na frente de operação.

Apenas a CTR Nova Iguaçu e o aterro de São Pedro da Aldeia afirmaram receber resíduos da construção civil (RCC). Porém os demais aterros também recebem algum tipo de RCC, que são empregados na operação do aterro, como material de cobertura e principalmente na manutenção dos acessos, substituindo britas ou pó de pedra. A utilização de RCC de menor granulometria na operação de aterros é tão frequente que a CTR Nova Iguaçu adquire este tipo de resíduo de terceiros.

Para os Resíduos dos Serviços de Saúde, foram encontrados três tipos de tratamento/destinação final: esterilizador, em Nova Iguaçu; autoclave, em São Pedro da Aldeia; disposição em valas sépticas, em Pirai e Rio das Ostras. A Figura 4 apresenta os tratamentos/disposição encontrados. A descarga de resíduos do serviço de saúde é feita manualmente e o funcionário deve estar equipado para este procedimento com botas, máscara, luvas e com o auxílio de algumas ferramentas, como varas e pás. As coberturas das valas sépticas são executadas com materiais simples, como lona e tocos de madeiras e com possibilidade de mobilidade, pois as células têm duração de poucos meses. Na CTR Nova Iguaçu não há contato direto do funcionário com o resíduo, pois o contêiner é basculado no esterilizador. Os resíduos finais do tratamento no esterilizador e na autoclave seguem para a frente de operação dos aterros.



Figura 4 – Tratamento/Destinação Final dos Resíduos do Serviço de Saúde

Os aterros visitados tinham como impermeabilização camadas de argila compactada e mantas, de PVC (Rio das Ostras) ou PEAD (Macaé, São Pedro da Aldeia e Nova Iguaçu). Em Pirai foi feita apenas a camada de argila compactada, sem manta. A altura das células variou entre 4 e 5 metros, dentro do intervalo sugerido por MONTEIRO et al (2001), de 4 a 6 metros. A exceção foi Pirai, cuja altura das células é de 3,5 metros.

O resíduo é espalhado com o trator de esteiras, em camadas determinadas pela altura da lâmina do trator. A literatura diz que esta camada deve ter no máximo 50 centímetros, (MONTEIRO et al, 2001), mas na prática esta espessura não é controlada. Para compactação, a CONDER (SD) e MONTEIRO et al (2001), indicam que deverá ser feita com o trator de esteira de baixo para cima, executando de 3 a 6 passadas sobre a massa de resíduo.

Os esquemas de compactação utilizados nos aterros visitados são semelhantes, variando somente o número de passadas. A compactação se dá pelo peso do trator e o operador passa com o trator sobre uma “linha” e volta sobre esta mesma “linha”, delimitada pela largura da esteira. Esta seqüência (vista na Figura 5) se repete entre 2 e 4 vezes em cada nova camada nos aterros visitados, totalizando de 4 a 8 passadas. Na CTR Nova Iguaçu não foi possível obter a quantidade de passadas executadas. Em Nova Iguaçu, além do trator de esteiras, são utilizados rolos compactadores tipo pata para compactação das superfícies horizontais. Para verificação da eficiência da compactação, os critérios encontrados foram: visual, com percepção da compactação pelo aspecto dos resíduos; espalhamento pelo vento, o resíduo compactado não pode ser espalhado pelo vento; estabilidade do trator, o operador percebe se o resíduo está compactado ao passar pela massa e sentir a estabilidade dela; peso específico, em aterros onde há pesagem dos resíduos e levantamento topográfico periódico é possível estimar o peso específico da massa de resíduos.

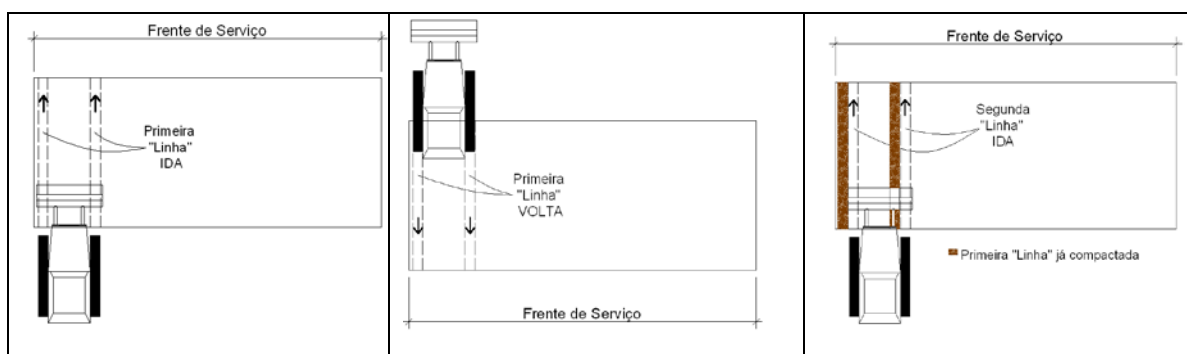


Figura 5 – Esquema da Compactação dos Resíduos Sólidos Urbanos

As espessuras das camadas de cobertura diária dos locais estudados se mantiveram dentro dos padrões apontados pelo IBAM (MONTEIRO et al, 2001), entre 20 e 30 centímetros. A exceção desta regra foi São Pedro da Aldeia, que não têm espessura mínima definida e a cobertura é feita com a menor espessura possível para cobrir completamente os resíduos. Em Pirai a camada de resíduos é completamente coberta no final da operação diária. Nos aterros de Rio das Ostras, Macaé e São Pedro, nos quais há recepção de resíduos durante a madrugada, os taludes em operação não são cobertos e a cobertura diária ocorre no platô da célula. Na CTR Nova Iguaçu o platô é constantemente coberto, seguindo o avanço da célula e os taludes que podem ficar expostos por mais de 12 horas também recebem cobertura. As camadas de cobertura final das áreas encerradas

variaram entre 30 e 120 centímetros, todas elas gramadas. Em Nova Iguaçu, o revestimento final será composto por quatro camadas: manta de PEAD, duas camadas de 30 centímetros de argila compactada e uma camada de 40 centímetros de solo vegetal gramado.

Os equipamentos fundamentais e presentes em todos os locais visitados coincidiram com os equipamentos básicos indicados pela CONDER: trator de esteiras, utilizado no espalhamento, compactação e cobertura; a retro escavadeira, utilizada no corte do material de cobertura, abertura de drenos e valas e carregamento dos caminhões; caminhão basculante, usado no transporte do material de cobertura e demais materiais necessários. Além desses, foram observados nos aterros, caminhões pipa (utilizado no controle da poeira dos acessos), pá carregadeira (para carregamento de caminhões) e rolo compactador.

Em períodos chuvosos existem dois problemas para a operação dos aterros: acesso à frente de operação e cobertura dos resíduos. Quando os caminhões encontram dificuldades no acesso à frente de operação precisam depositar os resíduos temporariamente em outros locais. Quando os caminhões conseguem acessar a frente de operação, os resíduos são espalhados e, quando possível, compactados. O resíduo depositado não recebe a camada de cobertura devido à dificuldade do manuseio do material úmido. Como alternativa, Nova Iguaçu e São Pedro da Aldeia optam por mantas de sacrifício para cobertura durante os períodos chuvosos, uma lona plástica em São Pedro da Aldeia e uma manta de PCV em Nova Iguaçu.

Os acessos internos são estradas de terra que são reforçadas com mistura solo-brita, pó de pedra, cascalho ou resíduos da construção civil. A manutenção é corretiva, feita somente quando algum dano maior ocorre, sendo reforçada no período chuvoso. A CTR Nova Iguaçu tem seus acessos executados com uma base de rachão coberta com a mistura solo-brita, com manutenção contínua.

Todos os aterros visitados possuem drenos verticais e horizontais interligados para a drenagem de chorume e dos gases. Os drenos horizontais são dispostos no modelo “espinha de peixe”, sendo executados nas bases dos aterros e a cada novo nível. São canais abertos com a retro-escavadeira na camada de cobertura, revestidos com bidim ou similar e preenchidos com britas, que geralmente têm a profundidade e largura da pá da retro escavadeira. A Figura 6 apresenta um dreno horizontal.



Figura 6 – Dreno Horizontal

Os drenos verticais são feitos a partir da base dos aterros, crescendo verticalmente com a elevação da massa de resíduos, e sua base é apoiada sobre um dreno horizontal. Foram observadas três maneiras distintas de execução dos drenos verticais (Figura 7): drenos formados por colunas de pneus estruturados com vergalhões e preenchidos com britas (em Pirai); drenos confeccionados com tubos de ferro preenchido com britas, que é removido na conclusão da célula, permanecendo somente o caminho de britas (em Rio das Ostras); drenos executados com manilhas de concreto perfuradas envoltas por uma tela de aço e preenchidos com britas (em Macaé e São Pedro da Aldeia).

**Figura 7 – Drenos Verticais**

Em Nova Iguaçu, existem vários tipos de drenos, tanto vertical como horizontal, e não foi possível obter dados relevantes para descrição de tais drenos.

O tratamento do chorume por lagoas é o método adotado na maioria dos aterros brasileiros, pela facilidade de construção, operação e manutenção e pelos custos acessíveis (GOMES et al, 2009), e está presente no tratamento do chorume da maioria dos aterros visitados. Nos aterros de Macaé e São Pedro da Aldeia, onde não há tratamento dentro do próprio aterro, o chorume é retido nas lagoas de acumulação e estabilização. No caso de Macaé, está prevista uma estação de tratamento de chorume, que atualmente fica retido na lagoa e será recirculado durante a construção da estação. Em São Pedro da Aldeia, o chorume retido na lagoa de estabilização é encaminhado para estação de tratamento de esgoto do município, onde passa por um tratamento combinado (chorume + esgoto). As lagoas em série fazem parte do sistema de tratamento de chorume de Rio das Ostras, que além das lagoas possui o sistema de geobag e um wetland, e do sistema de tratamento de chorume de Pirai, que além da lagoa possui dois filtros biológicos (trabalhando paralelamente) e um wetland. Nova Iguaçu possui o sistema de tratamento de chorume muito sofisticado em comparação com os demais aterros, passando por peneiramento, tratamento químico, reatores anóxico e biológico, membrana de ultra filtração e osmose reversa.

Em relação aos gases, os aterros afirmaram queimar os gases na saída dos drenos, com exceção de Nova Iguaçu onde o gás é captado e segue para queima controlada no Flare. Porém a queima dos gases na saída do dreno só foi observada em alguns drenos da CTR Macaé. Nos demais aterros, apesar dos responsáveis afirmarem, as saídas dos drenos não estavam em combustão.

Quando questionados sobre o principal problema na operação do aterro, os operadores foram unânimes: a operação em dias de chuva, que é prejudicada devido a dificuldade de acesso, a complicação no manuseio dos resíduos e do material de cobertura úmidos e a segurança dos operadores e dos motoristas. Outros itens citados foram a falta de recursos materiais para operação adequada, a alta rotatividade dos operadores de máquinas e a constante manutenção do trator de esteiras.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Através da avaliação dos resultados, foi possível identificar alguns pontos coincidentes e divergentes da operação com a literatura. A divergência também ocorreu entre os aterros visitados, apesar de alguns itens serem padronizados em todos eles. As unidades visitadas tinham diferentes portes, o que dificultou a avaliação comparativa dos procedimentos. A comparação dos tipos de resíduos recebidos foi impossibilitada pela diferentes considerações feitas em cada local, na classificação e nas unidades de controle, sendo possível somente a comparação dos RSU (domiciliar e limpeza pública) e dos RSS.

Além da tendência de terceirização do setor, algumas práticas predominantes foram constatadas: a balança rodoviária é um item fundamental para os aterros operados pela iniciativa privada; resíduos da construção civil de menor granulometria podem ser bem vistos em aterros, por serem empregados na manutenção dos acessos; há uma tendência de terceirização das máquinas e operadores; os chorumes coletados nos aterros são tratados, o que não ocorre com os gases; os períodos chuvosos representam o maior problema na operação de um aterro.

Embora na busca de determinações mais conclusivas sobre padrões operacionais de aterros sanitários, sejam necessárias mais visitas a aterros, ampliando o campo de amostragem, o presente trabalho indica ser este um importante instrumento para a melhora da qualidade da operação nos aterros sanitários brasileiros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CATAPRETA, C. A. A.; SIMÕES, G. F.; BARROS, R. T. V. Avaliação da densidade de resíduos sólidos urbanos dispostos em um aterro experimental. In: 30 Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 2006. Punta del Este, 2006
2. COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. Procedimento para Implantação de Aterro Sanitário em Valas. São Paulo, 2005. Disponível em: www.ambiente.sp.gov.br/valas/proced_implantacao/proc_implant.pdf. Acessado em 23/08/2009.
3. CENTRO DE INFORMAÇÕES E DADOS DO RIO DE JANEIRO - CIDE; Mapa Oficial do Estado do Rio de Janeiro (2001). Rio de Janeiro/RJ, 2001. Disponível em: http://www.cide.rj.gov.br/mapas_estado.php. Acessado em 06/03/2010.
4. COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO URBANO DO ESTADO DA BAHIA – CONDER. Manual de Operação de Aterros Sanitários. Bahia, [200-?].
5. GOMES, L. P. (Coord.). Estudos de caracterização e tratabilidade de lixiviados de aterros sanitários para as condições brasileiras. Rio de Janeiro: ABES, 2009. Projeto PROSAB.
6. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Cidades@ - Estimativa da População 2009. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat>. Acessado em 06/03/2010. IBGE, 2009.
7. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Cidades@ - Produto Interno Bruto dos Municípios 2007. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acessado em 06/03/2010. IBGE, 2007.
8. MONTEIRO, J. H. P. et al. Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro/RJ: IBAM, 2001.
9. PNUD; IPEA; FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Atlas do desenvolvimento humano no Brasil. Brasília: PNUD/IPEA/Fundação João Pinheiro, 2000. Disponível em: <http://www.pnud.org.br/home/>
10. SAN DIEGO. Environmental Services Department. Landfill Operations Manual. San Diego, 2009. Disponível em: <http://www.sandiego.gov/environmental-services/ems/lfill.shtml>
11. SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – SNIS. Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos de 2006. SNIS, 2006.