

GERENCIAMENTO DA OPERAÇÃO DE ATERRO SANITÁRIO PARA CIDADE DE PEQUENO PORTE.

Romildo José de SOUZA (1); Marcos Savigny Maia Costa de QUEIROZ (2)

(1) NPDesign/CEFET-AL, Rua Hugo Correia Paes, 441, Edifício Rechellieu, Apto 303, (82) 99716035, e-mail: rjsouzal@cefet-al.br

(2) NPDesign/CEFET-AL, e-mail: marcossavany@yahoo.com.br

RESUMO

Este trabalho faz parte do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica e Tecnológica – PIBICT do Centro Federal de Educação Tecnológica de Alagoas – CEFET-AL. É uma pesquisa de campo, que levantará os procedimentos de gerenciamento da operação de um aterro sanitário em cidade de grande porte, buscando adequá-los a cidades menores. Serão consideradas as variáveis orçamento público e mão de obra qualificada. Nesta pesquisa, intitulada Operação de Aterro Sanitário para Cidade de Pequeno Porte: Uma Proposta de Gerenciamento, a disposição final dos resíduos é significativa, uma vez que mais de 80% dos municípios despejam seus resíduos sólidos em local a céu aberto, em cursos d'água ou em áreas ambientalmente protegidas. Um aterro sanitário consiste em uma obra de engenharia que contempla três etapas: a escolha do terreno, no qual existem metodologias e regras para definir o melhor local, considerando a aversão da população a esse tipo de obra; a elaboração do projeto de engenharia; o gerenciamento do aterro sanitário, que consiste na operação e no fechamento do mesmo. O gerenciamento de tal operação consome um volume expressivo de recursos financeiros e se torna oneroso em pequenas cidades, pois além dos equipamentos exige a necessidade de técnicos capacitados para operar o aterro sanitário.

Neste trabalho, serão utilizados como procedimentos metodológicos: pesquisas bibliográficas e pesquisas de campo. A população serão os gestores e técnicos que trabalham com a disposição final de resíduos sólidos na região metropolitana de Maceió. Utilizaremos como instrumento de coleta de dados o questionário. Os dados serão analisados, comparando-os e confrontando-os com o levantamento bibliográfico.

Palavras-chave: aterro sanitário – operação - meio ambiente.

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem o intuito de apresentar resultados parciais da pesquisa Operação de Aterro Sanitário para Cidade de Pequeno Porte: Uma Proposta de Gerenciamento bem como espera contribuir para que a população das pequenas cidades tenha acesso ao serviço de disposição final de resíduos sólidos, de maneira que não venha acarretar problemas de saúde pública. Desta forma, o resultado parcial da pesquisa mostrou que o gerenciamento da operação de um aterro sanitário para pequenas cidades pode ser feito de forma simplificada.

2. SITUAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO BRASIL

Segundo Monteiro et al (2001), mais de 70% dos municípios brasileiros possuem menos de 20 mil habitantes, e que a concentração urbana da população no país ultrapassa a casa dos 80%. Isso reforça as preocupações com os problemas ambientais urbanos e, entre estes, o gerenciamento dos resíduos sólidos, cuja atribuição pertence à esfera da administração pública local.

Para o Instituto Brasileiro de Administração Municipal – IBAM (s/d), a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB estimou que são coletados, no país perto de 157 mil toneladas de lixo domiciliar e comerciais por dia. Entretanto, 20% da população brasileira ainda não contam com serviços regulares de coleta.

Os resíduos sólidos urbanos – RSU coletados têm a seguinte destinação final: 47% vão para aterros sanitários, 23,3% para aterros controlados, 30,5% para vazadouros (lixões) e 0,5% são recuperados na forma compostagem (0,4%) e reciclados (0,1%). A PNSB constatou que 59% dos municípios dispõem seus resíduos sólidos em lixões, 13% em aterros sanitários, 17% em aterros controlados, 0,6% em áreas alagadas, 0,3% têm aterros especiais, 2,8% têm programas de reciclagem, 0,4% tem usina de compostagem e 0,2% tem usina de incineração (IBAM, s,d).

Ao analisar os dados da PNSB, o Ministério das Cidades, através da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, revelou que a massa de lixo coletada se ampliou de 100 mil toneladas em 1989 para 154 mil toneladas em 2000 - um crescimento de 54%. Nesta análise, foi constatado um dado positivo, o qual mostra que a massa de resíduos sólidos destinada a aterros sanitários passou de 15,8% dos resíduos coletados para 47,1% dos resíduos. Esse aumento é explicado pela concentração de aterros sanitários em algumas poucas cidades, justamente aquelas que têm mais capacidade técnica e econômica e substituíram nos últimos dez anos a destinação nos lixões para aterros sanitários. Já os municípios com menos de 20 mil habitantes, que eram 4.026 em 2000, depositam os resíduos em lixões em 68,5% dos casos; mas são responsáveis pela coleta de apenas 12,8% do lixo coletado no país (IBAM, s/d).

2.1. Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos

O processo recomendado para a disposição adequada do lixo domiciliar é o aterro, existindo dois tipos: os aterros sanitários e os aterros controlados. A diferença básica entre um aterro sanitário e um aterro controlado é que este último prescinde da coleta e tratamento do chorume, assim como da drenagem e tratamento do biogás (MONTEIRO et al, 2001).

Adotamos, neste trabalho, duas definições de aterro sanitário. A primeira de Monteiro et al (2001) e a segunda da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.

Monteiro (2001, p. 150) define:

“Aterro sanitário é um método para disposição final dos resíduos sólidos urbanos, sobre terreno natural, através do seu confinamento em camadas cobertas com material inerte, geralmente solo, segundo normas operacionais específicas, de modo a evitar danos ao meio ambiente, em particular à saúde e à segurança pública”.

Para a ABNT (2004)

"Aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos, consiste na técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza os princípios de engenharia, para confinar os resíduos sólidos ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho ou a intervalos menores, se for necessário."

A concepção de um aterro sanitário deve conter os seguintes sistemas: de drenagem de efluentes líquidos percolados (chorume), de drenagem de gases que possibilite a coleta do biogás, de drenagem de águas pluviais, de monitoramento ambiental, de controle de entrada de resíduos, de operação e de fechamento do aterro sanitário (CONDER, s/d).

Segundo CONDER, devemos destacar, na operação de um aterro sanitário, o controle na entrada e pesagem do veículo, descarga dos resíduos sólidos, compactação dos resíduos sólidos e cobertura diário com uma camada de solo.

O custo de execução de aterro sanitário pode ser absorvido por recursos do poder público municipal ou, em alguns casos, por recursos estaduais ou federais. Porém, o seu gerenciamento tem um elevado custo que pode levar a inviabilidade do projeto. Para diminuir custos de execução e, consequentemente, de operação alguns especialistas estão propondo alternativas de projeto e gerenciamento (CETESB, 2005).

Neste trabalho, indicamos para projeto o aterro sanitário em valas, desenvolvido por técnicos do estado de São Paulo e apresentaremos uma proposta de gerenciamento para esse tipo de alternativa de aterro sanitário.

2.2. Modelos de Gestão do Sistema de Limpeza Urbana

Para Monteiro et al (2001) para todos os segmentos operacionais do sistema deverão ser escolhidas alternativas que atendam, simultaneamente, a duas condições fundamentais: a econômica e a técnica.

Para o citado autor, o modelo de gestão deverá não somente permitir, mas, sobretudo, facilitar a participação da população na questão da limpeza urbana da cidade, para que esta se conscientize das várias atividades que compõem o sistema e dos custos requeridos para sua realização, bem como se conscientize de seu papel como agente consumidor e, por consequência, gerador de lixo. A consequência direta dessa participação traduz-se na redução da geração de lixo, na manutenção dos logradouros limpos, no acondicionamento e disposição para a coleta adequada, e, como resultado final, em operações dos serviços menos onerosas.

O sistema de limpeza urbana da cidade pode ser administrado das seguintes formas: diretamente pelo município; através de uma empresa pública específica; através de uma empresa de economia mista criada para desempenhar especificamente essa função.

Independentemente disso, os serviços podem ser ainda objetos de concessão ou terceirizados junto à iniciativa privada. As concessões e terceirizações podem ser globais ou parciais, envolvendo um ou mais segmentos das operações de limpeza urbana. Existe ainda a possibilidade de consórcio com outros municípios, especialmente nas soluções para a destinação final dos resíduos (MONTEIRO, 2001).

2.3. Procedimentos Operacionais de um Aterro Sanitário

Para a CETESB (2005) e CONDER (s/d) os procedimentos operacionais de um aterro sanitário compreendem: frente de trabalho, enchimento da célula, cobertura do topo da célula, cobertura dos taludes da célula, execução dos drenos de gás após o encerramento da célula. Esta sequência operacional deverá ser repetida até o enchimento completo de todos os lotes em todos os níveis.

Monteiro et al (2001), CETESB (2005) e CONDER (s/d) concordam que o aterro sanitário deverá ser isolado com muro, cerca de arame farpado ou cerca viva; ter um cinturão verde em seu contorno e que o controle de acesso deverá ser feito por uma portaria que terá um funcionário para efetuar o controle de entrada e saída dos veículos coletores e o número da vala onde será feita a descarga.

Na operação do aterro sanitário em vala, proposta pela CETESB (2005), a disposição dos resíduos na vala aberta deverá ser sempre iniciada pelo mesmo lado que a vala que começou a ser escavada, com o caminhão coletor se posicionando de ré, perpendicularmente ao comprimento da vala. O coletor ou caminhão de transporte de resíduos deverão se aproximar ao máximo da vala, de maneira a garantir o lançamento diretamente nela, evitando o espalhamento em outros locais. Imediatamente após a descarga dos resíduos, deverá se proceder à varrição de todos os resíduos que possam, eventualmente, ter se desprendido, além do imediato cobertura sanitário com solo, dos resíduos recém-lançados.

A CETESB (2005) adverte para se evitar o lançamento em diferentes pontos dentro de uma mesma vala, bem como dispor simultaneamente em duas ou mais valas.

Uma ação importante é o controle de aves, além do cobertura de todos os resíduos com solo, após cada descarga, deve-se utilizar instrumentos sonoros (fogos de artifício ou sirenes) para afastar as aves, de maneira a evitar, a qualquer custo, a permanência das mesmas na área do aterro (CETESB, 2005).

3. SITUAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NA REGIÃO METROPOLITANA DE MACEIÓ

A Região Metropolitana de Maceió é constituída de onze municípios. Compõem a RM de Maceió ou a Grande Maceió os seguintes municípios: Barra de Santo Antônio, Barra de São Miguel, Coqueiro Seco, Maceió, Marechal Deodoro, Messias, Paripueira, Pilar, Rio Largo, Santa Luzia do Norte e Satuba.

3.1. Serviços de Limpeza Urbana dos Municípios da RM de Maceió.

Para Monteiro et al (2001), os serviços de limpeza urbana compreendem: a coleta, varrição dos logradouros, o transporte e a disposição final dos resíduos sólidos urbanos.

Para Jucá (2003), os serviços de limpeza urbana na RM de Maceió são satisfatórios e regulares nos itens coleta, varrição e transporte, e precário na disposição final. O autor afirma que nos municípios de Barra de Santo Antonio, Marechal Deodoro, Pilar, Maceió e Satuba os serviços de limpeza urbana são satisfatórios e que nos municípios de Messias e Rio Largo são regulares. Para ele, satisfatório é quando o município oferece à população os serviços de coleta, varrição e transporte acima de sessenta por cento, e regular quando os serviços são oferecidos abaixo de sessenta por cento.

Em sua análise, Jucá (2003) diz que os municípios da RM de Maceió necessitam elaborar seus Planos Integrados de Resíduos Sólidos Urbanos – PIRSU e criar uma estrutura organizacional para o sistema de limpeza urbana.

3.2. Situação da Disposição Final na RM de Maceió

Para o Ministério das Cidades, as quantidades de resíduos coletados na RM de Maceió está exposto no quadro 1, subseqüente:

Quadro 1: Lixo Coletado na Região Metropolitana de Maceió

Municípios	População residente	Lixo coletado (t/dia)		Per capita		
		Residencial e comercial	Vias públicas	Residencial e comercial	Público	Municipal
Barra de Santo Antonio	11.351	12,00	5,00	1,06	0,44	1,50
Barra de São Miguel	6.379	1,80	0,90	0,28	0,14	0,42
Coqueiro Seco	5.134	1,60	1,00	0,31	0,19	0,50
Maceió	797.759	600,00	450,00	0,75	0,56	1,32
Marechal Deodoro	35.866	54,00	6,00	1,51	0,17	1,67
Messias	11.990	6,00	2,00	0,50	0,17	0,67
Paripueira	8.049	4,00	1,00	0,50	0,12	0,62
Pilar	31.201	10,00	5,00	0,32	0,16	0,48
Rio Largo	62.510	25,00	8,00	0,40	0,13	0,53
Santa Luzia do Norte	6.388	3,00	1,00	0,47	0,16	0,63
Satuba	12.555	8,00	1,00	0,64	0,08	0,717
Total - RM de Maceió	989.182	725,4	480,9	0,733	0,486	1,219

FONTE: Ministério das Cidades - 1ª Avaliação Regional dos Serviços de Manejo de Resíduos Sólidos Municipais nos Países da América Latina e Caribe - Dados do Brasil. www.cidades.gov.br/1AvaliacaoResiduosSolidos/ <14/06/2007>

Para Jucá (2002), todos os municípios da RM de Maceió têm problemas na disposição final dos resíduos sólidos urbanos. Segundo explicita seu trabalho, o município de Barra de Santo Antônio possui dois lixões, o primeiro que atende a sede do município é denominado de Barra 1, e o segundo que atende a Ilha da Croa é denominado de Barra 2.

Segundo informações da prefeitura de Barra de São Miguel, os serviços de limpeza urbana atendem a 80% da área urbana do município. A sua disposição final (não identificado se sanitário ou controlado) se encontra numa área denominada Indústria.

O município de Maceió possui o “lixão da COBEL” como se pode ver na ilustração 1, está localizado dentro da cidade de Maceió, numa área de 22 hectares, há 40 anos. Atualmente, a prefeitura municipal de Maceió dispõe de três áreas selecionadas, e o processo de implantação do mesmo está em pleno andamento (JUCÁ, 2002). Porém, ainda está em discussão pela Superintendência Municipal de Limpeza Urbana de Maceió – SLUM a implantação de um aterro sanitário, bem como a efetivação do Plano Integrado de Gestão de Resíduos Sólidos de Maceió (UFAL, 2004).



Ilustração 1– Lixão de Maceió

Fonte: Jucá (2002)

O município de Marechal Deodoro possui um lixão, onde sua operação agrega etapa de aterro controlado, pois o lixo é disposto em valas (não impermeabilizadas) e, posteriormente, cobertos com terra. Vale salientar que o município possui área onde será construído o aterro sanitário (JUCÁ, 2002).

O lixão de Messias encontra-se em uma área onde passam as linhas de alta tensão da CHESF. Paripueira coloca seus resíduos sólidos ao longo da rodovia Al 101-Norte, em antigos empréstimos feitos na execução da citada rodovia.

O município de Pilar compartilha com o município de Satuba, Santa Luzia do Norte e Coqueiro Seco o mesmo destino final de resíduos sólidos, o qual é caracterizado como um lixão. O município de Pilar utiliza-o desde o início de 2001, e Satuba utiliza desde 2004. A área é considerada alagadiça e encontra-se no meio de plantação de cana-de-açúcar.

O município de Rio Largo deposita seus resíduos sólidos em um lixão, que está localizado em uma encosta com caimento para o rio Mundaú, em área ondulada e forte ondulada, cercado por canaviais; porém, o município está em fase de implantação de um o aterro sanitário próprio.

3.3. Modelos de Gestão do Sistema de Limpeza Urbana na RM de Maceió

Os municípios da RM de Maceió, com exceção do município de Maceió, não possuem Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos, e todos não possuem aterro sanitário.

A pesquisa de campo evidenciou que os municípios de: Barra de São Miguel, Coqueiro Seco, Santa Luzia do Norte, Satuba, Paripueira, Barra de Santo Antonio e Messias gerenciam o sistema de limpeza urbana, através de secretarias municipais, onde possuem setores específicos para esse fim. Já os municípios de Marechal Deodoro, Rio Largo e Pilar têm setores específicos; porém as atividades são gerenciadas por empresas terceirizadas, e Maceió possui uma superintendência de limpeza urbana e as atividades de limpeza são realizadas por empresas terceirizadas.

4. METODOLOGIA

Este artigo visa mostrar os resultados parciais da pesquisa Operação de Aterro Sanitário para Cidade de Pequeno Porte: Uma Proposta de Gerenciamento.

A região metropolitana de Maceió (RM de Maceió) e os municípios de: Cururipe, Pão de Açúcar, Delmiro Gouveia, que possuem aterro sanitário ou controlado em operação, estão sendo utilizado como delimitação espacial nesta pesquisa.

As seqüências metodológicas desenvolvidas nesta etapa da pesquisa foram a pesquisa bibliográfica: sobre as bases tecnológicas existentes para operação de aterro sanitário e a pesquisa de campo: visitas às cidades pesquisadas para realização de levantamento da seqüência operacional do aterro sanitário, para aplicação de questionários e de levantamento fotográfico; compilação, análise e interpretação parcial dos dados, visando propor o gerenciamento da operação de um aterro sanitário em vala.

5. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Os municípios da RM de Maceió apresentam um quadro de abandono relacionado aos resíduos sólidos urbanos, pois todos os onze municípios não possuem aterro sanitário, de acordo com o que explicita o quadro subseqüente:

Quadro 2: Situação da Limpeza Urbana da RM de Maceió

Município	Coleta/ Varrição/ Transporte	Disposição final	Plano Integrado de Gerenciamento	Ações Desenvolvidas	Tarifa de limpeza urbana
Barra de Santo Antonio	Satisfatória	Lixão	Não possui	-	IPTU
Barra de São Miguel	Satisfatória	Lixão	Não possui	-	IPTU
Coqueiro Seco	Regular	Lixão	Não possui	-	-
Maceió	Satisfatória	Lixão	Possui	Projeto de AS	IPTU
Marechal Deodoro	Satisfatória	Lixão	Não possui	Projeto de AS	-
Messias	Regular	Lixão	Não possui	-	-
Paripueira	Regular	Lixão	Não possui	-	-
Pilar	Satisfatória	Lixão	Não possui	Projeto de AS	-
Rio Largo	Regular	Lixão	Não possui	Projeto de AS	-
Santa Luzia do Norte	Regular	Lixão	Não possui	-	-
Satuba	Satisfatória	Lixão	Não possui	-	-

FONTE: Jucá (2002) – Pesquisa de campo

Este trabalho corrobora com Lange (s/d) que afirma que o gerenciamento da limpeza urbana nos municípios de pequeno porte depara-se com a escassez dos recursos humanos e econômicos, sendo ponto crítico nesse tipo de serviço. A autora defende que o aterro sanitário, projetado de maneira simplificada, seria a forma de disposição final mais aceitável; contudo falta auto-suficiência tecnológica, econômica e humana dos municípios de pequeno porte.

Durante a pesquisa de campo, encontramos dificuldade para se obter informações, pois, com exceção de Maceió, os outros municípios que fazem parte da RM de Maceió não possuem pessoal técnico especializado e não dispõem de dados dos serviços de limpeza urbana. Esta constatação vem comprovar a afirmativa do IBAM, no qual os municípios de pequeno porte não têm pessoal especializado para operarem o sistema de limpeza urbana.

O quadro 2 mostra que os municípios de pequeno porte necessitam de um gerenciamento simplificado para o sistema de limpeza urbana e, em especial, para a operação da disposição final dos resíduos sólidos, pois dos onze municípios da RM de Maceió, só Maceió está elaborando o seu plano integrado de gerenciamento de resíduos sólidos.

A pesquisa mostrou que dez municípios da RM de Maceió, excetuando está última, não possuem estrutura organizacional própria, isto é, o serviço de limpeza urbana é realizado por alguma secretaria do município,

reforçando a afirmativa de que os municípios de pequeno porte não possuem quadro específico para o sistema de limpeza urbana.

Os municípios de Coqueiro Seco, Satuba, Santa Luzia do Norte, Marechal Deodoro, Messias, Paripueira, Pilar e Rio Largo não cobram taxa de limpeza, e os municípios de Barra de Santo Antônio, Barra de São Miguel e Maceió cobram no imposto territorial urbano (IPTU). Neste caso, fica evidente que os municípios de pequeno porte não possuem recursos para manterem um gerenciamento de um aterro sanitário e que oito municípios da RM de Maceió não têm clareza do valor da limpeza urbana no orçamento do município.

Foi verificado, na pesquisa, que todos os municípios da RM de Maceió têm catadores nos lixões e que nenhum município possui programa social que venha atender aos catadores. Vale ressaltar que, aproximadamente, 35% dos catadores são crianças abaixo dos quatorze anos.

A ilustração 2 revela um dado importante relacionado com os municípios de Barra de Santo Antônio e de Marechal Deodoro, o qual indica que a geração per capita dos municípios citados é superior ao do município de Maceió. Sendo assim, os dois municípios devem desenvolver ações para conter a geração de resíduos sólidos urbanos.

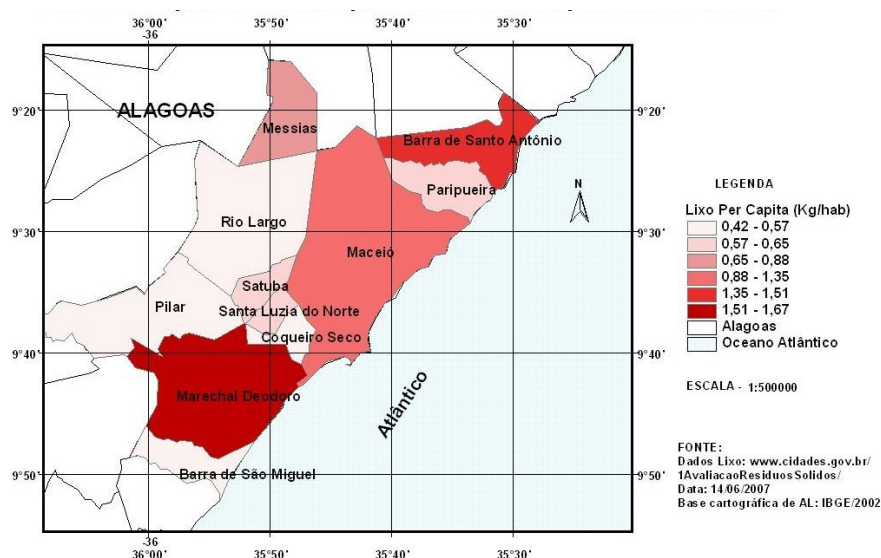


Ilustração 2: Lixo Per capita dos Municípios RM de Maceió.

5.1. Proposta para o Gerenciamento Simplificado

A proposta de Gerenciamento Simplificado para o aterro sanitário em vala é composta de quatro etapas: a primeira é a verificação da execução do projeto do aterro sanitário; a segunda é a rotina operacional diária; a terceira é a manutenção e a quarta, o monitoramento. Podemos visualizar as etapas e sua descrição no quadro 3.

A verificação da execução do projeto de aterro sanitário consiste em constatar que todos os sistemas projetados foram executados. Os principais itens a serem verificados são: construção da cerca, da guarita de acesso, escavação da primeira célula, colocação dos drenos de chorume e de gás.

A rotina operacional diária será composta do controle de entrada e saída, que deverá ter um funcionário para realizar o controle e fazer anotações do volume de chegada e local do aterramento.

Após o controle, a etapa seguinte será a descarga do resíduo sólido urbano. O caminhão deve depositar o lixo na frente de serviço mediante presença dos funcionários que farão o espalhamento, compactação dos resíduos e cobertura diária com solo compactado. O resíduo deve ser espalhado em área previamente demarcada em forma de rampa, utilizando ancinho, forçado, gadalho, enxada. A rampa deverá estar numa proporção de um na vertical para três na horizontal (1:3); após o espalhamento, deve-se utilizar o rolo compactado manual para compactar o lixo, com movimentos repetidos de baixo para cima (3 a 5 vezes) ou utilizar pilões. Segundo Castilhos Junior (2003), o rolo compactador manual, ilustração 3, é eficiente, podendo atingir uma compactação na ordem de 500 kg/m³. Ressaltamos que os funcionários que desempenharem esta função deverão trabalhar com equipamentos de proteção individual.

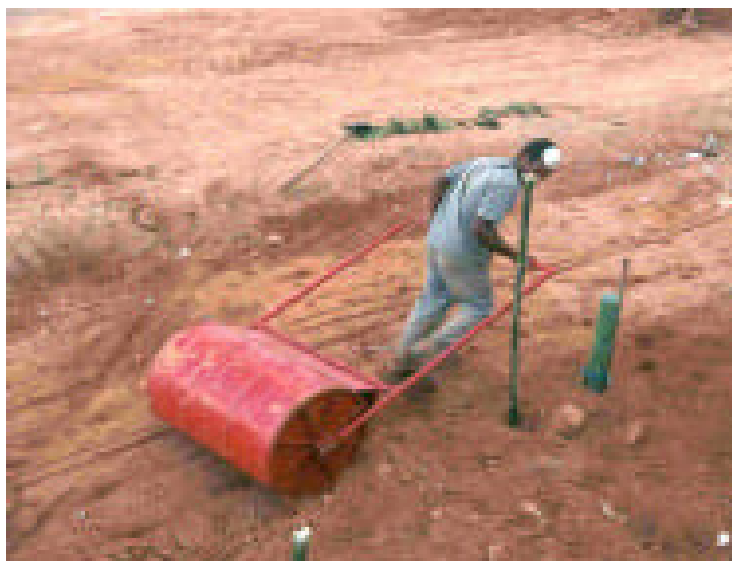


Ilustração 3: Rolo compactador manual

Fonte: Lange (s/d)

No final do dia, os resíduos compactados deverão receber uma cobertura de terra, espalhada com pá, enxada ou chibanca e compactada com rolo manual em movimentos de baixo para cima ou pilões.

À medida que as camadas de lixo forem formando as células, será necessária a construção de drenos internos horizontais e verticais, os quais devem ser interligados, para melhor eficiência na drenagem dos gases e chorume, gerados na decomposição do lixo.

A etapa rotina operacional diária deverá ser executada, até que todo o aterro seja esgotado. Após o esgotamento do aterro, procede-se a cobertura final. Logo após a cobertura final, deve-se plantar grama nos taludes definitivos e platôs, que servirá como proteção contra a erosão.

A terceira etapa de manutenção deve ser subdividida em manutenção da vias, drenagem e equipamentos. A manutenção de vias, bem como a drenagem deve ter uma rotina de inspeção ao longo, uma vez por semana. Caso seja detectado algum dano, executar imediatamente os serviços necessários. Durante o período chuvoso, especial cuidado deve haver dado à manutenção desta etapa. A manutenção dos equipamentos consiste em verificar periodicamente o estado da ferramenta, para providenciar seu conserto ou substituição.

A quarta etapa do monitoramento consiste em avaliar a eficiência do aterro, em relação a sua operação e ao controle ambiental. O monitoramento consiste em verificar o lençol freático e as águas superficiais, que será feito através da coleta e análise de amostra. Para o monitoramento dos resíduos que chegam ao aterro, deve-se realizar ensaios que possam caracterizar o tipo e natureza do resíduo, bem como a quantidade produzida na cidade.

Esta simplificação proposta deverá minimizar custos operacionais, que, segundo estimativa de Lange (s/d) pode chegar a R\$ 6,00 habitante/ano para cidades de menos de 4500 habitantes.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O gerenciamento simplificado da operação de aterro sanitário em vala pode ser uma alternativa para que projetos de aterros sanitários não se tornem vazadouros, pois envolve poucos recursos e treinamento básico para os operadores do aterro. Desta forma, no resultado final desta pesquisa, teremos condições de desenvolver um manual técnico que venha operacionalizar as quatro etapas propostas neste trabalho. Consideramos que é economicamente viável e ambientalmente seguro utilizar tecnologias alternativas de disposição de resíduos sólidos urbanos, em aterro sanitário em vala, e utilizar um gerenciamento simplificado para a operação aqui apresentada.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 10.004/2004**: Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

CASTILHOS JUNIOR, Armando Borges de (coordenador). **Resíduos sólidos urbanos: aterro sustentável para município de pequeno porte**. Rio de Janeiro: RiMa, ABES, 2003. Disponível em: <<http://finep.gov.prosab/livros/ProsabArmando.pdf>>. Acesso em 20/03/2007.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO URBANO DO ESTADO DA BAHIA – CONDER. **Manual de Operação de Aterros Sanitários**. [s/d]. Disponível em: <http://www.conder.ba.gov.br/manual_aterro.pdf>. Acesso em 08/03/2007.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. **Procedimento para Implantação de Aterro Sanitário em Valas**. São Paulo, 2005. Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br/valas/proced_implantacao/proc_implant.pdf>. Acesso em 06/02/2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL – IBAM. **O Cenário dos Resíduos Sólidos no Brasil**. [s/d]. Disponível em: <<http://www.ibam.org.br/publique/media/boletim1a.pdf>>. Acesso em 15/03/2007.

JUCÁ, José Fernando Thomé. **Relatório Final: Diagnóstico de Resíduos Sólidos do Estado de Alagoas**. UFPE/MMA, 2002. Disponível em: <<http://www.ima.al.gov.br>>. Acesso em: 12/11/2006.

LANGE, Liséte Celina et al. **Implantação e Operação de um Aterro Sustentável para Pequena Comunidade**. [s/d]. Disponível em: <http://www.desa.ufmg.br/sigers/publicacoes/RSU/Aterros/Atesustenta_funasa%202002.zip>. Acesso em 20/03/2007.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **1ª Avaliação Regional dos Serviços de Manejo de Resíduos Sólidos Municipais nos Países da América Latina e Caribe - Dados do Brasil**. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/1AvaliacaoResiduosSolidos>>. Acesso em 14/06/2007.

MONTEIRO, José Henrique Penido et al. **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2001. Disponível em: <<http://www.ibam.org.br/publique/media/manualRS.pdf>>. Acesso em 10/02/2007.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS - UFAL. **Gerenciamento Integrado para Transferência e Destino Final dos Resíduos Sólidos Urbanos de Maceió**. Maceió, 2004. Disponível em: <<http://www.lageop.igeo.ufrj.br/utilidades/relatorioaterromcz.pdf>>. Acesso em 20/03/2007.