

III-157 - COBERTURA VEGETAL DE ATERROS SANITÁRIOS BRASILEIROS: UMA ANÁLISE CRÍTICA ÀS PROPOSTAS POLÍTICAS DE MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO

Cícero Antonio Antunes Catapreta⁽¹⁾

Eng. Civil (PUC-MG), Mestre e Doutor em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos (UFMG), Professor Adjunto do Centro Universitário UNA. Engenheiro Sanitarista da Superintendência de Limpeza Urbana de Belo Horizonte, MG, Brasil.

Sofia Regina Lopes

Técnica Química (CEFET-MG); Geógrafa (PUC-MG). Especialista em meio Ambiente (UFMG). Técnica em Laboratório da Superintendência de Limpeza Urbana de Belo Horizonte, MG, Brasil.

Allan de Freitas Magalhães

Eng. Florestal (UFLA). Biólogo (Universidade Católica de Brasília). Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos (UFMG). Doutor em Ecologia Vegetal Aplicada (UFMG). Pós- Doutorado (UFLA).

Luma Liz de Almeida Santana

Graduanda em Ciência Biológicas (UFMG)

Jéssica Assis de Paula

Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária - (CEFET-MG)

Endereço⁽¹⁾: Superintendência de Limpeza Urbana de Belo Horizonte – SLU/BH. Departamento de Tratamento e Disposição Final de Resíduos. Rodovia BR 040 – Km 531 – Jardim Filadélfia - Belo Horizonte – MG. Brasil - Tel: (31) 3277-9808 – e-mail: catapret@pbh.gov.br.

RESUMO

Em relação à disposição final de resíduos sólidos no Brasil, os aterros sanitários têm sido uma das técnicas preferencialmente adotadas quando se trata da erradicação dos lixões. Ao encerrar suas atividades, os aterros sanitários recebem cobertura final, que varia de acordo com as características do local e do entorno, com a finalidade de evitar erosões, recompor a paisagem, reduzir vetores e odor, entre outros fatores. Espécies de gramíneas e leguminosas são consideradas as mais adequadas para a inserção da camada evapotranspirativa, conforme o propósito a que se é dado com a finalização do aterro sanitário. Assim, o objetivo deste trabalho foi analisar avanços e limitações na implantação e na manutenção de camadas de cobertura vegetal de aterros sanitários propostos pelos municípios. Deste modo, buscou-se avaliar e discutir alguns aspectos relacionados à manutenção e à operação dessas camadas nos aterros sanitários brasileiros. O estudo permitiu inferir que apesar de reconhecida a necessidade de se implantar uma camada de cobertura vegetal em aterros sanitários, para se evitar futuros problemas com erosões e exposição de resíduos, a manutenção da mesma não é levada adiante e, na maioria das vezes, é realizada sem critérios, não considerando as características locais, assim como é preciso prever e aplicar técnicas conservacionistas, com o objetivo de minimizar as situações com a manutenção e com a invasão de espécies indesejadas. Tendo em vista a importância da cobertura vegetal na estabilidade física, química e biológica da área degradada, ainda são necessários estudos mais aprofundados sobre a implantação dessa camada. Pouco se é discutido sobre a manutenção das mesmas e as informações são muito vagas.

PALAVRAS-CHAVE: Aterros Sanitários, Resíduos Sólidos, Cobertura, Cobertura Vegetal.

INTRODUÇÃO

No Brasil, no que tange à disposição adequada dos resíduos sólidos, observa-se um avanço relacionado à erradicação dos lixões e a preferência pela implantação de aterros sanitários que, segundo Barros (2012), requer maior competência e conhecimento técnico.

Já em países mais desenvolvidos, a meta é diminuir os aterros sanitários e submeter os resíduos a outras possibilidades de tratamento e/ou disposição. A legislação europeia exige, desde o começo do ano de 2000, que todo resíduo que fosse disposto no solo já estivesse passado por um processo de tratamento, sendo aterrado apenas o mínimo possível (BARROS, 2012).

Um aterro sanitário é regulado e definido por normas que fixam as condições mínimas para o seu funcionamento, cuja técnica não cause danos à saúde humana e à segurança, minimizando impactos ambientais e confinando os resíduos em menor espaço possível e no menor volume permissível (ABNT, 1992).

A Norma Brasileira NBR 13896 (ABNT, 1997) define que no plano de fechamento para aterro sanitário, por ocasião do encerramento das atividades, deve constar os métodos e as etapas do fechamento total ou parcial, além do projeto e construção da cobertura final, de forma a minimizar a infiltração, prevenir erosões, acomodar recalques sem fraturas e que o coeficiente de permeabilidade seja inferior ao solo natural da área do aterro.

A mesma norma citada acima tem por objetivo minimizar manutenções futuras, proteger os corpos d'água superficiais e subterrâneos, também evitar liberação de líquidos lixiviados e gases para a atmosfera.

Segundo Catapreta (2008), ao encerrar suas atividades, os aterros sanitários recebem cobertura final que varia de acordo com as características geotécnicas do material utilizado e atributos climatológicos da região em que o aterro está inserido, e devido à complexidade do fenômeno de interação entre o solo, atmosfera e resíduos, ainda há muito a ser estudado.

A camada de cobertura final tem por finalidade controlar a entrada de água e de ar para dentro do maciço aterrado, a saída de gás para fora do aterro, reduzir o odor, vetores de doenças, o sistema de águas superficiais e, principalmente, a restauração da paisagem (Catapreta, 2008).

A cobertura vegetal ou ainda a recomposição vegetal dos taludes de aterros sanitários é necessária para se evitar erosões, principalmente nos períodos de chuvas em que ocorre aparecimento de sulcos e ravinas, causados pelo transporte de partículas de solo pelas águas das chuvas, e é capaz de proporcionar melhoria de qualidade de vida daqueles que vivem no entorno.

A importância da restauração vegetal não evita apenas os processos erosivos como também evita o aparecimento de materiais contaminados assim como animais indesejados (ex.: urubus, moscas, ratos, etc.) (Meinerz *et al*, 2009).

Dentro deste contexto, um aterro finalizado com a devida cobertura final, geotecnicaamente adequada, ou seja, com barreiras resistivas, deve receber uma camada evapotranspirativa. Esta camada de vegetação funciona como um reservatório de água durante as chuvas ao armazenar umidade para o solo e influenciando no ciclo do carbono de fotossíntese, formando regiões de microclima.

Considerando o exposto, o objetivo deste trabalho é analisar avanços e limitações na implantação e na manutenção de camadas de cobertura vegetal propostos pelos municípios, bem como avaliar a condição para o fechamento do aterro. Deste modo, buscou-se avaliar e discutir alguns aspectos relacionados à manutenção e à operação dessas camadas nos aterros sanitários brasileiros.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho faz uma avaliação de experiências em alguns municípios brasileiros, tomando como base aspectos críticos sobre as propostas políticas oferecidas para a manutenção e finalização da cobertura final dos seus aterros.

Para isto ao longo dos últimos anos (15 anos) foram realizadas visitas esporádicas, entrevistas com técnicos, trocas de experiências em outras unidades no estado de Minas Gerais e outros no Brasil. Para efeito de entendimento como a cobertura vegetal funciona, foram realizadas medições no aterro sanitário de Belo Horizonte, estado de Minas Gerais.

Inicialmente, foi realizada pesquisa bibliográfica com o objetivo de levantar dados relacionados especificamente para a cobertura vegetal de outros aterros sanitários encerrados. Essa pesquisa se deu por meio da avaliação de estudos já existentes. Entretanto, ainda que com limitações de informações muitas visitas

foram realizadas ao longo dos anos no aterro e relevantes trocas de experiências e pesquisas in loco de forma completa e objetiva.

No caso do aterro de Belo Horizonte, a área de estudo e observação se localiza na região Noroeste do Estado de Minas Gerais, com início de suas atividades em 1975 e finalização em 2007, depois de 32 anos de recebimento dos resíduos. Ocupa uma área de 144 hectares e 65 metros de altura do ponto mais elevado. Totalizou cerca de 23 milhões de resíduos aterrados, incluindo resíduos domiciliares, resíduos de construção e demolição e resíduos de serviços de saúde.

Na sua cobertura final foram empregados resíduos de construção e demolição, além de uma camada de argila compactada. Sobre esta camada foi aplicada uma camada de solo vegetal, que contribuiu o plantio e o enraizamento da cobertura vegetal.

A camada de cobertura final foi implantada visando o escoamento de águas pluviais, e obedeceu a uma declividade de 1%, com os fluxos sendo direcionados para o sistema de drenagem de águas pluviais do aterro. Concordante com o projeto de finalização, o aterro foi executado para ter o mínimo de manutenção possível (Catapreta, 2009).

Para execução da revegetação dos taludes do aterro foi necessário a aplicação de uma camada de solo vegetal com espessura de 0,10 m, e plantio de 292.000 m² de grama Batatais (*Paspalum notatum*), camada em alguns taludes com esteira vegetal coberto com grama Esmeralda (*Zoysia japonica*). A área total revegetada foi de 366.000 m².

Em relação à manutenção, ela ocorreu apenas um ano após o plantio. Ao longo dos anos aconteceu contaminação de outras espécies invasoras. A solução mais eficiente e eficaz de controlá-las foi realizar a capina mecânica, que de certa forma limpa a área e assim, pode-se monitorar outros parâmetros necessários, como o surgimento de trincas.

Assim como outros aterros, é realizada a manutenção de forma rudimentar, sem muita técnica. Como a área de aterragem abrange grande espaço, a dispersão de semente foi evidenciada pela correlação de vários fatores e dentre eles se destacam: a dispersão pelo vento, por fezes de animais e o carreamento de material no período de chuvoso.

Um estudo de caso realizado no município de Toledo, no Paraná, sugeriu algumas espécies para a recuperação paisagística do aterro sanitário do local. Tendo em vista que a elaboração da cobertura final depende diretamente de cada local e suas particularidades, assim como da finalidade pretendida para o aterro sanitário, as espécies selecionadas para a revegetação do aterro de Toledo foram, em sua maioria, diferentes daquelas escolhidas para o aterro de Belo Horizonte.

Dentre as espécies estudadas no aterro de Toledo para a revegetação dos taludes, a grama Esmeralda também se destacou, assim como no aterro de Belo Horizonte, principalmente pelas suas características relacionadas à facilidade de plantio, baixo índice de manutenção, desenvolvimento tanto no sol como em locais semi-sombreados, bom desenvolvimento em climas quentes, ótima resistência ao pisoteio, não exige podas muito frequentes, o que barateia a manutenção, e além disso, sua grande densidade também é responsável pela baixa incidência de ervas daninhas que aparecem apenas nas épocas de plantio (Meinerz *et al.*, 2009).

Em outro estudo analisado, os responsáveis pelos aterros de Campinas, Paulínia e Vinhedo (que se encontra em Várzea Paulista) disseram que para a revegetação nas células do aterro não seria possível a utilização de árvores, uma vez que a sugestão para o futuro desses aterros é possuir quadras poliesportivas e áreas verdes para a comunidade. Um engenheiro responsável pela área de resíduos sólidos da Cetesb Campinas solicita a implantação de gramíneas para a área do aterro, principalmente braquiária, sendo uma gramínea que pode ser utilizada para o uso de pastagens (Oliveira, 2004).

O aterro sanitário de Campinas (ou Complexo Delta) fez a revegetação do aterro com eucaliptos e plantas nativas, sendo elas cultivadas em um viveiro de mudas no aterro. Já o aterro sanitário de Paulínia, possui um viveiro de mudas que produz plantas nativas para a recuperação da área, assim recuperando a mata nativa ao redor do aterro (OLIVEIRA, 2004). De acordo com a Superintendência de Limpeza Urbana (SLU) que

administra a destinação dos resíduos sólidos, o aterro sanitário de Belo Horizonte contratou uma empresa para a revegetação dos taludes utilizando a grama Batatais (*Paspalum notatum*) que é nativa, mesmo possuindo um viveiro de mudas, contudo, as mudas produzidas foram utilizadas para a revegetação do aterro.

Áreas ocupadas por aterros sanitários são espaços antropizados, caracterizados como áreas degradadas, mas passível de reabilitação ou recuperação. Magalhães (2010) cita que as técnicas conservacionistas, devem ser aplicadas associadas ao estudo físico-químico da relação solo-planta, e a seleção de espécies de cada aterro. Outros fatores que interferem na manutenção dos aterros sanitários no Brasil como: desequilíbrio nas contas públicas e a descontinuidade política e administrativa.

RESULTADOS

Muito se fala sobre a importância da cobertura vegetal, tendo em vista sua influência na garantia da estabilidade física, química e biológica da área degradada. Entretanto, ao mesmo tempo em que se dá ênfase na relevância da implantação das camadas evapotranspirativas, pouco se fala sobre a manutenção das mesmas ao longo do tempo.

O que se percebe na maior parte dos casos, é um certo descaso quando se trata de aspectos envolvendo a manutenção dessas camadas depois de finalizadas. Existem procedimentos operacionais que devem ser executados com a finalidade de evitar situações de risco, como por exemplo, incêndios, erosão do solo, entre outros processos físicos.

Além disso, acima da camada argilosa deve haver uma camada superficial de solo, conhecida como *topsoil*, na qual são encontrados os maiores teores de matéria orgânica, micro e mesofauna do solo e nutrientes minerais. Essa camada é uma das mais importantes na cobertura final de aterros sanitários, visto que ela protege e dá sustentabilidade à vegetação (Londe, 2011).

Para o recobrimento de taludes é necessário que as espécies apresentem características que são: facilidade na propagação e tolerância a seca, sobrevivência a baixas condições de fertilidade por ser um solo pobre, disponibilidade de sementes, crescimento vigoroso e eficácia na cobertura do solo.

Nesse caso, espécies de gramíneas e leguminosas são eficientes devido às suas características, que juntas desempenham um papel em que as leguminosas através da simbiose com bactérias proporcionam propriedades químicas, biológicas e físicas do solo e as gramíneas ajudam na proteção, recuperação e revitalização (Londe, 2011).

Espécies nativas do Brasil que podem ser utilizadas para revegetar a área são leguminosas como *Arachis pinto* (grama amendoim), *Centrosema pubescens* (centrosema), *Colopogonium mucoloides* (colopogonio), *Indigofera hirsuta* (anileira) e *Pueraria phaseoloides* (puerária) e a gramínea nativa é a *Paspalum notatum* (grama batatais). Um exemplo de gramínea exótica utilizada é a *Zoysia japonica* (grama esmeralda).

A grama batatais (*Paspalum notatum*) foi utilizada no Aterro Sanitário de Belo Horizonte devido às suas características, por ser uma planta nativa do Brasil, de seu sistema radicular e por ser competitiva no que se refere a plantas invasoras. Outro estudo foi realizado no mesmo local utilizando o *Vetiveria zizanioides* (vetiver) nativo da Ásia. Contudo o estudo não foi bem sucedido, uma vez que é uma planta forrageira que atrai animais, como cavalos, que invadiam o local e se alimentavam da mesma.

A escolha de espécies nativas é devida o seu potencial de crescer e se dispersar nas condições daquele ambiente (IAP, s.d.). Elas desempenham o papel de enfrentar os problemas criados naquela região uma vez que foram selecionadas (seleção natural) naquele ambiente, assim criando resistência a mudanças, como modificações climáticas (CORADIN, 2011).

Nas Figuras de 1 a 4 são apresentados alguns aterros sanitários que implantaram cobertura vegetal após o seu encerramento e vêm sendo analisados no que diz respeito à inserção da cobertura vegetal e sua manutenção.



Figura 1 - Aterro da Caximba



Figura 2 - Aterro dos Bandeirantes (SP)



Figura 3 – Aterro São João (SP)



Figura 4 - Aterro de Belo Horizonte

CONCLUSÕES

O estudo permitiu inferir que apesar de reconhecida a necessidade de se implantar uma camada de cobertura vegetal em aterros sanitários, para se evitar futuros problemas com erosões e exposição de resíduos, a manutenção da mesma não é levada adiante e, na maioria das vezes, é realizada sem critérios, não considerando as características locais.

Antes de se implantar a cobertura vegetal é necessário avaliar o solo a ser empregado e o clima do local onde será implementada a camada evapotranspirativa, uma vez que, as plantas têm que se adaptar ao local. Além



disso, é preciso prever e aplicar técnicas conservacionistas, com o objetivo de minimizar as situações com a manutenção e com a invasão de espécies indesejadas.

Percebeu-se ainda uma carência de estudos referentes à camada de cobertura vegetal e manutenção de uma área ocupada por um aterro sanitário. No Brasil, ao finalizar um aterro, não há a devida preocupação futura com o espaço degradado e sua destinação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BARROS, R. T. V. Elementos de resíduos sólidos. Belo Horizonte: Tessitura, 2012.
2. ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8419: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos: procedimento. Rio de Janeiro, 1992.
3. ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13896 - Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação - Procedimento. Rio de Janeiro, 1997. 12 p.
4. CATAPRETA, C.A.A. (2008). Comportamento de um Aterro Sanitário Experimental: Influência do Projeto, Construção e Operação. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos. UFMG.
5. CATAPRETA, A.A., SIMÕES, G.F. Waste compaction at Belo Horizonte landfill, Brazil. In: International Waste Management and Landfill Symposium, 12, 2009, S Margarita de Pula. Proceedings... Padova: IWWG/CISA, 2009.
6. LONDE, P. R; BITAR, N. A. B. Importância do uso de vegetação para contenção e combate à erosão em taludes do lixão desativado no município de Patos de Minas (MG) - Perquirere: Patos de Minas: UNIPAM, dez. 2011.
7. MAGALHAES, A. F. Avaliação comportamental de um substrato degradado em função de doses crescentes de resíduo orgânico como condicionador inicial do sistema solo-planta para a cobertura final do aterro sanitário de Belo Horizonte, MG. Lavras: UFLA, 2010.
8. OLIVEIRA, C. N. Recuperação ambiental de aterros sanitários na região metropolitana de Campinas: revegetação e uso futuro. Unicamp, Campinas, 2004.
9. MEINERZ, C. C et al. Estudo de Caso para Recuperação Paisagística do Aterro Sanitário de Toledo – PR. São Paulo, 2009.
10. CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; REIS, A. Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro – Região Sul. Brasília: MMA, 2011. 934p.
11. IAP. Conceitos gerais sobre espécies exóticas invasoras. Instituto Ambiental do Paraná (s.d.).