

Importância do uso de vegetação para contenção e combate à erosão em taludes do lixão desativado no município de Patos de Minas (MG)¹

Patrícia Ribeiro Londe

Graduada em Ciências Biológicas pelo UNIPAM, com especialização em Gestão e Educação Ambiental pela mesma instituição. e-mail: londepr@yahoo.com.br

Norma Aparecida Borges Bitar

Professora do UNIPAM

Resumo: Este estudo teve por objetivo demonstrar a importância de se promover a recomposição vegetal dos taludes do lixão desativado no município de Patos de Minas (MG). A revegetação é importante para a proteção e a integridade dos taludes que, devido a sua conformação, podem sofrer tanto o transporte quanto a movimentação gravitacional de massas. A partir de um levantamento fotográfico do local em estudo, foram identificados processos erosivos, provocados principalmente pelo escoamento superficial das águas da chuva. Assim o emprego da vegetação protegerá a estabilidade da área, oferecendo suporte mecânico, e melhorará as condições químicas, físicas e biológicas do solo. A escolha de leguminosas e gramíneas para a revegetação se deve à capacidade adaptativa dessas espécies de se estabelecerem em solos inertes desprovidos de substrato, como é o caso do solo que reveste a camada superficial do lixão. No local, deverão ainda ser instalados sistemas de drenagem de chorume e água pluvial. A inexistência desses sistemas são fatores agravantes nos processos erosivos dos taludes, e embora esteja prevista sua realização no plano de encerramento do lixão da cidade de Patos de Minas (MG), ainda não foram implantadas.

Palavras-chave: Lixão. Revegetação. Taludes.

Abstract: This study aimed at demonstrating the importance to promote a vegetal recomposition of the talus of the deactivated landfill in Patos de Minas, MG. The re-vegetation is important for the protection and integrity of the taluses, which, because of their configuration, may suffer both the transport and the gravitational movement of the masses. Beginning with a photographic survey of the studied place, we identified erosive processes, provoked especially by the superficial flow of the rain waters. This way, the application of the vegetation will protect the stability of the area, offering mechanic support, and will improve the chemical, biolog-

¹ **Lista de símbolos:** N – Nitrogênio; P – Fósforo; K – Potássio; Al – Alumínio; Mn – Manganês.

Lista de siglas: ADRSU – Aterro de disposição de resíduos sólidos urbanos; RSU – Resíduos sólidos urbanos; CTC – Capacidade de troca catiônica; IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis; IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo; CEMPRE - Compromisso Empresarial para Reciclagem.

ical and physical conditions of the soil. The choice for leguminous plants and grass for the new vegetation is due to the capacity of adaptation of these species to be established in inactive soils not provided of substrates, such as the case of the soil that covers the superficial layer of the landfill. In the place, systems of drainage of lard and pluvial water will be installed. The inexistence of these systems is a grave factor in the erosive processes of the taluses, and although its fulfillment in the plan of conclusion of the landfill of Patos de Minas is previewed, they have not been implanted yet.

Keywords: Landfill; re-vegetation; taluses

1. *Introdução*

O número crescente de aterros de disposição de resíduos sólidos urbanos (ADRSU) atualmente desativados, em desativação, ou em processo de remediação, aumenta a preocupação quanto ao uso futuro dessas áreas e sua recuperação para benefício da população, a qual deve ser compensada pelos prejuízos sofridos durante o período de operação do aterro. A implantação e a operação desses empreendimentos envolvem constantes atividades de remoção, adição e/ou substituição do solo, tornando-os bastante adversos e provocando profundas modificações no equilíbrio ambiental dos ecossistemas dos solos, podendo demandar dezenas de anos para adquirir níveis adequados de equilíbrio ambiental (SOUSA; ROESER; MATOS, 2002).

Esses solos, os quais podemos chamar de substrato, ao fazer parte das camadas de cobertura final dos ADRSU, além de estarem desprovidos de atributos físicos e químicos que permitam a colonização biológica, apresentam-se suscetíveis à ação dos processos erosivos (MAGALHÃES, 2005).

Existem muitas dificuldades técnicas para a reabilitação ambiental desse ambiente, uma vez que envolvem fatores dependentes de características biológicas, climáticas e ambientais, intrínsecas ao local de estudo. Além do fato de existirem nos resíduos sólidos urbanos (RSU), poluentes como gases e metais tóxicos, propiciando um ambiente ainda mais adverso (MAGALHÃES, 2005).

Assim como a maioria dos outros países, a legislação brasileira exige que áreas degradadas por atividade antrópicas devam ser remediadas, para minimizar a interferência ambiental e restaurar essas áreas. No caso específico dos ADRSU, as áreas deverão ser utilizadas para outros fins, como parques ecológicos, campos de futebol e/ou estacionamentos (ANDRADE; MAHLER, 2000).

Para estas áreas que durante anos ficaram sujeitas à deposição de resíduos sólidos urbanos (RSU), práticas de manejo e conservação, como o emprego de plantas de cobertura, são relevantes para a manutenção ou melhoria das características químicas, físicas e biológicas dos solos (MAGALHÃES, 2005).

Portanto, o uso da cobertura vegetal como medida mitigadora dos impactos ambientais para as camadas de cobertura final de ADRSU poderá ser uma opção coerente, prática e econômica, embora apresente dificuldades de adaptação em função das características geométricas da área (declividade do terreno) e da composição física e química do substrato. Nesse caso, é necessário conhecer as espécies vegetais que po-

dem ser incluídas em determinado sistema de utilização de culturas, bem como as suas características individuais como raízes, folhas, caules, crescimento e cobertura, visando adequá-las corretamente no local onde serão implantadas (MAGALHÃES, 2005).

A remediação de áreas degradadas com a utilização de espécies vegetais, além do efeito visual e protetor, é geralmente uma exigência legal e um compromisso social que precisam ser executados, criando uma enorme demanda tecnológica, oportunidades de pesquisa científica e oferecendo grandes possibilidades de negócios (ACCIOLY; SIQUEIRA, 2000).

A preocupação de se conhecer melhor os ADRSU iniciou-se ao longo destas últimas décadas, devido não somente ao grande volume de resíduos que estavam sendo dispostos de maneira incorreta, mas também às possíveis influências desse tipo de ambiente para as demais áreas próximas. Estas preocupações se tornam cada vez maiores, à medida que esses aterros têm suas atividades encerradas, o que tem obrigado os municípios a ter junto ao órgão ambiental competente um projeto de controle ambiental aprovado e com uma sequência de condicionantes para evitar grandes danos ao meio ambiente.

A reabilitação da superfície desses ADRSU é um dos critérios condicionantes para a obtenção do seu licenciamento ambiental. No entanto, existem no nosso país poucas técnicas conhecidas e que demonstrem soluções eficientes para esse tipo de ambiente. Ao mesmo tempo boa parte das administrações dessas áreas não tem uma preocupação com a implantação da cobertura vegetal dessas superfícies, como é o caso do lixão desativado do município de Patos de Minas (MG).

O lixão, que por 20 anos recebeu todo resíduo gerado na cidade de Patos de Minas, tem uma área de 18,5 hectares (PLANO, 2003). Antes de ter suas atividades encerradas, passou à condição de aterro controlado, até que em 2009 foi licenciado como aterro sanitário.

Como condicionante de um projeto de controle ambiental para ADRSU desativados, foi previsto dentre várias outras medidas, o confinamento do lixo com a formação dos taludes e a impermeabilização superficial de cada uma destas células, com camada de solo compactada com no mínimo 60 cm de espessura. Então, após este término, o emprego de plantas de cobertura nestes locais (PLANO, 2003).

Entretanto as camadas superficiais do ADRSU desativado, neste caso as áreas ocupadas pelo antigo lixão, permanecem sem a cobertura vegetal (Anexo). Este solo desprovido de vegetação está exposto e sujeito às intempéries, sobretudo das águas da chuva que por não encontrarem nenhum tipo de cobertura escoam ao longo do talude, transportando consigo partículas de solo, provocando o início de sulcos pouco profundos, que podem evoluir para ravinas e voçorocas.

Assim, este trabalho vem demonstrar a importância de se promover a recomposição vegetal dos taludes, a fim de estabilizar os processos erosivos existentes, e sugerir por meio de trabalhos técnico-científicos já realizados, espécies vegetais que se adaptem às condições físicas e químicas do solo de ADRSU.

Em se tratando de acúmulo de resíduos sólidos, é imprescindível a revegetação de modo a promover a integridade dos taludes evitando a erosão. Pois neste caso, um deslizamento de terra significaria toneladas de lixo sendo espalhados, causando a ex-

posição dos materiais contaminantes e a propagação de vetores (moscas, baratas, gafanhotos, urubus e outros).

2. Diferenças entre lixão, aterro controlado e aterro sanitário

Existem diferenças marcantes nas formas de se dar uma destinação final aos resíduos sólidos urbanos. As formas mais comuns são:

- lixão (aterro comum);
- aterro controlado;
- aterro sanitário.

No lixão a disposição final de resíduos sólidos urbanos, é caracterizada pela simples descarga sobre o solo, sem critérios técnicos e medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública. É o mesmo que descarga a “céu aberto”, sendo considerada inadequada e ilegal segundo a legislação brasileira (LANZA, 2009). O local onde os resíduos são depositados não passa por nenhum tratamento antes do seu funcionamento, e também não ocorre o tratamento do chorume e dos gases produzidos pelo lixo. Com isso, pode ocorrer o espalhamento deste gás pelo vento aumentando os riscos de contaminação. O terreno onde o lixão é implantado não tem nenhuma cobertura vegetal, o que expõe o ambiente à contaminação e atrai vetores transmissores de doenças, como febre tifóide, salmonelose, disenterias e outras infecções. O material depositado também não recebe nenhum tipo de cobertura diária e a falta de controle dos resíduos que são destinados ao lixão acaba levando ao descarte de qualquer tipo de resíduo, o que aumenta consideravelmente os riscos de contaminação e a poluição dos recursos naturais em torno da área do lixão (DAZIBÃO, 2007).

O aterro controlado nada mais é do que um lixão reformado, onde o local de deposição é adequado à legislação, mas do ponto de vista ecológico, continua inadequado, pois a contaminação do solo continua acontecendo. Seu objetivo não é a prevenção da poluição, mas sim tentar minimizar os impactos causados pelo lixão (DAZIBÃO, 2007). Ele consiste em uma técnica utilizada para confinar os resíduos sólidos urbanos sem poluir o ambiente externo, porém sem a implementação de elementos de proteção ambiental. Com esse tipo de disposição produz-se, em geral, poluição localizada, não havendo impermeabilização de base (comprometendo a qualidade do solo e das águas subterrâneas), nem sistema de tratamento de lixiviados (chorume mais água de infiltração) ou de extração e queima controlada dos gases gerados. Existe a cobertura dos resíduos com material inerte, mas é feita de maneira aleatória. Esse método é preferível ao lixão, mas apresenta qualidade bastante inferior ao aterro sanitário (LANZA, 2009).

Segundo a NBR 8419/1992 da ABNT, o aterro sanitário é uma técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, que não causa danos à saúde pública e ao meio ambiente, utilizando, para tanto, medidas de minimização dos impactos ambientais. Esse método utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos na

menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de solo na conclusão de cada trabalho, ou intervalos menores, se necessário.

O aterro sanitário deve contar com todos os elementos de proteção ambiental:

- sistema de impermeabilização de base e laterais;
- sistema de recobrimento diário dos resíduos;
- sistema de cobertura final das plataformas de resíduos;
- sistema de coleta e drenagem de lixiviados;
- sistema de coleta e tratamentos dos gases;
- sistema de drenagem superficial;
- sistema de tratamento de lixiviados;
- sistema de monitoramento.

Embora consistindo de uma técnica simples, os aterros sanitários exigem cuidados especiais e procedimentos específicos. A avaliação do impacto ambiental local e sobre a área de influência nas fases de implantação, operação e monitoramento devem ser sempre considerados na elaboração dos estudos técnicos.

De acordo com a NBR 13896/1997 da ABNT, recomenda-se a construção de aterros com vida útil mínima de 10 anos. O seu monitoramento deve prolongar-se, no mínimo, por mais 10 anos após o seu encerramento.

2.1. Formas de encerramento de Aterros de Deposição de Resíduos Sólidos Urbanos – Lixão

O encerramento das atividades operacionais de disposição de resíduos em aterros constitui o marco inicial dos trabalhos para recuperação ambiental da área utilizada. Ele só pode ser considerado encerrado quando estiver estabilizado, tanto do ponto de vista bioquímico como geotécnico, e a área utilizada devidamente recuperada e apta para uma nova ocupação e aproveitamento (BERNARDES JÚNIOR; SABAGG; FERRARI, 1999). Entretanto, em alguns trabalhos técnico-científicos o termo *encerramento* tem sido utilizado para designar o término das atividades de disposição dos resíduos sólidos em aterros, dos serviços de cobertura com solo e com revestimento vegetal e implantação de dispositivos de drenagem (JORGE; BAPTISTI; GONÇALVES, 2004).

Segundo Lanza (2009), a desativação dessas áreas ocupadas por lixões é feita, muitas vezes, sem critérios técnicos, realizando-se apenas o encerramento da disposição de resíduos no local, fechamento e abandono da área. Assim em função da grande possibilidade de ocorrência de problemas ambientais, o simples abandono e fechamento das áreas utilizadas para disposição final de resíduos sólidos urbanos devem ser descartados, devendo os municípios buscar técnicas que minimizem os impactos ambientais.

Uma das técnicas utilizadas para o encerramento e recuperação de uma área degradada por deposição inadequada de lixo envolve a remoção total dos resíduos depositados, transportando-os para um aterro sanitário, seguida da deposição de solo natural da região na área escavada. Contudo, ações deste porte compreendem elevados custos, inviabilizado economicamente este processo e forçando a adoção de soluções

mais simples e econômicas de modo a minimizar o problema (MONTEIRO, 2001). Essas soluções envolvem um conjunto de providências, por meio das quais se espera minimizar os efeitos impactantes gerados ao meio ambiente, e correspondem a (ALBERTE, 2003):

- Intervir em um aterro com o intuito de encerrar a sua operação, requalificando-o ambientalmente ao espaço onde está inserido, reduzindo os impactos ambientais negativos sofridos pela área e dando-lhe outra finalidade;
- Transformar um aterro comum (lixão) em aterro controlado/sanitário. Esta prática promove a recuperação gradual da área degradada mantendo sua operação. Objetiva prolongar a vida útil do aterro e minimizar os seus impactos sócio-ambientais.

A primeira alternativa é adotada nas áreas de aterro comum que não possam ser transformados em aterros sanitários, devendo ser suspenso o recebimento de resíduos. Nesse caso, entende-se que o fechamento do lixão deve ser realizado em paralelo com o estudo de alternativas de novos locais para disposição de lixo, de modo que não seja inviabilizada a disposição deste, em curto prazo, no município (JARDIM, 1995). A segunda alternativa, que se refere ao processo de revitalização da área do lixão, transformando-o em aterro sanitário, é adotada principalmente devido a dificuldades em se encontrar novas áreas para disposição de resíduos na região. Vale ressaltar, que sua prática depende da existência de espaço suficiente para disposição de lixo na área por um prazo futuro significativo (ALBERTE; CARNEIRO; KAN, 2005).

Em ambos os casos, os projetos técnicos necessários à recuperação do aterro devem considerar os problemas sanitários e ambientais envolvidos, dentre eles a reconformação do maciço de resíduos com uma geometria estável, eliminação de fogo e fumaça, a selagem da área com uma camada de solo relativamente impermeável; além da implantação de sistema de drenagem superficial para desvio das águas de chuva da massa de resíduos aterrados, drenagem e queima controlada dos gases, drenagem e tratamento dos lixiviados e a revegetação da área (LANZA, 2009; ALBERTE; CARNEIRO; KAN, 2005)

Para a segunda alternativa, deve-se considerar ainda os problemas operacionais de manutenção do aterro. Nesse processo, as ações atuantes correspondem ao manejo do lixo e variam em função das seguintes condições do aterro: local com lixo antigo e com espaços contíguos “virgens” internos à área de domínio; área de domínio totalmente ocupada em superfície por lixo; e local ocupado com lixo antigo, com possibilidade de uso de novas áreas “virgens” (JARDIM, 1995).

2.1.1. Requalificação da Área

Na recuperação de aterros objetivando o seu encerramento, independentemente do desempenho do tratamento dos resíduos, faz-se necessária a reconformação do maciço de resíduos com uma geometria estável, ou seja, a conformação da superfície final e dos taludes do aterro (ALBERTE; CARNEIRO; KAN, 2005).

Os taludes podem ser definidos como qualquer superfície inclinada que limita um maciço de terra, de rocha ou de terra e rocha. Eles podem ser naturais, no caso de encostas ou artificiais, como os taludes de corte ou aterro (MACHADO JÚNIOR, 2003).

É possível perceber certo grau de indistinção e aplicações equivocadas entre os termos talude antrópico e encosta natural (FERNANDES, 2004). Uma definição mais clara e objetiva destes termos é proposta por Cunha *et al.* (1991). Segundo os autores, taludes naturais são definidos como encostas de maciços terrosos, rochosos, ou mistos de solo e rocha, originados por agentes naturais e de superfície não horizontal, mesmo que tenham sofrido algumas ações antrópicas, tais como cortes, desmatamentos, introdução de cargas.

Uma encosta pode ser entendida como toda a superfície natural inclinada (declive) que une duas outras superfícies caracterizadas por diferentes energias potenciais gravitacionais. Este termo é mais utilizado em caracterizações regionais, enquanto que talude natural é mais empregado em descrições locais, preferencialmente, por profissionais atuantes em geotecnia.

Talude de corte pode ser definido como um talude natural ou de encosta resultante de algum processo de escavação promovido pelo homem. Já o termo talude artificial refere-se aos declives de aterros construídos a partir de vários materiais, tais como argila, silte, areia, cascalho e rejeitos industriais ou de mineração.

A figura (1) a seguir mostra a conformação de um talude.

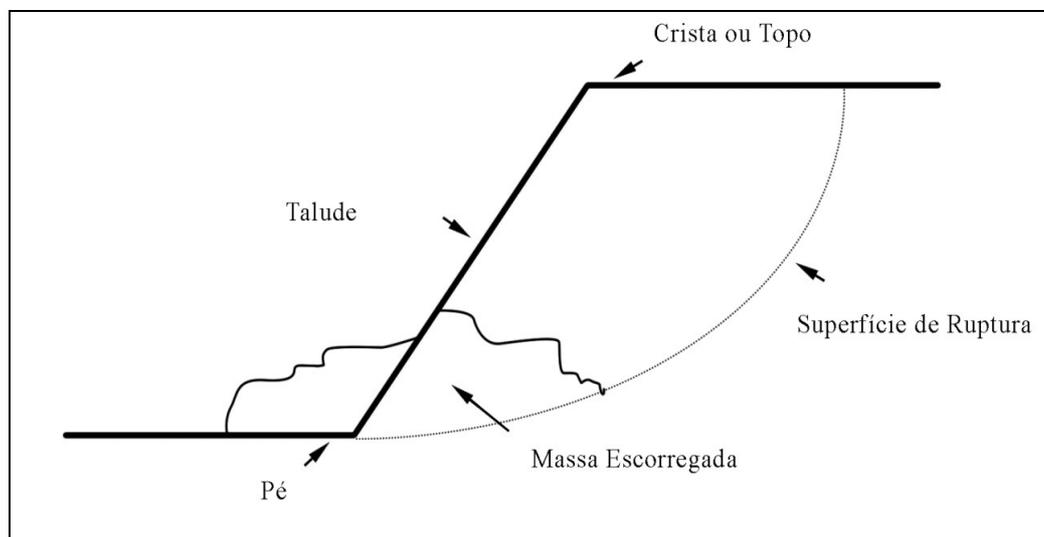


Figura 1. Conformação de um talude.

De uma forma geral, os taludes, sejam eles de ordem natural, de estradas ou de aterros sanitários, estão sujeitos com relativa frequência a problemas associados a instabilização de massa (MANHAGO, 2008). Esses locais se constituem de superfícies mais frágeis, devido ora à exposição do solo, ora às deficiências comumente resultantes da

construção. Estes aspectos associados geralmente à falta de proteção superficial e à inexistência ou ineficácia de sistema de drenagem podem desencadear processos erosivos (CARVALHO, 1991).

Segundo Cunha *et al.* (1991), a dinâmica dos taludes é regida pelos processos de transporte de massa e pelos movimentos gravitacionais de massa. Os transportes de massa incluem a erosão laminar, erosão em sulcos e erosão por voçorocamento; os movimentos gravitacionais de massa incluem rastejos, escorregamentos, quedas/ tombamentos e corridas de massa (GUIDICINE; NIEBLE, 1993 *apud* FERNANDES, 2004).

O processo de erosão constitui-se na destruição da estrutura do solo e sua remoção (MACHADO JÚNIOR, 2003). Pode ocorrer tanto nas camadas superficiais como nas mais profundas (GALETI, 1971 *apud* GALAS, 2006) e tem como agentes a chuva, o vento, o gelo, as plantas e os animais (SALOMÃO, 1995 *apud* GALAS, 2006).

Para Guerra, Silva e Botelho (1999), a erosão do solo é um processo constituído por três fases. A primeira é efetuada pelo destacamento das partículas individuais de massa de solo, em seguida ocorrem a mobilização e o transporte. Quando a energia disponível dos agentes erosivos não é mais suficientemente capaz de efetuar o transporte da partícula, ocorre então uma terceira fase – a deposição das partículas.

Uma das mais eficientes maneiras de amenizar esses problemas é a aplicação de uma cobertura que atue no sentido de minimizar a perda de solo, seja ela por escorregamento ou pela presença de feições erosivas (SOUZA; SEIXAS, 2001).

A revegetação é uma das técnicas mais utilizadas para o controle de erosão e estabilização de taludes de rejeito (AKERS; MUTER, 1974 *apud* CHAULYA *et al.*, 1999). Ela atua sobre o perfil das encostas de diferentes modos, favorecendo a fixação do solo e opondo-se a degradação por rastejo e erosão elementar – erosão por escoamento superficial (PINHEIRO, 1971).

3. Importância da cobertura vegetal na estabilidade de taludes

Nos taludes desprovidos de vegetação, o solo fica exposto e sujeito às intempéries, sobretudo das águas da chuva que, por não encontrarem nenhum tipo de cobertura, acabam escoando ao longo do talude, transportando consigo partículas de solo, provocando o início de sulcos pouco profundos, que podem evoluir para ravinas e voçorocas. Esse processo de erosão, caracterizado por um movimento de massa, nos períodos de chuva intensa, comprometem a estabilidade dos taludes, principalmente os de ADRSU, que são constituídos pelos mais diversos materiais orgânicos (NEVES; SOUSA; OLIVEIRA, 2006).

Estes materiais em decomposição, quando saturados pela água das chuvas funcionam como lubrificante para o deslizamento, podendo causar a instabilidade, tornando os aterros mais suscetíveis ao processo erosivo, que ao longo do tempo vão sofrendo. Além das fracas características coesivas do material que recobre os taludes, o excesso de declive pode causar a erosão (NEVES; SOUSA; OLIVEIRA, 2006; EINLOFT *et al.*, 1997).

Assim, os taludes e patamares do aterro devem, em toda a sua extensão, ser cobertos por vegetação adequada imediatamente após a sua construção. Essas ações devem iniciar logo no tratamento físico da área, à medida que sejam identificadas células de lixo a serem encerradas (ALBERTE; CARNEIRO; KAN, 2005).

A vegetação entra como um importante agente de impedimento físico à ação dos processos erosivos sobre os taludes (GOMES; SILVA, 2002). De acordo com Bertoni e Lombardi Neto (1990), a cobertura vegetal é a defesa natural de um terreno contra a erosão por meio dos seguintes benefícios: a) proteção direta contra o impacto das gotas de chuva; b) dispersão da água, interceptando-a e evaporando-a antes de atingir o solo; c) decomposição das raízes das plantas que, formando canalículos no solo, aumentam a infiltração de água; d) melhoramento da estrutura do solo pela adição de matéria orgânica, aumentando assim sua capacidade de retenção de água; e) diminuição da velocidade de escoamento da enxurrada pelo aumento do atrito na superfície.

Sob condições normais, o recobrimento do solo, por vegetação herbácea densa, proporciona a melhor proteção contra a erosão laminar e contra a ação do vento. Entretanto, a utilização inadequada da vegetação, objetivando o recobrimento do solo, pode ocasionar resultados negativos em termos de conservação deste recurso natural (MORGAN; RICKSON, 1995).

Magalhães (2005) afirma que a perda ou remoção da vegetação no talude pode resultar no aumento da taxa de erosão e aumento da frequência de rupturas no talude. A rigor, a densa cobertura, supre a melhor proteção contra o escoamento superficial de água. Esse recobrimento vegetativo também modifica sensivelmente o microclima superficial, reduzindo as variações da umidade e temperatura do solo (MORGAN; RICKSON, 1995).

3.1. Características das espécies utilizadas na revegetação dos taludes

A recomposição vegetal é a forma mais indicada para a conservação de taludes e de grande importância para evitar o aparecimento de voçorocas, desmoronamento de taludes, soterramento de estradas, entupimento de suas calhas com solo, assoreamento de rios, etc. (SANTANA FILHO; CARDOSO; PEREIRA NETO, 1997). No entanto, para cada tipo de ambiente e de talude, determinadas espécies vegetais irão se adaptar melhor (SOUZA, 2007).

De uma forma geral, a atividade que envolve revegetação de taludes de ADRSU requer uma vegetação específica, possuidora de características específicas que possam favorecer seu desenvolvimento nesses locais (SOUZA, 2007). Para Einloft *et al.* (1997), estas características são: sobrevivência em condições de baixa fertilidade, tolerância à seca, crescimento vigoroso, disponibilidade de sementes, facilidade na propagação e eficácia na cobertura do solo. Pereira (2005) descreve essas características como constituintes de fatores edáficos, climáticos, fisiológicos e ambientais determinantes na seleção de espécies.

Koerner, Daniel (1997) e Souza (1997) acrescentam ainda que as espécies vegetais devem apresentar a capacidade de se manter perene, possuir enraizamento acima da camada de drenagem e adaptação sem necessidade de práticas agrícolas como a

adubação, em solos cuja constituição química, física e biológica são impróprias para o rápido crescimento e estabelecimento de outras plantas (SOUZA, 2007).

A revegetação é o primeiro passo para a reabilitação dessas áreas, não só como fonte de matéria orgânica, mas também como fator importante no controle da erosão do solo. A proteção proporcionada pelas plantas de cobertura, evitando o impacto da chuva diretamente sobre a superfície do solo, dissipando a sua energia cinética e impedindo a desagregação e a formação de crostas superficiais de baixa permeabilidade depende do tipo da planta, da morfologia e tamanho das folhas e das raízes, além do tipo de consórcio a que estas plantas estão compreendidas (FRANCO, 1997).

Assim, plantas rasteiras e de grande área foliar são mais efetivas na proteção do solo que plantas eretas e de folhas estreitas (FRANCO, 1997). Plantas que produzem raízes profundas, com crescimento inicial rápido e agressivo, podem recuperar solos fisicamente degradados. Muitas vezes, deve-se adotar o consórcio de duas ou mais espécies, ou mesmo a densidade adequada de indivíduos, para que os resultados sejam rapidamente evidenciados (NUERNBERG; STAMMEL; CABEDA, 1986).

A escolha correta de plantas, para uso em áreas degradadas, erosões e áreas instáveis, permite obter sucesso da revegetação e até mesmo de estabilizar áreas que apresentavam instabilidade (PEREIRA, 2005). No entanto, o emprego inadequado da vegetação pode colocar em risco a estabilidade do talude, e o não-conhecimento das espécies mais indicadas pode aumentar a intensidade da erosão. Em muitos casos uma só espécie vegetal não contém todas as características desejáveis, então, deve-se optar por aquelas que tenham o maior número de características e procurar consorciá-las (SOUZA, 2007).

3.1.1. Espécies vegetais da família Leguminosae

O termo genérico “leguminosa” refere-se às plantas da família Caesalpinaceae, Fabaceae e Mimosaceae. Existem numerosas leguminosas tropicais, havendo ainda muitas espécies desconhecidas e cerca de 13 mil catalogadas, as quais se prestam a uma gama de utilizações, como produção de grãos, frutos, tubérculos, forragem, carvão, celulose, madeira, adubação verde e arborização (SIQUEIRA; FRANCO, 1998).

Manhago (2008) descreve as leguminosas como espécies que apresentam uma alta capacidade reprodutiva, baixa exigência em fertilidade, e que melhoram as características do substrato, por meio de fixação biológica do nitrogênio, em associações simbióticas com bactérias (rizóbio), sendo esta a grande justificativa para seu uso, pois disponibilizam para outras plantas o nitrogênio. Além disso, apresentam raízes (Figura 2) com arquitetura e profundidade que permitem estabilizar solos com pouca instabilidade como nos casos de talude.



Figura 2 – Aspecto geral da família Leguminosae. Fonte: Magalhães (2005).

Furtini Neto *et al.* (2000); Siqueira e Franco (1998) citam um outro aspecto relevante: o fato de muitas leguminosas nodulíferas serem também micorrízicas, ou seja, além de se associarem com o rizóbio, formam simbiose também com fungos micorrízicos, podendo se valer dos múltiplos benefícios desta interação. A exploração de maior volume de solo pelas hifas da micorriza permite a absorção de nutrientes e de água, além da zona de atuação das raízes. Os maiores benefícios se dão em função do incremento na absorção de nutrientes de baixa mobilidade no solo, notadamente o fósforo, e do abrandamento dos problemas relacionados com o pH, Al e Mn nos solos ácidos, além de benefícios não-nutricionais. Tais efeitos sobre o desenvolvimento da planta micorrizada são mais importantes e visíveis justamente em ambientes estressantes, como é o caso dos sítios degradados.

Um estudo sobre técnicas de revegetação de taludes de aterros sanitários desenvolvida por Manhago (2008) sugere algumas espécies de leguminosas (Tabela 1) empregadas nas camadas de cobertura final de aterros sanitários.

Tabela 1 - Principais espécies de leguminosas utilizadas em revegetação de taludes

Espécies de Leguminosas	
Nome Científico	Nome Comum
<i>Arachis pintoii</i>	grama amendoim
<i>Canavalia ensiformes</i>	feijão-de-porco
<i>Centrosema pubescens</i>	centrosema
<i>Colopogonium mucoloides</i>	colopogonio
<i>Heliantus annuus</i>	girassol forrageiro
<i>Dolichos lablab</i>	lab-lab
<i>Indigofera hirsuta</i>	anileira
<i>Macrotyloma axilare</i>	java
<i>Medicago sativa</i>	alfafa
<i>Melelotus sp</i>	trevo-doce
<i>Mucuna aterrima</i>	mucuna-preta
<i>Pueraria phaseoloides</i>	puerária
<i>Sesbania virgata</i>	sesbânia
<i>Trifolium repens</i>	trevo branco

Fonte: Manhago (2008)

3.1.2. Espécies vegetais da família Gramineae

As gramíneas têm sido apontadas como plantas de melhor capacidade regenerativa para a estabilidade da estrutura do solo, sendo as mais estudadas para este fim (Figura 3). Pelo seu extenso sistema radicular concentrado na superfície, quando considerado longo efeito de tempo, têm resultado em valores altos de estabilidade dos agregados, principalmente para espécies perenes, pois além de apresentarem alta densidade de raízes e melhor distribuição do sistema radicular no solo, favorecem as ligações dos pontos de contato entre partículas minerais e agregados (SILVA; MIELNICZUK, 1997; SANTIAGO; SILVA; ANDRADE, 1998). No entanto, há falta de informação na taxa de modificação da estabilidade dos agregados no tempo quando comparada às leguminosas (REINERT, 1998; DECHEN; LOMBARDI NETO; CASTRO, 1981).

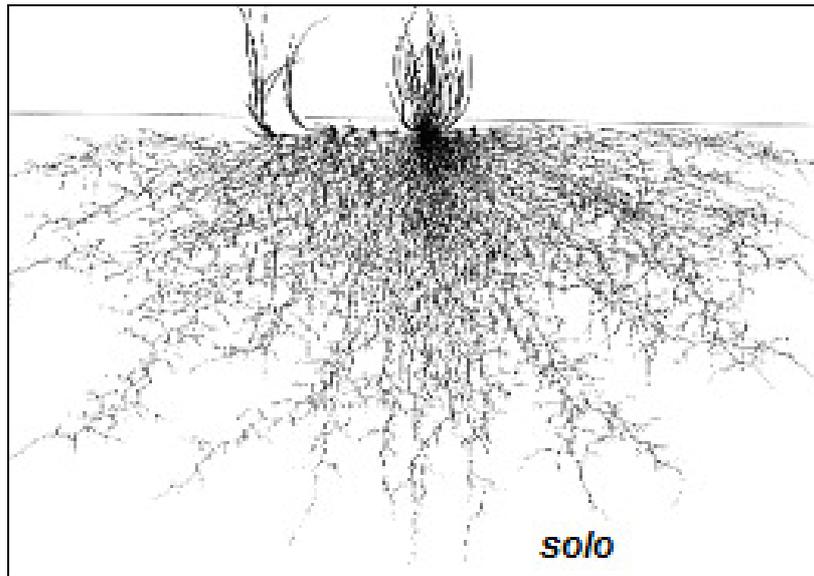


Figura 3. Aspecto geral da família Gramineae. Fonte: Magalhães (2005).

Segundo Pereira (2005), as gramíneas têm importância fundamental por atuarem como plantas pioneiras na sucessão ecológica ajudando na recuperação, proteção e revitalização do solo. Elas podem ser descritas como espécies que apresentam um crescimento rápido, baixa exigência de fertilidade do substrato, alta capacidade de perfilhamento e pelas características de seu sistema radicular, que proporciona um melhor suporte mecânico para o talude e pelo aproveitamento de cerca de 80% do nitrogênio incorporado ao solo pelas leguminosas acelerando ainda mais seu crescimento. O seu perfilhamento contribui para a sustentabilidade do sistema por meio do fornecimento de matéria orgânica, devido à sua grande capacidade de produção de biomassa. O uso de gramíneas e leguminosas em consórcio desempenha, então, um papel fundamental na revegetação, pois as leguminosas, por meio da sua associação com bactérias, funcionam como condicionadoras das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, e as gramíneas como um suporte mecânico para o sistema (PEREIRA, 2005), promovendo o rápido recobrimento do talude como uma maneira de minimizar a ação que as intempéries causam sobre ele.

Manhago (2008) apresenta as principais espécies de gramíneas (Tabela 2), utilizadas em trabalhos de revegetação de taludes em aterros sanitários.

Tabela 2 - Principais espécies de Gramíneas utilizadas em revegetação de taludes

Espécies de Gramíneas	
Nome Científico	Nome Comum
<i>Avena strigosa</i>	aveia preta
<i>Brachiaria brizantha</i>	brachiaria
<i>Chloris gayana</i>	capim-de-rhodes
<i>Cymbopogon citratus</i>	capim-cidreira
<i>Cynidon dactilon</i>	grama-bermuda
<i>Digitaria decumbens</i>	capim-pangola
<i>Eragrostis curvula</i>	capim-chorão
<i>Lolium multiflorum</i>	azevém
<i>Melinis repens</i>	capim favorito
<i>Panicum milaceum</i>	painço
<i>Paspalum dilatatum</i>	grama comprida
<i>Paspalum notatum</i>	grama-forquilha
<i>Setaria esphacelata</i>	setária kuzungula
<i>Stonatanataphurm sacundatum</i>	grama-de-jardim
<i>Vetiveria zizanooides</i>	vetiver

Fonte: Manhago (2008)

4. Principais técnicas de revegetação de taludes

O tipo de área degradada (se processo erosivo, recuperação de taludes, cava de minério desativada, recomposição de mata ciliar) determinará o sistema de plantio (ANGELIS NETO; ANGELLIS; OLIVEIRA, 2004). O plantio consiste na aplicação de mudas ou sementes, visando o desenvolvimento vegetativo para a cobertura do solo (EINLOFT *et al.* 1997).

Existem diversos métodos de plantio, que poderão ser utilizados isoladamente ou de forma conjunta, dependendo das características do relevo (plano, declivoso), disponibilidade de recursos financeiros, disponibilidade de material de propagação (sementes, mudas), mão-de-obra e equipamentos. No caso de taludes os métodos mais utilizados são: sementeira, sacos de aniagem, placas de grama e plantio em covas (EINLOFT *et al.* 1997)

O plantio por sementeira pode ser realizado de duas maneiras: a lanço ou por hidrossemeadura (MANHAGO, 2008). Na sementeira a lanço, as sementes são espalhadas no terreno, manual ou mecanicamente, e incorporadas superficialmente ao solo por meio de grade. A semente deve ficar ao redor de 3 cm de profundidade. As vantagens da sementeira a lanço são a rapidez e a economia; no entanto, a sementeira é irregular, e a emergência, desuniforme (SANTOS, 2004).

O processo de hidrossemeadura consiste em um método mecanizado, que por uma via aquo-pastosa recobre o talude com um coquetel de sementes e outros materiais que induzem a fixação das sementes ao solo, favorecendo o estabelecimento e o crescimento das plantas. O procedimento da hidrossemeadura ocorre por meio de um maquinário especializado, constituído de um tanque com pás giratórias num eixo horizontal e moto-bomba para aplicação (MANHAGO, 2008). As misturas utilizadas são constituídas pelos seguintes materiais: corretivos de pH do solo, adubos químicos e orgânicos, celulose ou papelão picado para manter a suspensão homogênea e após a aplicação conservar a umidade, adesivo específico para fixar as sementes de gramíneas e leguminosas, e a celulose (IBAMA, 1990).

Segundo o Ibama (1990), taludes íngremes apresentam fortes restrições à incorporação de matéria orgânica, de adubos químicos e à fixação de sementes; por isso, o processo de hidrossemeadura tem sido recomendado para a revegetação destas áreas.

De acordo com Affonso e Freitas (2003), o processo de hidrossemeadura normalmente é executado em solos com características físico-químicas extremadas, sendo encontrados normalmente nestas áreas baixíssimos teores dos macronutrientes básicos para o desenvolvimento de plantas (N, P e K) e altos índices de acidez de solo.

É um método relativamente barato, entretanto, apresenta alguns problemas nas áreas revegetadas, causados por falhas na germinação e pela perda de sementes pelo carreamento provocado pelas águas da chuva (EINLOFT *et al.*, 2000). Por isso, segundo Angelis Neto, Angellis e Oliveira (2004), trata-se de um método que necessita de re-semeio.

O plantio em sacos de aniagem ou aplicação de “sacos verdes” consiste em uma técnica que facilita a introdução de vegetação rasteira e arbustiva em taludes íngremes de corte (EINLOFT *et al.*, 1997). Araújo *et al.* (2005) explicam que são utilizados sacos de aniagem preenchidos com uma mistura de sementes, capim picado, substrato e fertilizantes. Após o enchimento dos sacos eles são fechados e fixados nos taludes por meio de grampos de aço ou estacas de bambu ou madeira. A germinação das sementes começa a ocorrer após o terceiro dia da colocação dos sacos no campo. As raízes começam a penetrar no talude favorecendo a fixação definitiva das plantas, promovendo boa revegetação.

Costa *et al.* (1997) abordam que processo de utilização de sacos de aniagem para revegetação de taludes tem se mostrado altamente positivo, podendo estes ser usados de duas maneiras: a primeira descrita acima, e a segunda como uma manta, para posterior hidrossemeadura. Os sacos de aniagem inicialmente protegem o substrato do impacto direto da chuva e dos raios solares, retendo umidade e diminuindo as oscilações de temperatura. Com o início do crescimento das plantas, o sistema radicular passa a auxiliar na fixação dos sacos, em virtude da malha de raízes desenvolvidas.

Em termos de trabalhos práticos que comprovem a eficiência do uso desta técnica, pode-se citar Costa *et al.* (1997), que testaram a capacidade de revegetação de taludes, usando sacos de aniagem e concluíram que a técnica permite recobrimento vegetal de taludes; os sacos dão sustentabilidade às espécies plantadas, criando uma condição inicial para que as plantas se fortaleçam e adquiram capacidade para colonizar o solo degradado. Além disso, por estarem fixados no solo e recobrirem todo o talude

eles atuam na sua contenção, mesmo após uma chuva muito intensa, evitando assim o deslizamento e o escoamento superficial dos taludes, mantendo desta forma a integridade dos mesmos.

O método de plantio de placas de grama é empregado para revestir taludes de cortes e aterros, quando se deseja obter uma rápida proteção (CARVALHO, 1991). Segundo o Ibama (1990), estas placas constituem-se de uma porção de terra medindo cerca de 40 x 40 cm, com gramíneas enraizadas no solo. A sua implantação é realizada normalmente sobre uma delgada camada de solo fértil, colocada uniformemente sobre a superfície do talude (CARVALHO, 1991).

Em taludes mais íngremes, pode-se utilizar telas plásticas, fixadas por grampos ou chumbadores para a colocação da grama em placas. Como principal vantagem, tem-se o revestimento imediato do solo e do valor paisagístico. Como desvantagens, pode-se dizer que o custo é relativamente elevado e dificulta a entrada de outras espécies no sistema, inviabilizando a autossustentabilidade do local. O sistema radicular é pouco profundo e geralmente requer manutenção periódica (FERNANDES, 2004).

A técnica de plantio em covas consiste no preparo do solo para a distribuição das plântulas. Como vantagens deste método, ressaltam-se a economia para as pequenas áreas, a utilização de mão-de-obra não especializada e o favorecimento da entrada de novas espécies, conferindo uma maior biodiversidade – principalmente quando existirem áreas próximas potencialmente fornecedoras de propágulos – garantindo maior autossustentabilidade do sistema. Como desvantagens, destacam-se o aporte considerável de recursos para grandes áreas, o que muitas vezes a torna inaplicável; e o baixo rendimento em áreas íngremes e riscos operacionais (FERNANDES, 2004).

Em termos de comparação do método de sacos de aniagem com o plantio em covas, ficou comprovado por meio de estudos que o primeiro se mostrou mais eficiente no recobrimento vegetal do talude, porque o plantio em sacos de aniagem permite que as sementes nasçam e se desenvolvam mais rápido do que quando plantadas diretamente em covas. Além disso, em declividades maiores que 35° a técnica de plantio em covas não é recomendada, pois a configuração das covas pode acabar permitindo a formação de veios de escoamento de água e, juntamente com a água, ocorre o arraste de substratos. Uma outra conclusão a que se chegou sobre o plantio em covas é que o mesmo apresenta um baixo rendimento no recobrimento vegetal e, por isso ele não é indicado para minimização rápida do impacto visual causado por ADRSU (EINLOFT *et al.* 1997).

5. Dificuldades de plantio

Antes de se implantar qualquer tipo de cobertura vegetal em ADRSU, devem ser levadas em consideração algumas dificuldades na realização dessa revegetação. Normalmente, esta dificuldade está relacionada ao fato de que o solo não possui uma estrutura primária necessária para o estabelecimento e crescimento das plantas (MANHAGO, 2008).

Segundo Einloft *et al.* (1997) e Manhago (2008), as maiores dificuldades são: a falta de solo de superfície, a deficiência de nutrientes, a alta declividade do talude, a própria dificuldade em selecionar as espécies a serem utilizadas, os impedimentos químicos e físicos que o talude apresenta em função de ser composto por lixo, e a escolha de um método que apresente resultados mais satisfatórios no sentido de realmente estabilizar esse talude.

A falta de solo ideal para o crescimento das espécies vegetais é citado como um dos maiores obstáculos quando se decide recuperar os taludes de um aterro. Nestes locais, os resíduos são depositados e selados com uma camada de solo, chamado material inerte (MONTEIRO *et al.*, 2001).

Quando uma célula de deposição de resíduos é encerrada, o que se tem é uma camada superficial de um solo muito argiloso. As áreas a serem recuperadas não contam com a camada superficial do solo – “topsoil” – que segundo Vasconcelos *et al.* (1997), é onde se encontram os maiores teores de matéria orgânica, micro e mesofauna do solo e nutrientes minerais. Moreira (2004) relata que o “topsoil” corresponde à camada superficial do solo em torno de 20 cm de espessura.

Koerner e Daniel (1997) afirmam que a pequena espessura destas camadas (15 cm) é o principal inconveniente para as plantas, uma vez que o crescimento de algumas espécies possuem o enraizamento mais profundo, como arbustos e árvores.

Para Gill *et al.* (1999) o “topsoil” é uma das mais importantes camadas de cobertura final de um ADRSU, pois é a camada que forma, protege e dá sustentabilidade à vegetação. Normalmente esta camada é constituída de uma estrutura de raízes de plantas que cresce e protege o sistema de cobertura final da ação de ventos e chuvas, minimizando, desta forma, os processos erosivos.

Atualmente, o “topsoil” é o componente mais caro do sistema de cobertura devido à alta demanda e pouca disponibilidade de materiais adequados. Em se tratando de qualidade intrínseca do material a ser utilizado, os solos que promovem e sustentam o crescimento das plantas são aqueles tipicamente de textura franca, ou seja, solos com proporções semelhantes das frações granulométricas (areia, silte e argila). Alguns pesquisadores relatam que o solo mais apropriado para este fim é aquele que possui as características específicas exigidas pela vegetação que será utilizada para a cobertura dessas camadas. Outro fator importante para a seleção do material é a proximidade e disponibilidade no mercado, contribuindo assim para evitar maiores custos de transporte (KOERNER; DANIEL, 1997).

Outros materiais como resíduos de demolição e construção são utilizados na camada superficial. Na verdade, qualquer material que seja considerado seguro e estável para o sistema de cobertura pode ser considerado como material alternativo. Materiais muito grosseiros devem ser evitados, pois retêm pouca umidade durante o período de seca e comprometem a sustentabilidade de água por parte da vegetação (MAGALHÃES, 2005).

De acordo com Magalhães (2008), o componente mais comumente usado é o solo fertilizado, ou seja, com os nutrientes necessários para o crescimento e desenvolvimento da vegetação, e que também possua certas propriedades físicas adequadas, como capacidade de armazenamento de água para consumo das plantas (GILL *et al.*,

1999). Em relação a esta qualidade química, os fatores mais importantes são o pH, CTC e alguns macronutrientes como N, P e K.

Ainda segundo o mesmo autor, para a construção dessas camadas, se utilizado o “topsoil”, a compactação na superfície deve ser a mínima possível para facilitar o enraizamento das plantas. A densidade da camada superficial vai depender de diversos fatores dentre eles o clima, o tipo e taxa de crescimento das espécies e tipo de material utilizado.

Dependendo do tipo de camada localizada abaixo da camada superficial, boa parte da água de chuva poderá entrar no sistema das camadas, comprometendo o desempenho de todo o conjunto. Frequentemente devem ser realizadas rotinas de manutenção nas camadas superficiais, devido à sua suscetibilidade à erosão, especialmente após o encerramento das atividades (MAGALHÃES, 2005).

Além de a recolocação do “topsoil” ser um atributo importante na melhoria da fertilidade do solo pelo aumento dos teores de matéria orgânica e atividades biológicas (MOREIRA, 2004), muitos estudos têm demonstrado que a utilização de consórcios herbáceos e arbustivos (geralmente gramíneas e leguminosas), como primeira fase de colonização do solo, também auxilia na formação de uma nova camada superficial (EINLOFT *et al.* 1997).

Para Monteiro *et al.* (2001), este consórcio de espécies vegetais estará desempenhando um papel de corretor do solo, já que as espécies de leguminosas irão fixar nitrogênio e desse modo, melhorar as condições químicas do solo para a introdução futura de outras espécies mais nobres. Matéria orgânica também estará sendo adicionada ao solo por meio da deposição de cobertura vegetal, e as propriedades físicas deste solo estarão sendo melhoradas pelo crescimento do sistema radicular das espécies.

6. Metodologia

6.1. Descrição da área de estudo

O município de Patos de Minas ocupa uma área de 3.187,53 km² na meso-região do Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba. Encontra-se a uma altitude de 833 m acima do nível do mar, latitude Sul 18°35'00" e longitude Oeste 46°31'00". O relevo é 90% ondulado e a hidrografia do município faz parte de duas grandes bacias fluviais do Brasil: a Bacia do Prata e a Bacia do São Francisco (GUIA, 2004).

O aterro sanitário de Patos de Minas (MG) está situado às margens da estrada que liga o município ao distrito de Boassara, abrange 22 ha, de um total de 40,5 ha, dos quais 18,5 ha correspondem ao lixão desativado, sendo a área de estudo.

A área do antigo lixão foi usada para disposição de resíduos sólidos urbanos durante 20 anos. Como o município não dispõe de coleta seletiva, todo o material recolhido pela prefeitura era depositado neste local, que recebia além do lixo domiciliar, comercial, industrial, resíduos das diversas atividades de limpeza pública, tais como varrição, capina e poda. Os resíduos de serviço da saúde eram dispostos junto aos demais resíduos sem tratamento prévio, no entanto, após o lixão ser transformado em

aterro controlado, os resíduos passaram ser destinados à vala séptica.

O processo de transformação do lixão em aterro controlado consistiu na construção de três células de lixo. Nesse processo foi projetada a movimentação interna dos resíduos, promovendo seu confinamento com a formação dos taludes, tendo suas atividades encerradas em 2009, quando foi implantado o aterro sanitário na cidade de Patos de Minas (MG).

6.2. Métodos

Para o desenvolvimento do trabalho, inicialmente foi realizado um levantamento bibliográfico para embasar teoricamente a pesquisa, por meio de consulta e estudo sistematizado de materiais relacionados à existência de normas legais para inativação e fechamento de lixões, visando a remediação dos mesmos por meio de técnicas de recomposição vegetal.

Posteriormente foram efetuadas duas visitas de campo ao aterro sanitário de Patos de Minas (MG). A primeira ocorreu no mês de novembro de 2009, e a segunda em junho de 2010. Na primeira visita foi realizado um levantamento das medidas mitigadoras implantadas no pós-selamento de cada célula do lixão desativado; a segunda visita contou com o levantamento fotográfico de pontos de erosão e pequenos deslizamentos de terra identificados na área em estudo (Anexo).

7. Conclusão

O encerramento de áreas degradadas por resíduos sólidos urbanos contempla a minimização do risco de incêndio, da poluição no solo, águas e atmosfera, oriunda da decomposição e lixiviação dos resíduos sólidos que compõem o lixão, por meios simplificados para reduzir as fontes poluidoras, além da cobertura dos resíduos com solo, a revegetação e cercamento da área. Para isto, devem ser estabelecidos planos para finalização das atividades destes locais e monitoramento ambiental.

No caso do antigo lixão do município de Patos de Minas (MG), o estudo foi limitado à análise e proposta de solução para a instabilidade dos taludes, ocasionados no pós-selamento das células do ADRSU. A identificação de processos de movimentação de massa e erosões nos taludes demonstrou que estas áreas não apresentam boas condições de estabilidade, sendo necessárias ações imediatas quanto à revegetação dos mesmos.

Ressalta-se que antes do emprego de espécies vegetais de cobertura no local, seja previsto a implantação de sistemas de drenagem de chorume e de drenagem pluvial. Embora estas medidas mitigadoras não façam parte de soluções do pós-selamento das células, estão previstas no plano de encerramento e recuperação do lixão da cidade de Patos de Minas (MG) e ainda não foram executadas.

A falta de proteção superficial associada à inexistência de um sistema de drenagem desencadeia fenômenos erosivos. Desse modo, para que os processos de erosão

dos taludes sejam contidos de forma eficiente, é necessário que as medidas citadas, sejam precedidas à revegetação. Uma vez implantadas, além de evitar maiores danos ao meio ambiente, também auxiliarão na estabilidade dos taludes.

O estudo aponta as leguminosas e as gramíneas como as melhores espécies adaptadas a revegetação de taludes de ADRSU. Este fato se deve à grande capacidade de adaptação a solos pobres e desprovidos de qualquer condicionante tanto de ordem física, como de ordem química que favoreça o desenvolvimento de qualquer outra espécie, conseguindo deste modo recompor a função ecológica e paisagística do local.

Tanto as espécies selecionadas para a recomposição vegetal dos taludes, quanto a técnica escolhida para o plantio, devem ocorrer após um estudo das características físicas e químicas do solo, utilizado na impermeabilização ou selamento da área do lixão.

Portanto, este trabalho demonstrou ainda que, de forma breve, como o uso da cobertura vegetal como medida mitigadora, pode auxiliar na integridade dos taludes do ADRSU, evitando a ocorrência de desastres que podem se manifestar tanto na forma de deslizamentos, expondo materiais contaminantes e favorecendo a propagação de vetores; como na formação de processos erosivos. Além de promover uma melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo das camadas de cobertura final destes locais.

Referencias bibliográficas

ACCIOLY, A. M.; SIQUEIRA, J. O. Contaminação química e biorremediação do solo, in: NOVAIS, R. F.; AVAREZ, V. H.; SCHAEFER, C. E. (eds.) *Tópicos em ciência do solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. p.299-352.

AFFONSO, C. H. A.; FREITAS, L. G. B. de. Implantação e Manejo de Gramíneas em Estradas e Rodovias, in: I SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS: PRODUÇÃO, IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO, 2003, Botucatu. *Anais...* Botucatu: UNESP, 2003. Disponível em: <http://www.infograma.com.br/.../IMPLANTAÇÃO%20E%20MANEJO%20DE%20GRAMÍNEAS%20EM%20...> Acesso em: 13 abr. 2010.

ALBERTE, E. P. V. *Análise de Técnicas de Recuperação de Áreas Degradadas por Disposição de Resíduos Sólidos Urbanos: Lixões, Aterros Controlados e Aterros Sanitários*. Bahia – Brasil, Faculdade de Tecnologia e Ciências, Salvador, 2003.

ALBERTE, E. P. V.; CARNEIRO, A. P.; KAN, L. Recuperação de Áreas Degradadas por Disposição de Resíduos Sólidos Urbanos. *Diálogos & Ciência – Revista Eletrônica da Faculdade de Tecnologia e Ciências de Feira de Santana*. [s.l], n. 5, jun. 2005. Disponível em: <<http://www.ftc.br/revistafsa.htm>>. Acesso em: 27 jan. 2010.

ANDRADE, J. C. M.; MAHLER, C. F. Avaliação de aspectos da fertilidade de metais tóxicos no solo de cobertura de um aterro sanitário de resíduos sólidos urbanos visando sua

vegetação, in: XXVII CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 27, 2000, Vitória. *Anais...* Vitória: ABES, 2000. 1 CD.

ANGELIS NETO, G. de; ANGELLIS, B.L.D. de; OLIVEIRA, D.S. de. O uso da vegetação na recuperação de áreas urbanas degradadas. *Acta Scientiarum Technology*, Maringá, v. 26, n. 1, p. 65-73, 2004.

ARAÚJO, N. C.; et al. *Resposta Técnica*. Disponível em:
<<http://sbirt.ibict.br/upload/sbirt1254.pdf>> Acesso em: 10 fev. 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. *NBR 13896: Aterros de resíduos não perigosos – Critérios para projeto, implantação e operação*. Rio de Janeiro, 1997.

_____. *NBR 8419: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos: procedimento*. Rio de Janeiro, 1992.

BERNARDES JÚNIOR, C.; SABAGG, M.A.F.; FERRARI, A.A.P. Aspectos Tecnológicos de Projetos de Aterros de Resíduos Sólidos, in: RESID'99 – SEMINÁRIO SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS. *Anais...* São Paulo: ABGE, 1999, p. 51-68.

BERTONI, J. LOMBARDI NETO, F. *Conservação do solo*. São Paulo: Ícone. 1990. 355 p.

CARVALHO, P.A.S. (coord.). *Manual de Geotecnia: taludes de rodovias, orientações para diagnóstico e soluções dos seus problemas*. São Paulo: IPT, 1991. 338p.

CHAULYA S. K.; et al. Numerical modeling of biostabilization for a coal mine overburden dump slope. *Ecological Modeling*, n. 114, p. 275-286, 1999.

COSTA; M. M. et al. Revegetação de taludes usando sacos de aniagem: Metodologia de implantação e análise ergonômica, in: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS-SINRAD, 3, 1997, Ouro Preto (MG). *Anais...* Ouro Preto: Sobrade/UFV, 1997, p. 355-366.

CUNHA, M. A.; et al. *Ocupação de encostas*. 3 ed. São Paulo: IPT, 1991. 216 p.

DAZIBÃO. Entenda as diferenças: aterro sanitário, aterro controlado e lixão. *Revista Digital do Escritório Pinheiro Pedro Advogados*. Ed. 12. maio 2007.
Disponível em: <<http://dazibao.com.br>>. Acesso em: 15 mar. 2010.

DECHEN, S.C.F.; LOMBARDI NETO, F.; CASTRO, O. M. Gramíneas e leguminosas e seus restos culturais no controle da erosão em Latossolo Roxo. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v. 5, n. 1, p. 133-137. 1981.

EINLOFT, R. et al. Seleção de gramíneas e leguminosas utilizadas para revegetação de taludes em sacos de aniagem e plantio em covas, in: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS-SINRAD, 3., 1997, Ouro Preto. *Anais...* Ouro Preto: Sobra-

de/UFV, 1997, p. 329-338.

EINLOFT, R. et al. Duas técnicas de estabelecimento de ilhas vegetais em áreas degradadas para acelerar a sucessão ecológica, in: SIMPÓSIO NACIONAL DE ÁREAS DEGRADADAS, 4., 2000, Blumenau. *Anais...* Blumenau: FURB, 2000, 1 CD.

FERNANDES, L. S. *Avaliação de Mantas Comerciais na Vegetação de Talude em Corte de Estrada*. 2004. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

FRANCO, A. A. Recuperação de áreas degradadas, in: REIS, M. G. F. *I Encontro para conservação da natureza: Gestão Municipal*. Viçosa: UFV, 1997, p. 195-201.

FURTINI NETO, A. E.; et al. Fertilização em reflorestamento com espécies nativas, in: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. *Nutrição e fertilização florestal*. Piracicaba: IPEF, 2000, p. 351-383.

GALAS, N. D. *Uso de vegetação para contenção e combate à erosão em taludes*. 2006. 64 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2006. Disponível em: <[http:// cursos.anhembi.br/TCC-2006/Trabalhos/tcc-55.pdf](http://cursos.anhembi.br/TCC-2006/Trabalhos/tcc-55.pdf)>. Acesso em: 14 abr. 2010.

GILL, M.; et al. *Landfill Remediation Project Manager's Handbook*. Air Force Center for Environmental Excellence. Mitretek Systems Center for Science and Technology. McLean, Virginia, 1999. 148 p.

GOMES, A. M.; SILVA A. C. Reabilitação da cobertura vegetal de área degradada por empréstimo de materiais. Lavras: UFLA, 2002. Disponível em: <<http://www.cemacufla.com.br/trabalhospdf/trabalhos%voluntarios/Protc%2092.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2010.

GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. *Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. 340p.

GUIA Patos, 2004. Patos de Minas, 2004.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. *Manual de Recuperação de Áreas Degradadas pela Mineração: Técnicas de Revegetação*. Brasília: IBAMA, 1990, 96 p.

JARDIM, N. S. (coord.). *Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado*. São Paulo: IPT/CEMPRE, 1995.

JORGE, F. N. de; BAPTISTI, E. de; GONÇALVES, A. Monitoramento em Aterros Sanitários nas Fases de Encerramento e de Recuperação: desempenhos mecânicos e ambiental, in: Resid'2004 - SEMINÁRIO SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS, 2004, São Paulo. *Anais...* São Paulo:

ABGE, 2004. Disponível em: <http://etg.ufmg.br/~gustavo/geotecniaaplicada/p7.pdf>. Acesso em 15 mar. 2010.

KOERNER, R. M.; DANIEL, D. E. *Final covers for solid waste landfills and abandoned dumps*. Virginia: Asce press, 1997. 256 p.

LANZA, V. C. V. CADERNO TÉCNICO DE REABILITAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS POR RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM) – Fundação Israel Pinheiro, 2009. 28 p.

MACHADO JÚNIOR, D. de M. *Taludes de Rodovias: orientações para diagnósticos e soluções de problemas*. São Paulo: IPT. 2003.

MAGALHÃES, A. de F. *Avaliação do desempenho de Técnicas de Bioengenharia na Proteção e Conservação da Cobertura Final de Taludes em Aterros de Disposição de Resíduos Sólidos Urbanos: Estudo de Caso para o Aterro Sanitário de Belo Horizonte, MG*. 2005. 169 f.. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Recursos Hídricos e Meio Ambiente). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

MANHAGO, S. R. *Técnicas de revegetação de Talude de Aterro Sanitário*. 2008. 18 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia Florestal) - Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2008.

MONTEIRO, J. H. P. et al. *Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos*. Victor Zular Zveibil (coord.). 15 ed. Rio de Janeiro: IBAM, 2001. 200 p.

MOREIRA, P. R. Manejo do Solo e Recomposição da Vegetação com Vistas a Recuperação de Áreas Degradadas pela Extração de Bauxita, Poços de Caldas, MG. 2004. 139 f. Tese (Doutorado em Biologia vegetal). Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Rio Claro-SP, 2004. Disponível em: <http://www.ufra.edu.br/pet_florestal/downloads/degrada1.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2010.

MORGAN, R. P. C. RICKSON, R. J. Slope stabilization and erosion control: A bioengineering approach. Silsoe College, Cranfield University, UK. London: Chapman e Hall. 1995. 274 p.

NEVES, P. F.; SOUSA, M. R. e; OLIVEIRA, J. *Influência da cobertura vegetal na resistência ao escorrimo de taludes*. Instituto Superior Técnico – Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2006. Disponível em: <<http://cegeo.ist.utl.pt/html/publicacoes.shtml>> Acesso em: 29 abr. 2010.

NUERNBERG, N. J.; STAMMEL, J. G.; CABEDA, M. S. V. Efeito de sucessão de culturas e tipos de adubação em características físicas de um solo da encosta basáltica sul-riograndense. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v. 10, p.185-190, 1986.

PEREIRA, A. R. *Como selecionar plantas para áreas degradadas e controle de erosão*. Belo Horizonte: Deflor, 2005. 84p.

PINHEIRO, D. J. *Evolução das encostas nas regiões tropicais úmidas*. Bahia: UFBA, 1971. 29 p.

PLANO de controle ambiental de destinação final de resíduos sólidos. Patos de Minas: Prefeitura Municipal 2003.

REINERT, D. J. Recuperação de solos em sistemas agropastoris, in: *Recuperação de áreas degradadas*. Viçosa: UFV, 1998. p. 163-176.

SANTANA FILHO, S.; CARDOSO, I. M.; PEREIRA NETO, J. T. Utilização de composto orgânico na recuperação de áreas degradadas, in: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 3., Ouro Preto. *Anais...* Ouro Preto: Sobrade/UFV, 1997, p. 194-204.

SANTIAGO, R. D.; SILVA, I. de. F. da. ANDRADE, A. P. de. Agregação do solo: efeito de diferentes gramíneas na sua formação estabilização, in: XII REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA: Agricultura e Sustentabilidade no Semi-Árido. *Anais...* Fortaleza: SBCS, 1998.

SANTOS; A. B. dos. Cultivo do Arroz Irrigado no Estado do Tocantins. *Embrapa Arroz e Feijão*, [s.l], n. 3, nov. 2004. Disponível em:
<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/.../sistema_plantio.htm>.
Acesso em: 24 fev. 2010

SILVA, I. F.; MIELNICZUK, J. Ação do sistema radicular de plantas na formação e estabilização de agregados do solo. *Revista Brasileira de Ciências do solo*, v. 21, p. 113-117, 1997.

SIQUEIRA, J. O.; FRANCO, A. A. *Biotecnologia do solo: Fundamentos e Perceptivas*. Brasília: AEPE-ABEAS, 1998. 235 p.

SOUZA, C. M. de. *Recuperação de áreas degradadas em Aterros Sanitários*. 2007. 40 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia Florestal) - Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro: Seropédica, 2007.

SOUZA, C. R.; SEIXAS, F. Avaliação de diferentes coberturas do solo no controle da erosão em taludes de estradas florestais. *Scientia Forestalis*. Piracicaba: IPEF, n. 60, p. 45-51, dez. 2001. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr60/cap04.pdf>>. Acesso em: 02 fev. 2010.

SOUSA, H. A. de.; ROESER, H. M. P.; MATOS, A. T. de. Métodos e técnicas aplicados na avaliação ambiental do aterro da BR-040 da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte – MG. *Revista da escola de Minas, Ouro Preto*, v. 55, n. 4, p. 291-300, 2002.

SOUZA, M. G. de. *Revegetação de taludes com geotêxtil em área minerada*. 1997. 47 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.

IMPORTÂNCIA DO USO DE VEGETAÇÃO PARA CONTENÇÃO E COMBATE À EROSÃO

VASCONCELOS, A. N. et al. Projeto piloto recuperação de uma cascalleira na Estação Ecológica do Jardim Botânico de Brasília, in: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 3, 1997, Ouro Preto (MG). *Anais...* Ouro Preto: Sobrade/UFV, 1997, p. 106-109.

ANEXO



Erosões diagnosticadas nos taludes do antigo lixão do município de Patos de Minas (MG).



Taludes desprovidos de vegetação