



PROPOSTAS DE AÇÕES PARA AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE BIOTÉCNICAS NA PROTEÇÃO E CONSERVAÇÃO DE TALUDES EM PERÍMETRO URBANO

Clodomir Barros Pereira Júnior¹; Vicente de Paula Silva² & André Cardim³

Resumo – O trabalho propõe ações para avaliar, em escala piloto, o desempenho de biotécnicas na conservação e proteção de taludes em perímetro urbano, contribuindo para o desenvolvimento de uma tecnologia a ser utilizada na revegetação das encostas urbanas, que atendam às exigências legais e técnicas. O experimento será constituído de 21 (vinte e uma) parcelas, sete tipologias em três repetições, as quais representarão os tipos de coberturas a serem adotadas na recuperação de áreas degradadas. Este trabalho terá como objetivo avaliar as perdas de água e de sedimentos em parcelas experimentais com 2,0 m de largura por 5,0 m de comprimento (440,00 m²), utilizando diferentes tipos de coberturas: (1) retentores de sedimentos; (2) biomanta de sisal; (3) capim Vetiver *Vetiveria zizanioides* L (Nash), casualizado; (4) capim Vetiver, *Vetiveria zizanioides* (Nash), em placas na horizontal; (5) retentores de sedimentos com capim Vetiver *Vetiveria zizanioides* L casualizado; (6) retentores de sedimentos e capim Vetiver *Vetiveria zizanioides* L em placas horizontais; (7) solo sem cobertura vegetal. As parcelas serão instaladas no talude do centro de logística da COMPESA, bairro da macaxeira, Recife – Pernambuco. Para avaliação da perda de solo será usada a Equação Universal de Perda de Solo (USLE). A hipótese a ser verificada será a de que diferentes tipos de coberturas e combinações contribuem para minimizar as perdas de água e de sedimentos, conservando e protegendo os taludes.

Abstract – The paper proposes actions to evaluate, on a pilot scale, the biotechnics performance in slope protection and conservation, contributing to the development of a technology to be used in the revegetation of the final cover layers soil. The experiment will consist of 21 (twenty one) experiment plots, which will represent the kinds of covers to be adopted and that meet these legal requirements and techniques. This work has as objective to evaluate the losses of water and sediment in experimental plots with 2.0 m wide by 5.0 m long (440,00m²) and use different types of anti-erosion blankets: (1) sediment retainers; (2) fibrax screen; (3) *Vetiveria zizanioides* L (Nash), casual; (4) *Vetiveria zizanioides* L (Nash) wick sediment retainers; (5) *Vetiveria zizanioides* L (Nash) and plates horizontal line; (6) sediment retainers + *Vetiveria zizanioides* L (Nash), casual; (7) soil without vegetation cover; The parcels shall be installed on the macaxeira in the municipality of Recife-Pernambuco. For the evaluation of soil loss will used the Universal Soil Loss Equation (USLE). The hypothesis to be verified is that different types of anti-erosion blankets and combinations contribute to minimize losses of water and sediment, preserving and protecting the slopes.

Palavras-Chave – Bioengenharia, Erosão, Sedimentos, Degradação Ambiental.

1. Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), rua Prudente de Moraes n°. 68 Apto.404 Hipódromo, fone:3242.6076, e-mail: clodomirbarros@uol.com.br

2 D.Sc. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal Rural de Pernambuco/Departamento de Tecnologia Rural (DTR), Av. Dom Manuel de Medeiros s/n – Dois Irmãos, Recife-Pe, (81) 3320.6277, e-mail:vicpaula@dr.ufpe.br

3 Graduando de Engenharia Agrícola e Ambiental da Universidade Federal Rural de Pernambuco/ Departamento de Tecnologia Rural (DTR), Av. Dom Manuel de Medeiros s/n – Dois Irmãos, Recife-Pe, (81) 3320.6277, e-mail: andrecardim@hotmail.com

INTRODUÇÃO

Até a década de 50 do século XX, 40% da população brasileira se concentrava no campo, segundo dados de Ferrari (1988), O país era extremamente agrícola quase 80% do PIB era proveniente da agropecuária. Com o processo de industrialização ocorrido pós-guerra e o incremento do governo de Juscelino Kubicheck, o Brasil deu um importante passo para a industrialização, promovendo uma migração em massa para as cidades a procura de emprego e melhores qualidades de vida. Hoje 80 % da população encontram-se nos centros urbanos, aproximadamente 160 milhões de pessoas, dos quais 70% encontram-se nas regiões metropolitanas. Esse aumento da urbanização do país, que ainda possui pouca infraestrutura urbana, gerou uma enorme quantidade de problemas das mais diversas ordens, desde a infraestrutura de saneamento básico a problemas de logística e mobilidade.

Um dos grandes problemas nos centros urbanos é a ocupação de áreas inadequadas para moradias ou instalações de empreendimentos, gerando degradação da paisagem e conseqüentemente do meio ambiente. Geralmente são ocupados áreas ribeirinhas, de aterros, mangues, gamboas, encostas e taludes. Gerando problemas de drenagem urbana, enchentes, desmoronamentos e deslizamento de encostas, causando uma série de prejuízos financeiros e ceifando também vidas.

A degradação no que tange ao desmoronamento de encostas e taludes é um problema crônico na maioria dos centros urbanos do país. O valor monetário do solo em áreas de morros geralmente tem custo mais acessível, devido à dificuldade de acesso, falta de infraestrutura e muitas vezes se releva também a titularidade dos terrenos. Sem recursos para adquirir terras mais adequadas à construção civil, a população mais pobre adquiriu ou mesmo ocupa espontaneamente esses espaços. No afã de proteção e segurança no quesito habitabilidade, muitas vezes constrói suas moradias sem assistência técnica, relegando técnicas construtivas, ou ainda descuidando-se do material de construção, utilizando técnicas não indicadas nestes espaços. Como agravante da situação, quando da construção de habitações, efetuam corte de barreira e remoção de vegetação natural.

O problema de desmoronamento não ocorre exclusivamente ligado ao setor habitacional, dar-se também em outros empreendimentos como: industriais e comerciais, não relegando os empreendimentos governamentais. Um caso relevante e comum são os taludes rodoviários, geralmente obras governamentais, Estaduais ou da União, que devido a problemas na concepção do projeto, na execução ou na manutenção é comum ser observado ao longo das rodovias, principalmente no período das chuvas, desmoronamentos e deslizamentos em virtude da erosão dos taludes e encostas desnudos causados pelo excesso de chuva.

O problema também é comum em alguns trabalhos de engenharia em áreas de relevo acentuado, quando não se respeita critérios técnicos de engenharia ou ainda causados por opção inadequada de soluções, muitas vezes ligadas a problemas de falta de recursos para conclusão das obras. Na execução do empreendimento toma-se o partido projetual de recomposição das encostas através de técnicas convencionais de engenharia de bermas e taludes, com drenagem no pé de talude.

Porém os cortes de barreiras naturais muitas vezes são longos e inadequados ao solo. O mesmo caso também ocorre na recomposição de áreas de empréstimos de material de jazida, na sua conformação geralmente opta-se por corte e terraplenagem com material do mesmo local, que torna a obra mais econômica, porém muitas vezes pelo fator de economicidade utilizam-se critérios inadequados. A falta de uma cobertura vegetal no talude é o maior fator de degradação do ambiente e dessa forma, os taludes íngremes quando expostos as intempéries sofrem alterações na sua morfologia, sofrendo alterações no seu comportamento físico e consequentemente no seu equilíbrio.

Segundo Fernandes (2004), um dos problemas mais comuns causados pela exposição desnuda ou com pouca vegetação dos taludes as intempéries é o fenômeno da erosão em níveis diversos, desde um simples sulco até problemas graves de voçorocas. Outro problema gerado nos taludes e aterros devido às chuvas e aos ventos são o abatimento e escorregamentos de sedimentos reinterando estudos de Guiudicene e Nieble (1993).

Os solos usados como substrato, ao fazer parte das camadas de cobertura final dos taludes, além de estarem desprovidos de atributos físicos e químicos que permitam a colonização biológica, apresentam-se suscetíveis à ação dos processos erosivos.

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. Portanto, são necessários os diagnósticos, análises e monitoramentos dos impactos e medidas remediadoras no intuito de verificar a situação real para não resultar em custos desnecessários. Em um adequado planejamento conservacionista, é necessário que se conheça no local os fatores que influenciam no sucesso das técnicas a serem implantadas. Por essa razão, faz-se necessário o estudo de alguns fatores como a chuva, o solo e a vegetação, de tal maneira que esses conhecimentos possam fornecer subsídios para a implementação de estratégias de manejo que visem à manutenção dos recursos naturais.

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 aterros sanitários, as áreas deverão ser utilizadas para outros fins, como parques ecológicos, campo de futebol e/ou estacionamentos (Andrade & Mahler, 2000).

Diante disso, algumas técnicas têm sido utilizadas dentro de programas de recuperação ambiental para este tipo de ambiente. A bioengenharia parece ser uma solução adequada para esses fins e sua adequabilidade a ambientes diversificada precisa ser testada e monitorada.

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).

Segundo Toy, *et all* (2002) em muitos locais a taxa de perda de solos é maior que a de formação, o que resulta nestas áreas a depleção deste recurso, o que dificulta a redução do potencial de revegetação natural através da sucessão ecológica. Desta forma a exposição do talude ou da encosta a certas condições de chuva e vento retiram através da lixiviação a camada de matéria orgânica necessária a fixação e até mesmo germinação da vegetação.

Uma quantidade substancial deste sedimento lixiviado, ainda segundo Fernandes (2004) é carreados para a base do talude e transportados para níveis mais inferiores do terreno. Este sedimento é transportado através da chuva para ravinas e levados a cursos hídricos causando impactos ambientais como: assoreamentos, enchentes e modificações na paisagem.

Para minimizar os problemas antrópicos causados pela ineficiência das intervenções gerados por obras irregulares na construção vernacular, ou ainda obras de engenharia pouco criteriosas, é necessário abordar o problema sobre outro ponto de vista, como por exemplo, a aplicação de metodologias de engenharia natural ou bioengenharia como metodologia de recuperação ambiental de áreas degradadas no que concerne ao resgate da feição topográfica anterior ou próxima dela.

Existem muitas dificuldades técnicas para a reabilitação ambiental de taludes e encostas, uma vez que envolvem fatores dependentes de características biológicas, climáticas e ambientais, intrínsecas ao local de estudo. Portanto, são necessários os diagnósticos, análises e monitoramentos dos

impactos e medidas remediadoras no intuito de verificar a situação real para não resultar em custos desnecessários. Em um adequado planejamento conservacionista, são necessários que se conheça no local os fatores que influenciam no sucesso das técnicas a serem implantadas. Por essa razão, faz-se necessário o estudo de alguns fatores como a chuva, o solo e a vegetação, de tal maneira que esses conhecimentos possam fornecer subsídios para programar estratégias de manejo que visem à manutenção dos recursos naturais.

Diante do exposto, algumas técnicas de engenharia natural, têm sido utilizadas dentro de programas de recuperação ambiental para este tipo de ambiente. A bioengenharia ou engenharia natural, parece ser uma solução adequada para esses fins e sua adequabilidade a ambientes diversificados precisam ser testadas e monitoradas.

A engenharia natural, também chamada de bioengenharia de solos, é uma área da Engenharia que se ocupa com a perenização de cursos de água e estabilização de encostas, bem como com o tratamento de voçorocas e erosão, através do emprego de material (vegetal) vivo, combinado com estruturas inertes como madeira, pedra, geotêxteis, sintéticos e estruturas metálicas. O princípio básico que norteia a bioengenharia de solos compreende a utilização desses elementos em sinergismo com elementos biológicos, como a vegetação, no controle da erosão. (FLORINETH, 2004):

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).

Todavia, a preocupação que nos leva polemizar ora na academia é o monitoramento ambiental de estruturas significativa de encostas e taludes. Como o monitoramento dessas estruturas de engenharia é relativamente novo no Brasil e ainda há poucos estudos referentes ao controle efetivado dos mesmos e que objetiva desenvolver técnicas de bioengenharia com espécies vegetais ou até mesmo com tipos de cobertura que também possam dá condições de proteção. Portanto, para um programa de recuperação de ambientes degradados, vários tipos de biotécnicas de revegetação podem ser planejados, dependendo, basicamente, das potencialidades locais e dos objetivos a serem atingidos.

OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

Avaliar, a partir da implantação de experimento em escala piloto, o desempenho de biotécnicas de engenharia na conservação e proteção dos taludes de encostas urbanas, contribuindo para o desenvolvimento de uma tecnologia a ser utilizada na estabilização dessas estruturas geológicas, que possibilite a estabilização dos componentes morfológicos do empreendimento, a revegetação das superfícies e sua inserção sem comprometimento da paisagem.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Caracterizar o solo local e o substrato utilizado nas camadas de cobertura final dos taludes estudados, nos aspectos agronômicos e geotécnicos;

Avaliar a eficiência de diferentes tipos de biotécnicas (retentores de sedimentos, biomanta e plantios de espécies vegetais) quanto à capacidade de diminuir a perda de solo.

Avaliar a morfologia e a eficiência do resultado final na diminuição ou contenção de fuga de sedimentos e sua inserção na paisagem urbana.

METODOS E MATERIAIS

Descrição da área de estudo

O trabalho de campo será desenvolvido no talude da Macaxeira, no centro de logística da COMPESA, na região Noroeste do Município de Recife - Pernambuco. O Centro de Logística da COMPESA, ocupa uma área de 6 hectares do município, todo o material da companhia Pernambucana de Saneamento é distribuído através deste local. (Figura 01)

A temperatura média anual no local do experimento, fica em torno de 26°C, sendo a média de temperatura máxima de 32,30° C e da mínima de 23° C. Nos períodos mais quentes do ano chega à 34° C. De acordo com a classificação de Köppen, o tipo climático é Cwb, definido como mesotérmico úmido com estação chuvosa de verão brando. A pluviosidade nessas áreas é um dos fatores mais importantes, com média anual de 1.500 mm, a serem considerados para os estudos da perda de solo.



Figura 01 - — Localização geográfica e delimitação das áreas de estudo.

Definição das biotécnicas de engenharia

Para o experimento foram selecionados sete tipos de parcelas com três repetições, as parcelas foram construídas no talude do Centro de Logística da Compesa, situado no bairro da macaxeira, vizinho ao terminal integrado da macaxeira. Na implantação do experimento as parcelas utilizaram diferentes tipos de coberturas: (1) retentores de sedimentos; (2) biomanta de sisal; (3) capim Vetiver *Vetiveria zizanioides* L (Nash), casualizado; (4) capim Vetiver, *Vetiveria zizanioides* (Nash), em placas na horizontal; (5) retentores de sedimentos com capim Vetiver *Vetiveria zizanioides* L casualizado; (6) retentores de sedimentos e capim Vetiver *Vetiveria zizanioides* L em placas horizontais; (7) solo sem cobertura vegetal ou solo desnudo. (Figura 02).



Figura 02, Talude do experimento com parcelas implantadas.

Demarcação das parcelas

Serão delimitadas 21(vinte e uma) parcelas experimentais no talude da célula de aterramento. Cada parcela apresentará área aproximada de 20,0 m², sendo 10,0 m de comprimento e 2,0 m de largura. Com o objetivo de evitar possíveis interferências entre os tratamentos, cada parcela será isolada por uma lâmina de madeira tipo compensado naval, implantada no substrato com profundidade de 10 cm. As parcelas serão distribuídas de forma que as mesmas fiquem adjacentes e no mesmo sentido do declive do talude. (Figura 03)

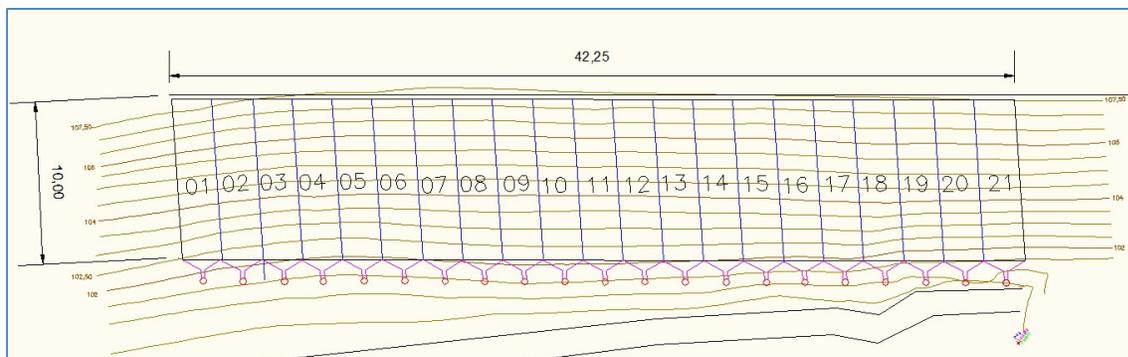


Figura 03 delimitação das Parcelas

Coletas, análises e procedimentos para caracterização de amostras.

Objetivando-se avaliar a heterogeneidade observada nos materiais utilizados nas camadas de cobertura final do talude, serão necessárias as caracterizações químicas e físicas iniciais do material para cada uma das vinte e uma parcelas, distribuídas em sete tipologias de coberturas sobre o talude, vistas anteriormente como fica demonstrado na figura 02. Estas amostras serão coletadas de forma sistematizada de acordo com o tipo de análise a ser executada, tanto no que se refere as coletas físicas e químicas.

Para a caracterização da fertilidade do substrato serão retiradas 21 amostras compostas, sendo uma em cada parcela na profundidade de 0-20 cm, conforme sugerido por Silva (1999), as coletas em cada parcela serão realizadas na base, médio e topo do talude. Os principais parâmetros de fertilidade avaliados foram: pH em água, acidez potencial (H+Al), macro e micronutrientes (N, P, K, Ca²⁺, Mg²⁺, Al³⁺), matéria orgânica (M.O), carbono (C), Valor de saturação em base (V), Soma de Bases Trocáveis (SB), Capacidade de Troca Catiônica Efetiva (CTC), Índice de Saturação de Alumínio (m) e Capacidade Efetiva de Troca de Cátions (t).

Para os parâmetros físicos foram coletadas amostras compostas em três pontos (base, médio e topo do talude) de cada parcela totalizando 63 amostras. Serão selecionados os seguintes parâmetros: Teor de umidade, peso específico aparente (ρ), peso específico seco (ρ_d), massa específica dos grãos (ρ_s), distribuição granulométrica, limites de consistência (limite de liquidez e limite de plasticidade), permeabilidade e estabilidade dos agregados.

Avaliação da perda de solo

Serão implantados coletores de sedimentos em cada parcela com o objetivo de verificar a adequabilidade do volume dos coletores utilizados. Serão utilizados recipientes plásticos (baldes) com capacidade de 60L, encontrados facilmente no mercado. Em todos os coletores será adaptada uma régua métrica para a leitura do volume de água escoado.

Na extremidade de cada parcela, serão instalados os canalizadores de sedimento, constituídos por uma calha de madeira, a qual receberá e conduzirá todo o sedimento carregado superficialmente para um tubo PVC de 100mm de diâmetro e aproximadamente 1,00 m de comprimento.

Em campo, o procedimento de coleta dos dados será baseado em anotar, após a ocorrência de uma chuva natural, a altura do nível de água de cada coletor. Em seguida, será homogeneizada manualmente o material erodido (água + sedimento) e retirava-se dele 1 amostra alíquota de 500mL. Como se apresenta na figura 04.



Figura 04, amostras serão colocadas em garrafas plásticas.

As amostras serão colocadas em garrafas plásticas, hermeticamente fechadas, contendo a identificação exata do coletor de origem e a data de coleta. As amostras com o sedimento coletado em campo serão levadas ao laboratório para a determinação da concentração de sedimento e para o cálculo da quantidade de sedimento perdido por erosão, em cada evento de chuva e em cada tratamento (Cogo, 1978; Garcia et al., 2003).

No laboratório os sedimentos depositados no fundo do recipiente serão coletados para o cálculo da quantidade representativa de sedimentos carreados, após serem levados em secagem em estufa a uma temperatura de 1100C, no período de 24 horas, determinando-se desse modo a massa seca de sedimento para cada parcela experimental e posteriormente a perda de solo para cada tratamento. Com o uso de um pluviômetro próximo à área experimental registrou-se a distribuição temporal dos eventos pluviométricos, que possibilitaram os cálculos da sua intensidade e posterior estimativa do potencial erosivo das chuvas.

Para realizar uma previsão da perda de solo da camada de cobertura final, foi utilizada a Equação Universal de Perda de Solo (Equação 1) (Bertoni & Neto, 1990). O fator de erosividade das chuvas (R), é dado pela Equação (2) que estima a erosividade média anual para o Litoral do Estado de Pernambuco (Cantalice e Margolis, 1993) da seguinte forma:

$$R = 0,216. P_i^{1,547} \quad (2)$$

Em que:

R - fator erosividade da chuva (M.J mm.ha⁻¹ h⁻¹ano⁻¹); e

P= valor da precipitação média mensal (mm).

O fator erodibilidade do solo (K) será determinado pela Equação (3), usada na construção do nomograma de WISCHMEIER & SMITH (1978).

$$K = \{[2,1. 10^4 (12 - MO). M^{1,14} + 3,25. (S - 2) + 2,5 (P - 3)] / 100\}.0,1318 \quad (4)$$

Em que:

MO - conteúdo de matéria orgânica (%);

M - parâmetro que representa a textura do solo;

S - classe de estrutura do solo, adimensional; e

P - permeabilidade do perfil, adimensional.

O valor de M será calculado com uso da Equação (5):

$$M = (\% \text{ silte} + \% \text{ areia fina}). (100 - \% \text{ argila}) \quad (5)$$

Para determinar os valores da classe de estrutura do solo (S) e a permeabilidade do solo (P), será utilizado a metodologia de Wischmeier et al.(1982). O fator topográfico (LS) será determinado utilizando-se a Equação (5), a qual tem a finalidade de corrigir o comprimento e a declividade da encosta para as condições existentes nas parcelas experimentais padrões utilizados para o desenvolvimento da USLE (Wischmeier & Smith, 1978). Para obtenção do fator LS será adotada parcelas com 1,0 m de largura e 2,0 m de comprimento. Nas parcelas experimentais instaladas será realizado um levantamento planialtimétrico para determinação da declividade de cada parcela.

$$LS = (L/22,13)^m \cdot (65,41 \text{ sen}^2 \alpha + 4,56 \text{ sen} \alpha + 0,065) \quad (6)$$

Em que:

L - comprimento da rampa (m);

α - angulo de declive da rampa, graus; e

m - parâmetro de ajuste que varia em função da declividade da rampa, assumindo valor de 0,5 para declividade maior ou igual a 5%, 0,4 para declividades de 3,5 a 4,5%, 0,3 para declividades de 1 a 3% e 0,2 para declividades menores que 1%.

Os fatores de uso e manejo do solo (C) e de práticas conservacionistas (P) para as diferentes condições foram baseados em Bertoni e Lombardi Neto (1990).

RESULTADOS ESPERADOS

Durante o período de desenvolvimento do experimento as precipitações pluviométricas serão coletadas em pluviômetro tipo Ville de Paris existente na área Esses eventos pluviométricos contribuirão significativamente para o crescimento e desenvolvimento da cobertura vegetal.

A análise dos parâmetros físicos do solo e a sua caracterização química objetivarão avaliar a qualidade das coberturas dos substratos a serem usados nas parcelas experimentais inclusive àquela usada com vegetação. Serão apresentados e discutidos individualmente os resultados de cada nutriente, referente à coleta inicial do experimento, com o objetivo de caracterizar os possíveis efeitos no sucesso da implantação da camada de cobertura vegetal.

Com os eventos de precipitações pluviométricas que ocorrerão nos meses de implantação das parcelas experimentais, será observada a eficiência das diferentes biotécnicas na proteção do solo

pelo impacto das gotas de chuvas e do escoamento superficial. Para tanto, será coletado os sedimentos que serão carreados após os referidos eventos.

Os resultados obtidos serão submetidos às análises estatísticas básicas e testes não paramétricos como de Kruskal & Wallis e Wilcoxon. Estes testes enfocam a variabilidade das características do substrato e dos resultados dos tratamentos avaliados. As análises estatísticas serão realizadas utilizando-se o programa computacional SAEG versão 9.1(VIÇOSA, 2007).

BIBLIOGRAFIA

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 8419*: Apresentação de Projetos de Aterros Sanitários de Resíduos Sólidos Urbanos. - Procedimento. Rio de Janeiro, 1992.
- 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, p.299-352. 2000.
- 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, Vitória. *Anais...* (CD ROM). Vitória: ABES, 2000.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. Conservação do Solo. 2/ Ed. São Paulo: Editora Ícone, 1993.352p.
- CARPENEDO, V.; MIELNICZUK, J. Estado de agregados e qualidade de agregados de um Latossolo roxo, submetido a diferentes sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v. 14, p.99-105,1990.
- CANTALICE, J. R. B.; MARGOLIS, E. Características das chuvas e correlação de índices de erosividade com as perdas de solo do Agreste de Pernambuco. R. Bras. Ciência do Solo, Campinas, 17: 275-281, 1993.
- COGO, N. P. Uma contribuição á metodologia de estudo das perdas por erosão em condições de chuva natural: I- Sugestões gerais, medição de volume, amostragem e quantificação de solo e água da enxurrada.
- DIAS, L. E.; GRIFFITH, J. J. Conceituação e caracterização de áreas degradadas. In: Recuperação de áreas degradadas. 1. ed. Viçosa: UFV, 1998. 251 p.
- GARCIA, A.R.; MACHADO, C.C.; SILVA, E.; SOUZA, A.P. de. PEREIRA, R.S. Volume de enxurrada e perda de solo em estradas florestais em condições de chuva natural. *Revista Àrvore*, Viçosa, v.27, n.4, p.535-542, 2003.
- GILL, M.; HAUSER, V. L.; HORIN, J. D.; WEAND, B. L.; CASAGRANDE, D. J. Landfill Remediation Project Manager's Handbook. Air Force Center for Environmental Excellence. Mitretek Systems Center for Science and Technology. McLean, Virginia, 1999. 148 p.
- GRAY, D. H. SOTIR, R. B. Biotechnical and soil bioengineering slope stabilization: a practical guide for erosion control. Canada. 1995. 378 p.
- IPT. 2000. Manual de Gerenciamento Integrado - Lixo Municipal. IPT/CEMPRE 2.ed, 2000. 370 p.
- KOERNER, R. M.; DANIEL, D. E. Final covers for solid waste landfills and abandoned dumps. 1. ed. Virginia: Asce press, 1997. 256 p.
- MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, O. S. Microbiologia e bioquímica do solo. 1. ed. Lavras: UFLA, 2002. 626 p.
- REINERT, D. J. Recuperação de solos em sistemas agropastoris. In: Recuperação de áreas degradadas. 1.ed. Viçosa: UFV, pg. 163-176. 1998. 251 p.
- SAEG – Sistema para análise estatística, versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes – UFV – Viçosa, 2007
- SOUZA, 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. Ouro Preto. *Revista da escola de Minas*. v.55(4). pg. 291-300.2002.
- WISCHMEYER, W. H. & SMITH, D. D. Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation planning. USDA. Agriculture Handbook, no. 573, 1978.