

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE BIOTÉCNICAS NA PROTEÇÃO E CONSERVAÇÃO DE TALUDE EM ATERRO NO BAIRRO DA MACAXEIRA – RECIFE/PE

ANDRÉ CARDIM DE AGUIAR^{1*}, CLODOMIR PEREIRA BARROS²; LIDIANE ALMEIDA PESSOA ³; VICENTE DE PAULA SILVA ⁴

¹Graduando Pesquisador Bolsista PIBITI, UFRPE, Recife – PE, andrecardim@gmail.com;

²Ms. Eng. Ambiental, UFRPE, Recife – PE, clodomirbarros@uol.com.br

³ Ms. Eng. Ambiental, UFRPE, Recife – PE, dearlidi@gmail.com

⁴Dr em Eng. Civil, UFRPE, Recife – PE, vicenteufrpe@yahoo.com.br

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2016
29 de agosto a 2 de setembro de 2016–Foz do Iguaçu, Brasil

RESUMO: Com o intuito de propor mecanismos para avaliar o desempenho de biotécnicas na proteção de taludes em aterros de zonas urbanas, contribuindo para criação de tecnologias que possam ser utilizadas na conservação das encostas e assim atender às exigências legais e técnicas. Foi avaliada a resistência ao cisalhamento em parcelas experimentais com tipologias diferentes de coberturas, como a biomanta, o retentor de sedimentos e uma espécie vegetal, para analisar quais contribuem para maximizar a resistência desse solo, auxiliando na preservação do talude.

PALAVRAS-CHAVE: Bioengenharia, Erosão, Sedimentos, Degradação Ambiental.

PERFORMANCE ASSESSMENT ON SLOPE PROTECTION AND CONSERVATION IN MACAXEIRA - RECIFE / PE

ABSTRACT: In order to propose mechanisms to evaluate the performance of biotechnologies in slope protection in urban landfills , contributing to creating technologies that can be used in the conservation of the slopes and thus meet the legal and technical requirements. It evaluated the shear strength in experimental plots with different types of coverage , such as biodegradable blanket , retainer of sediment and plant species , to analyze which contribute to maximize the strength of the soil , helping to preserve the slope.

KEYWORDS: Bioengineering, Erosion, Sediment, Environmental Degradation

INTRODUÇÃO

O conceito de degradação do solo é bastante amplo e, de maneira geral, é resultado das atividades humanas depredadoras e sua interação com o ambiente natural. Na ciência do solo tem-se procurado solucionar essa dificuldade a partir da premissa de que a degradação do solo está associada à própria definição de qualidade do solo, ou seja, à medida que as características que determinam a qualidade de um solo forem alteradas, estabelece-se um processo de degradação (DIAS; GRIFFITH, 1998).

A erosão de taludes é um processo que causa a desagregação dos solos, tendo como principais agentes erosivos a chuva e o vento. A degradação das propriedades físicas do solo é um dos principais processos responsáveis pela perda da qualidade estrutural e aumento da erosão hídrica, além de influenciar no desenvolvimento das plantas (CARPENEDO; MIELNICZUK, 1990; BERTONI; NETO, 1990).

Gray e Sotir (1995) citam estudos pioneiros com a realização dos ensaios de resistência ao cisalhamento em solos permeados por raízes. Estes estudos concluíram que a principal contribuição de fibras no solo, é o incremento de uma medida de coesão aparente, o que auxilia a estabilidade com relação a rupturas rasas em solo arenoso com pouca ou sem coesão intrínseca. O comportamento das raízes foi satisfeito no controle de escorregamentos quando penetrarem através da superfície de

ruptura. A estabilização biotécnica refere-se às técnicas de combinação entre plantas com elementos inertes, bem como estruturas estratégicas que beneficie ambas as partes.

Os geossintéticos podem ser classificados genericamente em categorias dependendo do processo de fabricação. Também conhecidos como mantas e biomanta, são materiais ou produtos manufaturados a partir das diversas matérias primas, sendo classificados com degradáveis ou não degradáveis. Para sua confecção utiliza-se desde fibra de sisal, turfa, trigo, milho e palhada até restos de culturas agrícolas (Couto L. et al., 2010).

O Sistema vetiver (SV) é baseado na utilização do capim vetiver (*Vetiveria zizanioides* L.), recentemente classificado como *Chrysopogon zizanioides*, os experimentos científicos conduzidos ao longo desses anos demonstram claramente que o SV é um método natural muito eficaz e de baixo custo.

Outro elemento muito utilizado na bioengenharia é o retentor de sedimento que é confeccionado em rolos de tecido de algodão preenchidos com fibras naturais. Estes retentores devem ser ancorados, principalmente após a execução dos serviços de estabilização de taludes.

O trabalho teve como objetivo, avaliar em escala piloto o desempenho de técnicas de bioengenharia de solo, na conservação e proteção de taludes de aterro urbano na cidade do Recife. A avaliação foi realizada através da análise granulométrica do solo em parcelas experimentais do talude, utilizando diferentes tipos de biotécnicas (retentores de sedimentos, biomanta e espécie vegetal) procurando avaliar a capacidade de redução da perda de umidade a resistência à tensão ao cisalhamento de amostras de substratos das parcelas sob tratamento.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no talude do centro de logística da Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA), bairro de Dois Irmãos, Recife-PE, Brasil. No experimento foram construídas 21 parcelas com 2,0 m de largura por 10,0 de comprimento, uma parcela de testemunha e diferentes tipos de tratamento: Solo Desnudo (SD). Retentores de sedimentos em Solo desnudo (RSD); Biomanta de fibra de sisal (BFS); *Vetiveria zizanioides* L (Nash), Vetiver casualizado (VC); *Vetiveria zizanioides* L (Nash), em fileiras horizontais (VH); Retentor de sedimento com *Vetiveria zizanioides* L (Nash) casualizado (RVC); Retentor de sedimento *Vetiveria zizanioides* L (Nash), em fileira horizontal (RVH).

Destas foram selecionadas 16 parcelas experimentais constituídas de quatro tipologias as quais foram submetidas a quatro repetições, que representaram quatro tipos de coberturas que podem vir a ser adotadas na recuperação de áreas degradadas.

Para avaliar a perda de solo foram implantados coletores de sedimentos em cada parcela. Em todos os coletores foi adaptada uma régua métrica para a leitura do volume de água escoado. Na extremidade de cada parcela, foram instalados os canalizadores de sedimento, constituídos por uma calha de madeira, a qual receberá e conduzirá todo o sedimento carreado superficialmente para um tubo PVC de 150 mm de diâmetro e 1,00 m de comprimento. As amostras foram 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). Após cada coleta, as bombonas foram esvaziadas e novamente preparadas para as coletas posteriores.

No laboratório os sedimentos depositados no fundo do recipiente foram coletados para o cálculo da quantidade representativa de sedimentos carreados, após ser levada em secagem em estufa a uma temperatura de 110°C, 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 (1) – Equação Universal de Perda de Solo – desenvolvida por Wischmeier e Smith (1978). O fator de erosividade das chuvas (R) é dado pela Equação que estima a erosividade média anual para o Litoral do Estado de Pernambuco (CANTALICE; MARGOLIS, 1993).

$$A = R.K.L.S.C.P$$

(1)

Onde:

A= estimativa de perda de solo (t ha⁻¹ ano⁻¹);

R= erosividade da chuva (MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹);

K= erodibilidade do solo (t ha h há⁻¹ MJ⁻¹ mm⁻¹);

L= comprimento de rampa da área em estudo (m);

S= declividade da área em estudo (%);

C= uso e manejo do solo (adimensional); e

P= práticas conservacionistas de solo (adimensional).

Para o ensaio de cisalhamento, a coleta em cada sistema de manejo, ocorreu na profundidade de 0-0,20 (m) em três repetições, para serem usadas em cada tensão normal para os nível de umidade estabelecidos (0,60 cm³ cm⁻³), totalizando 16 amostras para quatro tipologias de tratamento. O ensaio de cisalhamento direto foi realizado conforme a norma ASTM D-3080/98, conduzido em um aparelho de cisalhamento direto com 12 velocidades cisalhantes e com capacidade de tensão normal de até 8 kgf.cm⁻².

A velocidade de cisalhamento utilizada nas amostras foi de 0,125 mm m⁻¹, em quatro estágios de tensões normais de 50; 100; 150 e 200 kPa. Com estes quatro estágios, foi possível determinar um valor de coesão e o de ângulo atrito interno.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram analisados 20 eventos com precipitações de chuva entre 01/08/2014 a 10/12/2014, recolhemos material suficiente para análise da sedimentologia, incluindo o material com profundidades que variaram entre 10 a 40 centímetros em pontos diferentes de cada parcela para ensaio granulométrico. Foram usadas provetas graduadas para análise do solo, definindo silte e argila e balança de precisão para medição do peso das amostras.

Os resultados das amostras em relação a sua granulometria apresentaram-se bastante homogêneos, com predominância em todas as amostras avaliadas, na textura arenosa. A Tabela apresenta os resultados desta análise segundo a classificação da Embrapa (1997).

Tabela 1. Análise granulométrica do solo das parcelas experimentais do talude

Tratamentos (Tipos)	Percentuais (%)			Classificação EMBRAPA (1997/2013)
	AREIA	SILTE	ARGILA	
RSD	82,30	1,10	6,60	ARENOSA
RVC	84,30	1,36	4,34	ARENOSA
RVH	84,37	9,74	5,89	ARENOSA
VC	83,30	10,09	6,61	ARENOSA
SD	82,62	1,82	5,56	ARENOSA
VH	83,07	1,25	5,68	ARENOSA
BFS	81,63	12,92	5,45	ARENOSA

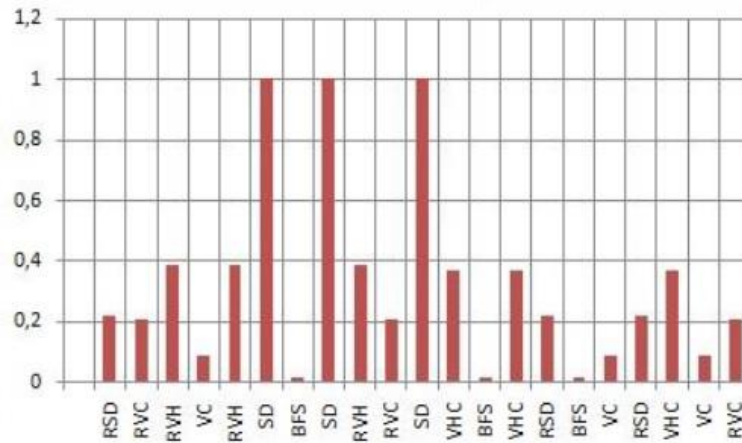
Fonte: Pereira Junior (2015).

É importante mencionar que no caso de solos granulares (areia), a granulometria tem relação direta com seu comportamento. No caso de solos finos (argila e silte), a presença de água tem uma influência maior que a granulometria devido à interação dela com os grãos minerais afetando, portanto, a plasticidade e a coesão dos solos.

A Figura 1 apresenta a relação entre a perda de solo medida em campo e o fator RKLS para os 20 eventos chuvosos em escala, dependendo da variação sazonal, exemplo deste fato é que o ano de 2014 se mostrou atípico e com um volume de chuvas acima do esperado na época que foi realizado o experimento.

Na Tabela 2 a seguir são apresentadas as características e alguns índices físicos dos corpos de prova utilizados nos ensaios de cisalhamento direto realizados no laboratório. E o Tratamento Vertiver casualizado apresentou o valor mais alto de coesão (88,51 kPa), devido a presença de raízes no solo, mas o ângulo de atrito é semelhante às demais amostras (Tabela 3).

Figura 1. Representação gráfica da Perda de solo medida em campo fator PS/RKLS.



Fonte: Pereira Junior (2015).

Tabela 2. Resultado de Ensaio de Cisalhamento.

Tratamentos (Tipo)	Características Físicas						
	Ensaio (Nº)	Profundidade (metros)	Tensão (kPa)	Tensão Normal (kPa)	Tensão cisalhante (kPa)	Umidade Inicial (cm ³ cm ⁻³)	Umidade Final (cm ³ cm ⁻³)
Solo Desnudo	1	0.00 / 0.20	50	52,57	39,72	0.30	0.21
			100	111,14	99,42	0.18	0.13
			150	177,30	161,23	0.23	0.15
			200	226,53	225,90	0.28	0.17
Vertiver Casualizado	4	0.00 / 0.20	50	53	108	0.20	0.16
			100	107	140	0.32	0.13
			150	166,93	155	0.15	0.15
			200	229,30	186,12	0.15	0.13
Retentor /solo desnudo	3	0.00 / 0.20	50	59,25	71,49	0.15	0.14
			100	118,20	105,82	0.18	0.13
			150	177,35	152,84	0.19	0.11
			200	226,01	199	0.24	0.10
Biomanta de fibra de Sisal	2	0.00 / 0.20	50	59,26	70,76	0.26	0.19
			100	118,15	120,07	0.47	0.13
			150	170,51	172,17	0.27	0.09
			200	209,11	216,15	0.39	0.15

Fonte: Pereira Junior (2015)

Tabela 3. Parâmetros de resistência ao cisalhamento.

Tratamentos	Profundidade (metro)	Coesão (kPa)	Ângulo de atrito (graus)	Massa específica do solo (g/cm ³)	Umidade média do Teste (%)	Espaços Vazios (%)
Solo Desnudo	0,00 – 0,20	0,00	42,86	1,56	12	36
Vertiver Casualizado)	0,00 – 0,20	88,51	43,44	1,41	12	43
Retentor Solo Desnudo	0,00 – 0,20	21,24	45,81	1,6	14	36
Biomanta Fibra de Sisal	0,00 – 0,20	10,1	42,63	1,39	12	44

Fonte: Pereira Junior (2015).

CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos nos experimentos foi recomendada, para o talude estudado, a utilização do capim Vertiver como biotécnica de preservação, pois foram apresentados maiores valores a resistência ao cisalhamento e de coesão no tratamento com a gramínea. Como solução para conter a perda de solo foi constatado melhor resultado no tratamento com a biomanta de fibra de sisal. Para uma melhor manutenção desse talude foi recomendada ainda a limpeza do sistema de drenagem e a utilização de fertilizante e matéria orgânica para cobertura de solo, ajudando no plantio da gramínea.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq/UFRPE pela concessão de bolsa de pesquisa, ao Ms. Clodomir Barros por me aceitar na ajuda de sua dissertação, ao meu orientador Dr. Vicente de Paula, a Ms. Lidiane Pessoa por contribuir nas minhas experiências acadêmicas e ao Crea-PE/CreaJr-PE.

REFERÊNCIAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 10703: Degradação do solo: Terminologia*. Rio de Janeiro, 1989.
- ASTM D3080, Standard Test Method for Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Conditions, 1998
- BERTONI, J.; NETO, F. L. Conservação do solo. 1. ed. São Paulo: Ícone, 1990. 355 p.
- 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. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 2., passo fundo, 1978. *Anais*. Passo Fundo, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, p.75-97. 1978.
- COUTO, L.; GONÇALVES, W.; COELHO, A. T.; PAULA, C. C.; GARCIA, R. AZEVEDO, R. F.; LOCATELLI, M. V.; ADVÍNCULA, T. G. L.; BRUNETTA, J. M. F.; COSTA, C. A. B.; GOMIDE, L. C.; MOTTA, P. H. Técnicas de Bioengenharia para Revegetação de Taludes no Brasil. *Boletim Técnico CBCN*, Viçosa, n.1, 2010.
- DIAS, L. E.; GRIFFITH, J. J. Conceituação e caracterização de áreas degradadas. In: *Recuperação de áreas degradadas*. 1. ed. Viçosa: UFV, 1998. 251 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- 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 Arvore*. Viçosa, MG, v. 17, n. 4, 2003.
- GRAY, D. H. SOTIR, R. B. Biotechnical and soil bioengineering slope stabilization: a practical guide for erosion control. Canada. 1995. 378 p.
- PEREIRA JUNIOR, C. B. Avaliação de biotécnicas de proteção em aterros urbanos. Apresentado como dissertação de mestrado, UFRPE, 2015.
- WISCHMEYER, W. H. & SMITH, D. D. Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation planning. USDA. Agriculture Handbook, no. 573, 1978.