

UTILIZAÇÃO DE FIBRA DE COCO SECO E MADEIRAS DE PALETES NA ESTABILIZAÇÃO DE VOÇOROCAS

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo a verificação da possibilidade de uso de materiais de baixo custo, como a fibra do coco seco e madeiras de paletes, na reabilitação e estabilidade de um talude erodido. O estudo foi desenvolvido em um talude de corte de uma jazida de saibro, da Formação Barreiras, em uma fazenda no município de São Cristóvão – SE. O talude possui 1.300m² e dois níveis de declividade: um com 26% ($\alpha=14^{\circ} 30'$) e outro com 100% ($\alpha= 45^{\circ}$). Na parte de menor declividade foram construídas 6 (seis) valas de drenagem com espaçamento de 6m entre si e declividade de 1,7% para a condução das águas pluviais no sentido, transversal ao declive. Na parte de maior declividade foi realizada uma remodelagem topográfica retirando as arestas das voçorocas e aterrando os talwegues com o material removido, dando um aspecto mais suave à encosta, quanto ao relevo. Corrigiu-se o solo com calcário dolomítico na razão de 1.300Kg/ha e fez-se uma adubação de cobertura com adubo granulado NPK 10-10-10 na dosagem de 435kg/ha. Foram instaladas nos talwegues das depressões do talude, 12 (doze) paliçadas de madeira (0,2m x 1,0m), oriundas do aproveitamento de paletes, e uma paliçada maior (1,60m x 0,50m), para auxiliar no controle do escoamento superficial e na estabilidade do talude da voçoroca maior.

PALAVRAS-CHAVES: Bioengenharia de Solos; Estabilização de Talude; Controle da Erosão; Escoamento Superficial; Erosão Hídrica.

UTILIZATION OF COCONUT FIBER DRIED AND WOOD PALLETS ON CONTROL GULLY EROSION

ABSTRACT

This paper had the objective of verifying low cost materials used in bioengineering, in the rehabilitation and stability of a erosion slope, in the way of giving conditions to its stabilization and fitting into a landscaping, topographic and ecological. The study was developed in a clayey sand slope mine belonged to Barreiras group, on the farm Várzea do Poço (11° 0'52"S 37° 7'28"), in São Cristóvão, State of Sergipe. The climate is As, according to Köppen classification, and the place is inside of Vaza Barris River hidrographic surrounding. Slope has 1,300m² and still shows two levels of declivity: one with 26% ($\alpha=14^{\circ} 30'$) and the other with 100% ($\alpha= 45^{\circ}$). In the slope with low declivity were built six channels to conduct rain water in the sense of transversal of the slope and with 1.7 % of declination having 6.00m of wide among them. It was realized in the slope of high declivity one topographic reformation taking out the edges of and filing valley gullies with removed materials showing a tender aspects to the slope according to landform grading. It was necessary to correct the soil with calcareo dolomitic in the proportion of 1,300kg/ha and it was necessary a cover fertilizant with granulated NPK 10-10-10 in the dosage 435 kg. It was installed in the valley gully of slope of depression twelve short pile walls of wood (0,2m x 1,0m), came from aproveitment of pallet, and a big pile walls (1,60m x 0,50m), to help in the control of superficial runoff and in the slope stabilization of a big gully.

KEYWORDS: Soil Bioengineering; Slope Stabilization; Erosion Control.

Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, Aquidabã, v.5, n.1, Dez 2013, Jan, Fev, Mar, Abr, Mai 2014.

ISSN 2179-6858

SECTION: Articles
TOPIC: *Recuperação de Áreas Degradadas e Contaminadas*



DOI: 10.6008/SPC2179-6858.2014.001.0014

Mario Jorge Maia de Magalhaes

Universidade Estadual de Campinas, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/8998550715208212>
mjmagaal@hotmail.com

Received: 27/10/2013

Approved: 15/04/2014

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Referencing this:

MAGALHAES, M. J. M.. *Utilização de fibra de coco seco e madeiras de paletes na estabilização de voçorocas. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, Aquidabã, v.5, n.1, p.198-211, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.6008/SPC2179-6858.2014.001.0014>*

INTRODUÇÃO

A erosão e os movimentos de massa são processos naturais que agem sobre o solo e rochas modificando a geomorfologia da terra. É certo também, que a magnitude e as frequências de ocorrências podem ser influenciadas pela intervenção humana. Da mesma forma que estes processos dinamizam a paisagem onde estão atuando, podem gerar áreas degradadas, sem ou com o mínimo de biodiversidade.

A erosão superficial é um processo de destacamento e transporte de partículas do solo removendo a camada superior do mesmo pela ação de agentes externos, sendo a erosão eólica e a hídrica as formas mais comuns (GRAY & SOTIR, 1996). Para os autores a erosão hídrica se inicia com o impacto das gotas de chuva sobre o solo, desagrupando e movimentando as partículas soltas que começam a ser carregadas com a água por caminhos preferenciais – escoamento superficial – formando pequenas ravinas, de início, podendo evoluir para grandes e profundos canais – voçorocas.

As forças envolvidas na erosão são as forças de tração ou de arrasto sobre a superfície do solo, provocada por um agente externo, que pode ser o vento ou a água, sendo esta a mais comum. De forma análoga, as forças de atrito e de coesão são forças que limitam o avanço de uma erosão (ARAUJO et al., 2007).

Para Selby (1993) a erosão é uma função da erosividade e da erodibilidade, sendo a erosividade a habilidade potencial de um processo em causar erosão, como por exemplo, diferentes intensidades de chuvas provocarão diferentes efeitos sobre o solo, já a erodibilidade é a vulnerabilidade do solo em sofrer um processo erosivo. Como componentes da erodibilidade estão: as características físico-químicas do solo e/ou o estado de cobertura do solo (florestas, gramas, culturas, etc.).

A erosão hídrica pode ser dar por erosão planar, por ravinamento, por voçorocas e por dutos. Na erosão planar ou laminar a água é escoada pela superfície do terreno de forma uniforme, ou seja, forma-se uma lâmina d'água por toda a superfície do terreno carregando os sedimentos, também, de forma uniforme. Caso a água que escoar sobre a superfície de um terreno encontra um caminho preferencial começa a formar sulcos ou ravinas, caracterizando o segundo tipo de erosão hídrica. Se estes sulcos evoluírem a ponto de formarem grandes canais que não possam ser contidos e destruídos por práticas agrícolas comuns, passam a serem chamados de voçorocas, caracterizando o terceiro tipo de erosão hídrica (COOPER, 2003). O último tipo de erosão – por dutos – ocorre quando a água que infiltra encontra um caminho preferencial e poroso na sub-superfície do solo carregando partículas do solo para outro local. Este último tipo ocorre geralmente em barragens e nascentes.

Rezende et al. (2011) verificaram que, em uma propriedade rural com uma voçoroca média (5.000m²), a desvalorização da terra chega a 0,43% a.a., e que o prejuízo com a perda de solo chega a 24.000m³.

Já os movimentos de massa são movimentos, descendentes de solo, rocha ou partes de uma encosta, sob influência da gravidade (ARAUJO et al., 2007, GRAY & SOTIR, 1996, SELBY, 1993).

Para Guidicini e Nieble (1983) os movimentos de massa podem se classificar em três tipos fundamentais: escoamentos, escorregamentos e subsidências. Para os autores, nos escoamentos há um movimento contínuo, com ou sem uma superfície definida de movimentação. Estão neste grupo as corridas (escoamento fluido-viscoso) e os rastejos (escoamento plástico). Os escorregamentos, para os mesmos autores, correspondem a um deslocamento finito ao longo de uma superfície definida de deslizamento preexistente. Neste grupo estão os escorregamentos rotacionais e translacionais. E por fim, as subsidências se referem a uma movimentação vertical de massa. Estão neste grupo: as subsidências, os recalques e os desabamentos.

No campo das ciências agrárias e da terra, a bioengenharia vem sendo utilizada, principalmente, para o controle das erosões, na estabilidade de taludes artificiais e naturais (encostas) e na proteção das margens de canais fluviais.

Uso da Vegetação no Controle da Erosão

Sabe-se que a erosão hídrica dos solos é diretamente proporcional ao escoamento superficial e que o escoamento superficial é diretamente proporcional à declividade do terreno e inversamente proporcional à cobertura do solo (BEZERRA & CANTALICE, 2006; INÁCIO et al., 2007).

Uma das formas de cobrimento do solo se dá através da vegetação, que auxilia: 1) na interceptação da energia cinética das gotas da chuva, pelas folhas e serrapilheira deixada sobre a superfície, evitando o desprendimento das partículas do solo, provocado pelo impacto das gotas das chuvas; 2) na retenção de sedimento pelas raízes; 3) na diminuição do escoamento superficial e 4) no aumento da infiltração pela manutenção da porosidade e permeabilidade do solo (Gray e Sotir, 1996).

Corbett e Green (1965) verificaram em uma encosta de uma bacia hidrográfica atingida pelo fogo, que gramíneas estabelecidas, por um ou dois anos, posteriormente à passagem do fogo auxiliaram na diminuição da quantidade de erosões da encosta.

Goulart et al. (2006) estudando o comportamento de algumas espécies arbóreas, nos diferentes estratos de uma voçoroca (inferior, médio e superior) verificaram que o ingá (*Inga uruguensis*) se adaptou melhor no estrato inferior, que é mais úmido, que as demais espécies estudadas. Os mesmos autores verificaram, ainda, que a fertilidade do solo é menor no interior da voçoroca do que nas áreas que não sofreram erosão. Isto mostra que se devem escolher as espécies mais adaptadas ao local, que pode variar de região para região e que o solo da voçoroca deve ser corrigido quanto aos nutrientes no processo de reabilitação.

Sutili et al. (2004) utilizando técnicas de bioengenharia na estabilização da encosta de um trecho da margem do arroio Guarda-mor, no Rio Grande do Sul observaram o potencial do sarandi-branco (*Phyllanthus sellowianus*) e vime (*Salix viminalis*) na recomposição vegetativa e estabilização da margem do rio. Avaliando a eficiência de mantas biotêxteis e capim braquiária, Salvador (2006) encontrou resultados positivos na estabilização da erosão em um trecho das margens do rio São Francisco.

Rodrigues et al. (2007) avaliando a influência da cobertura vegetal nas modificações das propriedades físicas e químicas de um subsolo de área degradada de Cerrado verificaram que o capim braquiária e a regeneração natural foram os tratamentos que apresentaram melhores resultados. Já Milanez Júnior et al. (2005) verificaram que o calopogônio (*Calopogonium mucunoides* Desv.) superou o capim braquiária na porcentagem de cobertura sobre um talude reabilitado.

Carvalho et al. (2012) estudando espécies vegetais na estabilização de um talude da ferrovia transnordestina verificaram que as espécies mais propícias ao estabelecimento e cobertura do solo foram o capim braquiária decumbens (*Brachiaria decumbens* Stapf.) e o andropogon (*Andropogon gayanus* Kunth).

Uso de Biomantas no Controle da Erosão

O uso de biomantas tem por finalidade a diminuição do escoamento superficial sobre o solo e fornecer suporte e estrutura para o desenvolvimento das espécies vegetais, além de favorecer a diminuição da temperatura sobre a terra.

Hoje no Brasil já existem algumas empresas fornecedoras de biomantas para fins diversos, dentre os quais os de recuperação de áreas degradadas. As biomantas são confeccionadas, principalmente, à base de materiais vegetais como capins, jutas e outras fibras, dentre as quais a de coco.

Alguns trabalhos com as biomantas vêm sendo desenvolvidos aqui no Brasil. Torres et al. (2008), por exemplo, aplicou uma biomanta de 600g/m² de gramatura em um talude de 30° sob linhas de transmissão de energia e obteve resultados promissores na estabilização dos taludes e no estabelecimento da vegetação plantada. Resultados semelhantes foram encontrados por Holanda et al. (2008) que utilizando técnicas de bioengenharia, através do uso de biomantas de fibra de coco e espécies vegetais na estabilização de um talude fluvial, no baixo São Francisco, verificaram uma diminuição da erosão e aumento da estabilidade dos taludes tratados com as biomantas.

Guerra et al. (2010) utilizando manta biotêxtil feita da palmeira Buriti encontraram resultados favoráveis na estabilização de taludes de mina no estado do Maranhão.

Este trabalho objetiva, portanto, avaliar o uso de técnicas de bioengenharia utilizando materiais de baixo custo como a fibra de coco e paletes usados de madeira encontrados na

propriedade e na região na estabilização da erosão hídrica em um talude de corte, no município de São Cristóvão/SE.

METODOLOGIA

Caracterização da Área

A área em estudo fora no passado (da década de 80 até 2003) uma mina de areia, saibro e argila explorada por uma construtora que utilizava o material mineral para os aterros e terraplanagens em suas obras. Após a inativação da mina houve um aumento da erosão superficial com a formação de ravinas e voçorocas devido à ausência de cobertura do solo.

Este passivo ambiental tornou-se então prioridade, por parte do atual proprietário, para a sua correção, disponibilizando recursos para a realização das intervenções nos taludes principais e as ferramentas necessárias para a concretização das ações de recuperação/reabilitação.

A área do presente estudo está localizada em uma fazenda localizada na extremidade oeste do município de São Cristóvão, Estado de Sergipe. O talude possui duas declividades distintas: a primeira com 26% ($14,5^\circ$) e a segunda mais à jusante com 100% (45°).

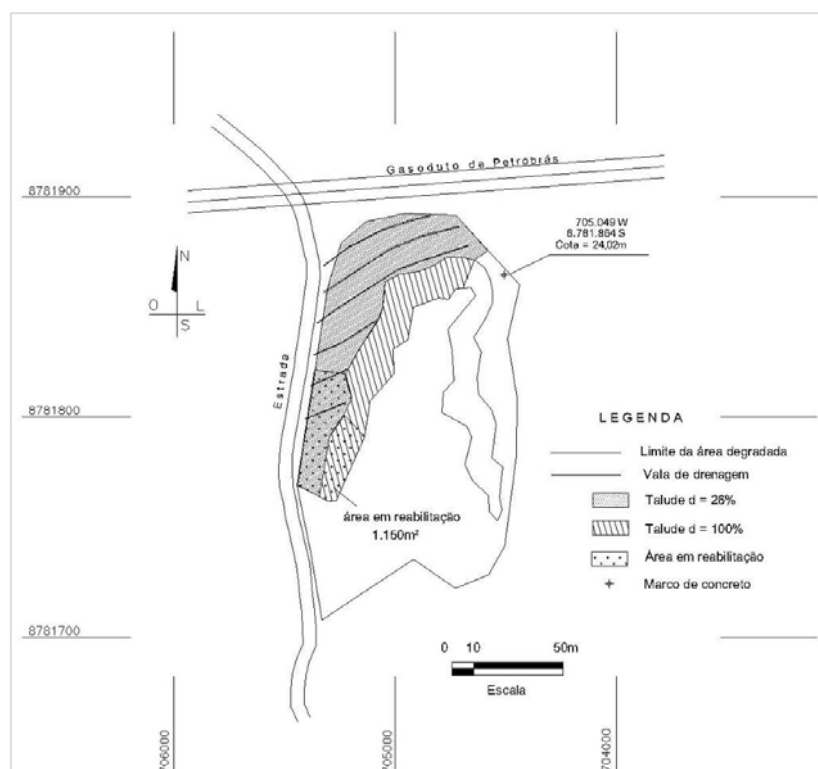


Figura 1: Planta de detalhe do talude erodido objeto da reabilitação na Fazenda Várzea do Poço, São Cristóvão (SE).

O clima do município de São Cristóvão apresenta o tipo As, pela classificação de Köppen, já que se encontra sob a atuação da circulação atmosférica do Anticiclone Tropical do Atlântico

Sul, responsável pelo clima seco e estável da primavera-verão e clima instável e chuvoso do outono-inverno.



Figura 2: Vista geral do talude de corte com um processo avançado de erosão – voçorocas.

A precipitação pluviométrica do município situa-se em torno de 1.500mm anuais e as chuvas estão concentradas entre os meses de maio a agosto, ocorrendo, também, nesses meses as temperaturas mais amenas do ano, com valores entre 22°C e 23°C.

Já nos meses do final da primavera e verão, entre novembro e fevereiro, ocorrem as temperaturas mais elevadas, com médias diárias entre 26°C e 27°C e os menores índices de precipitação pluviométrica, com valores entre 20mm e 60mm mensais.

Na propriedade há dois principais tipos de solo: o Argissolo e o Neossolo. O Argissolo, como o próprio nome sugere, apresenta elevado teor de argila, estando localizado na parte superior e Noroeste da fazenda, sobre a formação Barreiras. Já na parte mais baixa e mais ao Sudeste da propriedade encontra-se o Neossolo, subgrupo Neossolo Quartzarênico (Areias Quatzosas), que são solos formados principalmente pela fração areia e que apresentam baixa fertilidade natural (EMBRAPA, 1999).

A Tabela 1 mostra os resultados das análises químicas da fertilidade encontrada em duas profundidades (0cm-30cm e >30cm) no talude erodido objeto deste trabalho. Os resultados mostram um pH ácido nas duas profundidades e baixos teores de Mg, Ca e K. A saturação de bases (V%) nos primeiros 30cm apresenta uma porcentagem adequada (>60%) para a maioria da espécies vegetais, no entanto, à medida que a profundidade aumenta a acidez também aumenta e a saturação por bases diminui, indicando uma necessidade de correção do solo quanto ao pH antes da correção quanto aos macro nutrientes.

Já a Tabela 2 mostra os resultados físicos da granulometria das distintas profundidades analisadas. Os resultados mostram que a camada superficial apresenta e fração de areia

(74,14%) elevada caracterizando esta camada como franco arenoso pela classificação textural do triângulo americano, enquanto na camada mais profunda, a quantidade de argila (70,28%) se sobressai sobre as demais caracterizando esta camada como muito argiloso pela mesma classificação.

Esta diferença no gradiente textural das duas camadas mostra bem um dos problemas que este tipo solo apresenta: a susceptibilidade à erosão. Devido à mudança abrupta nos teores de argila entre as duas camadas, a água, que facilmente infiltra na camada superior encontra, logo abaixo dos 30cm, uma camada de impedimento, fazendo com que o solo se sature rapidamente aumentando o escoamento superficial em detrimento da infiltração.

Tabela 1: Resultados das análises químicas de fertilidade do solo do talude, em duas profundidades.

	pH (H ₂ O)	M. O	V	SB	CT C	Ca	Mg	Al	Na	K	H+A I	P	Fe	Cu	Mn	Zn
h	%			cmol/dm ³								ppm				
0-30cm	5,79	0,98	64,4	1,65	2,56	1,26	0,28	0,17	0,079	0,03	0,91	3,30	81,71	0,51	0,23	4,87
>30cm	4,58	0,32	33,8	1,61	4,76	ND	1,47	8,53	0,11	0,03	3,15	1,20	103,90	0,58	0,15	1,27

Tabela 2: Resultados das análises granulométricas do solo do talude, em duas profundidades.

	Areia	Argila	Silte
	%		
0-30cm	74,14	16,14	9,72
>30cm	18,28	70,28	11,44

Construção das Valas

A área foi isolada com cerca de arame farpado com três fios para evitar a entrada de animais e pessoas ao local. Procedeu-se em seguida a construção de 6 (seis) valas de drenagem (d=1,7%) no talude com declividade de 26%. As valas foram construídas com o perfil transversal quadrado (0,4m x 0,4m) de forma a interceptar e desviar as águas pluviais incidentes e que escoam sobre o talude conduzindo-as para a calha de cimento coletora localizada na margem da estrada.



Figura 3: Valeta construída com 1,7% de declividade para desviar a água do talude para a calha de drenagem da estrada.

Remodelagem do Talude

Após a construção das valas de drenagem e visando dar uma maior estabilidade ao talude de maior declividade, procedeu-se a sua remodelagem, de forma manual, eliminando-se as suas arestas “vivas” presentes nos cumes das voçorocas e aterrando as partes mais baixas, formando, assim bermas e depressões ao longo do talude, conferindo um aspecto topográfico mais suave e estável à encosta.

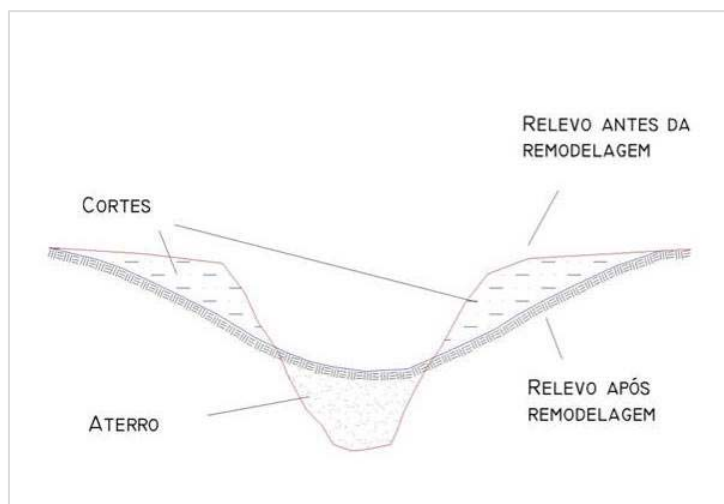


Figura 4: Desenho esquemático do perfil transversal de uma voçoroca mostrando a remodelagem do terreno com os cortes e aterro.

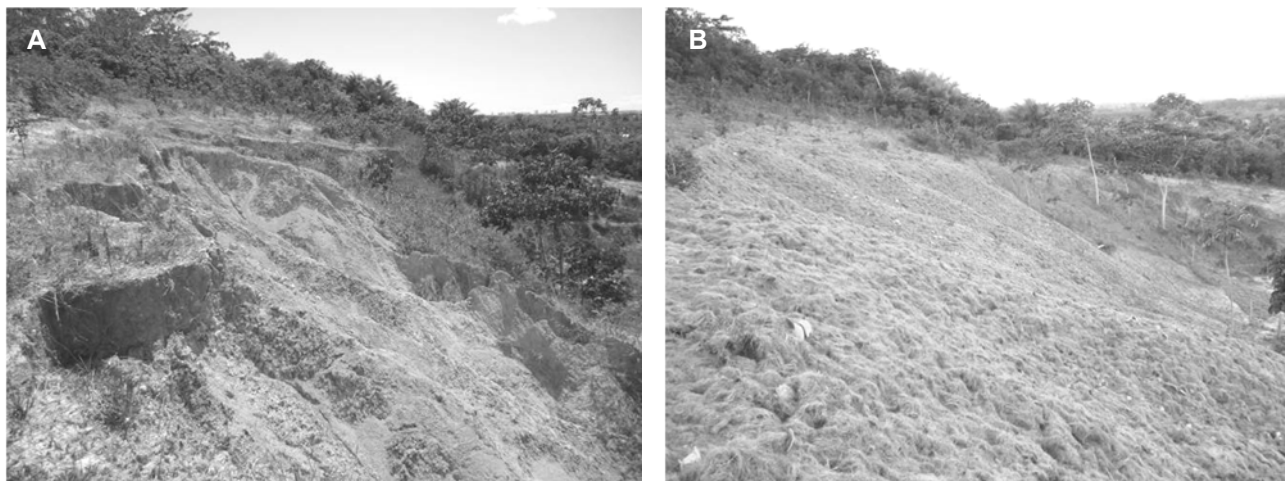


Figura 5: Remodelagem do talude erodido. A: Talude antes da remodelagem. B: Talude após a remodelagem e aplicação da fibra.

Construção das Paliçadas e Retentores de Sedimentos

Para evitar uma movimentação de massa do solo, presente no aterro (preenchimento) da voçoroca foi instalado uma paliçada vertical na voçoroca principal, aproveitando-se de dois fustes de dois exemplares da palmeira Pindoba (*Syagrus coronata*) com dimensões de 1,60m x 0,25m que se encontravam mortas e próximas ao talude.

Foram instalados dissipadores de energia (retentores de sedimentos), construídos com madeiras de paletes usados, colocados nos talwegues das pequenas ravinas e depressões do talude já remodelado, de forma a diminuir o escoamento superficial, contribuindo, desta forma na retenção dos sedimentos que seriam desprendidos e carreados, mantendo-os no próprio talude.



Figura 6: Dissipadores de energia (retentores de sedimentos) colocados nas vertentes dos taludes remodelados para atenuar o escoamento superficial.



Figura 7: Instalação de paliçada de Pindoba (*Syagrus coronata*) no sulco principal.

Após a reconformação topográfica procedeu-se a correção do solo, no início de fevereiro de 2008, com calcário dolomítico de PRNT=85% na dosagem de 1.300Kg/ha. Com o auxílio de

um rastelo foi feita a incorporação manual do calcário nos três primeiros centímetros de profundidade. Quinze dias após a correção o talude foi fertilizado com adubo granulado NPK de fórmula 10-10-10 na razão de 435Kg/ha.

A aplicação da fibra do coco foi realizada manualmente, estendendo-se as fibras, na forma de manta, sobre todo o terreno em reabilitação formando uma camada média de 2,0cm de altura (Figura 8). Ao aplicar a fibra de coco desidratada tomou-se o cuidado de não soterrar as plântulas que estavam nascendo sobre o local, como pode ser observado pela figura abaixo.

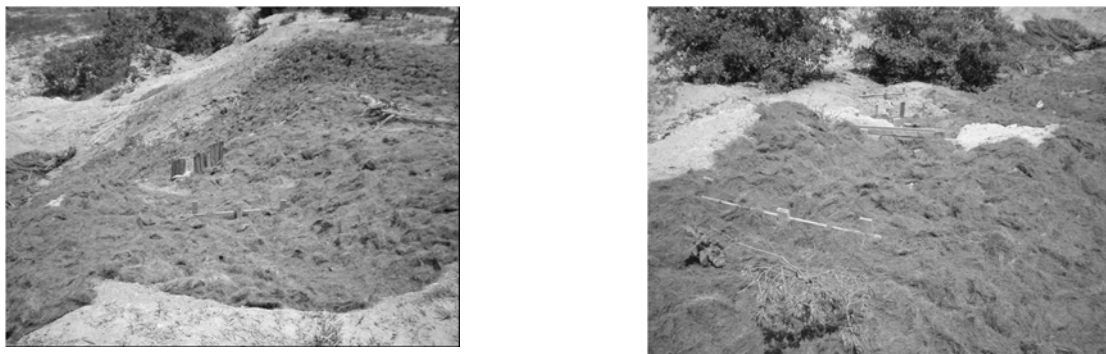


Figura 8: Aplicação da fibra do coco (*mulching*) sobre os taludes reconformados. Observam-se também nestas figuras, os retentores de sedimentos e espécies de árvores nativas que permaneceram no local. São Cristóvão/SE, 2008.

Plantio das Espécies Vegetais

Seguindo o princípio de que as espécies vegetais herbáceas são mais eficientes na proteção do escoamento superficial em uma encosta degradada (GRAY e SOTIR, 1996 citado por ARAUJO et. al., 2007) optou-se por plantar três espécies herbáceas, sendo uma gramínea – capim braquiária (*Brachiaria decumbens*) – e outras duas espécies da leguminosa *Estilosantes* (*Stylosantes capitata* e *Stylosantes macrocephala*) com valor cultural de 70%.

Para o plantio da braquiária foram utilizados dois sacos de 20kg cada em uma área de 420m², o que dá uma razão de 9,5g de sem./m². Para o plantio das leguminosas foi utilizado 1,0Kg de sementes. A semeadura ocorreu no início de março de 2008 para as leguminosas e quinze dias depois foram semeadas as sementes de braquiária.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após três meses do início da semeadura verificou-se que o capim braquiária teve um desenvolvimento satisfatório (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**), que pode ser explicado pela ausência dos sintomas de deficiência nutricional e pela emissão do pedúnculo floral, indicando que esta espécie se adaptou às condições edafo-climáticas do local completando seu ciclo fenológico.

Foi observado, também, que nas áreas onde a camada de fibra de coco ficou mais espessa (> 2,0cm) não ocorreu a germinação do capim, ou ocorreu com falhas, indicando uma necessidade de replantio nestas partes. Este resultado indica uma maior necessidade no aprofundamento do assunto quanto à espessura ideal da camada de fibra de coco para a germinação destas espécies.



Figura 9: Talude remodelado e aplicado a fibra do coco após três meses. São Cristóvão/SE, 2008.

Observou-se também, após o período das chuvas (março-julho), ausência de erosão por ravinas, voçorocas ou planar nos taludes trabalhados, indicando que a aplicação da fibra de coco e a instalação dos dissipadores de energia auxiliaram na diminuição do escoamento superficial e na retenção de sedimentos minerais no talude. Rocha (2006), estudando elementos da bioengenharia como biomantas, vegetação herbácea e lenhosa e retentores de sedimentos; também verificou que a aplicação dos mesmos, em um talude fluvial, fez aumentar a estabilidade do talude e diminuir o escoamento superficial, contribuindo para a diminuição da erosão e o solapamento das margens do rio estudado.

No presente trabalho verificou-se que aos os três meses, além das espécies semeadas, nasceram outras espécies herbáceas de ocorrência local, demonstrando que a cobertura do solo pela fibra do coco favoreceu um ambiente propício ao crescimento e desenvolvimento de outras espécies vegetais pioneiras. Resultado semelhante foi encontrado por Valcarcel & D'alterio (1998) que estudando medidas físico-biológicas na estabilização de um talude de 70° verificaram que o uso de almofadas sobre o solo exposto favoreceu o desenvolvimento de não somente das espécies plantadas, mas também de espécies de ocorrência natural.

Um ano após o plantio das espécies herbáceas foi verificada uma degradação da fibra do coco em alguns poucos locais, indicando uma necessidade de completar essas falhas anualmente até o estabelecimento por completo da vegetação (Figura 1). Foi observado, também, que mesmo após um ano e em pleno verão (período seco), a cobertura da vegetação se assemelhou ao do

período chuvoso, podendo indicar que a fibra do coco sobre o solo pode ter favorecido na manutenção da umidade no solo e ter auxiliado na diminuição da temperatura sobre a superfície do solo, embora estas variáveis não tenham sido mensuradas.

Com relação às valas de drenagem não foi observado indícios de erosão, indicando que esta declividade (1,7%) não ocasiona erosão para este tipo de solo e para as condições estudadas. No entanto, a cada três meses, durante o período de chuva, observou-se um acúmulo de sedimentos minerais ao longo da calha das valas mostrando uma necessidade de se fazer uma limpeza trimestralmente ou logo após uma grande enxurrada nas calhas das valas, de forma a evitar o transbordo da água conduzida, o que poderia favorecer um processo erosivo.

Este acúmulo de material nas calhas pode ser devido à ausência da fibra sobre o talude contribuinte à jusante da calha, já que parte do talude não recebeu a cobertura no primeiro ano. Este resultado mostra a influência direta da aplicação da fibra na redução do escoamento superficial com a consequente diminuição dos sedimentos carregados. Torres et al. (2008) aplicando algumas técnicas da bioengenharia na reabilitação de uma área degradada, pela construção de uma linha de transmissão de energia elétrica, verificaram a eficiência da construção de valas com 1% de declividade para a condução das águas pluviais e na eficiência de biomantas na diminuição do escoamento superficial e na estabilização dos taludes.



Figura 1: Sequência do processo de reabilitação do talude de 26% de declividade. A: talude sendo reconformado topograficamente (dez/07). B: Talude depois após 2 meses do plantio do capim braquiária (mai/08). C: Talude após 3 meses do plantio. D: Talude após 1 ano do plantio.

Não foram observadas linhas de ruptura próximas às bermas da voçoroca que recebeu a instalação da paliçada, indicando a eficiência da instalação da paliçada como auxílio do aumento da estabilidade do talude remodelado.

Após uma precipitação elevada ocorrida durante a época das chuvas em 2008 observou-se o rompimento dos retentores de sedimentos ao longo de uma das voçorocas remodeladas, que foi ocasionado pelo transbordo da água das canaletas de drenagem, indicando a necessidade de limpeza frequente das canaletas de drenagem e reparos logo após a ocorrência de chuvas elevadas sobre a manta de fibra de coco. A frequência de limpeza bem como a forma das canaletas deve melhor estudada.

Após um ano da instalação dos retentores de sedimentos observou-se que os mesmos apresentavam sinais de decomposição pelos cupins mostrando a necessidade de ser fazer a reposição dos retentores a cada ano, até o estabelecimento da vegetação.

CONCLUSÕES

Após os resultados deste trabalho, pôde-se concluir que, a fibra de coco seca e paletes usados podem ser utilizados como protetores do solo contra o escoamento superficial e propiciar condições para o desenvolvimento das espécies vegetais herbáceas, auxiliando, desta forma, na estabilidade de taludes.

As técnicas de bioengenharia com a utilização de materiais alternativos como fibra de coco, madeiras de paletes e troncos de árvores mortas mostraram-se eficazes no controle da erosão hídrica do talude estudado, mostrando que materiais de baixo custo devem ser buscados na região onde está inserido o talude a ser recuperado.

Conclui-se também que as espécies vegetais utilizadas neste experimento podem ser utilizadas para a estabilização de taludes degradados por erosão hídrica para a região estudada.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, G. H. S.; ALMEIDA, J. R.; GUERRA, A. J. T.. **Gestão ambiental de áreas degradadas**. 2 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

BEZERRA, S. A.; CANTALICE, J. R. B.. Erosão entre sulcos em diferentes condições de cobertura do solo, sob cultivo da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.30, n.3, 2006.

CARVALHO, R. A.; CASTRO, S. M.; ALMEIDA, J. R.; RODRIGUES, M. G.. Proteção vegetal de taludes de aterro: o caso da plataforma da Ferrovia Transnordestina, Ceará, Brasil. **Natural Resources**, Aquidabã, v.2, n.2, p.6-17, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.6008/ESS2237-9290.2012.002.0001>

COOPER, M.. **Erosão do solo**: parte 2. Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2003.

CORBETT, E. S.; GREEN, L. R.. Emergency revegetation to rehabilitate burned watersheds in southern

California US. **Forest Service Research Paper PSW**, n.22, 1965.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA, 1999.

GOULART, R. M.; PEREIRA, J. A.; CALEGARIO, N.; LOSCHI, R. A.; OGUSUKU, L. M.. Caracterização de sítios e comportamento de espécies florestais em processo de estabilização de voçorocas. **Cerne**, Lavras, v.12, n.1, p.68-79, 2006.

GUERRA, A. J. T.; BEZERRA, J. F. R.; LIMA, L. D. M.; MENDONÇA, J. K. S.; GUERRA, T. T.; BUHMANN, C.; PATERSON, D. G.; PIENAAR, G.; NELL, J. P.; MULIBANA, N. E.; DEVENTER, P. W.; FULLEN, M. A.. Land rehabilitation with the use of biological geotextiles, in two different countries. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v.22, n.3, p.431-446, 2010.

GRAY, D. H.; SOTIR, R. B.. **Biotechnical and soil bioengineering slope stabilization: a practical guide for erosion control**. New York: Wiley Interscience, 1996.

GUIDICINI, G.; NIEBLE, C. M.. **Estabilidade de taludes naturais e de escavação**. São Paulo: Edgard Blücher, 1983.

HOLANDA, F. S. R.; ROCHA, I. P.; OLIVEIRA, V. S.. Estabilização de taludes marginais com técnicas de bioengenharia de solos no Baixo São Francisco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.12, n.6, 2008.

INACIO, E. S. B.; CANTALICE, J. R. B.; NACIF, P. G. S.; ARAUJO, Q. R.; BARRETO, A. C.. Quantificação da erosão em pastagem com diferentes declives na microbacia do Ribeirão Salomea. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.11, n.4, p.355-360, 2007.

MILANEZ JÚNIOR, E. S.; SILVA, A. C.; HORAK, I.; PEREIRA, R. C.; SILVA, E. B.; GRAZZIOTTI, P. H.. Cobertura vegetal, fertilizantes e condicionadores de solo na estabilização de taludes. In: SIMPÓSIO NACIONAL E CONGRASSO LATINO-AMERICANO SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 6. **Anais**. Curitiba: SOBRADE, 2005.

REZENDE, W. S.; GOBBI, C. N.; SILVA, C. E.; ALMEIDA, J. R.. Recuperação de voçorocas na zona rural do município de Mineiros (GO): financeiramente viável e ambientalmente sustentável. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**. Aquidabã, v.2, n.2, p.64-81, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.6008/ESS2179-6858.2011.002.0004>.

ROCHA, I. P.. **Controle da erosão marginal no baixo São Francisco: uso da bioengenharia de solos associada à recuperação da vegetação ciliar**. Monografia (Engenharia Florestal) – Departamento de Engenharia Agrônômica, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2006.

RODRIGUES, G. B.; MALTONI, K. L.; CASSIOLATO, A. M. R.. Dinâmica da regeneração do subsolo de áreas degradadas dentro do bioma cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.11, n.1, p.73-80, 2007.

SALVADOR, V.. Caracterização morfológica da margem direita do rio São Francisco em um processo de erosivo utilizado modelagem numérica do terreno e seus efeitos nos agroecossistemas. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO, 3. **Anais**. Aracaju: EMBRAPA, 2006.

SELBY, M. J.. **Hillslope materials and processes**. 2 ed. New York: Oxford University Press, 1993.

SUTILI, F.J.; DURLO, M. A.; BRESSAN, D. A.. Potencial biotécnico do Sarandi-branco (*Phyllanthus sellowianus* Müll. Arg.) e vime (*Salix viminalis* L.) para revegetação de margens de cursos de água. **Ciência Florestal**: Santa Maria, v.14, n.1, 2004.

TORRES, J. R. L.; CORDEIRO, T. S.; NASCIMENTO, C. A. O.. Avaliação do plano de recuperação de áreas degradadas implantado numa área de construção de torres e linhas de transmissão de energia. BALENSIEFER, M.. In: SIMPÓSIO NACIONAL [SOBRE] RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 7, 2008, Curitiba. **Anais**. Curitiba: FUPEF, 2008.

VALCARCEL, R.; D'ALTERIO, C. F. V.. Medidas físico-biológicas de recuperação de áreas degradadas:

avaliação das modificações edáficas e fitossociológicas. **Revista Floresta e Ambiente**, v.5, n.1, p.68-88, 1998.