

# Sistema Vetiver(SV)

Controle da Erosao e Sedimentacao & Estabilizacao de Taludes  
( Com referencia especial a Rodovia Ho Chi Minh ,no Vietnam)

Por Dr.Paul Truong (\*) e Dr. Paulo R.Rogério(\*\*)

(\*) Diretor da The Vetiver Network International (TVNI) e  
Veticon Consulting Services,Brisbane,Queensland,Australia

Email: [truong@uqconnect.net](mailto:truong@uqconnect.net)

Tel: 61-07-33783174

(\*\*) Geotechnical Consulting Engineer,Private Practice  
Engenheiro Geotécnico Consultor ,Engenheiro Profissional

Pomerode,Santa Catarina, Brasil

Email: [prrog@terra.com.br](mailto:prrog@terra.com.br)

Tel:55-47-33875015

## Abstrato

### Estabilidade de Taludes de Terra

A estabilidade de taludes ,seja em corte ou em aterro ,etc, naturais ou não naturais depende de vários fatores : tipo de solo ou rocha e sua resistência, geometria do talude (altura,ângulo de inclinação),clima, vegetação ,etc.Cada um desses fatores podem atuar significativamente no controle das forcas atuantes ou resistentes.

- Forcas atuantes. Apesar da ação da gravidade ser a principal força atuante ,ela não age sozinha. Contribuem outros fatores,como a inclinação do talude, ângulo de repouso do solo específico ,material que compõe o mesmo, e especialmente a água.  
Sabe-se que quanto mais íngreme ou inclinado o talude maior a componente da gravidade,quanto maior o ângulo de atrito interno do solo menor a probabilidade de escorregamento.
- Forcas resistentes. A principal força resistente é a resistência ao cisalhamento do material,que depende da coesão (capacidade de atração das partículas de atuar umas as outras)e o ângulo de atrito interno do material (atrito entre os grãos do material)além do peso específico do material, e essas forças que se opõem às forças atuantes.Se a coesão for grande a estabilidade do talude

aumenta. Todavia a água em excesso poderá diminuir a coesão.

Quando se tem a soma das forças resistentes  $>$  que a soma das forças atuantes, o coeficiente de segurança (FS) vale mais do que 1.00 e o talude está estável, ao contrário ele fica com  $FS < 1.00$  e portanto instável e pode deslizar. Então influem na estabilidade do talude parâmetros de resistência, inclinação, e água, e outros fatores que podem ser mencionados noutro trabalho.

Estabilização do Talude Por meio da Vegetação.

A Vegetação tem sido usada há muitos séculos como uma ferramenta natural da Bioengenharia, ou Biotecnologia, para controlar a erosão e estabilizar taludes, mas a sua popularidade aumentou grandemente nas últimas décadas em parte porque os engenheiros agora dispõem de mais informações sobre a Vegetação, e em parte também porque o custo tem sido muito mais acessível bem como a aceitação do Meio Ambiente face a essa solução bastante óbvia e prática.

Um talude fica instável por diversas razões. Citamos algumas delas.

- A Erosão Superficial ou erosão planar se não for controlada geralmente acarreta voçorocas e riachos.que com o tempo desestabilizara o talude.A capa vegetativa sobre o talude seja por grama semeada,hidrosemeadura,ou hidro mulching (fertilizante,papel e sementes jateados no talude) normalmente considera se já eficiente na prevenção da erosão superficial e erosão de pequenos riachos que acabam sendo criados.
- A Fraqueza estrutural interna causara finalmente o movimento de massa ou escorregamento. Plantas com raízes profundas como arvores e arbustos podem reforçar bastante o terreno.

Características da Vetiver Benvindas `a Estabilizacão de Taludes.

Apesar de ser botanicamente uma grama, as plantas Vetiver usadas nas aplicações com a finalidade de estabilização de taludes se comportam como arvores ou arbustos de rápido crescimento.São grammas mas com raízes que se parecem com arvores ou arbustos.

- O Sistema de raízes maciço e profundo bem estruturado pode aprofundar ate dois(02) ou três(03) metros no primeiro ano,funcionando como um grampo natural no

solo, de modo que dificilmente o solo mexera fora do seu lugar, e ainda é uma planta bem tolerante à seca.

- É Tao forte ou ainda mais forte do que as espécies de madeira dura (madeira de lei), as raízes Vetiver tem alta resistência a tração e por isso mesmo tem sido empregada positivamente como reforço natural em taludes íngremes, mas funciona igualmente bem nos taludes rasos.
- A sua alta resistência à tração de valor 75 Mega Pascal (Mpa), ou 765 Kg/cm<sup>2</sup>, ou 750 bars, o que equivale a 1/6 da resistência a tração de um aço comum e apresenta também um incremento de resistência de 39% a uma profundidade de 0.5 metros. (O aço CA-50 usado na construção civil tem sua resistência a tração da ordem de 5000 Kg/cm<sup>2</sup>. (limite de escoamento))
- Ela forma uma densa sebe (barreira) quando plantada bem próxima uma da outra (uma regra prática e de 6 mudas por metro linear) causando com isso uma redução da velocidade da água, diminuindo a amplitude bem como o escoamento da água de chuva. Ela cria barreiras eficientes que controlam a erosão e segura nas folhas dessas barreiras os finos, melhor do que as barreiras de plástico para coleta de finos. (silt barrier)
- A sua alta tolerância ao clima extremo e a variações ambientais, inclusive seca prolongada, enchentes e

submersão ,e temperaturas entre 14C a 55C, faz ser a planta ideal.

- Tem alta tolerância a solo acido,salinidade e sulfatos ácidos.

## Projetos e Tecnicas Adequadas.

Como uma técnica de conservação do solo e mais recentemente, como uma ferramenta da Biotecnologia ,a aplicacao eficiente do sistema Vetiver (ou SV) requer um bom entendimento da biologia,ciência do solo,hidráulica,hidrologia e bastante experiência na geotecnia ou mecânica dos solos.Ha que conhecer os solos.Por exemplo, a areia e silte são mais erodiveis do que a argila.

Daí que para projetos em escala media a grande que envolvam projetos e construção de engenharia de grande importância , o Sistema Vetiver(SV) fica bem implementado com a utilização de especialistas , não de pessoas leigas e inexperientes. Muitos fracassos do SV podem em muitos casos ser atribuídos a ma utilização,e não `a grama propriamente dita ou a tecnologia recomendada.Issso equivale a fazer um belo projeto e o empreiteiro não executar como ali esta especificado.Issso tem acontecido muito ,em todo lugar.

O bom sucesso da Vetiver exige mão de obra especializada e engenheiros ou técnicos experientes.

As experiências no Vietnã mostraram que a grama Vetiver tem sido bastante bem sucedida se aplicada corretamente .

Para ter sucesso ,deve se enfatizar que as etapas mais importantes consistem basicamente na qualidade das plantas(boas mudas),projeto adequado,técnicas corretas de plantação e plano inicial de manutenção.A chave do sucesso esta nessas etapas,intrinsecamente ligadas.

### As Vantagens do Sistema Vetiver

- E de custo baixo e possui longevidade. A economia sai da ordem de 85% a 90% na China e 64% a 72% na Austrália .Economia ai recai nos métodos convencionais de contenção.O SV e particularmente bem apropriado em países de baixo custo da mão de obra.Ideal para o Brasil.
- Muro em Gabião por exemplo custa 20 vezes mais como estrutura de contenção por metro quadrado de área contida.
- Uma técnica natural e da bioengenharia,torna o SV uma alternativa amiga da ecologia, face as estruturas rígidas comuns , especialmente em solos fracos e/ou erodíveis.

- É baixa a manutenção nos dois primeiros anos, todavia, uma vez estabelecida, fica virtualmente livre de manutenção. Daí a sua aplicação muito recomendada em áreas remotas onde fica difícil de fazer a manutenção. Só tem um custo inicial nos dois primeiros anos, depois nada requer. A própria natureza se incumbem de cuidar da Vetiver.

### Desvantagens do Sistema Vetiver

- É totalmente eficiente somente quando as plantas estão bem estabelecidas e formam sebes contínuas próximas uma das outras, constituindo uma cortina acima e abaixo do solo.
- Difícil de plantar e ser regada em taludes muito altos ou íngremes.
- Exige proteção contra o rebanho durante a sua fase de estabelecimento, pois o gado aprecia essa planta.

Aplicações do SV em Mitigação de Desastres naturais e na Proteção de Infraestrutura no Vietnã.



O Sistema Vetiver foi introduzido no Vietnam em Janeiro de 1999 para a conservação do solo e da água em fazendas e também com a finalidade de proteção ambiental.

Oito anos(08) mais tarde ,em 2007 ,o SV esta sendo usado extensamente em rodovias,estradas,dunas de areia de praias e estabilização de margens de rios, protecao contra enchentes e diques marítimos,lagoas de água fresca e salgada, na aquacultura de lagos e em plantações de cassava,café e cacau em todo o pais.Praticamente se tem a maior proteção do solo e da água do Vietnam através do Vetiver.

Erosao e Controle da Sedimentacao na Rodovia Ho Chi Minh,principal rodovia do Vietnam.

A mais visível e talvez a aplicação mais bem sucedida do Sistema Vetiver e o uso do mesmo para proteção contra as tempestades tropicais e tufões que atuam contra a Rodovia Ho Chi Minh,construída recentemente.

A maior parte dessa rodovia seguiu a trilha antiga Ho Chi Minh Trail , construída durante a guerra do Vietnam ,passando por áreas inóspitas e montanhosas de florestas tropicais virgens.

Ela abrange mais de 3000 km desde as montanhas geladas da fronteira com a China ao norte ate o solo pantanoso com sulfato acido existente no sul ,no Golfo da Tailandia.

Devido aos seus climas inóspitos e solos pobres , a maioria das estruturas pesadas convencionais construídas para proteger as ações naturais acabaram falhas tanto estruturalmente como economicamente.O Sistema Vetiver foi testado como a ultima tentativa para proteção da rodovia e conseguiu provar como sendo a mais espetacular e eficiente ,a mais bem sucedida realização da engenharia

A maior parte da sua seção na região do norte e na região central dessa rodovia ficaram bem protegidas com a utilização da Vetiver aplicada em seus Taludes e a seção da região sul esta ainda em construção.

Quando apropriadas , a maioria das proteções são plantadas apenas descendo as linhas de Vetiver talude abaixo em encostas íngremes de ate 100 m de altura , porem em alguns trechos fica bem incorporada e bem mostrada com algumas estruturas de concreto e/ou com empedrados.

Num levantamento recente ,num trecho de 500 km na região norte , onde o Sistema Vetiver foi aplicado corretamente notou se apenas uma falha ,porem pontual , devido a existência de uma percolação subterrânea numa plantação recente, de mudas Vetiver.

Esse resultado global tão expressivo foi conseguido através de lições aprendidas pelos fracassos iniciais devidos a vários fatores como : projeto inadequado e técnicas de

implementação sem utilização de bermas em taludes muito altos e íngremes. Se sabe que as bermas diminuem a velocidade de descida da água de chuva.

Com a prática foi se aperfeiçoando a sua boa técnica, que hoje podemos utilizar em qualquer situação e em qualquer país.

Palavras chaves: estabilização de taludes, controle da erosão, escorregamentos, deslizamentos

Algumas fotografias de Taludes Estabilizados, da Rodovia Ho Chi Min, no Vietnam:



