

# Uso do capim vetiver (sistema vetiver) na estabilização de taludes de rodovias, proteção de drenagens e de áreas marginais

Elder de Lucena Madruga<sup>1</sup>

Elvio Luiz Schelle<sup>2</sup>

Fernando Ximenes de Tavares Salomão<sup>3</sup>

Experiência internacional demonstra que o uso do Sistema Vetiver, às vezes combinado com outras plantas, estruturas de madeira ou outros materiais, tem-se revelado muito eficaz e de baixo custo na estabilização de taludes de cortes e aterros de rodovias, na proteção de estruturas de drenagem e das áreas em que as águas pluviais são despejadas. A chave para o sucesso é uma boa qualidade do material de plantio e a técnica adequada de aplicação no local. Os taludes de cortes e aterros são muitas vezes importantes fontes de sedimentos liberados por erosão que promovem o assoreamento em bacias hidrográficas.

O Sistema Vetiver pode ser usado para estabilizar rodovia, protegendo taludes de cortes e de aterros, encostas naturais e drenagem. O Dr. P. K. Yoon (da Malásia) e o Dr. Diti Hengchaovanich (da Tailândia) são os pioneiros nas aplicações do Sistema Vetiver em obras rodoviárias. A manutenção de rodovias é cara e, em geral, freqüente. O Sistema Vetiver tem uma relação benefício/custo positiva, sendo uma solução duradoura.

As barreiras formadas pelo vetiver controlam a velocidade de escoamento da água na superfície do terreno e suas raízes, resistentes e profundas, ajudam na estabilização do solo, prevenindo deslizamentos cujos planos de instabilidade sejam inferiores a dois metros. As **Figuras 1 e 2** ilustram como [agem a densa folhagem das touceiras](#) e as raízes do vetiver na estabilização de um talude hipotético.

[As barreiras de vetiver não são impermeáveis, reduzem a velocidade do escoamento, filtrando e regulando a passagem de água, evitando a formação de sulcos, ravinas e boçorocas com conseqüente perda de solos e assoreamento de drenagens.](#)

[À montante das barreiras se forma uma capa de sedimentos geralmente de alta fertilidade. Conforme aumenta a espessura dos sedimentos, há um incremento de fertilidade e umidade do substrato, formando-se terraços naturais. O vetiver tem a particularidade de emitir raízes quando sua base é recoberta por sedimentos. Portanto, quanto mais alta for a capa de sedimentos retidos, mais alta será também as barreiras de vetiver.](#)

---

<sup>1</sup> Depto. Eng. Civil da UFMT - Geólogo (madruga@ufmt.br)

<sup>2</sup> Depto. Recursos Minerais da UFMT – Geólogo (s\_elvio@hotmail.com)

<sup>3</sup> Depto de Geologia Geral da UFMT – Geólogo (ximenes@ufmt.br)



Figura 3 – À esquerda, corte transversal a uma barreira de vetiver, destacando a capacidade em formar um terraço natural. À direita, figura explicativa: as folhas e os talos do vetiver retardam o escoamento da água carregada de sedimentos no ponto (A), fazendo com que o sedimento se deposite a montante da planta (B), e a água continue a escoar pelo talude (C), a uma velocidade muito menor. O sistema radicular esponjoso da planta (D), fixa o solo até a uma profundidade de três metros. As raízes formam uma densa cortina interferindo no fluxo de águas subterrâneas.

Figura 1 – À esquerda, corte transversal a uma barreira de vetiver, destacando-se a capacidade em formar um terraço natural (Local: Malásia). À direita, figura explicativa: as folhas e os talos do vetiver retardam o escoamento da água carregada de sedimentos (A), fazendo com que estes se depositem a montante da barreira de vetiver (B), e a águas continue a escoar pelo talude (C), a uma velocidade menos. O sistema radicular esponjoso da planta (D) fixa o solo até a uma profundidade de três metros.

Testes de resistência à tração de suas raízes foram realizados e comparados a outras espécies de gramíneas, concluindo-se ter vetiver resistência de 85,1MPa ( $\pm 31,2$ ), muito maior que a das demais gramíneas testadas.

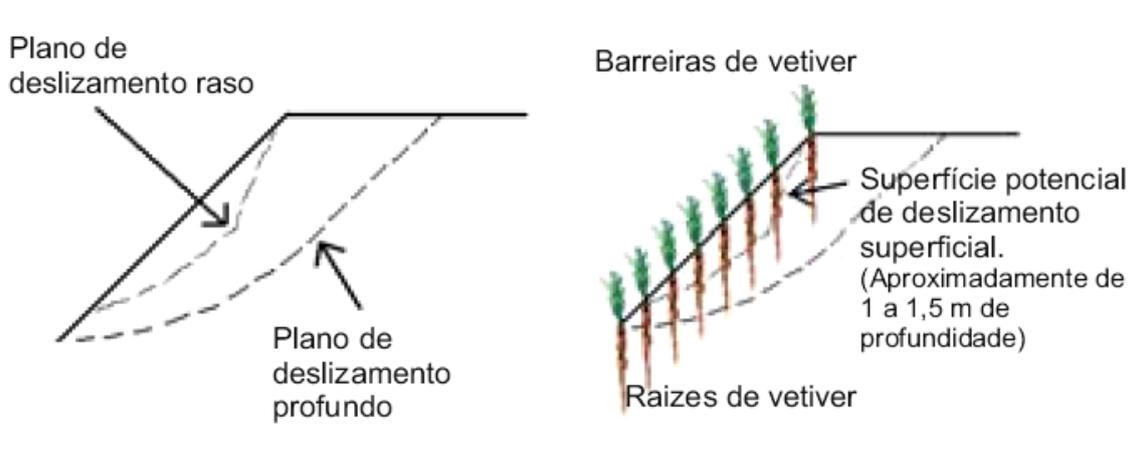


Figura 2 – Mecanismo de estabilização de talude com o uso do capim vetiver. (Fonte: [www.vetiver.org](http://www.vetiver.org))

Muitos estudos já foram realizados, publicados e apresentados em conferências internacionais, comparando a eficiência do capim vetiver comparado a outras espécies vegetais, como os realizados na Austrália (**Figura 3**), Malásia (**Figura 4**) e Espanha (**Figura 5**).



Figura 3 – Eficiência do capim vetiver (Monto vetiver) em comparação com outras espécies. (Austrália)



Figura 4 - Ensaios foram realizados em encostas típicas e diversas gramíneas foram comparados e testadas. Nesta imagem o vetiver foi usado, em comparação com as

espécies nativas na Malásia. Após uma forte chuva o capim vetiver (direita) foi o que apresentou melhor resultado (Malásia).



Figura 5 – Talude com e sem a aplicação do capim vetiver, Espanha.

A seguir é apresentada uma seqüência de ilustrações obtidas do site [www.vetiver.org](http://www.vetiver.org) que mostram resultados de sucesso do uso do Sistema Vetiver na proteção de obra rodoviária contra processos erosivos e de assoreamentos. Essa proteção começa nos taludes de cortes e aterros, passando pelas estruturas de drenagem e na proteção das áreas no entorno das rodovias.

A **Figura 6** mostra um típico talude de corte no qual o capim vetiver foi recomendado para a estabilização quanto aos processos erosivos. A **Figura 7** apresenta o resultado da aplicação do Sistema Vetiver após 10 meses da implantação.



Figura 6 – Taludes de cortes ao longo de estrada onde a aplicação do vetiver é recomendada. (Austrália)



Figura 7 – Taludes às margens de rodovia com capim vetiver implantado há 10 meses. (Austrália).

As **Figuras 8 e 9** (na Austrália) e **Figuras 10 e 11** (no Vietnã) também apresentam comparação de taludes de estrada, na Austrália, antes e após a aplicação do capim vetiver.



Figura 8 – Taludes à margem de rodovia antes da implantação do capim vetiver.  
(Austrália)



Figura 9 – Os mesmos taludes da figura anterior após uma ano do plantio do vetiver.  
(Austrália)



Figura 10 – Taludes de cortes instáveis antes da aplicação do sistema vetiver. (Vietnã)



Figura 11 – Taludes de corte em situação semelhante à figura anterior, um ano após a implantação do capim vetiver. (Vietnã)

As **Figuras 12, 13 e 14** apresentam a implantação de um projeto rodoviário no Congo, numa região em que apresentam solos profundos de textura arenosa, em que os taludes de cortes vão sendo protegidos com

cordões de vetiver na medida em que a obra avança. A **Figura 14** mostra o vetiver após três meses de plantado.



Figura 12 – Cordões de vetiver contornando os taludes de cortes e as bermas de uma rodovia em implantação no Congo.



Figura 13 – Situação idêntica à anterior (Congo).



Figura 14 – Situação dos taludes de corte após três meses de implantado os cordões de vetiver (Congo).

Na **Figura 15** está assinalado a posição em que serão implantados os cordões de vetiver, em talude de corte íngreme, em estrada de Madagascar. A **Figura 16** mostra taludes de corte com o sistema vetiver implantado. A estabilização desses taludes protegerá a canaleta de drenagem, situada na sua base, contra o assoreamento.

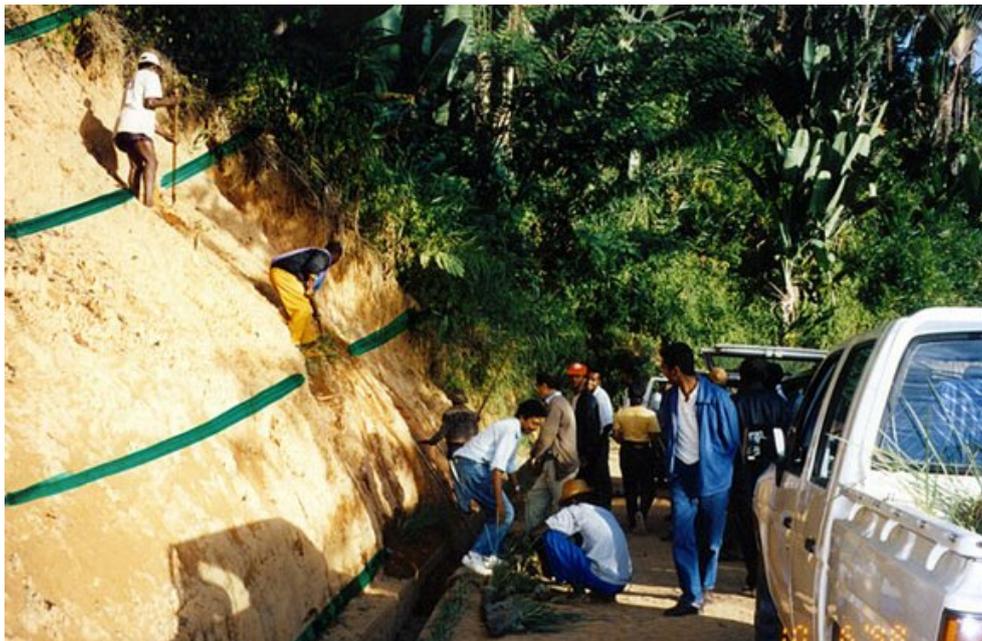


Figura 15 – Taludes de corte como esses podem ser estabilizados com a aplicação do sistema vetiver. Os traços verdes indicam onde as linhas de vetiver devem ser implantados. (Madagascar)



Figura 16 – Taludes de corte estabilizados com o sistema vetiver (China).

As **Figuras 17** (Filipinas), **18** (Malásia) mostram taludes de corte de estrada em ótimas condições de estabilização contra os processos erosivos.



Figura 17 – Taludes de corte estabilizados com o sistema vetiver (Filipinas).



Figura 18 – Exemplo de uso do sistema vetiver na Malásia, na qual houve preocupação com a qualidade das plantas, bom domínio na aplicação, o acompanhamento e a supervisão adequada com manutenção.

A exposição dos taludes de corte aos processos erosivos leva uma série de transtornos que se iniciam com o assoreamento das canaletas de drenagem, gerando perda de sua eficiência e ocasionando, quando dos eventos chuvosos, o transbordamento com lançamento de águas para a plataforma da estrada

trazendo riscos de acidentes com os veículos que por ela circula. Com a seqüência de chuvas os sedimentos vão sendo transportados em suspensão pelas canaletas e drenagem e, ao serem lançadas no terreno natural, acabam alcançando os leitos dos mananciais (nascentes, córregos e rios), causando assoreamentos e danos ambientais, muitas vezes irreparáveis.

As **Figuras 19, 20 e 21** um exemplo de como o problema foi resolvido no Senegal com o uso do capim vetiver. Taludes de corte expostos aos processos erosivos promovem o assoreamento de canaleta de drenagem exigindo dispendiosa lindeza.



Figura 19 – Em maio de 2001, canal de drenagem completamente assoreado (maio de 2001) (Senegal)

O plantio de cordões de vetiver bordejando a canaleta de drenagem, como o exemplo mostrado nas **Figura 22 e 23** ao longo de uma estrada em Madagascar, protege a canaleta contra o assoreamento, reduzindo o custo de manutenção, prevenindo-se de problemas decorrentes do não funcionamento adequado da drenagem e de carreamento de sedimentos para o fundo de vales.



Figura 20 – Um mês após o plantio de barreiras de vetiver (junho de 2001).



Figura 21 – Quatro meses após os taludes estão estáveis e o canal de drenagem protegido do assoreamento (setembro de 2001).



Figura 22 – A barreira de vetiver margeando a canaleta de drenagem irá melhorar a qualidade da águas no ponto final de lançamento e reduzir os custos de manutenção com limpeza (Madagascar)



Figura 23 – Barreira de vetiver bordejando canaleta de drenagem evitando que sedimentos a bloqueiem. Observe como a canaleta esta limpa (Madagascar).

As **Figuras 24 a 29** ilustram a proteção da área de bueiros.



Figura 24 – Taludes de aterro íngremes na passagem de bueiro duplo antes da aplicação do capim vetiver (Austrália)



Figura 25 – Taludes da área de bueiro protegidos com capim vetiver após 8 meses do plantio. (Austrália)



Figura 26 – Taludes de aterro na área de bueiro triplo, com linhas de vetiver implantadas (Austrália)



Figura 27 – Taludes de aterro, em area de travessia de bueiro, com linhas de vetiver implantadas para a proteção do talude contra processos erosivos (Austrália)



Figura 28 – Taludes protegidos por cordões de vetiver (Australia),



Figura 29 - O vetiver irá estabilizar este bueiro, e irá controlar o processo erosivo, reduzindo assim os custos manutenção (Madagascar)

O capim vetiver faz uma boa interface entre concreto e solo. Por isso apresenta boa eficiência na prevenção e controle de processos erosivos do maciço terroso de encontro da ponte e dos taludes marginais do canal natural. As **Figuras 30 a 35**, de uma situação na Austrália, mostram claramente o efeito positivo do uso do capim vetiver na proteção desses taludes.



Figura 30 – Processos erosivos das margens do canal sob a ponte.



Figura 31 – Após retaludamentos as margens do canal sob a ponte recebeu linhas de vetiver plantadas em contornos que garantam a estabilidade do terreno, reduzindo a velocidade do fluxo de água.



Figura 32 – Situação da margem do canal após um mês de implantado o vetiver.

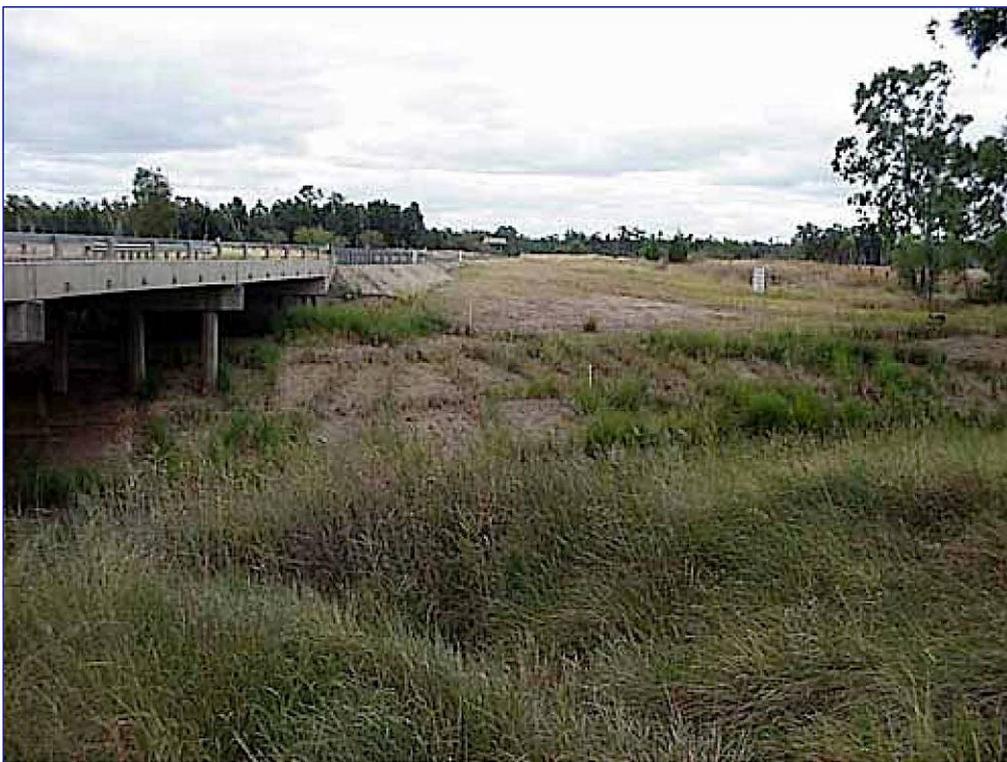


Figura 33 – Situação após seis meses após o plantio do vetiver.



Figura 34 – Dezoito meses após o plantio do vetiver,



Figura 35 – Cinco anos após o plantio do vetiver a área encontra-se perfeitamente estabilizada.

As **Figura 36** mostram solução complexa de estabilização e drenagens às margens de rodovia, na qual são utilizados gabiões, canaletas de drenagem, descidas em escada, etc, combinados e protegidos por cordões de vetiver por toda área de solo exposto.



Figura 36 – Situação em uma das grandes rodovias da Malásia, onde o controle de maiores concentrações de água se faz com a combinação de estruturas de drenagens, muros de arrimos e a proteção dos processos erosivos com o uso do capim vetiver.

Em algumas situações, como em estradas rurais, taludes instáveis podem receber uma combinação de paliçadas e estruturas em madeira com o Sistema Vetiver, como o ilustrado nas **Figuras 37 e 38**.



Figura 37 - Taludes, ao sul da Itália, protegidos com vetiver. O vetiver apresenta-se como reforço às estruturas de madeira que formam os terraços.



Figura 38 – Outro ângulo da solução apresentada na figura anterior (Itália).

Estudos realizados por DAEE/IPT (1987) no estado de São Paulo e por ITISA/IPEM (2003) na bacia do alto curso do rio Itiquira, estado de Mato Grosso, além de outros, comprovaram que em torno de 80% das grandes boçorocas são causadas por águas lançadas por estradas, principalmente em cabeceiras de drenagens. As **Figuras 39 a 44** apresentam solução de estabilização de boçoroca com o uso do Sistema Vetiver, no Congo (África).



Figura 39 – Porção mais de montante de um grande boçoroca (Congo).



Figura 40 – Retaludamento manual formando degraus de forma a quebrar a velocidade de escoamento das águas de chuva e permitir o plantio do capim vetiver (Congo).



Figura 41 – Vista de parte da boçoroca com o capim vetiver já implantado (Congo).



Figura 42 – Detalhe do capim vetiver já implantado (Congo).



Figura 43 – Visão geral de parte da boçoroca alguns meses após a implantação do capim vetiver (Congo).

Conclui-se ser o capim vetiver, e a tecnologia de sua aplicação (Sistema Vetiver) na estabilização de taludes e recuperação de passivos ambientais causados por estradas, configura-se numa importante alternativa de controle dos solos aos processos erosivos e de estabilização de taludes, com baixo custo de implantação e manutenção, alta eficiência, e grande potencial de aplicação no Brasil, especialmente em regiões de solos com textura arenosa, suscetíveis à erosão.