

# **SISTEMA VETIVER NA PREVENÇÃO E TRATAMENTO DE ÁGUA POLUÍDA E TERRA CONTAMINADA.**

**Paul Truong**

TVNI –Diretor responsável na Ásia e Sul do Pacífico,  
Diretor Gerente da Veticon Consulting  
Brisbane 4069, Austrália

Email: [p.truong@veticon.com.au](mailto:p.truong@veticon.com.au)

## **Resumo:**

O Sistema Vetiver (SV) baseado nas aplicações da Grama Vetiver ( *Chrysopogon zizanioides*, Robert L.) tem sido pesquisado e desenvolvido pelo The Vetiver Network International (TVNI) como uma ferramenta de proteção ambiental. O uso do SV na proteção ambiental é uma nova tecnologia em fitoremediação. O SV tem sido usado em mais de 100 países tropicais e subtropicais na Austrália, Ásia, África e na América Latina no tratamento e disposição das águas poluídas, rejeitos de mineração e terras contaminadas devido a sua eficiência e baixo custo nos métodos naturais de proteção ambiental.

Enorme Pesquisa e Desenvolvimento na Austrália, China e Tailândia por mais de 20 anos indicam que a Grama vetiver não é invasiva e tem alta absorção de água e nutriente e vive no tipo mais adverso de solo e condições climáticas. A Grama Vetiver é tolerante a elevados e até tóxicos níveis de salinidade, acidez, sodicidade, assim como no campo total de metais pesados e agroquímicos. A última pesquisa também mostra a sua excepcional habilidade em absorver e tolerar níveis extremos de nutrientes, capaz de consumir grandes quantidades de água em condições úmidas e produzir um crescimento notável. Trata-se de uma tecnologia de água servida, porém amiga do meio ambiente e do verde e também é um meio de reciclagem natural.

Seu produto final tem muitos usos incluindo forragem para animais, artesanato e material para fazenda orgânica.

Devido às suas extraordinárias características morfológicas e fisiológicas, a grama vetiver tem sido usada com muito sucesso na reabilitação de rejeitos de minas de carvão, chumbo, zinco, cobre bentonita, bauxita e também na fitoremediação de terra altamente contaminada e em rejeitos sólidos de indústrias na Austrália, Chile, China, África do Sul, Tailândia e Venezuela.

Esse trabalho revê e atualiza as recentes pesquisas e desenvolvimentos e aplicações do Sistema Vetiver na prevenção e tratamento de água e solo contaminados.

**Palavras chaves:** Grama Vetiver, lixívia, efluente, rejeitos de mineração, terra contaminada, metais pesados

## 1.0 INTRODUCAO

O Sistema Vetiver (SV) , que esta baseado na aplicação da grama vetiver (Chrysopogon zizanioides ,Robert L.) foi desenvolvido primeiramente pelo Banco Mundial na conservação do solo e agua na India nos anos de 1980 .Alem de sua importante aplicação em terras agrícolas, as pesquisas científicas nos últimos 20 anos mostram claramente que o SV também e' um dos mais eficientes e de baixo custo dos métodos de proteção ambiental existentes no mundo.

Resultando disso que o SV esta sendo usado cada vez mais mundialmente nessa finalidade .Por isso que e' igualmente chamada a Grama Maravilhosa , a Grama Milagrosa, ou ate Grama Magica em muitas partes do mundo. As quatro aplicações do SV são:

- Protecao Ambiental por:  
Prevencao ,Tratamento de Agua Servida  
Reabilitacao e Tratamento de Terra Contaminada
- Estabilizacao de Taludes Ingremes, em terras secas e em margens de rios.
- Conservacao do solo e da agua em Terras Agricolas

Esse trabalho refere se somente com os temas relativos a proteção ambiental.

## 2.0 PREVENCAO ,TRATAMENTO E DISPOSICAO DE AGUAS CONTAMINADAS (truong et al, 2008)

O Sistema Vetiver esta atualmente bem aceito e usado mundialmente em numerosas aplicações.

Entre essas ,as aplicações na proteção ambiental são as mais populares devido a sua eficiência ,simplicidade e baixo custo.

A pesquisa anterior levou a compreensão do papel dos atributos extraordinários fisiológicos e morfológicos da grama vetiver na conservação do solo e da agua e descobriu se que a grama vetiver também possui atributos únicos altamente adequados para o tratamento de agua poluída e servida tanto de indústria como de descargas domesticas e também em terras contaminadas de industrias e minerações .

- O SV pode reduzir o volume de saída de agua servida indesejável através do : controle da percolação,irrigação de terras e terrenos alagados. Aplicacoes com sucesso são as do tratamento de :
  - efluente de esgoto domestico e municipal e lixiviados de aterro
  - -detritos industriais recicláveis e sua disposição
  - -percolacao industrial e em mineração
- O SV pode melhorar a qualidade da agua servida por: segurar detritos , sedimentos e partículas e absorvendo poluentes tais como os nutrientes e metais

pesados, desintoxicação de agroquímicos em terras úmidas. Aplicações bem sucedidas estão na qualidade da água servida de:

- movimentação da água em terras agrícolas
- movimentação da água em área urbana
- O SV pode reduzir o impacto da poluição causada por terras contaminadas por indústrias e minerações pela reabilitação e fitoremediação.
  - movimentação da água em terreno industrial e mineração

O SV está sendo usado em mais de 100 países de clima tropical e subtropical na prevenção e tratamento de água poluída e terra contaminada.

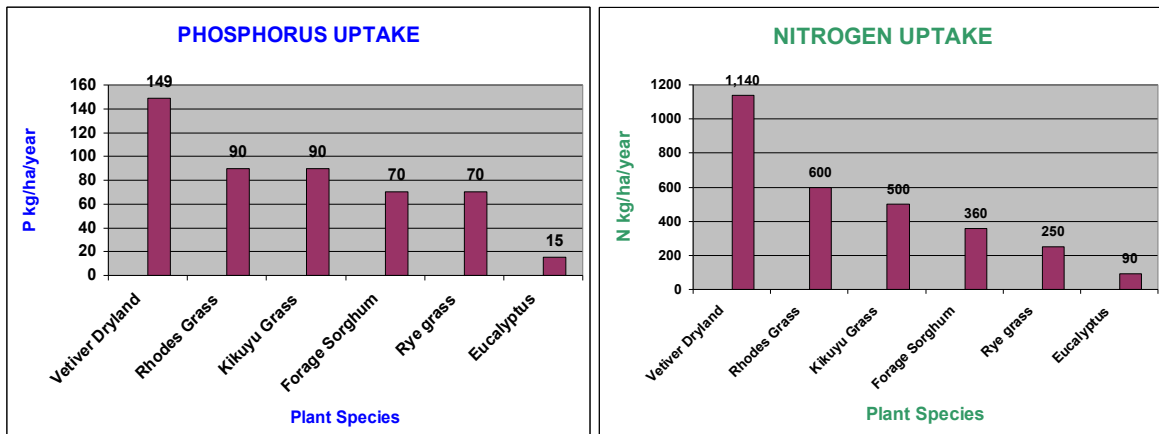
Pesquisas extensas na Austrália, China e Tailândia e noutros países mostram que a grama vetiver possui características apropriadas para a finalidade da proteção ambiental (Truong 2004). Por exemplo, tolerância a níveis elevados e até tóxicos de salinidade, acidez, alcalinidade, sodicidade bem como um amplo campo de variação em metais pesados e agroquímicos. A última pesquisa também mostra sua excepcional habilidade de absorver e tolerar níveis extremos de nutrientes (Wagner et al, 2003), de consumir grandes quantidades de água no processo de produção de um crescimento notável, mais de 100 ton/ha de biomassa (Truong and Smeal, 2003). Tais atributos indicam que a vetiver é altamente adequada tanto para o tratamento de dejetos poluídos de indústrias como de efluentes domésticos. A tabela 1 resume a característica única da grama vetiver.

## 2.1 Redução ou Disposição da Água Servida

Na redução em grande escala ou total saída de águas servidas, os métodos vegetativos são os únicos possíveis e praticáveis até então. No passado, árvores e várias espécies de pastagens foram usadas para o controle da água servida na Austrália, porém recentemente, a grama vetiver tem sido usada por ser mais eficiente que árvores e pastagens na solução do tratamento de lixiviação de aterros, efluentes domésticos e industriais (Fig 1, Ash and Truong, 2003)

Para quantificar a água usada na vetiver, uma caixa de vidro para a experiência foi usada e mostrou boa correlação entre a água utilizada e a matéria seca originada. Dessa correlação está estimado que para **1 kg de biomassa seca de brotos, a vetiver usaria 6.86 L/dia**. Se a biomassa da vetiver de 12 semanas, no pico de seu ciclo de crescimento foi de 40.7 t/ha, um hectare de vetiver potencialmente usaria 279 KL/há/dia (Truong and Smeal, 2003)

**Fig 1 : Maior capacidade de absorção de N e P do que outras plantas.**



### **2.1.1. Controle do efluente de esgoto domestico**

A primeira aplicação do SV para esgoto domestico foi feita na Australia em 1996, e experimentos subsequentes demonstraram que plantando 100 plantas vetiver numa área menor do que 50 metros quadrados conseguiu se secar completamente a descarga efluente de um vaso sanitário num parque ,onde outras plantas como as gramas e arvores de crescimento rápido e cultura s como as de cana de açúcar e bananas falharam( Truong and Hart,2001)

### **2.1.2 Controle de Detritos Industriais**

O Controle de detritos industriais esta sujeito à severas normas ambientais exigidas pela Autoridade de Protecao Ambiental( Environmental Protection Authority).O método mais econômico de tratamento de dejetos industriais e'por irrigação da terra ,que presentemente se baseia em safras agrícolas e plantas florestais. Todavia com área limitada de terra disponível para irrigação ,tais plantas não são suficientemente efetivas para disposição sustentável de todos os efluentes produzidos pelas industrias .Portanto para atender os novos padrões ,a maioria das industrias estão sob forte pressão para melhorar seus processos de tratamento usando o SV como meio sustentável de tratamento do rejeito de agua usada.( Smeal et al,2003)

### **2.1.3 Controle de lixiviação de Aterro.**

O Controle de lixiviação em aterro é da maior preocupação em todas as grandes cidades ,porque os lixiviados são frequentemente contaminados com metais pesados,poluentes orgânicos e inorgânicos .Na Australia, China Mexico,Tailandia e USA esse problema pode ser resolvido pela irrigação da vetiver que esta plantada no topo do aterro e a parede de retenção da barragem tendo o lixiviado sido coletado no fundo do deposito.

### *Caso estudado na Austrália*

A disposição de lixiviados em aterros é uma grande preocupação em todas as grandes cidades, pois o lixiviado frequentemente está altamente contaminado com metais pesados e poluentes orgânicos e inorgânicos. Na Austrália e China esse problema tem sido resolvido com a irrigação da planta vetiver plantada no topo do aterro sendo que a parede da barragem de retenção terá o lixiviado coletável no fundo dos depósitos. Os resultados até o momento são excelentes, e o crescimento foi tão vigoroso que durante o período de seca, havia suficiente lixiviado para irrigar o vetiver. Uma plantação de 3.5 há eficientemente usou 4 ML por mês no verão e 2 ML por mês no inverno (Percy and Truong, 2005)

### *Estudo de Caso nos USA e Mexico*

A utilização no local de aterro de lixiviados usando sistemas de fitoremediação está transformando a maneira que a indústria de lixo controla o dejetos líquidos gerados. Essa mudança não somente substituiu o antigo processo “Carregue, Leve e Descarregue” onde a tecnologia já é conhecida, mas representa uma verdadeira solução Verde, de carbono negativo e sustentável usando árvores e gramas. Além disso, a solução economiza milhões de dólares em cada local onde for incorporada. Leggett, Brashears & Graham, Inc (LBG) em parceria com Republic Services, Inc tem um número de projetos bem sucedidos de fitoremediação.

**USA: Biloxi, MS :** O Republic Gulf Pines teve seu aterro como o primeiro de seu tipo em projeto no Hemisfério Ocidental, quando a grama vetiver foi usada na fitoremediação do lixiviado nesse local do Golfo.

Tres acres de vetiver foram plantados no topo desse aterro para processar aproximadamente três milhões de galões de lixiviados por ano. O custo da saída de lixiviado por galão ficou de \$0.13 para menos de \$ 0.015 por galão. (menos de 10% do custo)

O projeto vai economizar \$8 milhões de dólares num período padrão típico comparado com os métodos tradicionais de disposições fora do local. Esse projeto foi recentemente premiado honrosamente com o prêmio nacional Grand Prize vencedor no American Academy of Environmental Engineers – National Engineering Excellence Competition.

Prêmio vencedor na Academia Americana de Engenheiros Ambientais – Competição de Excelência na Engenharia Nacional Americana.

*Excellence in  
Environmental Engineering®*

AMERICAN  
**A**CADEMY  
OF ENVIRONMENTAL ENGINEERS®



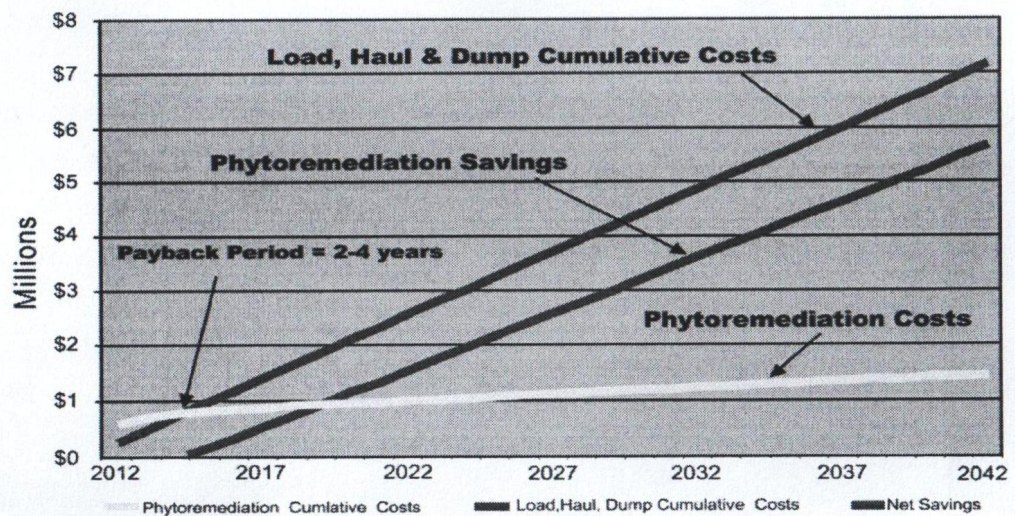
### **Mexico: Leon, Poza Rica e Villahermosa**

Os três primeiros projetos dessa natureza na América Latina usando a grama vetiver na fitoremediação de aterro lixiviado estão sendo feitos pela maior companhia de lixo do México, a Promotora Ambiental SAB de CV(PASA) e cada um traz numerosos desafios específicos de cada lugar.

O aterro de Leon é uma usina adquirida recentemente com necessidade de inúmeros melhoramentos que ficaram sem ser realizados pelo proprietário anterior. Um problema enorme é o gerenciamento da pesada e doméstica lixívia industrial formada e gerada nessa usina. Além dos 25.000 galões de lixívia produzidos diariamente, um adicional de 15 milhões de galões estão correntemente armazenados em lagoas à espera de tratamento. O proprietário está sob grande pressão política para deixar o aterro dentro de padrões aceitáveis. O uso do SV na fitoremediação para resolver tais problemas tem aliviado a pressão e é um passo significativo para acabar solucionando todo o local com grande sucesso. A usina de Poza Rica inclui o uso da vetiver para 3 propósitos: estabilização de taludes altamente erodíveis e muito íngremes, utilização no local da lixívia fresca, e controle de saídas inesperadas de lixívia. Villahermosa é similar a Poza Rica, todavia o projeto e operação dum sistema eficiente ficou mais complicado devido as extremas chuvas nessa usina, pois a mesma fica localizada próxima a costa sul do Golfo do México.

### **2.2 Tendência Futura**

**Eficiente no Custo:** Os resultados das aplicações nos USA nos últimos anos, indicam que devido ao custo crescente da disposição convencional dos lixiviados, custos de transporte e lançamento, a fitoremediação usando o SV é a escolha mais óbvia para superar o custo cada vez maior. Portanto o futuro da tendência é cada vez mais a aplicação do SV na fitoremediação.



**Modelagem:** A modelagem por computador é comum e muito usada para determinar a área necessária para a aplicação do SV em larga escala no tratamento de água servida. Os parâmetros necessários de entrada para o processo de modelagem incluem dados de clima a longo prazo e com precisão, tipo de solo, profundidade do solo, nível do lençol freático e valor preciso da quantidade e qualidade do input de água servida. (Truong e Truong, 2011).

Até o presente nenhum modelo está disponível para tratamento de pequenos volumes, pois esses parâmetros não são disponíveis e são até indisponíveis. Um trabalho apresentado nessa Conferência **“Computer Model for Treatment of Small Volume Wastewater”** mostraria um método mais preciso da determinação da área de terra necessária para essa aplicação baseado no conhecimento mais recente bem como na experiência acumulada com o SV.

### 3. TRATAMENTO E REABILITACAO DE TERRAS CONTAMINADAS

Em termos de proteção ambiental, o mais significativo e sensacional nos últimos 20 anos são primeiramente a pesquisa que tem o marco chave de níveis de tolerância da vetiver em condições adversas de solo e em seguida sua tolerância ao efeito tóxico de metais pesados. Isso tem mostrado um novo campo de aplicação para a reabilitação de terras tóxicas e contaminadas.

#### 3.1 Reabilitacao de Minas e Fitoremediacao

Com as características morfológicas e fisiológicas extraordinárias da grama vetiver ela tem sido usada com muito sucesso na estabilização de taludes íngremes e na fitoremediacao de rejeitos de minas na Austrália e em outros países (Truong 2004)

**Na Austrália:** O SV é usado com sucesso para tratamento de rejeitos de carvão bem como a reabilitação dos mesmos e rejeitos de minas de ouro antigas e recentes (Truong 2004)

**Na China:** O SV tem sido usado com sucesso para tratar os rejeitos de minas devido a alta tolerância ao metal, e ainda mais, essa grama pode também ser usada para a fitoremediação devido a sua grande biomassa. Recente pesquisa sugere que a vetiver também tem alta tolerância a drenagem de minas ácidas (AMD) de uma mina de Pb/Zn e terras alagadas plantadas com essa grama pode ajustar eficientemente o pH e remover SO<sub>4</sub>, Cu, Cd, Pb, Zn e Mn das AMD. (Shu, 2003 e Xia et al, 2003)

**Na África do Sul:** Roley Nolfke, CEO da empresa Hydromulch, de Johannesburgo, República da África do Sul, apresentou um trabalho chave nessa Conferência **Projetos de Minas e sua Reabilitação na África do Sul e nas Ilhas Índias Ocidentais.**

Numerosos projetos na República Democrática do Congo, Etiópia, Brazzaville Congo, Guiné, Gabão, Madagascar e África do Sul foram reabilitados com sucesso usando a Vetiver/Sistema de Hidrosemeadura e esta agora ampliado para comunidades locais em zonas rurais na reabilitação e aproveitamento da terra sustentável.

Inclusive uma breve vista geral dos projetos refletindo os grandes progressos que foram adquiridos no controle dos sedimentos e da erosão, na bioengenharia e na restauração da vegetação e da participação geral da comunidade são mencionados.

**Na Tailândia:** Chomchalow, 2006 relata que a vetiver poderá crescer bem em rejeitos de minas de chumbo. A aplicação de composto ou fertilizante químico resultou em melhor crescimento em altura e peso seco do que sem o uso de fertilizantes, mas não aumentou a concentração de chumbo nas plantas vetiver. A maior concentração ficou na raiz e não nos brotos.

#### **4.0. VANTAGENS DA APLICACAO DO SISTEMA VETIVER.**

- **Simplicidade.** A aplicação do Sistema Vetiver é bem simples se comparada com outros métodos convencionais. Além de um projeto inicial apropriado, requer apenas preparação padronizada para plantação e controle de pragas na fase de estabelecimento das plantas vetiver.
- **Custo Baixo.** A aplicação do Sistema Vetiver em tratamento de água servida custa uma fração do custo através de métodos convencionais tais como métodos químicos ou mecânicos. A maior parte do custo está nas mudas de vetiver, com pequenas quantias de fertilizantes, herbicidas e mão de obra.
- **Manutenção Mínima.** Quando estabelecido apropriadamente, o Sistema Vetiver (SV) praticamente não requer nenhuma manutenção no seu funcionamento. Com a colheita sendo feita duas ou três vezes ao ano para exportar nutrientes e remover crescimento maior para outras finalidades é tudo que precisa de ser feito. Daí esse agudo contraste com outros meios que necessitam constante despesa de manutenção e operador experiente, geralmente um engenheiro, para ser operado eficientemente.

**Agradecimentos:** Agradeço ao Eng. Paulo R. Rogerio a tradução do idioma inglês para o idioma português e vice versa



## 5.0 REFERENCIAS

- Ash R. and Truong, P. (2003). The use of vetiver grass wetland for sewerage treatment in Australia. Proc. Third International Vetiver Conference, Guangzhou, China, October 2003.
- Chomchalow, N, (2006). Review and Update of the Vetiver System R&D in Thailand. Proc. Regional Vetiver Conference, Cantho, Vietnam.
- Percy, I. and Truong, P. (2005). Landfill Leachate Disposal with Irrigated Vetiver Grass. Proc, Landfill 2005. National Conf on Landfill, Brisbane, Australia, Sept 2005
- Truong, P.N.V. (2004). Vetiver Grass Technology for mine tailings rehabilitation. Ground and Water Bioengineering for Erosion Control and Slope Stabilisation. Editors: D. Barker, A. Watson, S. Sompatpanit, B. Northcut and A. Maglinao. Published by Science Publishers Inc. NH, USA.
- Truong P and Truong N (2011). Recent Advancements in Research, Development and Application of Vetiver System Technology in Environmental Protection. Fifth Intern. Conf. on Vetiver, Lucknow, India, October 2011
- Truong, P.N. and Hart, B. (2001). Vetiver system for wastewater treatment. Technical Bulletin No. 2001/2. Pacific Rim Vetiver Network. Office of the Royal Development Projects Board, Bangkok, Thailand.
- Truong, P. and Smeal (2003). Research, Development and Implementation of Vetiver System for Wastewater Treatment: GELITA Australia. Technical Bulletin No. 2003/3. Pacific Rim Vetiver Network. Office of the Royal Development Projects Board, Bangkok, Thailand.
- Shu Wensheng (2003). Exploring the Potential Utilization of Vetiver in Treating Acid Mine Drainage (AMD). Proc. Third International Vetiver Conference, Guangzhou, China, October 2003.
- Xia Hanping, Honghua Ke, Zhaoping Deng and Peng Tan. (2003). Ecological effectiveness of vetiver constructed wetlands in treating oil refined wastewater. Proc. Third International Vetiver Conference, Guangzhou, China, October 2003.

