



## DESENVOLVIMENTO DE PROTÓTIPO DE ESTRUTURAS “JACKS” PARA CONTROLE DE EROSÃO FLUVIAL

Development of prototype structures "jacks" for erosion control river  
**Marcel Barbieri Souza<sup>1</sup>, Afonso Peche Filho<sup>2</sup>, Admilson Irio Ribeiro<sup>3</sup>,  
Moises Storino<sup>2</sup>, Sergio Augusto Hiroaki Kurachi<sup>2</sup>**

1- Aluno da Unesp Campus Experimental Sorocaba - marcelbarbieri@gmail.com

2- Pesquisador do CEA-IAC - peche@iac.sp.gov.br

3- Professor Campus Experimental Sorocaba - admilson.ribeiro@uol.com.br

### Resumo

A erosão fluvial marginal contribui para o assoreamento dos cursos hídricos, dificulta o tratamento de água para consumo humano, além de promover a perda de solo modificando sobremaneira a condição ambiental dos corpos de água. Técnicas de bioengenharia se apresentam como uma possível solução para a estabilização de taludes e controle da erosão fluvial marginal, uma vez que suas implantações são de baixos custos, se comparados às técnicas tradicionais, e entram em consonância com a paisagem local. Uma dessas técnicas é a fixação de armações de estacas de madeira (“jacks”) nas encostas solapadas pelo movimento das correntes do rio. Um jack é construído ao cruzar e amarrar com arame três estacas de madeira de comprimento variável. Ao compor uma fileira com esse tipo de armação, no barranco a ser protegido, sem deixar espaço entre elas maior que as suas larguras, haverá uma linha contínua de proteção. As estacas devem ser fixadas com pedras na base e por meio de um cabo de 1/2" a 3/4" que passe pelo centro das armações, as quais ainda devem ser fincadas no barranco por madeira de 20 cm de diâmetro. O trabalho relata a construção de “jacks” de bambu visando sua aplicação em encostas susceptíveis a solapamento, de maneira a dissipar a energia hidráulica envolvida no processo erosivo. A metodologia para construção de estruturas do tipo “jack” foi desenvolvida com sucesso e o uso do bambu da espécie *Dendrocalamus giganteus* mostrou-se adequada.

**Palavras clave:** sedimentação, dissipador, bioengenharia.

Área Temática: Tema 6 – Tecnologias ambientais.

### Summary

Marginal fluvial erosion contributes to the hydric currents silting, makes difficult the water treatment for human consumption, and more than this promotes soil loss, modifying greatly environmental condition of water bodies. Bio-engineering techniques showed themselves as a possible solution to stabilization of slopes and marginal fluvial erosion, as their implantation is more inexpensive (cheap) than traditional techniques, and they match with the local landscape. One of those techniques are the fixation of wood stakes structures (“jacks”) in the damaged slopes, by the river current motions. A jack is constructed with three crossed wood stakes, tied with thick wire. The lengths of the stakes are variables. When a row is composed with that type of structure, in the slope to be protect, with distances among them not more than their widths, there will be a continuous protection ligne. The stakes must be fixed with stones in their bases (feet), by a steel cable of 1/2" to 3/4", that passes by the middle of the structures. The structures must be forced into the soil, by wood of 20 cm of diameter. In this paper a construction of bamboo jacks are described, aiming their application on the susceptible slopes to the sapping, as a mean to dissipate the hydraulic energy. A construction methodology of jack type structures was developed with success and the use of bamboo specie, *Dendrocalamus giganteus*, showed adequate.

**Key-words:** sedimentation, dissipator, bio-engineering.



## 1 Introdução / revisão teórica

Nas últimas décadas ocorreram aumentos expressivos nos problemas ambientais das nações, fatos decorrentes de um modelo econômico agressivo e de seus desdobramentos. Observa-se, assim uma grande pressão sobre os recursos naturais. O crescimento das cidades e a expansão das fronteiras agrícolas podem ser encarados como exemplos desses desdobramentos. Sendo assim, tanto nas áreas urbanas, quanto nas áreas rurais, são evidentes os impactos negativos causados aos solos e recursos hídricos.

A impermeabilização de áreas urbanas e a prática de uma agricultura sem a preocupação conservacionista, têm favorecido o aumento da erosão fluvial dos corpos d'água. Nessa inserção, um dos fatores que mais contribuem para o processo erosivo fluvial é a supressão da vegetação ciliar. No entanto, essa supressão não pode ser vista como único fator responsável pelo processo, uma vez que devem ser considerados as características do solo presente na margem e o comportamento hidrológico da bacia hidrográfica.

O processo de erosão ocorre quando as águas fluviais provocam a desagregação do material das margens e leito dos canais, incorporando-o à carga do corpo hídrico (Lacerda et al, 2004). Segundo Oliveira (2008), citando Leinz & Amaral (1998), a erosão nas margens e leito transporta os sedimentos incoesivos (areias) partícula por partícula, enquanto os coesivos (síltico-argilosos) podem ser carreados em porções maiores originadas por solapamento da base e colapso das margens.

Ainda de acordo com Oliveira (2008), referenciando Thorne & Tovey (1981), inclui a erosão marginal como componente da erosão fluvial e aquela destrói as margens dos rios e, assim, controla a largura do canal destes corpos hídricos. Segundo Borges (2004) esse tipo de erosão causa a perda de terrenos cultiváveis, bem como a destruição de obras de engenharia localizadas próximas ou dentro dos canais fluviais. De acordo com Holanda et al (2007), citando Walker (1999), essa destruição progressiva da área marginal desvaloriza e limita o uso adequado das áreas ribeirinhas, além de incrementar substancialmente a carga de fundo dos rios. Esse aumento de carga gera o assoreamento o qual reduz a profundidade da calha do rio, que por sua vez contribui para a ocorrência de enchentes.

A Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (Casan) em trabalho desenvolvido com a Empresa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S/A (Epagri) constataram que o controle dos processos erosivos na microbacia Lageado São José-Chapecó, em Chapecó, SC, reduziu o uso de sulfato de alumínio utilizado para floculação dos sólidos em suspensão. O consumo de 28g/m<sup>3</sup>, em 1991, reduziu para 15g/m<sup>3</sup>, em 1996, ou seja, num período de 5 anos houve redução de 45,5% do produto, o que representa uma economia média mensal de R\$1.800,00 para o tratamento de 675.000 m<sup>3</sup> de água.

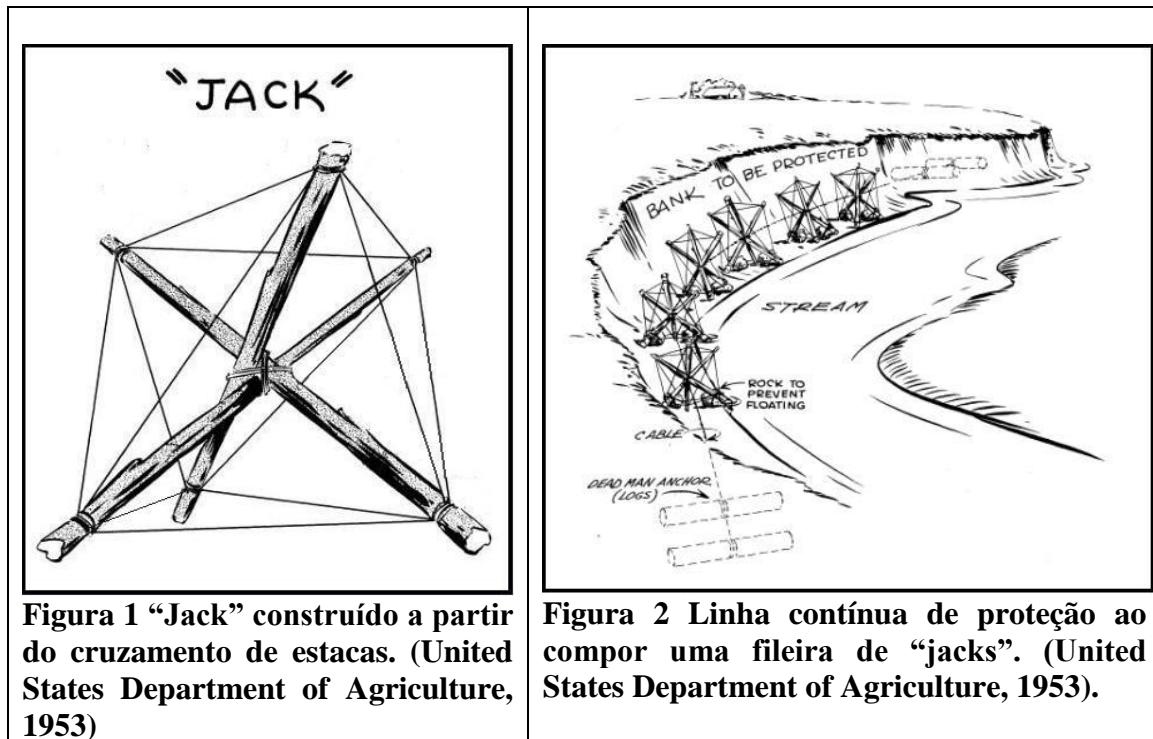
Atualmente a engenharia tradicional dispõe de vários métodos capazes de conter a erosão marginal fluvial. Dentre eles pode-se destacar o uso de gabeis (caixa ou colchão), manta de geocélulas, elementos articulados, enrocamentos, painel de concreto armado, cortinas atirantadas, diques e espigões. Estas estruturas em grande parte dos casos apresentam custo elevado, além de não se integrarem à paisagem e podem causar efeitos desconhecidos à jusante do local de intervenção.

As técnicas de bioengenharia se apresentam como uma possível solução para a estabilização de taludes e controle da erosão fluvial marginal, uma vez que suas implantações geralmente são de baixos custos, se comparados às técnicas tradicionais, e entram em maior consonância com a paisagem local.

Uma dessas técnicas é a fixação de armações de estacas de madeira (“jacks”) nas encostas solapadas pelo movimento das correntes do rio. Um jack é construído ao cruzar e



amarrar com arame grosso três estacas de madeira de comprimento variável (figura 1). Ao compor uma fileira com esse tipo de armação, no barranco a ser protegido, sem deixar espaço entre elas maior que as suas larguras, haverá uma linha contínua de proteção (figura 2). As estacas devem ser fixadas com pedras na base e por meio de um cabo de 1/2" a 3/4" que passe pelo centro das armações. As extremidades do cabo devem ser presas a corpos de ancoragem. (United States Department of Agriculture, 1953)



**Figura 1** “Jack” construído a partir do cruzamento de estacas. (United States Department of Agriculture, 1953)

**Figura 2** Linha contínua de proteção ao compor uma fileira de “jacks”. (United States Department of Agriculture, 1953).

Dessa forma, o presente trabalho apresenta uma proposta para construção de “jacks” de bambu (*Dendrocalamus giganteus*) visando sua aplicação em encostas susceptíveis a solapamento, com o objetivo de dissipar a energia hidráulica envolvida nesse processo erosivo e, assim, permitir o desenvolvimento da vegetação ripária como elemento estrutural para a estabilização das margens fluviais, além das suas funções ecológicas e paisagísticas.

## 2 Metodologia

O material utilizado no trabalho foi coletado no Centro APTA de Engenharia e Automação, órgão do Instituto Agronômico do Estado de São Paulo (CEA-IAC), em Jundiaí. O bambu empregado é da espécie *Dendrocalamus giganteus*, com desenvolvimento superior a três anos. O corte das estacas foi realizado no início do mês de setembro, com auxílio de motosserra, a 50 centímetros do solo. De acordo com Nunes (2005), o corte foi logo acima dos nós para evitar o acúmulo de água e o apodrecimento da parte do colmo que ficou na base ou touceira (figura 3). A secagem das peças (figura 4) foi ao ar livre com as estacas dispostas horizontalmente, segundo Junior (2000). O tempo de secagem foi de 58 dias. Para reduzir as peças ao tamanho de estacas de 2,70 m foi utilizada uma serra mecânica. Importante que corte ocorra sempre acima ao nó para evitar o acúmulo de água no interior do colmo.



Figura 3- Corte da peça rente ao nó para evitar acúmulo de água da chuva.



Figura 4- Armazenamento e secagem das peças de bambu ao abrigo do sol e da chuva e distante do solo.

### Construção do “jack”

Para a construção do “jack” de arame galvanizado foram selecionadas três estacas de bambu com, aproximadamente, 2,80 m de comprimento por 0,12 m de diâmetro. Primeiramente, cruzaram-se duas estacas por seus pontos médios a 90°. As duas estacadas foram unidas com arame galvanizado nº 18 (diâmetro de 1,24 mm) (figura 7) de 3,0 m através da seguinte técnica: um laço em torno de uma estaca foi realizado com uma ponta do arame, a volta foi fixada ao torcer a ponta em volta do arame, deixando uma parte de ponta sobrando para arrematar a união das estacas. Com o restante do arame foram dadas quatro voltas passando pelos ângulos opostos formados entre as estacas. Ao final das quatro voltas à extremidade do arame foi unida à ponta que restou do laço inicial, torcendo-as com auxílio de alicate. O mesmo procedimento foi realizado em relação aos outros dois ângulos opostos formados pelo cruzamento das estacas. Em seguida, efetuou-se o estrangulamento das voltas. Paralelamente às estacas, enrolou-se 0,40 m do arame galvanizado para estreitar as voltas efetuadas anteriormente. As estacas agora unidas em formato de cruz tiveram duas de suas extremidades apoiadas no solo para receber a terceira apoiada nas demais paralelamente ao solo. Nesta etapa é importante que as extremidades apoiadas no solo estejam ancoradas (calçadas). A terceira estaca será unida às outras através de dois pedaços de 6,0 m de arame galvanizado nº 18. O primeiro pedaço uniu a terceira estaca a uma das duas iniciais pela mesma técnica descrita anteriormente, passando o arame através dos ângulos opostos. O segundo pedaço de 6,0m, através do mesmo processo, consolidou a união entre as três estacas. Após, foram realizados dois furos opostos acima do nó em cada extremidade, para que os furos sejam viáveis, no momento de cortar as peças para formar as estacas é importante que o corte ocorra a 5,0 cm do último nó (figura 5). Os furos foram confeccionados com auxílio de furadeira. Pelos orifícios passou-se 23,0 m de arame galvanizado nº 12 (diâmetro de 2,76mm) para conferir a estabilidade necessária à estrutura. O início da amarração foi no plano superior da estrutura, após uniu-se as extremidades do plano inferior e por último uniram-se as extremidades restantes em ligações alternadas. Nesta última etapa, caso o arame responsável pela amarração das extremidades não fique bem tensionado pode-se resolver a questão ao entrelaçar os arames pertencentes ao mesmo plano (figura 10).



Figura 5- Detalhe mostrando a configuração da amarra da extremidade da estaca com arame nº. 12.



Figura 6- Detalhe mostrando como tensionar ao entrelaçar os arames das extremidades.

### 3 Resultados

No momento do corte do bambu ainda na touceira, percebeu-se que as varas com formato mais retilíneo são de difícil acesso, impedindo a entrada da motosserra para efetuar o corte. Ocorre também o travamento da serra em função da pressão que a vara faz na lâmina pelo peso, exigindo um corte angular em ambos os lados da peça. A figura 7 mostra o protótipo resultante deste estudo preliminar de construção, chegou-se ao “jack” de bambu fixado com o emprego de arames.



Figura 7 - “Jack” de bambu e arame.

É interessante ressaltar que cada estaca originou-se da região mediana de uma vara de bambu, pois ao se desprezar as pontas foi possível obter estacas retilíneas e uniformes tanto em relação ao diâmetro, quanto à espessura média da parede. As características dimensionais das estacas que compõem o “jack” são apresentadas na tabela 1. A distância entre o solo e o centro da estrutura é de 90 cm.



Tabela 1: Características dimensionais das estacas.

Estaca	Comprimento (m)	Diâmetro médio (cm)	Espessura média da parede (cm)
1	2,70	12,0	1,4
2	2,78	12,4	2,4
3	2,83	13,4	2,0

No trabalho com biomateriais constata-se uma variação dos valores de cada parâmetro da tabela: até 13,0 cm em relação ao comprimento, 1,4 cm em relação ao diâmetro médio e 1,0 cm em relação à espessura média da parede, pois cada peça de bambu que deu origem às estacas teve os seus quesitos particulares de desenvolvimento. Por isso, após tentativas de empregar outros materiais para executar a fixação central, deu-se preferência ao arame, material que bem empregado oferece boa fixação, além de se adequar aos contornos e dimensões próprias de cada estaca. Para a fixação central é importante o emprego de arame flexível que permita maior facilidade ao trabalho, por essa razão foi empregado o arame nº 18. (figura 12).



Figura 8 Fixação central executada com arame nº 18.

Para seqüência do estudo foi selecionada uma área inserida dentro da zona urbana da cidade de Jundiaí-SP a qual sofre o processo de erosão marginal (figuras 9, 10, 11 e 12). As características da área serão levantadas durante a próxima etapa do trabalho, o que desta maneira permite a construção de “jacks” com dimensões apropriadas para o caso.



**Figura 9 - Trecho do córrego onde serão instalados os “jacks”.**



**Figura 10 - Detalhe da margem erodida.**



**Figura 11 - Margem erodida por fluxo de água.**



**Figura 12 - Outra margem erodida pelo mesmo processo.**

Futuramente também serão realizados ensaios para determinar as características físicas do bambu empregado, como: densidade, umidade e resistência à flexão das estacas e como estes dados influenciarão no desempenho ambiental das estruturas.

#### 4 Conclusão

- A metodologia para construção de estruturas do tipo “jack” foi desenvolvida com sucesso.
- O uso do bambu da espécie *Dendrocalamus giganteus* mostrou-se adequada.
- O uso de arame galvanizado nº18 foi o mais adequado.
- O uso de braçadeiras de nylon permitiu mais rapidez na confecção, porém os modelos utilizados não foram resistentes.
- O uso de braçadeiras de ferro foi descartado.
- A construção artesanal exige a mão de obra de três pessoas.
- As quantidades e dimensões para construção dos “jacks” devem ser estabelecidas após um estudo no local de instalação.



## 5 Referencias

- Avaliação do Projeto Microbacia. Monitoramento da qualidade da Água – Relatório de Avaliação Final. Instituto de Planejamento e Economia Agrícola de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil. 1999. 28p.
- BORGES, C. Z.. Erosão Marginal no rio Paraná após a conclusão do reservatório da UHE Sérgio Motta (Porto Primavera) a jusante da barragem: Tese M. Sc. Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil. 2004, 124p
- USA - Department of Agriculture, Soil Conservation Services, Farm planners engineering handbook for the upper Mississippi region. Agric. Handb United States, Washington, D.C., USA. 1953, 13-9 - 57 p.
- HOLANDA, F. S. R., C. M. SANTOS, A. P. B. CASADO, A. A. BANDEIRA, V.S. OLIVEIRA, L. C. S. FONTES, I. P. ROCHA, R. N. A. FILHO, S. S. GÓIS, and T. R. S. VIEIRA. Análise multitemporal e caracterização dos processos erosivos no baixo São Francisco sergipano. São Paulo – SP, Revista. Brasileira de Geomorfologia. 2007. 07-87-96p.
- JUNIOR, R. C.. Arquitetura com Bambu: Tese M. Sc. Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. 2000, 113p.
- LACERDA, H., L.L.F.M. TEIXEIRA, S.N. OLIVEIRA, A.S. JESUS, and L.R. SANTOS. Erosão acelerada, assoreamento e inundações na área central de Anápolis (GO). Anápolis – GO, 2004, 5p.
- NUNES, A. R. S.. Construindo com a natureza bambu: uma alternativa de ecodesenvolvimento: Tese M. Sc.. Universidade Federal de Sergipe, Sergipe, São Cristóvão, Brasil. 2005, 88p.
- OLIVEIRA, V.S.. Os efeitos naturais, econômicos e sociais da erosão na margem direita do rio São Francisco. 2008, 1p.
- SEDRA - Secretaria de Estado do Desenvolvimento Rural e da Agricultura - Relatório Final de Implementação Preparado pelo Mutuário. Projeto Microbacias, Florianópolis, Brasil. 2003, 22p.