



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS – DEPTO DE BOTÂNICA E ECOLOGIA
ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO E PERÍCIA AMBIENTAL

**ESTABILIZAÇÃO E PROTEÇÃO DA BARRANCA DO RIO CUIABÁ
COM USO DE PNEUS INSERVÍVEIS E SOLO LOCAL**

MARCOS AURÉLIO BOTELHO FERREIRA

**CUIABÁ-MT
2013**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS – DEPTO DE BOTÂNICA E ECOLOGIA
ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO E PERÍCIA AMBIENTAL

**ESTABILIZAÇÃO E PROTEÇÃO DA BARRANCA DO RIO CUIABÁ
COM USO DE PNEUS INSERVÍVEIS E SOLO LOCAL**

Marcos Aurélio Botelho Ferreira

CUIABÁ-MT

2013

Marcos Aurélio Botelho Ferreira

**ESTABILIZAÇÃO E PROTEÇÃO DA BARRANCA DO RIO CUIABÁ
COM USO DE PNEUS INSERVÍVEIS E SOLO LOCAL**

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção de Título de Especialista em Gestão e Perícia Ambiental, pelo Instituto de Biociências, Departamento de Botânica e Ecologia pela UFMT - Universidade Federal de Mato Grosso, coordenado pela Prof^o. Dr. Marcos Antonio Soares.

Orientador: Prof. Dr. Pierre Girard.

CUIABÁ-MT

2013

Marcos Aurélio Botelho Ferreira

ESTABILIZAÇÃO E PROTEÇÃO DA BARRANCA DO RIO CUIABÁ COM USO DE PNEUS INSERVÍVEIS E SOLO LOCAL

Monografia apresentada ao Departamento de Botânica e Ecologia do Instituto de Biociências da UFMT - Universidade Federal de Mato Grosso, como requisito final para obtenção do grau de especialista em Gestão e Perícia Ambiental.

APROVADA EM: 27 de Novembro 2013.

Comissão Examinadora:

Profº:

Profº:

Prof.Dr Pierre Girard
Orientador

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

B748e Botelho Ferreira, Marcos Aurélio.
ESTABILIZAÇÃO E PROTEÇÃO DA BARRANCA DO
RIO CUIABÁ COM USO DE PNEUS INSERVÍVEIS E SOLO
LOCAL / Marcos Aurélio Botelho Ferreira. -- 2013
57 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Pierre Girard.
TCC (especialização em Gestão e Perícia Ambiental) -
Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de
Biociências, Cuiabá, 2013.
Inclui bibliografia.

1. Erosão Fluvial; Estabilização; Empirismo; Proteção
vegetal. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a)
autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| FIGURA 1 – Vista de alguns pontos de depósitos irregular de pneus da capital..... | 14 |
| Figura 2- Localização da Área Proposta para a Construção do Muro de Contenção..... | 16 |
| Figura 3- Coordenada Geográfica do Local em Estudo: LAT 16°13'0.73"S..... | 17 |
| Figura 4- Vista panorâmica do local objeto do projeto hipotético de intervenção..... | 17 |
| Figura 5- Mapa de localização da área/ Coordenada Geográfica do Local em Estudo..... | 18 |
| Figura 6 - Caso Local Empírico de Contenção da Barranca do Rio Cuiabá (Barão de Melgaço-MT) com uso de pneus Inservíveis..... | 19 |
| Figura 7 - Muro de pneus construído na margem esquerda do Rio Cuiabá/município Barão de Melgaço-MT..... | 20 |
| Figura 8: Erosão marginal em rochas sedimentares..... | 20 |
| Figura 9: Processos Erosivos..... | 23 |
| Figura 10: Modelo de perfil transversal do leito do rio..... | 25 |
| Figura 11 – Processos de erosão e deposição num curso de água natural (adaptado de PRESS e SIEVER)..... | 26 |
| Figura 12:Perfil de Rios Meandricos..... | 26 |
| Figura 13:Indicação do local, objeto do projeto hipotético..... | 28 |
| Figura 14-Vista frontal do barranco marginal no local objeto do projeto de intervenção..... | 29 |
| Figura 15-Visão do talude marginal na confluência dos Rios Cuiabá e Piraim...29 | 29 |
| Figura 16- Talude marginal ao rio Piraim..... | 29 |
| Figura 17-Vista do barranco marginal ao Rio Cuiabá, local objeto do projeto de intervenção..... | 29 |
| Figura 18: Representação Esquemática de um Rio Meandrico..... | 30 |
| Figura 19: Exemplos de Reutilização de pneus nas margens dos rios contra erosão e proteção contra inundações..... | 33 |

| | |
|---|----|
| Figura 20: Vista de Pneus/ veículo de passeio depositados em borracharia de Cuiabá..... | 34 |
| Figura 21: Dimensão de pneus de veículos de passeio.. .. | 35 |
| Figura 22: 1ª etapa de execução..... | 37 |
| Figura 23 - Visão lateral, do muro de pneus e solo local/ simulação em auto cad.. .. | 37 |
| Figura 24: 2ª etapa..... | 38 |
| Figura 25: Visão frontal do muro de pneus apos execução do projeto simulação em auto cad..... | 38 |
| Figura 26: Modelo de amarração..... | 39 |
| Figura 27: Modelo construtivo..... | 39 |
| Figura 28: Relação das espécies sugeridas na composição do extrato herbáceo..... | 42 |

RESUMO

O presente projeto de intervenção visa propor uma solução alternativa para estabilizar as margens do Rio Cuiabá na proximidade do município de Barão de Melgaço-MT. Uma vez o problema ambiental identificado, a solução proposta é economicamente viável e ambientalmente sustentável, propondo benefícios ao meio ambiente, de duas maneiras significativas. Em primeiro lugar estabiliza e protege a barranca do rio Cuiabá, com uso de pneus inservíveis (veículos de passeio). Em segundo lugar atende a legislação que trata da destinação adequada dos pneus evitando que estes rejeitos sejam descartados inadequadamente, causando problemas ambientais e a saúde pública. A proposta da construção do muro de arrimo ou muro de espera, com uso de pneus, solo local e revestimento vegetal, iniciou-se com a constatação e observação do acelerado processo erosivo na confluência do rio Piraím e Rio Cuiabá/Rio Novo, num curto período de tempo (4 anos). A proteção vegetal ou revestimento vegetal, será a etapa complementar, onde proporemos o plantio de espécies nativas arbustivas, gramíneas e herbáceas de rápido crescimento, levando em consideração a baixa fertilidade natural do solo e a sazonalidade do rio (períodos de cheia e seca), além de melhorar a estrutura do física e biológica do solo, amenizará o impacto visual causado pelos pneus. O avanço do processo erosivo neste local tem preocupado a comunidade ribeirinha local, que não vislumbra uma solução rápida e viável para controlar e conter pontualmente o avanço da erosão fluvial.

Palavras-Chave: Erosão Fluvial; Estabilização; Empirismo; Proteção vegetal

ABSTRACT

This intervention project aims to propose an alternative solution to stabilize the banks of the Cuiabá River near the town of Baron Melgaço - MT . Once the environmental problem identified , the proposed solution is economically viable and environmentally sustainable , offering benefits to the environment , in two significant ways . Firstly stabilizes and protects the bank of the river Cuiabá , using scrap tires (passenger vehicles) . Secondly meets the legislation dealing with the proper disposal of tires avoiding these tailings are disposed of improperly , causing environmental and public health problems . The proposed construction of the retaining wall or fence waiting , with the use of tires , local soil and vegetation cover , began with the realization and observation of accelerated erosion at the confluence of the river and Piraím Cuiabá River / New River , a short period (4 years). The plant protection or coating plant will be the second half , which propose the planting of native shrubs , grasses and herbaceous rapid growth , considering the very low fertility of the soil and the seasonality of the river (periods of flood and drought) , and to improve the physical and biological structure of the soil, will ease the visual impact caused by the tires . The advancement of erosion at this location has concerned the riverside community site, which does not see a quick and feasible to control and contain the timely advancement of fluvial erosion.

Keywords : river erosion ; Stabilization ; Empiricism ; plant protection

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| RESUMO..... | 7 |
| ABSTRACT | 8 |
| 1 - INTRODUÇÃO..... | 11 |
| 2 – PROBLEMA E JUSTIFICATIVA..... | 13 |
| 3 - OBJETIVOS | 15 |
| 3.1- Objetivo Geral..... | 15 |
| 3.2- Objetivos Específicos..... | 15 |
| 4 – METODOLOGIA E ESTRATÉGIA DE AÇÃO..... | 16 |
| 4.1- Área objeto do projeto..... | 16 |
| 4.2- Materiais e Métodos..... | 18 |
| 5- CAUSAS DA EROSAO FLUVIAL EM TALUDES..... | 19 |
| 6- ESTABILIZAÇÃO E PROTEÇÃO DAS MARGENS | 20 |
| 6.1- Causas da Instabilidade das Margens | 21 |
| 6.2 As Causas da Erosão devido à Instabilidade Geotécnica dos Taludes de Margem Podem ser Identificadas por | 21 |
| 7- FATORES QUE CONTROLAM A ESTABILIZAÇÃO DAS MARGENS..... | 22 |
| 8- AS ETAPAS DO PROCESSO EROSIVO | 23 |
| 8.1- Dinâmica do Sistema Fluvial: Algumas Considerações | 23 |
| 9- CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DA BACIA DO RIO CUIABÁ | 26 |
| 10- HIDRODINÂMICA, SEDIMENTOLOGIA E GEOMORFOLOGIA ATUAL DA AREA EM ESTUDO | 29 |
| 11- QUESTÕES AMBIENTAIS RELATIVAS AO DESCARTE DE PNEUS INSERVÍVEIS..... | 30 |
| 12-LEGISLAÇÃO PERTINENTE A PNEUS INSERVÍVEIS..... | 31 |
| 13- TIPOS DE ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO | 35 |
| 14- DETALHAMENTO DO MÉTODO CONSTRUTIVO..... | 36 |
| 15-PLANILHA DE CUSTOS DO MURO DE PNEUS E SOLO LOCAL | 40 |
| 16- RECUPERAÇÃO E ENRIQUECIMENTO DA VEGETAÇÃO MARGINAL.... | 41 |
| 16.1- Medidas de Proteção – Forma de Isolamento | 41 |
| 16.2 - Plano de Recuperação e Revegetação propriamente dito..... | 41 |

| | |
|---|-----|
| 17- ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA O PLANTIO | 46 |
| 17.1 - Espécies de Árvores Indicadas para o Plantio | 488 |
| 18–RESULTADOS ESPERADOS AO FINAL DO PROJETO | 51 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS | 52 |
| REFERÊNCIAS | 53 |

1 - INTRODUÇÃO

O crescimento populacional é a principal razão da degradação ambiental uma vez que, à medida que a população aumenta, cresce a demanda por recursos naturais e a ocupação humana da superfície terrestre. Apesar da importância que os solos tem para a sobrevivência da espécie humana, dos vegetais e dos animais na superfície da terra, parece que o homem tem dado pouca atenção a esse recurso natural, pelo menos no que diz respeito à sua utilização e conservação. A erosão dos solos é entendida como um processo de transporte e deposição das partículas do solo, tendo como principais agentes o vento e a água. HOLLY (1984) conceitua erosão como sendo a manifestação da deterioração da superfície do solo afetada por forças externas, particularmente água, vento e homem como fator antropogênico de relevante importância.

A erosão marginal acelerada, devido à rapidez com que ocorre, é conceituada como um fenômeno de grande importância, pois acarreta prejuízos socioeconômicos e ambientais. Entre os problemas ambientais do médio e baixo curso do Rio Cuiabá, resultante da intervenção antrópica, a erosão na sua margem se destaca pela sua visibilidade, amplitude, distribuição e conseqüências sócio-econômicas, associada ao assoreamento do leito do rio e supressão da mata ciliar para o cultivo e uso das terras próximas às margens.

O presente projeto de intervenção, partiu do problema ambiental observado, visando dar uma solução alternativa de baixo custo, curto prazo e, neste sentido planejamos de maneira hipotética a recuperação, estabilização e proteção da faixa marginal do rio, com uso de pneus inservíveis e recomposição vegetal, prática indispensável para o sucesso do projeto, bem como a permanência e sustentabilidade das comunidades ribeirinhas e a qualidade de vidas destas populações.

De acordo com HOLANDA ET AL (2005), a erosão nas margens, potencializadas ou não pela retirada da vegetação ciliar, tem se constituído em grave processo de degradação ambiental com rebatimento nas atividades de navegação e pesca importantes para a sustentabilidade econômica das comunidades ribeirinhas.

A preocupação com a estabilização do barranco e contenção da erosão marginal tem levado as comunidades ribeirinhas adotarem técnicas e práticas de controle, sejam a partir do empirismo da população ribeirinha ou pelo uso de soluções de engenharia, ou mesmo a bioengenharia.

Ao longo do Rio Cuiabá, a jusante do município de Barão de Melgaço-MT, é possível identificar práticas empíricas de controle de erosão das margens como forma de proteção das margens. Independente da intervenção do poder público no controle deste impacto, a população ribeirinha, preocupada com o avanço das águas do rio sobre suas terras, procura amenizar a degradação por meio de soluções que utilizem materiais de baixo custo, como o uso de pneus inservíveis, dando um aproveitamento alternativo a este rejeito prejudicial ao meio ambiente.

O projeto de estabilização e proteção de taludes marginais de rios e córregos, reutilizando materiais inertes, neste caso pneus, causadores de grandes transtornos nas cidades e centros urbanos, evitaria que fossem depositados e jogados em locais inapropriados e/ou aterros já saturados. Esta solução alternativa atenderá a legislação pertinente ao descarte de pneus inservíveis. (RESOLUÇÃO Nº 258/1999, do conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA).

O documento apresenta uma curta justificativa para o projeto de uso de pneus inservíveis na contenção da erosão marginal do Rio Cuiabá. Em seguida, os objetivos do projeto hipotético de recuperação são apresentados assim como os métodos que seriam empregados para realizar a contenção com pneus. Nas seqüência, nas seções 5 a 8, o processo de erosão é analisado de forma teórica a partir da literatura. Nas seções subsequentes o projeto de contenção e seus benefícios para o ambiente é descrito.

2 – PROBLEMA E JUSTIFICATIVA

A proposta deste trabalho, foi idealizada a partir de um problema local específico do município de Barão de Melgaço-MT, onde observamos um avanço considerável da erosão marginal, num período estimado de 4 anos. Neste segmento do rio Cuiabá, observamos que pneus inservíveis vêm sendo utilizado em algumas obras já executadas para estabilizar e conter taludes de forma empírica pelas populações locais. O uso de pneus inservíveis tem a vantagem de diminuir os impactos causados pelo descarte inadequado destes. No trecho em estudo, curso inferior do rio Cuiabá (<200m), a erosão das margens e taludes do rio vem contribuindo no incremento da carga de fundo, aumentando o assoreamento e provocando a destruição da vegetação marginal, outrora ocupada pela vegetação ciliar, e hoje bastante alterada em função de ações antrópicas, como: ocupação irregular da faixa marginal, turismo de pesca e agricultura de subsistência.

De acordo com alguns autores (CHRISTOFOLETTI, 1981; GUERRA; CUNHA, 2003), a erosão das margens dos cursos d'água é uma das manifestações mais visíveis do complexo reajustamento da morfologia do canal em busca de um novo equilíbrio dinâmico e das alterações na dinâmica do sistema fluvial, ocorrendo um trabalho contínuo de escavação na base da margem côncava, onde a velocidade é maior, e de deposição na parte convexa.

O emprego de pneus é uma proposta alternativa e viável que possibilita o reaproveitamento econômico e diminuí o acúmulo de pneus inservíveis em beiras de estradas, lixões, rios, terrenos urbanos, fundos de vale, ou simplesmente largados a céu aberto como pode ser visto na figura 1.1.

Os pneus descartados inadequadamente causam uma série de problemas, tais como: ocupam muito espaço e são de difícil compactação, precisam ser armazenados em condições apropriadas para evitar riscos de incêndio e a proliferação de insetos, transmissores da dengue (*Aedes Aegypti*) e febre amarela urbana, doenças que ainda não foram erradicadas no País. (CEMPRE, 2000)

Figura 1 – Vista de alguns pontos de depósitos irregular de pneus da capital.



Fonte: Marcos Aurélio Botelho Ferreira, 06/2013.

3 - OBJETIVOS

O projeto contempla um local específico na margem direita do Rio Cuiabá, na confluência do Rio Piraim com o Rio Cuiabá, no trecho conhecido como Rio Novo onde foi observado em um período de 4 anos um acelerado avanço da erosão marginal. Este processo erosivo compromete a estabilidade do barranco o que diminui a área aproveitável pelas comunidades rurais ribeirinhas e, possivelmente, aumentaria o assoreamento do Rio Cuiabá.

3.1- Objetivo Geral

Projetar de forma hipotética e empírica, a construção de muro de arrimo, utilizando pneus inservíveis como matéria prima alternativa e solo local, e posterior revestimento vegetal com uso gramíneas, plantas herbáceas e arbustivas nativas, contribuindo na recuperação física, química e biológica do solo, favorecendo a cobertura do solo, melhorando a estabilidade local do talude do Rio Cuiabá.

3.2- Objetivos Específicos

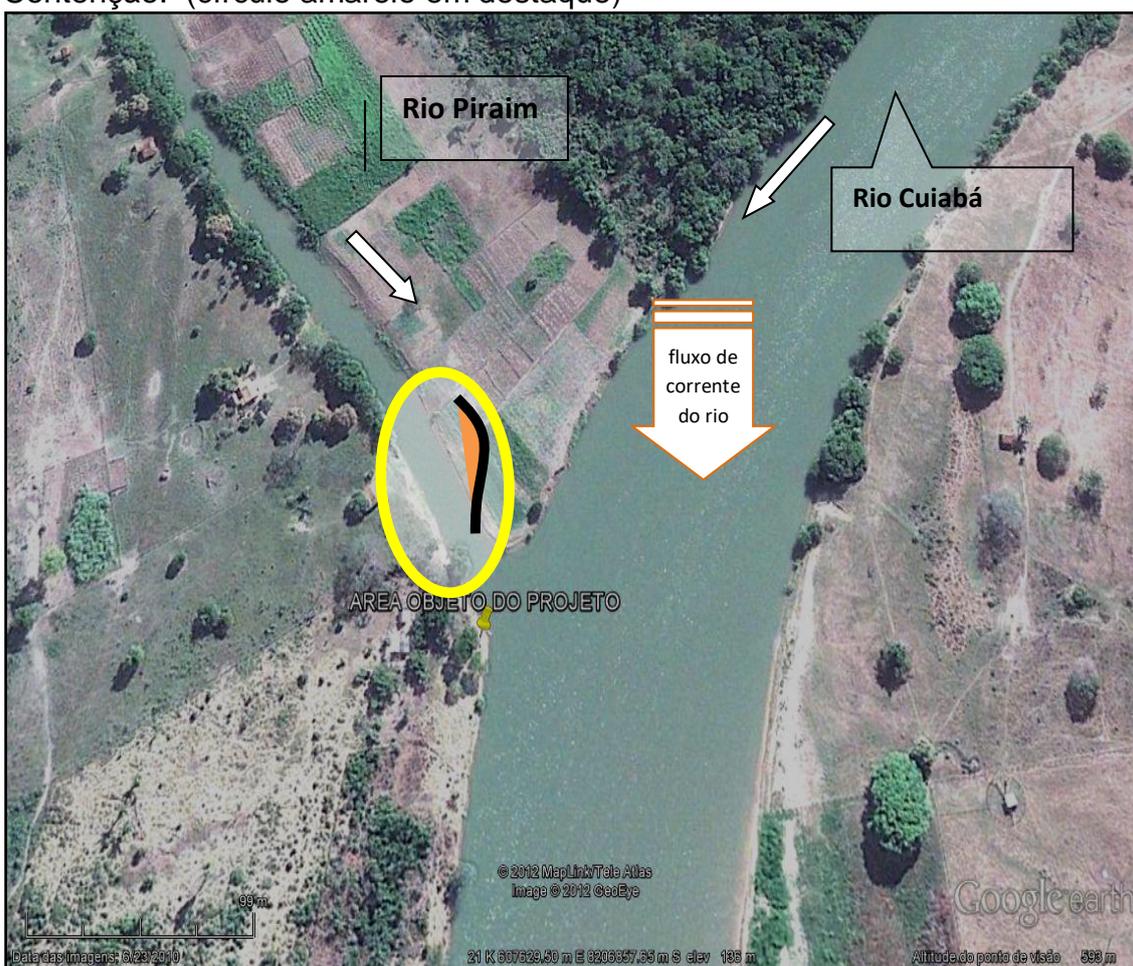
- Efetuar observações em campo para identificar as diferentes situações de evolução do processo erosivo e os principais agentes causadores;
- Dimensionar a área objeto da contenção e recuperação;
- Projetar hipoteticamente a construção de um muro de arrimo, com uso de material inerte alternativo de baixo custo e sustentável com uso de pneus inservíveis, solo e mão de obra local (ribeirinhos) como medida sócio-ambiental para contenção do avanço da erosão.

4 – METODOLOGIA E ESTRATÉGIA DE AÇÃO

4.1- Área objeto do projeto

O local proposto para construção do muro de arrimo, através do projeto hipotético de contenção com uso de pneus e solo local e revestimento vegetal, apresenta marco georeferenciado com as coordenadas planas UTM 607586.34 m e 8206803.86 m S, onde se identificou um foco de erosão numa faixa marginal direita do rio, devido a ações humanas. O talude possui dimensões variadas, tendo em média 3,80m de altura em uma extensão de 25m.

Figura 2- Localização da Área Proposta para a Construção do Muro de Contenção. (círculo amarelo em destaque)



Fonte: Google Earth/imagem, 2010.

Figura 3- Coordenada Geográfica do Local em Estudo: LAT 16°13'0.73"S
LONG 55°59'36.58"O
Datum: SAD 69



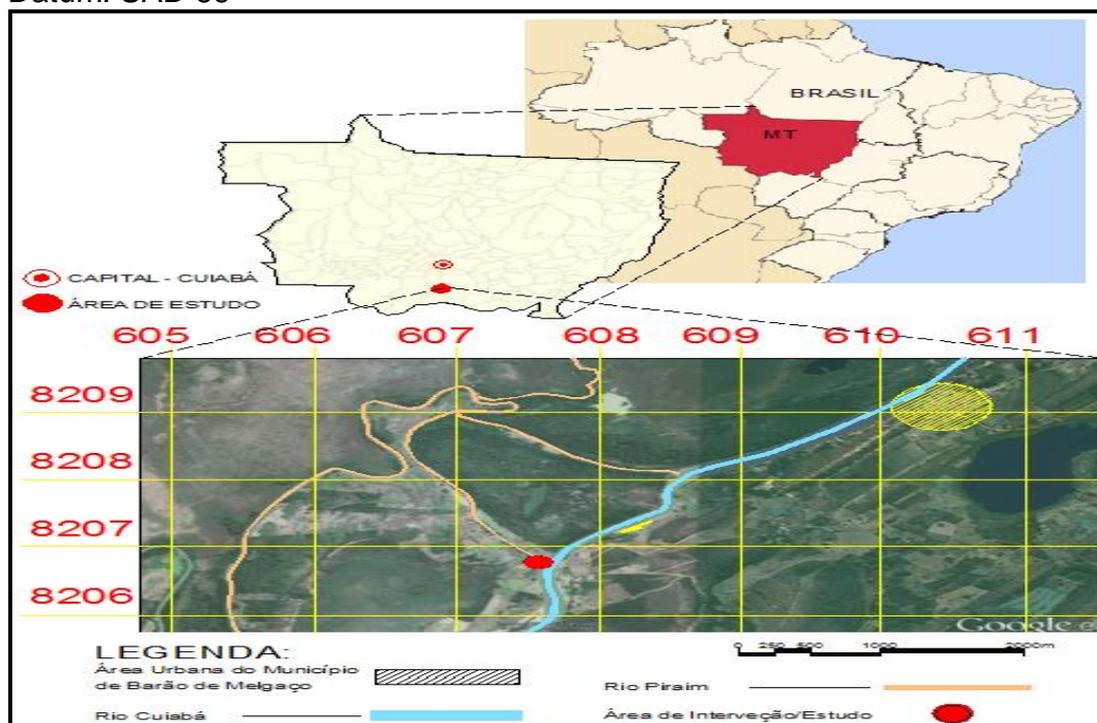
Fonte: Google Earth/imagem, 2010.

Figura 4- vista panorâmica do local objeto do projeto hipotético de intervenção



Fonte: Marcos Aurélio Botelho Ferreira, setembro/2012.

Figura 5- mapa de localização da área/ Coordenada Geográfica do Local em Estudo: LAT 16°13'0.73"S LONG 55°59'36.58" O Datum: SAD 69



Fonte: Google Earth/imagem, 2012.

4.2- Materiais e Métodos

A área foi escolhida em função do avanço do processo erosivo, identificado através da visita ao local e localização da área com GPS Garmim etrex Hcx, máquina fotográfica, trena, imagens de satélite (fonte Google), barco para deslocamento e conversa com os moradores.

O muro de contenção proposto deverá ser construído na barra ou confluência do Rio Cuiabá com o Rio Piraim, trecho denominado Rio Novo, conforme local indicado na figura 2.

A área visitada no ano de 2008 e posteriormente em 2012, identificada na imagem anterior, apresenta focos de erosão fluvial. Diante das constatações, propomos, através de um projeto hipotético, a contenção e estabilização do barranco com uso de pneus inservíveis radiais, com diâmetros semelhantes (pneus de veículos de passeio) e solo local com posterior cobertura vegetal. A contenção tem uma extensão de 25m e altura média de 3,8 m. Inicialmente, uma base e retaludamento seriam refeitos manualmente (não tem acesso para

maquinário). Posteriormente, os pneus seriam dispostos em camadas horizontais acompanhando o formato do talude e amarrados uns aos outros com arame galvanizado ou arame de gabião e preenchidos com solo local e compactado em um arranjo pré-estabelecido em função da altura do barranco. Por fim, seria feita a sementeira de gramíneas, plantas herbáceas e arbustos nativos de crescimento rápido.

5 - CAUSAS DA EROSÃO FLUVIAL EM TALUDES

De acordo com CRISTOFOLETTI (1981), percebe-se um trabalho contínuo de escavação na margem côncava, onde a velocidade é maior, e de deposição na margem convexa, local de menor velocidade, facilitados por uma margem desmatada composta por um talude de material de muito baixa coesão.

Para a Tennessee Valley Authority (2008), as margens de cursos d'água e encostas estão sempre condicionadas à variação do processo natural de erosão, onde o solo erodido transportado é depositado em outro local e que, em certas condições, a velocidade da erosão pode aumentar, destacando-se como causas a remoção da cobertura vegetal; aumento da vazão dos rios; ação das ondas provenientes dos ventos e do movimento de embarcações.

Figura 6 - Caso Local Empírico de Contenção da Barranca do Rio Cuiabá (Barão de Melgaço-MT) com uso de pneus Inservíveis.



Fonte: Marcos Aurélio Botelho Ferreira, 06/2013.

Figura 7 - Muro de pneus construído na margem esquerda do Rio Cuiabá/município Barão de Melgaço-MT

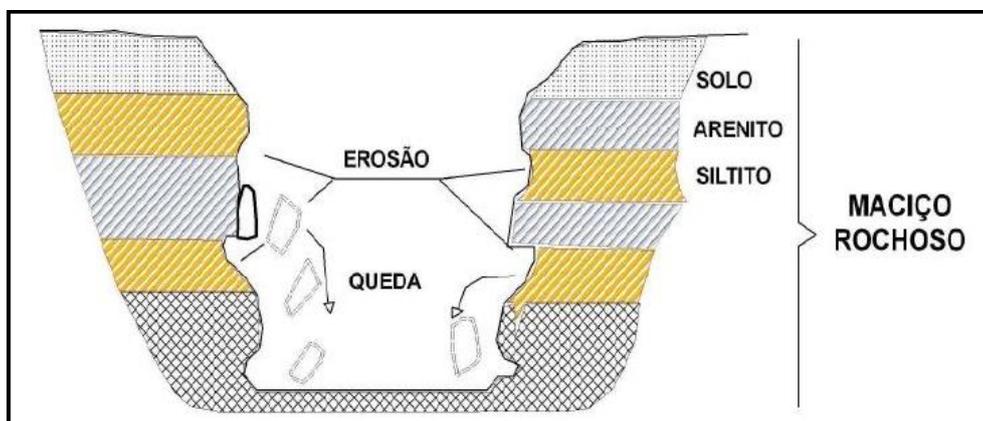


Fonte: Marcos Aurélio Botelho Ferreira, junho/2013.

6- ESTABILIZAÇÃO E PROTEÇÃO DAS MARGENS

A garantia do sucesso de um projeto de proteção de margens é fundamental o conhecimento dos fatores que afetam a estabilidade, tais como as causas e tipos de erosões, desbarrancamentos e etc. Estas causas podem de forma geral classificadas em ação hidráulica, devido a correntes e ondas e instabilidade geotécnica, resultantes da saturação e infiltrações de água.

Figura 8: Erosão marginal em rochas sedimentares



Fonte: Carvalho,1991.

6.1- Causas da Instabilidade das Margens

As causas das instabilidades por ação hidráulica são subdivididas em:

a) Ação erosiva das correntes

Consideram-se as forças erosivas críticas sobre o material constituinte do leito e das margens. Se a força erosiva atuante for superior à força erosiva crítica ou limite do material, ocorrerá a erosão. O recuo das margens ocorre quando da erosão do pé do talude, provocando o solapamento dos mesmos.

b) Ação das Ondas

As erosões causadas pelo movimento das ondas contra as margens podem ocorrer devido à diferentes agentes como o vento, embarcações ou a operação de estruturas hidráulicas do tipo comportas, usinas hidrelétricas e estações elevatórias. Da mesma forma que a erosão devida as correntes, se o impacto das ondas for superior as forças de coesão do material do talude, ocorrerá erosão.

c) Irregularidades localizadas no escoamento

Neste caso, a presença de extremidade de espigões, pilares de pontes, afloramentos rochosos e outros podem gerar turbilhões na corrente líquida que causam o solapamento da parte inferior das margens.

6.2 As Causas da Erosão devido à Instabilidade Geotécnica dos Taludes de Margem Podem ser Identificadas por:

a) Diminuição do ângulo natural de equilíbrio

A saturação do terreno tem por consequência uma redução do ângulo natural de equilíbrio relativo ao material, diminuindo sua resistência.

b) Rompimento generalizado da margem

A descida ou subida rápida do nível d'água ou a elevação do lençol freático podem provocar o escorregamento do talude da margem.

c) 'Piping' ou retro erosão

Este fenômeno, causado pela existência de escoamento através de caminhos preferenciais, em pontos fracos do terreno, permite que as partículas do talude sejam transportadas pelo fluxo subterrâneo da água provocando assim a erosão progressiva retrograda.

7- FATORES QUE CONTROLAM A ESTABILIZAÇÃO DAS MARGENS

Os fatores que controlam a estabilidade das encostas são o tipo de material (solo ou rocha), a declividade da encosta, o clima, a vegetação e a água subterrânea.

a) Tipo de material

Os escorregamentos ocorrem em solos ou em rochas de baixa resistência, como os folhelhos, enquanto os escorregamentos planares podem ocorrer em solo ou em rocha com estruturas.

b) Declividade

Como a tensão principal atuante nas encostas é a tensão gravitacional, quanto mais próximo da vertical for à encosta, maior será a tensão atuante. Em outras palavras, quanto maior for a declividade de uma encosta, maior será a tensão solicitante atuando sobre a mesma.

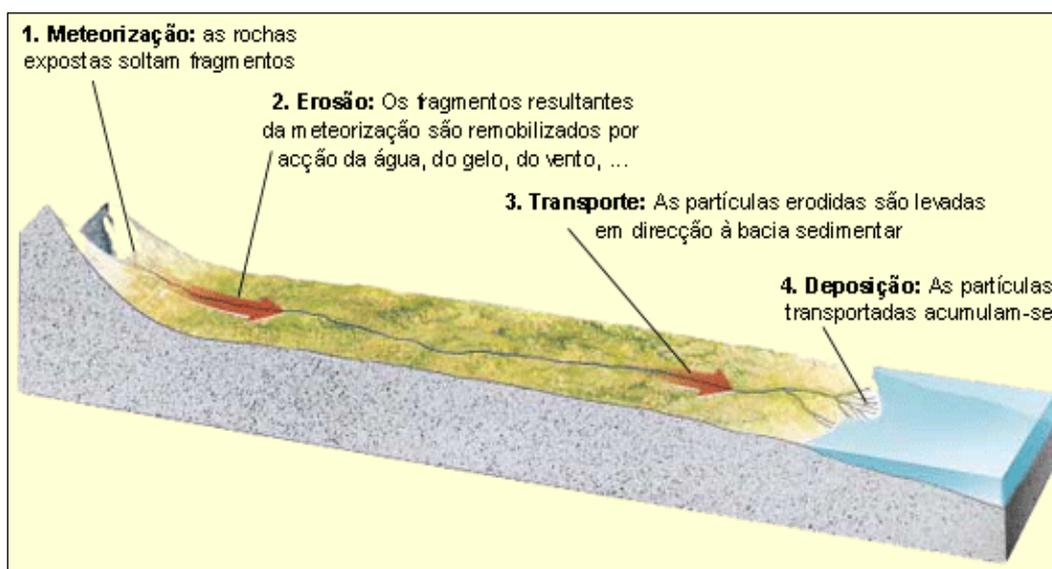
c) Clima e vegetação

O clima afeta a estabilidade das encostas por governar a distribuição das chuvas e, conseqüentemente, o grau de saturação dos materiais da encosta. Em geral, quanto maior for à umidade presente nesses materiais, menor será sua resistência ao cisalhamento, facilitando a ocorrência de escorregamentos.

8- AS ETAPAS DO PROCESSO EROSIVO

Os processos erosivos se dão em três etapas: A erosão (desgaste), o transporte e a sedimentação (deposição).

Figura 9: Processos Erosivos



Fonte: http://biogeo.paginas.sapo.pt/geo12/geo12_contents02.htm/acesso
em: 05/2013

8.1- Dinâmica do Sistema Fluvial: Algumas Considerações

Em uma bacia hidrográfica, as características de tipologia de leito, tipologia dos canais, tipologia de padrões de drenagens, analisadas em conjunto, promovem uma dinâmica peculiar das águas correntes que, associada a uma

geometria e hidráulica, culmina em processos específicos fluviais de erosão, transporte e deposição. Em um rio, a velocidade das águas depende de fatores importantes como a declividade do perfil longitudinal, o volume das águas, a forma da seção transversal, o coeficiente de rugosidade do leito e viscosidade da água, fazendo com que a velocidade das águas tenha variações nos diversos setores do canal no qual ela flui. (CUNHA 2001a).

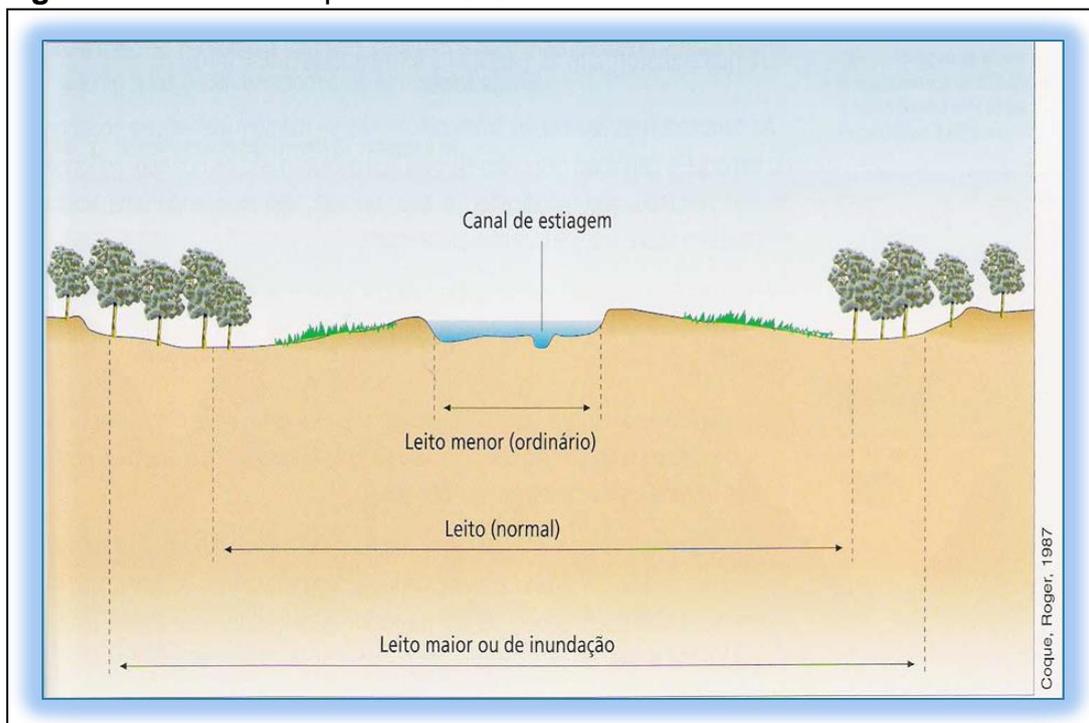
Nesse sentido, qualquer obstáculo influencia na eficiência do fluxo das águas, por exemplo, quanto mais lisa for a calha, maior será a eficiência do fluxo. Assim, o comportamento da velocidade das águas e seu fluxo (turbulento ou laminar) relacionam-se com a corrente fluvial (ou trabalho) que o rio executa, possibilitando o transporte da carga sedimentar nas suas mais variadas formas (suspensão, saltação e rolamento), de acordo com a granulação das partículas (tamanho e forma) e das características da própria corrente, elaborando uma forma de relevo fluvial em função destas variáveis (BIGARELLA, 2003; CUNHA, 2001a; SUGUIO e BIGARELLA, 1990; CHRISTOFOLETTI, 1981 e 1980).

Na ótica de um sistema, a capacidade de erosão das margens de um rio, bem como o transporte e deposição de sedimentos dependem, entre outros fatores, da vazão e da natureza das correntes fluviais, refletindo em uma condição estável (equilibrada) do canal fluvial. Qualquer modificação rompe com esta estabilidade, repercutindo de imediato nas condições de erosão transporte e deposição até chegar a uma nova condição de equilíbrio (CHRISTOFOLETTI, 1980 e SILVA et al. 2003). Isto é, os processos de erosão, transporte e deposição de um sistema fluvial variam no decorrer do tempo e, espacialmente, são interdependentes, resultando não apenas das mudanças do fluxo, como também da carga existente. Portanto, quando se faz uma análise geral de uma bacia hidrográfica, não se podem considerar os processos (erosão transporte e deposição) separadamente, além de outros elementos que interferem na dinâmica e funcionamento desse sistema, a exemplo, das obras de engenharia em calha de rios.

Perfil Longitudinal - Linha que une os pontos do leito de um rio desde a nascente até à foz, sendo possível determinar com exatidão o declive do leito ao longo do seu percurso.

Perfil Transversal - Corte transversal de um rio numa dada zona do seu percurso de modo a permitir a análise e o estudo dos seus leitos, assim como demonstra as características do vale nessa secção.

Figura 10: Modelo de perfil transversal do leito do rio

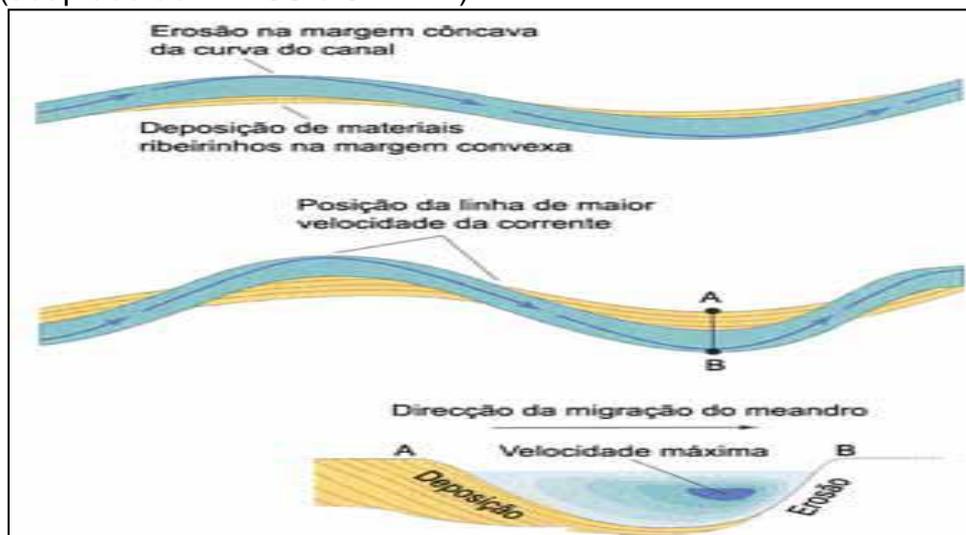


Fonte: <http://image.slidesharecdn.com/baciashidrográficas-google/imagens/junho2013>

No caso de secções transversais em curvas do rio, o aumento da velocidade desloca-se para o lado de fora da curva, devido à força centrífuga da corrente, sendo inevitavelmente menor na margem oposta. Esta diferença acentuada das velocidades nas inflexões de um rio propicia fenômenos de erosão do lado côncavo e de deposição do lado convexo.(LENCASTRE, 1969).

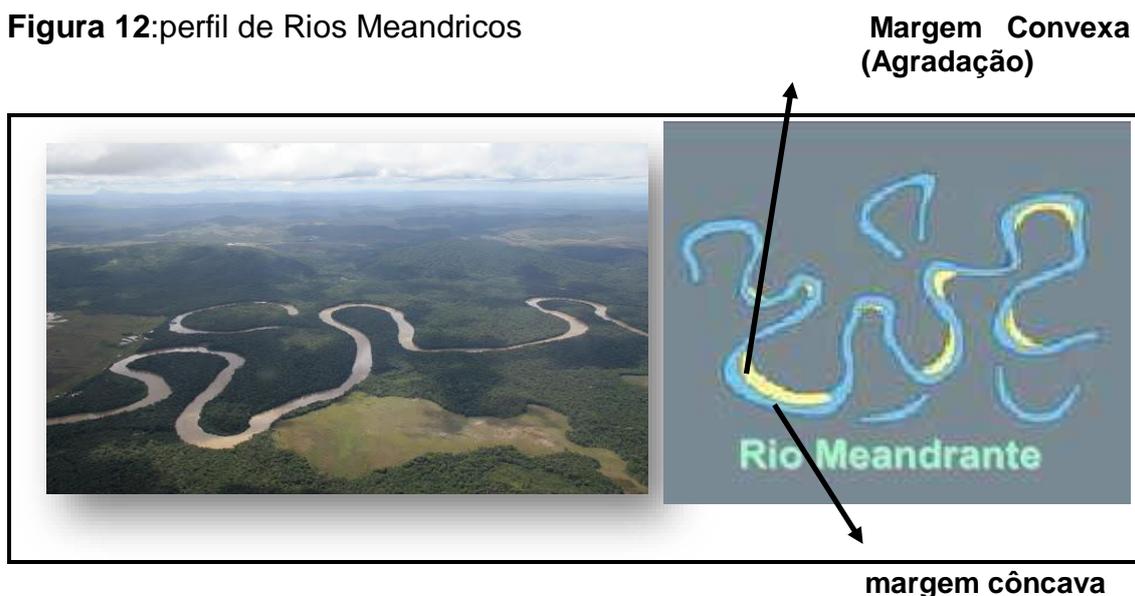
Como se mostra na Figura 11:

Figura 11 – Processos de erosão e deposição num curso de água natural (adaptado de PRESS e SIEVER)



Fonte: OLIVEIRA (2006).

Figura 12: perfil de Rios Meandricos



Fonte: internet: www1.univap.br/sandra/4aula_geo.pdf (Degradação)

9 - CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DA BACIA DO RIO CUIABÁ

De acordo com Lima (2001), a bacia do rio Cuiabá é constituída por três regiões geomorfológicas, com características bióticas e abióticas definidas e próprias, que correspondem às áreas de planalto e serras circunvizinhas à Baixada Cuiabana e à planície do Pantanal. Cavinatto *et. al.* (1995) subdividem a

bacia do rio Cuiabá em alta e média e consideram o Pantanal como uma região à parte.

Para Godoy Filho (1986). O Pantanal situa-se abaixo da cota de 200 metros e pode ser considerada uma paisagem recente do ponto de vista geológico, resultante dos processos de surgimento da Cadeia Andina que proporcionaram a individualização da bacia sedimentar do Pantanal.

O rio Cuiabá, principal corpo d'água da Bacia sinônima, drena uma área aproximada de 28.732 km² até as proximidades de Barão de Melgaço-MT, situada entre as coordenadas geográficas 14°18' e 17°00'S e 54°40' e 56°55'W. Esse rio é um dos principais afluentes do rio Paraguai, fazendo parte de uma bacia maior, denominada em Mato Grosso de Bacia do Alto Paraguai (BAP). As suas nascentes localizam-se no município de Rosário Oeste, nas encostas da Serra Azul, tendo como principais formadores os rios Cuiabá da Larga e Cuiabá do Bonito, sendo o primeiro considerado sua nascente principal.

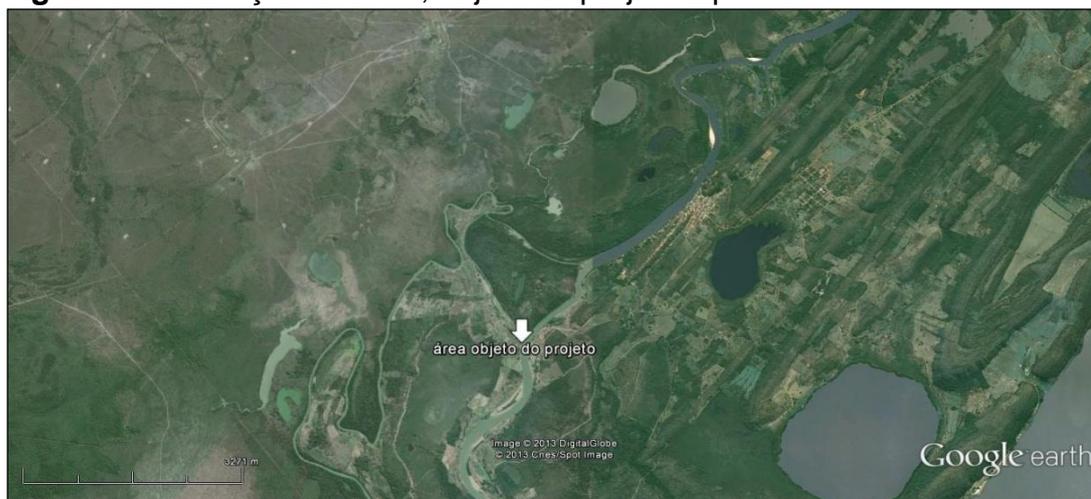
Após a confluência desses rios, recebe o nome de Cuiabazinho e, somente após o encontro com o Manso, passa a se chamar rio Cuiabá. O clima da bacia é classificado como sendo do tipo Aw de Köppen, tropical semi úmido, com temperatura média anual, medida em Cuiabá, de 26,8°C e umidade relativa do ar de 74%, alcançando até 90% no período das chuvas. A precipitação média varia entre 1.300-1.700 mm anual, com nítida sazonalidade marcada por dois períodos bem distintos: estiagem (maio-outubro) e chuvas (novembro-abril) (FEMA, 1995). A vazão média do rio Cuiabá, na cidade de Cuiabá, é de cerca de 343,83 m³/s, atingindo até 1.800 m³/s na época das chuvas (Brasil, 1997).

Geologicamente, as cabeceiras do rio Cuiabá estão situadas nos domínios do Grupo Alto Paraguai, predominando as formações Diamantina e Raizama, ocorrendo, principalmente, solos litólicos e podzólicos. No médio curso, predominam rochas do Grupo Cuiabá, de origem Pré-Cambriana, com solos indiscriminados concrecionários distróficos, cascalhentos e pobres (Jacomine et al., 1995). Já no baixo curso, na região do Pantanal, a partir da cidade de Barão de Melgaço, o rio Cuiabá insere-se totalmente na Formação Pantanal, constituída de sedimentos arenosos, sílticos, argilosos, argiloarenosos e areno-conglomeráticos semiconsolidados, com ambiente de deposição fluvial lacustre ou fluviolacustre (Del'arco et al., 1982), predominando solos minerais hidromórficos, com séria restrição de drenagem.

A vegetação predominante na área da Bacia do Rio Cuiabá é cerrado e campo cerrado. O rio Cuiabá e seus tributários apresentam a montante da cidade de Cuiabá, diversas cachoeiras e a jusante, no trecho até Santo Antonio de Leverger, algumas corredeiras; a partir desta cidade, seu leito se amplia, formando imensas áreas alagáveis. Como é um rio de curso meândrico, alterna processos naturais de erosão e de deposição. A erosão ocorre nas curvas convexas, ocasionando a formação de poços através do aprofundamento de seu leito. O solo daí retirado é depositado, a jusante, formando imensas praias e baixios - bancos de areia.

No Curso Inferior do Rio Cuiabá, altitude (< 200m) o declive é, em regra, muito fraco, tornando a velocidade das águas bastante reduzida. O vale é geralmente largo e as margens são baixas. Devido ao domínio da ação de acumulação de sedimentos, é freqüente a formação de planícies aluviais mais ou menos extensas.

Figura 13: indicação do local, objeto do projeto hipotético



Fonte: Google Earth/data da imagem 26/06/2011



Figura 14 - vista frontal do barranco marginal no local objeto do projeto de intervenção.



Figura 15 - visão do talude marginal na confluência dos Rios Cuiabá e Piraim.



Figura 16 - talude marginal ao rio Piraim



Figura 17 - vista do barranco marginal ao Rio Cuiabá, local objeto do projeto de intervenção.

Fonte: Marcos Aurélio Botelho Ferreira/junho2013

10 - HIDRODINÂMICA, SEDIMENTOLOGIA E GEOMORFOLOGIA ATUAL DA AREA EM ESTUDO

A Bacia do rio Cuiabá percorre, em grande parte, as unidades geomorfológicas da Depressão Cuiabana e as Planícies e Pantanaís do Mato Grosso. A leste e sudoeste da cidade de Cuiabá ocorrem extensas áreas de relevo plano. Estas formas de relevo foram moldadas em rochas do Grupo Cuiabá e, principalmente, em sedimentos quaternários (BARROS *et alli*, 1982).

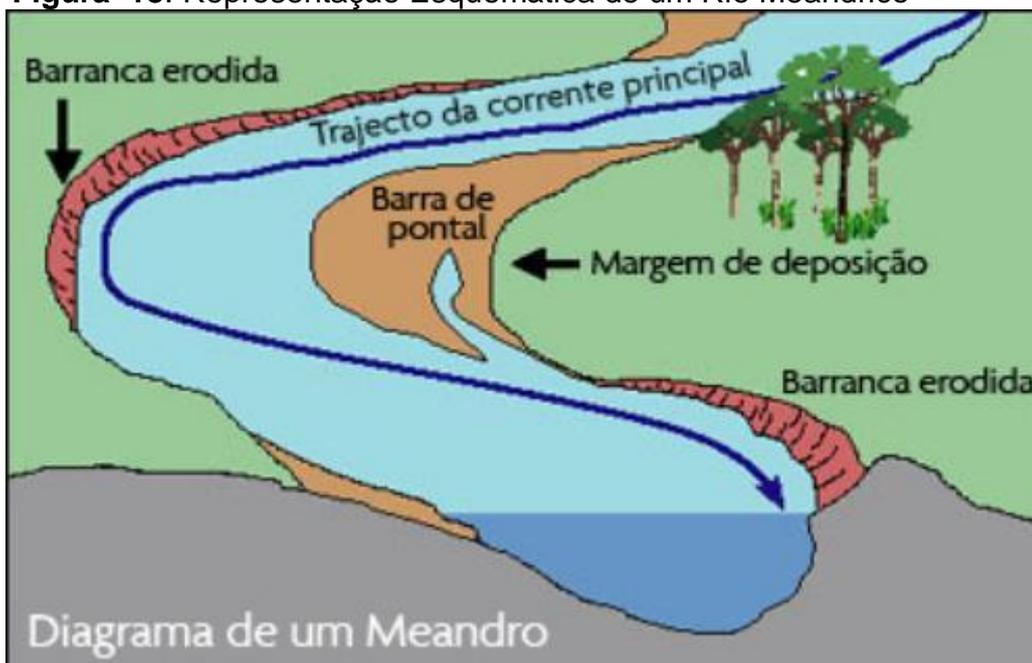
A unidade Planícies e Pantanaís do Mato Grosso caracteriza-se como uma extensa planície de acumulação, configurada como um enorme anfiteatro (VALVERDE, 1972) de topografia bastante plana e regularmente submetida a

inundações, cuja rede de drenagem é comandada pelo rio Paraguai (FRANCO & PINHEIRO, 1982), sendo considerada, na faixa de latitude onde ocorre, a mais ampla e complexa planície de inundação conhecida (WILHELMY, 1958).

Segundo Alvarenga et al. (1984), a área de estudo localiza-se dentro da unidade geomorfológica Planícies e Pantanais do Mato Grosso, caracterizadas como áreas de acumulação inundáveis do tipo pouco úmido, úmido e áreas de planícies lacustre e planície flúvio-lacustre.

Atualmente, o rio Cuiabá apresenta-se canalizado entre vales no alto curso, meândrico no curso médio e formando quase um delta interior no curso inferior. As principais unidades de paisagem identificadas são: canais (rio principal, sangradouros ou córregos, corixos e antigos leitos de rio), dique marginal (barranco), áreas alagáveis (largo, várzeas e baixada), e baías.

Figura 18: Representação Esquemática de um Rio Meândrico



FONTE: http://www.limporak.com/_system/ThumbnailCache

11- QUESTÕES AMBIENTAIS RELATIVAS AO DESCARTE DE PNEUS INSERVÍVEIS

Os pneus usados, que não possuem mais nenhuma possibilidade de reaproveitamento, ou seja, que não servem mais para reutilização na

recauchutagem ou recapagem, são classificados como pneus inservíveis e estão se tornando um problema mundial. O descarte de pneus cresce ano após ano em todo o mundo. São considerados não biodegradáveis e seu tempo de decomposição é indeterminado. No passado, pouca importância foi dada à disposição final de pneus que eram descartados em enormes aterros, vales, rios, beira de estradas, entre outros (ANDRADE, 2007; LAGARINHOS e TENÓRIO, 2009).

Atualmente os aterros sanitários não os recebem inteiros, pois tais resíduos por serem manufaturados com o objetivo de ter vida longa e superar os constantes impactos, tornam-se estruturas difíceis de serem eliminadas. Quando são compactados inteiros, os pneus tendem a voltar à sua forma original e retornam à superfície, causando uma movimentação no solo. Também são difíceis de serem armazenados, ocupando grandes espaços, que hoje são preciosos nas grandes cidades. O abandono ou disposição final incorreta forma um passivo ambiental com sério risco ao meio ambiente e à saúde pública (RIBEIRO, 2005).

12 - LEGISLAÇÃO PERTINENTE A PNEUS INSERVÍVEIS

Devido à problemática que tem sido para qualquer país a disposição final de resíduos sólidos, no caso em estudo os pneus inservíveis, as leis e normas que regulamentem atividades ligadas a este segmento auxiliam no processo de controle e gerenciamento deste assunto.

Sendo de responsabilidade do CONAMA a edição de normas, a respeito da questão dos pneumáticos inservíveis, em 30 de setembro de 2009 foi publicada a RESOLUÇÃO CONAMA 456/09 que trata do assunto da destinação final deste resíduo sólido.

A primeira questão que a Resolução 456/09 trata é da responsabilidade das empresas fabricantes e importadoras de pneumáticos sobre a coleta e destinação final adequada dos pneus inservíveis existentes no território nacional. Esta norma foi elaborada pelo CONAMA com a intenção de diminuir o passivo

ambiental criado pelos depósitos clandestinos e formas inadequadas de destinação final dos pneus descartados.

A preservação do meio ambiente, no Brasil e no mundo, tornou-se um tema amplamente debatido em todos os meios, em vista da crescente degradação ambiental. O governo tem buscado punir as práticas das empresas que apresentam impactos ambientais negativos.

Nesse sentido, a legislação ambiental está se tornando cada vez mais rigorosa, garantindo que normas sejam obedecidas em prol da preservação ambiental. Neste contexto, a Lei nº 9.605, de 12/12/1998 dispõe sobre sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente (os crimes ambientais), no qual pode influenciar a continuidade da empresa, e estimula as mesmas a manterem ações ecológicas.

Considerando as exigências legais relacionadas ao meio ambiente, vale lembrar que o Conselho Nacional do Meio Ambiente- CONAMA é um órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA, instituído pela lei 6.938/81. O CONAMA é responsável por atos como Resoluções, Moções e Recomendações relacionadas à regulamentar algumas atividades ambientais mantidas pelas empresas. A Resolução mais recente, proposta pelo CONAMA refere-se à nº 416 de 30/09/2009, que dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambiental adequada. Esta revoga as resoluções nº 258 de 26 de agosto de 1999 e a 301 de 21 de março de 2002, ambas também do CONAMA. A resolução 416 estabelece que as empresas fabricantes e as importadoras de pneus são obrigadas a coletar e dar a destinação final adequada aos pneus inservíveis existentes no território nacional. Além disso, a resolução determina que os distribuidores, revendedores, os destinadores, os consumidores finais e o poder público, deverão juntamente com os fabricantes e importadores implementar os procedimentos para a coleta de pneus inservíveis.

Os fabricantes, importadores, reformadores e os destinadores de pneus inservíveis deverão se inscrever no Cadastro Técnico Federal – CTF, junto ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, e devem comprovar com documentação as quantidades de pneus inservíveis que estão enviando para reciclagem, informando os nomes das empresas de origem e destinatárias. Desde 1999 as indústrias de pneus já eram

responsáveis em coletar e designar corretamente os pneus inservíveis, evitando assim que os mesmos fossem descartados incorretamente no meio ambiente.

Segundo dados da ANIP (2010) no período de 1999 a 2007, foram reaproveitados de alguma forma 700 mil toneladas de pneus. Destacam-se outros pontos importantes da resolução nº 416 tais como a implementação de pontos de coleta de pneus usados pelos fabricantes e importadores, podendo até mesmo envolver os pontos de comercialização de pneus, os municípios, borracheiros e outros. Além disso, os municípios nos quais não existir pontos de coletas serão atendidos pelos fabricantes por meio de sistemas locais e regionais. Enfim, a resolução é composta por artigos que tem a finalidade de preservar o meio ambiente com relação ao descarte de pneus, no qual atribuem responsabilidades aderentes aos fabricantes e revendedores deste produto.

É importante ressaltar, referente à legislação ambiental, as instruções normativas do IBAMA, como por exemplo, a IN nº 1/2010 que regulamenta os procedimentos que os fabricantes e importadores de pneus devem obedecer. O Ministério da Saúde também se preocupa com o indevido descarte de pneus inservíveis, principalmente em relação à preservação do meio ambiente, e ao que pode afetar à saúde da população. Os pneus abandonados na natureza apresentam todas as características necessárias para se transformarem em perfeitos criadouros do mosquito *Aedes aegypti*, popularmente chamado de “mosquito da dengue”.

Figura 19: Exemplos de Reutilização de pneus nas margens dos rios contra erosão e proteção contra inundações



Fonte: <http://www.aircrafttyres.com/images/Hergebruik%20banden.pdf>.

A reutilização dada aos pneus usados, apesar de vir aumentando, ainda é muito pequena. A minimização do descarte de pneus inservíveis requer uma significativa mudança de comportamento, tanto em nível de processo industrial como também do consumidor, associada a um plano de gerenciamento ambientalmente adequado.

O descarte inadequado de pneus ainda persiste, causando um grave problema ambiental no Brasil. Apesar da exigência das leis e resoluções (Conama) obrigarem os fabricantes e importadores a dar uma destinação adequada para pneus inservíveis, as regras não estão surtindo o efeito desejado. No Brasil, estima-se que pelo menos 50% dos pneus produzidos anualmente estão sendo descartados e dispostos em locais inadequados e que o passivo ambiental seja superior a 100 milhões de pneus (ODA e FERNANDES JÚNIOR, 2001).

Figura 20: Vista de Pneus/ veículo de passeio depositados em borracharia de Cuiabá.



Fonte: Marcos Aurélio Botelho Ferreira/junho 2013

Figura 21: Dimensão de pneus de veículos de passeio



Fonte: Marcos Aurélio Botelho Ferreira/junho 2013

13- TIPOS DE ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO

Os tipos de obra voltados para a estabilização de taludes naturais ou artificiais, evoluem constantemente, em função de novas técnicas e dos mecanismos de instabilização. Considerando-se os problemas mais comuns, procuramos sintetizar algumas das obras e técnicas que podem ser utilizadas, visando à proteção ou contenção adequada e segura de taludes e encostas. Estas obras são apresentadas resumidamente conforme Quadro 1, tendo sido agrupadas em dois blocos principais, 1) proteções contínuas (revestimentos) e 2) proteções não contínuas (diques ou espigões).

O Quadro abaixo apresenta a solução e característica principal, não detalhando os aspectos que merecem ser observados quando de sua implantação. Ressalta-se que a escolha adequada do tipo de obra implica uma correta avaliação das características do meio físico (tipos e características dos materiais, inclinação do talude, condições hidrogeológicas, etc.) e dos processos de instabilização envolvidos, pois cada obra tem eficiência restrita para certas condições. Além disso, as obras devem ser dimensionadas adequadamente e sua implantação deve ser acompanhada por técnicos especializados.

Quadro 1- Estabilização e proteção de margens

| | | | | | |
|---|--|--|--|-----------------------------------|--|
| PROTEÇÕES | Revestimentos (proteções contínuas) | Flexíveis | enrocamento | lançado | |
| | | | | arrumado | |
| | | | colchões | gabião manta | |
| | | | | elementos de concreto articulados | |
| | | | | elementos de madeira | |
| | | | | elementos plásticos | |
| | | | enrocamento sintético | bolsas de concreto | |
| | | | | bolsas de solocimento | |
| | | | | bolsas de argamassa | |
| | | | | blocos pré-fabricados | |
| | | vegetação | gramíneas | | |
| | | | plantas semi-aquáticas | | |
| | | gabiões | caixa | | |
| | saco | | | | |
| | outras | pneus usados | | | |
| | | troncos de árvore lançados | | | |
| | Rígidos | concreto | painéis armados | | |
| | | | gabiões revestidos | | |
| | | | muros de gravidade | | |
| | | | painéis pré-moldados | | |
| blocos pré-fabricados | | | | | |
| paredes diafragma | | | | | |
| enrocamento | | argamassado | | | |
| | | com injeção de consolidação | | | |
| pedra | | argamassada/alvenaria de pedras | | | |
| cercas | | madeira | | | |
| | metálicas | | | | |
| Diques ou Espigões (Proteções não contínuas) | Flexíveis | enrocamento | lançado | | |
| | | | enrocamento com pilares de concreto ou madeira | | |
| | enrocamento sintético | bolsas de concreto, solo-cimento e argamassa | | | |
| | | blocos pré-moldados | | | |
| | Rígidos | concreto | muros de gravidade | | |
| muros de concreto armado | | | | | |

Fonte: internet/estabilização e proteção de margens/USP/junho/2001

14- DETALHAMENTO DO MÉTODO CONSTRUTIVO

a) limpeza e nivelamento do terreno, após esta etapa lançar as camadas de pneus diretamente sobre a superfície;

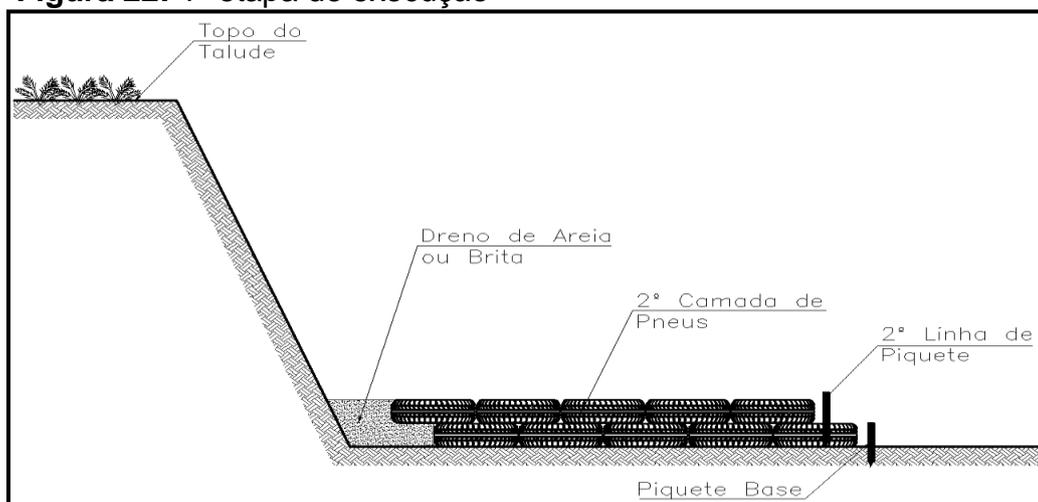
b) colocação de um elemento de drenagem junto a face interna do muro, impedindo a fuga de finos, devido a infiltração de água, passando entre os pneus.

Deverá ser colocado também na crista do muro, onde existe uma camada de aterro, que serve de cobertura e proteção dos pneus.

d) a profundidade mínima da fundação será em função das condições do solo local e condições da obra, variando de 0,50m a 0,80m;

d) colocar os pneus, amarrando-os, para efetuar a amarração entre os pneus, pode-se adotar 2 pontos de apoio. Um terceiro ponto será pelo pneu ao lado, em seguida cobrir o pneu com solo do próprio local;

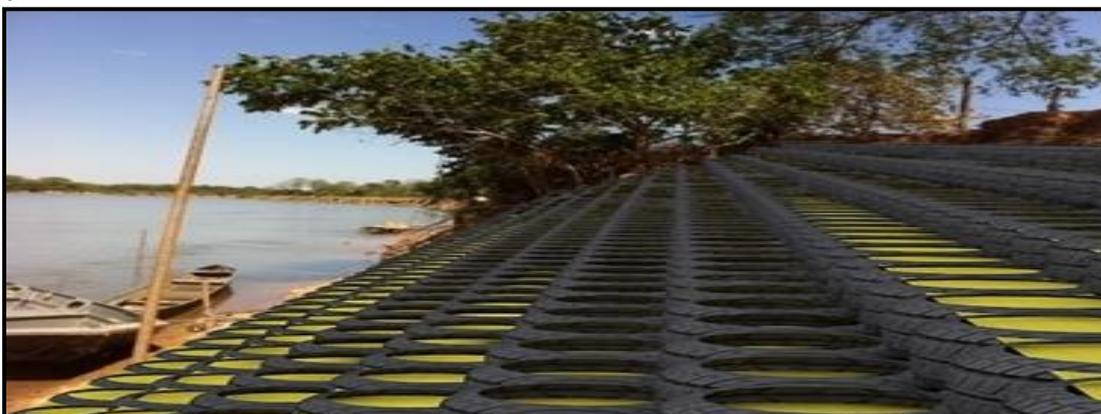
Figura 22: 1ª etapa de execução



Fonte: estruturas de contenção/UFRJ/muro de arrimo/internet/adaptado

e) compactar este solo com equipamento de compactação manual ou mecânica, nas condições ótimas de compactação;

Figura 23 - visão lateral, do muro de pneus e solo local/ simulação em auto cad.



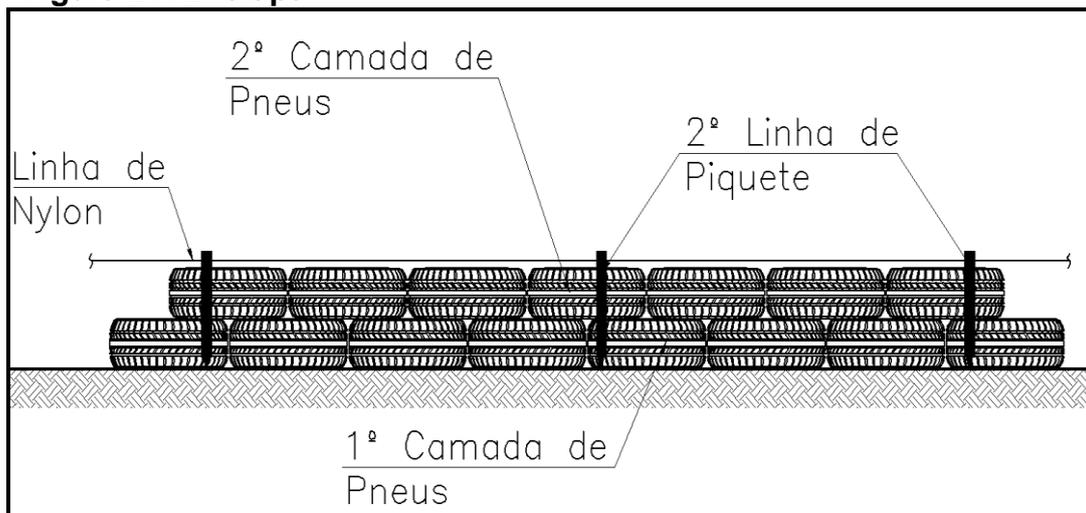
fonte: o autor: Marcos Aurélio Botelho Ferreira/junho 2013

f) passar para camada seguinte dando um espaçamento no primeiro pneu, de forma a obter no parâmetro, o angulo de calculo desejado, ou seja 45°, ou ainda, obter a relação 1:1 (V:H);

g) levantar o muro, juntamente com o reaterro compactado;

h) repetir os procedimentos ate a crista do muro;

Figura 24: 2ª etapa



Fonte: estruturas de contenção/UERJ/muro de arrimo/internet/adaptado

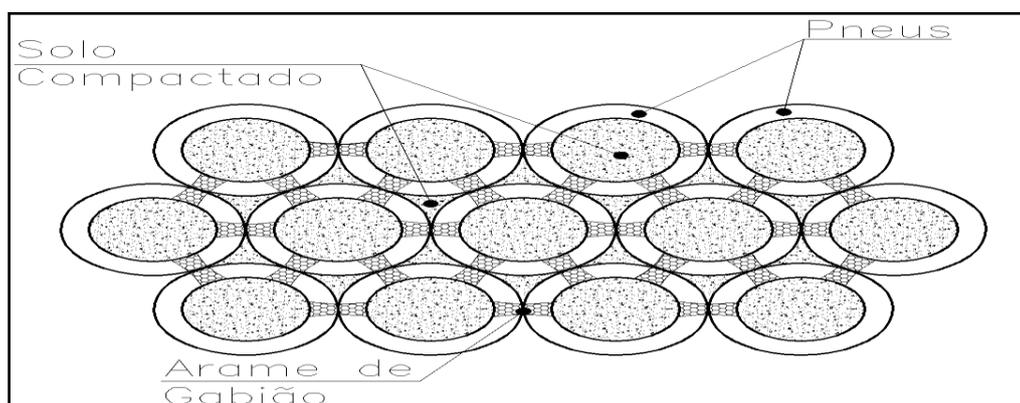
Figura 25: Visão frontal do muro de pneus apos execução do projeto /simulação em auto cad.



Fonte: Marcos Aurélio Botelho Ferreira/agosto 2012

O tipo de amarração recomendado deve ser aquele que prende o pneu em duas camadas consecutivas e ao lado, em pelo menos 3 pontos de cada procedimento (intertravamento). sugerimos a utilização de arame de gabião (revestido de pvc e diâmetro interno de 2,20mm), pela vantagem do melhor travamento e rapidez da amarração. Se utilizar corda, usar a do tipo polietileno, pela durabilidade e resistência;

Figura 26: Modelo de amarração



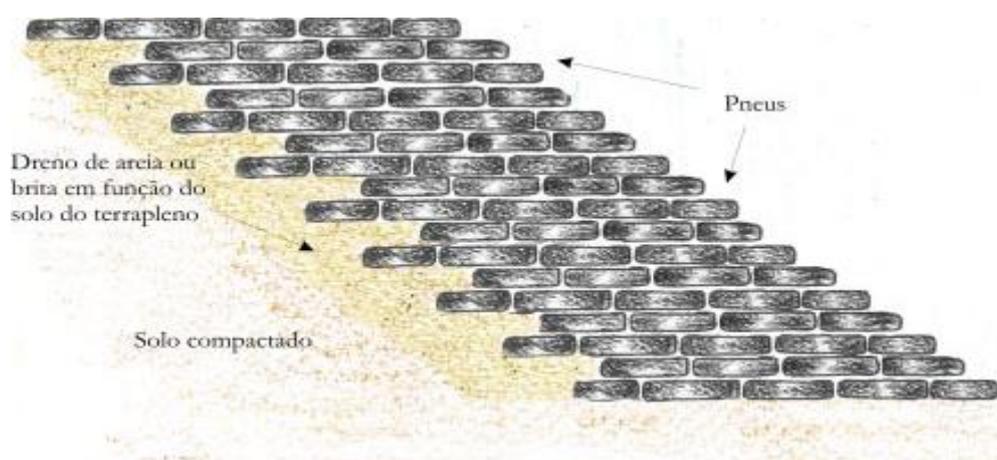
Fonte: estruturas de contenção/UERJ/muro de arrimo/internet/adaptado

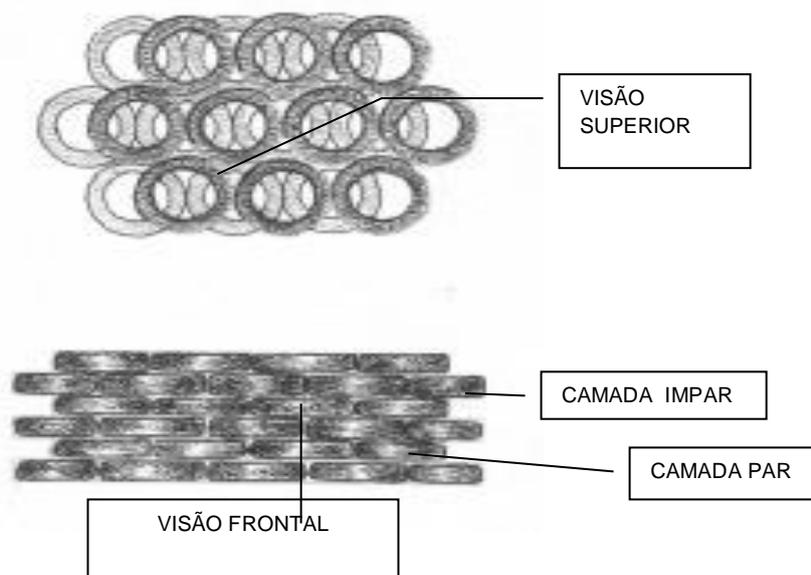
j) A base do muro de pneus deve obedecer à seguinte inequação :
 $B = H/2 + 0,50 \text{ m}$. Para um muro de 4 metros de altura, a base deve ser de no mínimo 2,50 m;

k) A sobrecarga mínima a ser considerada no projeto deve ser de 0,10m, que é uma cobertura do topo do muro com o mesmo material do aterro, para que os pneus da crista não fiquem expostos;

O resultado esperado do procedimento construtivo acima detalhado deve produzir um muro de contenção conforme figura 16.

Figura 27: modelo construtivo





Fonte: estruturas de contenção/UERJ/muro de arrimo/internet/adaptado

15 - PLANILHA DE CUSTOS DO MURO DE PNEUS E SOLO LOCAL

Quadro 2 – Planilha de quantificação e custos

| PLANILHA DE CUSTO DA CONSTRUÇÃO DE MURO DE PNEUS | | | | |
|---|--------------|---------------|---------------|---------------|
| ALTURA DO MURO | 1 metro | 2 metros | 3 metros | 4 metros |
| ORÇAMENTO | | | | |
| MATERIAL E MÃO DE OBRA | QUANT. | QUANT. | QUANT. | QUANT. |
| PNEUS | 21 | 47,00 | 87,00 | 138,00 |
| ARAME | 21 | 47,00 | 87,00 | 138,00 |
| SOLO LOCAL m ³ /PNEU | 0,26 | 0,26 | 0,26 | 0,26 |
| MÃO DE OBRA | 1 | 11,98 | 22,16 | 35,16 |
| TOTAL R\$ | 43,26 | 106,24 | 196,42 | 311,42 |
| preço metro linear/arame 0,50 | 42 | 94,00 | 174,00 | 276,00 |
| pneu : 1,00 | | | | |
| mão de obra: 5,35 | 5,35 | 2,24 | 4,14 | 6,54 |

Fonte: o autor: Marcos Aurélio Botelho Ferreira, set/2013

Quantidade de pneus : Ocorre que a quantidade de pneus obtidas por metro linear e proporcional ao seu diâmetro, ou seja, a quantidade real por metro linear é $1/0,5752$ ou ainda, tem-se um coeficiente que corrige a quantidade por metro por metro linear: 1,74. Portanto a quantidade por metro linear é : 43,5 pneus. Para uma extensão de 25 metros , a quantidade é de : 1.088 pneus/metro linear.

Arame de amarração: com as dimensões do pneu, verifica-se que o gasto é de aproximadamente 4 metros por pneu (duas voltas), ou seja para 525 pneus, a quantidade será de 4.352 metros de arame de amarração para 25m linear de pneus.

16 - RECUPERAÇÃO E ENRIQUECIMENTO DA VEGETAÇÃO MARGINAL.

16.1- Medidas de Proteção – Forma de Isolamento

A área a ser recuperada deverá ser cercada com arame liso para evitar o acesso e pisoteio dos animais (gado) mas permitindo a entrada e saída de animais silvestres e de pessoas.

16.2 - Plano de Recuperação e Revegetação propriamente dito

A área será dividida em dois setores que serão revegetados de formas distintas em função das características diferenciadas de cada um. A seguir descreveremos cada um dos setores e o tipo de revegetação que será executada:

Áreas Planas

Nas áreas planas , serão introduzidas espécies arbóreas e herbáceas com o plantio pelo método convencional, a lanço de um consórcio de sementes de espécies escolhidas e plantio de mudas indicadas pra revegetação da área.

Áreas inclinadas (Taludes)

Os taludes serão revegetados com espécies herbáceas através de plantio a lanço e mudas por serem maneiras mais eficientes e práticas para estas áreas com inclinações mais acentuadas até 1(V):(H)). Serão escolhidas diversas espécies herbáceas formando um consórcio de sementes, resistentes tanto a seca e umidade.

Na fase inicial, deverá ser aproveitado todo solo vegetal, sendo removido e armazenado em pilhas. As pilhas de estoque deverão ser bem drenadas e ter altura aproximada de 1,5 m e largura entre 3 e 4 m. O local para estocagem deve ser plano e as pilhas devem ser protegidas com cobertura morta. Deve ser evitada a compactação deste solo durante os procedimentos de estocagem. Este solo armazenado deve ser utilizado o mais rápido possível para que a qualidade deste seja preservada. Estes procedimentos facilitarão o trabalho de revegetação, pois na presença do horizonte A o estabelecimento da vegetação será bem mais rápido.

A introdução de herbáceas será através de semeadura convencional, a lanço e mudas.

RELAÇÃO DAS ESPÉCIES SUGERIDAS NA COMPOSIÇÃO DO EXTRATO HERBÁCEO.

Figura 28: relação das espécies sugeridas na composição do extrato herbáceo.

| FAMILIA/ESPÉCIE EXÓTICAS CERRADO AO | NOME COMUM | Fotos |
|--|--|--|
| <p><i>Graminae (Poaceae)</i></p> <p><i>Andropogon gayanus</i></p> <p>Tipo de Solo Temperatura Índice de chuva / Ano Consortiação Adubação Profundidade de plantio Hábito de crescimento</p> | <p>Andropogon</p> <p>Cerrado fraco 15 a 35°C 400 a 1.500 mm Calopogônio – Leucena Fosfatada no plantio 0,5 a 1,0 cm Touceira</p> |  |

| | | |
|---|---|--|
| <p><i>Brachiaria decumbens</i></p> <p>Tipo de Solo Temperatura Índice de chuva / Ano Consortiação Adubação Profundidade de plantio Hábito de crescimento</p> | <p>capim braquiária</p> <p>Terras fracas 15 a 35°C 800 a 1.400 mm Calopogônio – Feijão Guandu Fosfatada no plantio 1,0 a 2,0 cm Cespitoso</p> |  |
| <p><i>Brachiaria humidicola</i></p> <p>Tipo de Solo Temperatura Índice de chuva / Ano Consortiação Adubação Profundidade de plantio Hábito de crescimento</p> | <p>Humidicola</p> <p>Baixa fertilidade – Cerrado 15 a 35°C 700 a 2.000 mm Leucena Fosfatada no plantio 1,0 a 2,0 cm Estolonífera</p> |  |
| <p>Melinis multiflora</p> <p>Tipo de Solo Temperatura Índice de chuva / Ano Consortiação Adubação Profundidade de plantio Hábito de crescimento</p> | <p>Capim gordura</p> <p>Baixa fertilidade 18 a 27°C 800 a 4.000 mm Soja Perene – Calopogônio Fosfatada no plantio 0,5 a 1,0 cm Erecto</p> |  |

| | | |
|---|--|--|
| <p><i>Hyparrhenia rufa</i></p> <p>Tipo de Solo Temperatura Índice de chuva / Ano Consortiação Adubação Profundidade de plantio Hábito de crescimento</p> | <p>capim jaraguá</p> <p>Fértil – Acidentado 20 a 30°C 800 a 3.000 mm Soja Perene – Calopogônio Fosfatada no plantio 0,5 a 1,0cm Touceira</p> |  |
| <p><i>Panicum maximum</i></p> <p>Tipo de Solo Temperatura Índice de chuva / Ano Consortiação Adubação Profundidade de plantio Hábito de crescimento</p> <p>Legumionosae (Fabaceae)</p> | <p>Capim colônião</p> <p>Fértil 15 a 35°C 600 a 1.500 mm Soja Perene – Calopogônio Fosfatada no plantio 0,5 a 1,0 cm Touceira</p> |  |
| <p><i>Cajanus cajan</i></p> <p>Tipo de Solo Temperatura Índice de chuva / Ano Consortiação Adubação Profundidade de plantio Hábito de crescimento</p> | <p>feijão guandu</p> <p>Fraco 20 a 35°C 500 a 2.000 mm Brachiárias e Panicuns Fosfatada no plantio 2,0 a 3,0 cm Arbustivo</p> |  |

| | | |
|--|--|--|
| <p><i>Canavalia ensiformis</i></p> <p>Tipo de Solo Temperatura Índice de chuva / Ano Consortiação Adubação Profundidade de plantio Hábito de crescimento</p> | <p>feijão de porco</p> <p>Baixa fertilidade 15 a 30°C 600 a 2.000 mm Com gramíneas Fosfatada no plantio 2,0 a 3,0 cm Ereto</p> |  |
| <p><i>Crotalaria spp</i></p> <p>Tipo de Solo Temperatura Índice de chuva / Ano Consortiação Adubação Profundidade de plantio Hábito de crescimento</p> | <p>crotalaria</p> <p>Médio 15 a 35° C 900 a 1.500 mm Com culturas perenes Fosfatada no plantio 2,0 cm Arbustivo</p> |  |
| <p><i>Dolichos lablab</i></p> <p>Tipo de Solo Temperatura Índice de chuva / Ano Consortiação Adubação Profundidade de plantio Hábito de crescimento</p> | <p>labe-labe</p> <p>Fraco 20 a 30°C 800 a 1.500 mm Milho – Sorgo Fosfatada no plantio 2,0 a 3,0 cm Rasteiro – Trepador</p> |  |

| | | |
|--|---|--|
| <i>Mucuna aterrima</i> | mucuna preta |  |
| Tipo de Solo Temperatura Índice de chuva / Ano Consorciação Adubação Profundidade de plantio Hábito de crescimento | Todos 20 a 35°C 700 a 1.500 mm Colonião, jaraguá e braquiária Fosfatada no plantio 4,0 a 6,0 cm Rasteiro e Trepador | |

| | | |
|--|--|---|
| <i>Stylosanthes spp</i> | estilosante |  |
| Tipo de Solo Temperatura Índice de chuva / Ano Consorciação Adubação Profundidade de plantio Hábito de crescimento | Baixa fertilidade 15 a 35°C 800 a 2.000 mm Capim gordura, setária e andropogon Fosfatada no plantio 1,0 a 2,0 cm Ereto | |

Fontes: Galetti (1973), Vilela et al. (2002) e informações não publicadas/adaptado/Recuperação de áreas degradadas pela mineração no Cerrado /Manual para revegetação/Rodrigo Studart Corrêa /2007 / acesso 11/11/2013

FONTE FOTOS: obtidas no site:<http://www.google.com>/acesso: 12/11/2013

17- ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA O PLANTIO

a) Escarificação do Solo

A superfície do solo será escarificada com enxadão, ancinho ou ferramenta similar nos taludes. Esta escarificação visa aumentar a rugosidade e promover a descompactação da superfície do “solo”.

b) Correção da Acidez do Solo

Deverá ser incorporado calcário dolomítico à camada superior de solo da área (10 cm) para que o pH do solo seja elevado para uma faixa entre 6 e 6,5. estima-se a quantidade de 1,5 kg de calcário por m². A incorporação do calcário deve ser efetuada 20 a 30 dias antes do plantio das sementes.

c) Adubação do Solo nas Áreas Planas

Para aumentar a retenção de umidade, será feita adubação orgânica com o emprego de esterco bovino curtido. A adubação mineral será feita através de adubo mineral tipo NPK, na formulação 10:10:10 numa dosagem de 120 g/m². Este adubo será distribuído também à lanço sobre a superfície após a escarificação do solo.

d) Semeadura das Herbáceas a Lanço

O plantio deve ser feito em época de chuvas regulares, de preferência no outono ou início da primavera evitando época de chuvas torrenciais. Após o preparo do solo serão semeadas de forma convencional, a lanço, um coquetel de sementes das espécies indicadas.

As sementes deverão ser distribuídas numa proporção de 5 g/m². Uma forma de se obter sementes de herbáceas é coletar material proveniente de roçada em beira de estradas ou pastagens que contenha grande quantidade de ciperáceas e ervas “daninhas”. Este material riquíssimo em sementes deve ser espalhado na área após o preparo do “solo” promovendo assim o aparecimento de espécies bem rústicas. Logo após a semeadura, o local deverá ser abundantemente irrigado, para promover a germinação.

17.1 Espécies de Árvores Indicadas para o Plantio

No quadro abaixo são apresentadas as espécies nativas indicadas para a recuperação de matas ciliares, com os respectivos nomes vulgares, o grupo ecológico a que pertencem e a tolerância à umidade do solo.

Foram incluídas na lista aquelas espécies que aparecem em destaque na maioria dos estudos fitossociológicos em matas ciliares, e as que a experimentação científica tem comprovado sua capacidade para recuperar estas áreas.

Espécies arbustivo-arbóreas, recomendadas para recuperação de matas ciliares:

G.E. = grupo ecológico: P = pioneira; NP = não pioneira; Si = secundária inicial. Quanto a indicação: A = áreas encharcadas permanentemente; B = áreas com inundação temporária; C = áreas bem drenadas, não alagáveis.

Quadro 3 – ESPÉCIES INDICADAS PARA O PLANTIO NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO PROJETO

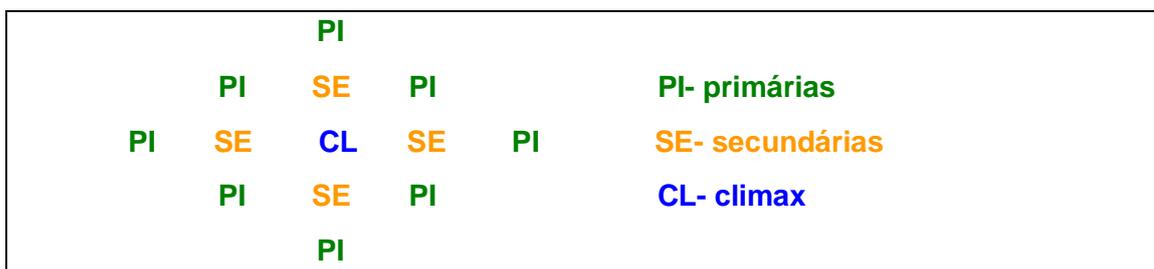
| Nome Científico | Nome Vulgar | G.E. | Indicação |
|--|--------------------------|--------|-----------|
| <i>Acacia polyphylla</i> DC. | angico-branco | P | B, C |
| <i>Amaioua guianensis</i> Aublet | marmelada | NP | C |
| <i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.) Brenan | angico vermelho | P (Si) | C |
| <i>Annona cacans</i> Warm. | araticum, araticum cagão | NP | B, C |
| <i>Aspidosperma cylindrocarpum</i> Müell Arg. | peroba poca | NP | B, C |
| <i>Astronium graveolens</i> Jacq. | guaritá, quebra-machado | P (Si) | C |
| <i>Bauhinia forficata</i> Link. | unha-de-vaca | P (Si) | B, C |
| <i>Brossimum gaudichaudii</i> Trécul. | mamica-de-cadela | NP | B |
| <i>Calophyllum brasiliensis</i> Camb. | guanandi, landi | NP | A, B |
| <i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) O. Kuntze. | jequitibá branco | NP | C |
| <i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze. | jequitibá rosa | NP | C |
| <i>Cassia ferruginea</i> Schard. ex DC. | canafístula | P (Si) | B, C |
| <i>Cecropia hololeuca</i> Miq. | embaúba branca | P | B, C |
| <i>Cecropia pachystachya</i> Trécul. | embaúba | P | A, B |
| <i>Cedrela odorata</i> Ruiz & Pav. | cedro do brejo | NP | A, B |

| | | | |
|--|------------------------------------|--------|---------|
| <i>Chorisia speciosa</i> St. Hil. | paineira | P (Si) | B, C |
| <i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichl.) Engl. | guatambú de leite | P (Si) | B, C |
| <i>Cordia trichotoma</i> Vell. ex Steud. | louro-pardo, canela-batata | P (Si) | C |
| <i>Croton florinbundus</i> Spreng. | capixingui | P | C |
| <i>Croton urucurana</i> Baill. | sangra d'água, aldrago | P | A, B |
| <i>Duguetia lanceolata</i> St. Hil. | pindaíba, biribá | NP | C |
| <i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng.) J. F. Macb. | canela do brejo | NP | A, B |
| <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morang | tamboril, orelha-de-negro | P (Si) | B, C |
| <i>Ficus citrifolia</i> Willd. | figueira | P (Si) | B |
| <i>Ficus guaranitica</i> Schodat | figueira, figueira branca | P (Si) | B |
| <i>Ficus insipida</i> Willd. | figueira branca | P (Si) | A, B |
| <i>Gallesia intergrifolia</i> (Spreng.) Harms | pau d'alho | P (Si) | B, C |
| <i>Genipa americana</i> L. | genipapo | NP | A, B |
| <i>Guatteria nigrescens</i> Mart. | pindaíba-preta, araticum-seco | NP | C |
| <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. | Chico magro | P | C |
| <i>Hymenaea coubaril</i> L. | jatobá | NP | B, C |
| <i>Inga affinis</i> DC | ingá, ingá-doce | P (Si) | A, B |
| <i>Inga fagifolia</i> Willd. | ingá, ingá-feijão | P (Si) | A, B |
| <i>Inga luschnatiana</i> Benth. | ingá | P (Si) | A, B, C |
| <i>Inga marginata</i> Willd. | ingá | P (Si) | A, B |
| <i>Inga uruguensis</i> Hook. et Arn. | ingá | P (Si) | A, B |
| <i>Inga vera</i> Willd. | ingá | P (Si) | A, B |
| <i>Jacaranda macrantha</i> Cham. | caroba-do-mato | P (Si) | A, B |
| <i>Lithraea molleoides</i> Engl. | aroeira brava | P (Si) | B |
| <i>Luehea divaricata</i> Mart. | açoita-cavalo | P (Si) | B, C |
| <i>Luhea grandiflora</i> Mart. & Zucc. | açoita-cavalo | P (Si) | C |
| <i>Machaerium aculeatum</i> Raddi | bico-de-pato, jacarandá-de-espinho | P (Si) | B, C |
| <i>Machaerium nictitans</i> (Vel.) Benth. | bico-de-pato, jacarandá-ferro | P (Si) | B, C |
| <i>Maclura tinctoria</i> (L.) Don ex Steud. | amoreira | P (Si) | B, C |
| <i>Myrciaria trunciflora</i> Berg. | jabuticabeira | NP | C |
| <i>Nectandra lanceolata</i> Ness | canela-do-brejo | NP | A, B |
| <i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez | canelinha, canela-preta | NP | C |
| <i>Nectandra rigida</i> (H. B. K.) Ness | canela-amarela, canela-ferrugem | NP | B, C |

| | | | |
|---|---------------------------------------|--------|------|
| <i>Ocotea beaulahie</i> Baitello | canela | NP | B, C |
| <i>Peltophorum dubium</i> (Spreng) Taub. | angico-cangalha, canafístula | P (Si) | C |
| <i>Persea pyrifolia</i> Ness. & Mart. ex Ness. | maçaranduba | NP | C |
| <i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) Macbr. | pau-jacaré | P (Si) | C |
| <i>Piptocarpha macropoda</i> Baker | pau-de-fumo, vassoura- preta | P | C |
| <i>Platyciamus regnelli</i> Benth. | pau-pereira, cataguá | NP | C |
| <i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) March | amescla, almíscega, breu- vermelho | P (Si) | |
| <i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb. | pessegueiro-bravo | NP | A, B |
| <i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) A. Rob. | embiruçu | P | B, C |
| <i>Psidium guajava</i> L. | goiabeira | P | B, C |
| <i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi | aroeirinha, aroeira- pimenteira | P | A, B |
| <i>Schyzolobium parahyba</i> (Vell.) Blake | ficheira, guapuruvu | P | B, C |
| <i>Seguieria floribunda</i> Benth. | limão bravo | P (Si) | C |
| <i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glass. | jerivá, coquinho babão | P (Si) | B, C |
| <i>Tabebuia chysotricha</i> (Mart. ex DC.) Stanley | ipê-tabaco | P (Si) | C |
| <i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart.) Standley | ipê-roxo | P (Si) | B, C |
| <i>Tabebuia umbelata</i> (Sound.) Sand. | ipê-amarelo-do-brejo | P (Si) | A, B |
| <i>Talauma ovata</i> St. Hil. | pinha-do-brejo | NP | A |
| <i>Tapirira guianensis</i> Aubl. | peito-de-pomba, pau- pombo | P (Si) | A, B |
| <i>Terminalia triflora</i> Griseb | pau-de-lança, amarelinho | NP | A, B |
| <i>Trema micrantha</i> Blume | crindiúva, trema | P | C |
| <i>Trichilia catingua</i> A. Juss. | catiguá | NP | C |
| <i>Vitex montevidensis</i> Cham. | tarumá | NP | A, B |
| <i>Xylopia aromatica</i> Baill. | pimenteira, pindaíba | P (Si) | C |
| <i>Xylopia brasiliensis</i> (L.) Spreng. | pindaíba, asa-de-barata | NP | B, C |
| <i>Xylopia emarginata</i> Mart. | pindaíba-d'água | P (Si) | A, B |
| <i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam. | mamica de porca | P (Si) | C |
| <i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Burn. | ipê-felpudo, bolsa-de-pastor | P (Si) | C |

Fonte: Fontes: Corrêa & Cardoso (1998), Leite et al. (1994), Barbosa et al. (2002) e dados primários do autor/adaptado

LAY-OUT DE PLANTIO (disposição das Mudas)



18 – RESULTADOS ESPERADOS AO FINAL DO PROJETO

O hipotético projeto de contenção busca a eliminação e contenção do processo erosivo, com uso do material inerte (pneus) proteção da faixa marginal com o plantio de espécies vegetais melhorando a proteção do solo dos impactos da chuva, das ações dos raios solares, aumentando o teor de matéria orgânica e a capacidade de retenção de água, e reforçando o solo pelo sistema radicular.

A combinação do uso de pneus como material inerte e o uso de plantas funcionam de forma integrada e complementar prevenindo e evitando falhas no talude, aumentando a estabilidade ao longo do tempo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do conhecimento e características do local aliada as condições físicas e edáficas do solo, conclui-se que as técnicas de contenção de erosão podem ser as mais diversas possíveis. Entretanto, neste caso específico, é fundamental o emprego de alternativas de baixa complexidade e baixo custo visando a contenção e estabilização da margem do rio. Isso porque a mão de obra a ser empregada será local, da própria comunidade ribeirinha. Também, deve se considerar que qualquer outra técnica oneraria bastante o custo da obra, devido a dificuldade de acesso de máquinas e equipamentos, materiais de construção e necessidade de mão de obra especializada.

Diante das condições peculiares do local, propomos a contenção da erosão marginal, com a construção de um muro de arrimo utilizando como material inerte, pneus e solo local e posteriormente o revestimento vegetal com gramíneas, plantas herbáceas e árvores nativas adaptadas as características do local e sazonalidade do rio (cheia e seca), proporcionando maior estabilidade do material e do solo, melhorando e aumentando a eficiência da técnica de estabilização e contenção empírica já observadas pontualmente ao longo do baixo curso do rio Cuiabá. Entretanto é fundamental o monitoramento específico do local do projeto de intervenção, pelo menos até ao estabelecimento da vegetação, pois não encontramos na literatura consultada, métodos construtivos e critérios de avaliação que garantam e atestam os resultados obtidos no uso desta técnica empírica de bioengenharia.

REFERÊNCIAS

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

AZEVEDO, A. A., SIQUEIRA, A. G., GARCIA, W. **Procedimentos metodológicos adotados para implantação do programa de monitoramento das encostas marginais do reservatório de Porto Primavera – Rio Paraná**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 10., 2002, Ouro Preto. Anais... São Paulo: ABGE, 2002. CD-ROM.

BERTONI, J. e LOMBARDI, N.F. **Conservação do solo**, Editora Ícone. São Paulo, SP, 1990.

BRIGHETTI, G.; MARTINS, J. R. S. **Estabilização e proteção de margens**. São Paulo: USP/POLI, 2001. Disponível em: <<http://www.fcth.br/public/cursos/phd5023/Protecao.pdf>>. Acesso em: 09/2013.

CAPPI, Dauton Marcelo. **Recuperação Ambiental de Áreas Erodidas como Alternativa de Destino Final de Pneus Inservíveis**. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ, Universidade de São Paulo – USP, Piracicaba, 2004.

CEMPRE – COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. **Ficha Técnica:Pneus**. São Paulo, 2004.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO. **Usina Hidrelétrica de Porto Primavera**. Disponível em: <<http://www.cesp.com.br>>. Acesso em 09/2013.

DURLO, M. A; SUTILI, F. J. **Bioengenharia: manejo biotécnico de cursos de água**. Porto Alegre: Edições EST, 2005. 189p.

ENGEORPS. **Reservatório de Porto Primavera: erosão das margens do reservatório entre Panorama e Paulicéia.** São Paulo: Engecorps, 2000. (Relatório nº 384-CSP-UPP-RT-E00/00).

FORNASARI FILHO, N. (Coord.) et al. **Alterações no meio físico decorrentes de obras de engenharia.** São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1992.

MENEZES, S.M. **Geotecnia aplicada a projetos: estruturas de contenção em taludes.** Lavras:UFLA/FAEPE, 2002.

SIEIRA, Ana Cristina Castro Fontenla. **Análise do comportamento de um muro de contenção utilizando pneus.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-RJ, Rio de Janeiro, 1998.

SIEIRA, A.C.C.F. (1998) – “**Análise do Comportamento de um Muro de Contenção Utilizando Pneus**”. Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil, PUC-Rio, Brasil, 110p.

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, p.570-575, abr. 2008. Disponível em: <<http://www.agriambi.com.br/revista/v12n6/570.pdf>>. Acesso em: 12 jun. 2013.

INFANTI JUNIOR.; N.; FORNASARI FILHO, N. **Processos de dinâmica superficial:** In: OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. (Ed.). Geologia de engenharia. São Paulo: ABGE, 1998. Cap. 9, p.131-152.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Implantação e desempenho das obras de contenção dos escorregamentos nas encostas marginais do reservatório Paraibuna-Paraitinga.** São Paulo: IPT/DMGA, 1985. 55p. (Relatório Técnico no 21.528).

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO.
Monitoramento das encostas marginais do reservatório da barragem de Porto Primavera. Relatório Parcial: Caracterização geológico-geomorfológica da área de interesse. São Paulo: IPT/Digeo, 2001a. 17p. (Relatório Técnico no 49.458).

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO.
Encostas marginais do reservatório de Porto Primavera – Implantação do Programa de Monitoramento. São Paulo: IPT/Digeo, 2001b. 35p (Relatório Técnico no 51.195).

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO.
Monitoramento das encostas marginais do reservatório da barragem de Porto Primavera: análise da evolução dos processos erosivos cinco anos após a elevação do nível d'água para a cota 257. São Paulo: IPT/Digeo, 2006. 99p.

Metodologia de reabilitação fluvial integrada [Texto policopiado] : **o caso do rio Estorões na paisagem protegida das lagoas de Bertandos e S. Pedro d'Arcos** / Daniel Gustavo Moreira Oliveira ; orient. Rui Manuel Vitor Cortes. Vila Real : [s.n.], 2006.

PEREIRA, A. R. **Como selecionar plantas para áreas degradadas e controle de erosão.** 2. ed. Belo Horizonte: Fapi, 2008. 239 p.

ROCHA, I. P. **Controle da erosão marginal no Baixo São Francisco: uso da bioengenharia de solos associada à recuperação da vegetação ciliar.** São Cristóvão, SE, 2006. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Florestal) - Departamento de Engenharia Agrônômica, Universidade Federal de Sergipe, Aracaju, 2006.