

AVALIAÇÃO DA EROSIÃO NA MARGEM DIREITA DO RIO PARAGUAI A JUSANTE DA PRAIA DO JULIÃO MUNICÍPIO DE CACERES-MT

EROSION EVALUATION IN PARAGUAY RIVER RIGHT BANK DOWNSTREAM OF THE BEACH OF JULIÃO CÁCERES CITY-MT

Aguinaldo Silva

Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente, UNESP - Campus de Rio Claro Avenida 24-A, 1515 – Bela Vista.
CEP 13506-900. Rio Claro-SP.
aguinald_silva@yahoo.com.br

Célia Alves de Souza

Profª Assistente no Departamento de Geografia da Universidade do Estado de Mato Grosso
revistadegeografia@unemat.br

Hiran Zani

Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente, UNESP - Campus de Rio Claro Avenida 24-A, 1515 – Bela Vista.
CEP 13506-900. Rio Claro-SP. hiran@zani.com.br

Davi Rezende de Freitas

Geógrafo davi_dfreitas@hotmail.com

RESUMO

A bacia do rio Paraguai vem sendo alvo de intensa ocupação nos últimos anos e seu canal tem passado por modificações em sua dinâmica. O estudo teve como objetivo verificar a dinâmica da margem, pelo monitoramento da erosão da margem direita do rio Paraguai, a jusante da praia do Julião, próximo da rodovia BR 174. A área de estudo encontra-se no município de Cáceres, no Estado de Mato Grosso, localizado nas coordenadas: 16°04'2.10" – 16°04'10" latitude sul e 57°42'24" e 57°42'18" de longitude oeste. Adotaram-se os seguintes procedimentos metodológicos: análise espacial das feições morfológicas das margens, monitoramento por meio de estacas da erosão marginal e quantificação da erosão. Nos resultados discutiu-se a dinâmica das águas (vazão e oscilação ao nível da água), as características das margens e evolução da erosão marginal.

Palavras-chave: Dinâmica Fluvial; erosão marginal; rio Paraguai, Cáceres (MT).

ABSTRACT

The basin of the Paraguay River comes in recent years being of intense occupation and its canal has suffered modifications in its dynamics. The objective of the study was to verify the dynamics of the bank, through the measurements of the erosion of the right bank of the Paraguay River, downstream the Julião's beach, next to highway BR 174. The studied area was in Cáceres city, in Mato Grosso State, located in the coordinates: 16°04'2.10" – 16°04'10" S and 57°42'24" and 57°42'18" W. It was adopted the following methodological procedures: space analysis of the morphologic aspect of the bank, measurements through props of the lateral erosion and quantification of the erosion. In the results, the water dynamics (outflow and oscillation in the water level), the characteristics and the evolution of the bank erosion was discussed.

Keywords: Fluvial dynamics; bank erosion; Paraguay River; Cáceres city (MT).

1. INTRODUÇÃO

O rio Paraguai nasce no Planalto Central do Brasil. Correndo de norte para sul, numa extensão de 2.612km, o rio deságua suas águas no rio Paraná na altura da cidade de Corrientes, na Argentina, sendo 1.683km no Brasil. Sua bacia hidrográfica tem uma área total de 1.095.000 km², abrangendo terras do Centro-Oeste do Brasil (estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul), da Bolívia, Paraguai e Argentina (Ana, 2004).

A bacia do Alto Paraguai, possui cerca de 600.000km², sendo no Brasil 362.376km². Com limite sul na divisa Brasil/Paraguai (rio Apa), tendo a maior parte de sua área no Brasil e abrangendo todo o Pantanal Mato-grossense, a bacia é ainda pouco conhecida do ponto de vista do meio físico, especialmente no que concerne à sua geomorfologia fluvial.

A maior parte dos trabalhos realizados apresentam abordagem regional, como é o caso dos levantamentos das folhas Cuiabá (SD.21) e Corumbá (SE.21) realizados pelo RADAMBRASIL (1982 a,b). Neste aspecto, merece destaque como importante fonte de dados os resultados do Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai - Pantanal (PCBAP, 1997), que teve como objetivo a realização de levantamentos das características físicas e biológicas, dos recursos naturais e das áreas de risco na bacia do Alto Paraguai.

O único trabalho que abordou a geomorfologia do rio foi o de Souza (2004), que realizou um estudo do canal fluvial, no segmento entre Cáceres e a Estação Ecológica Taiamã, abordando a dinâmica do corredor fluvial. E recentemente Silva (2006, 2007) desenvolveu pesquisa sobre padrões de canal do rio Paraguai, entre a foz do rio Cabaçal e o Morro Pelado, no município de Cáceres-MT.

O rio Paraguai na região de Cáceres-MT é caracterizado por um segmento em que o canal e a planície fluvial estão bem definidos, enquanto que o restante do curso desenvolve-se na área do Pantanal.

Schumm (*apud* Knighthon, 1998) afirma que “o sistema fluvial pode ser considerado como qualquer sistema físico ou histórico”. O primeiro enfoca o funcionamento do sistema, normalmente por curtos intervalos de tempo, enquanto o segundo age mais diretamente como tendências evolutivas. Significa que as mudanças que se processam no sistema ocorrem ao longo de variações da escala temporal. Podemos assim concluir, que o sistema fluvial é um sistema físico com uma história.

A importância ambiental do sistema, as modificações que a bacia vem sofrendo, a escassez de informação a respeito das características do rio justificam a necessidade da realização de estudos que permitam um adequado conhecimento, para subsidiar o planejamento para um desenvolvimento sustentado.

Por essas razões o objetivo desse trabalho foi verificar a dinâmica da margem, através da avaliação da erosão da margem direita do rio Paraguai, localizado a jusante da praia do Julião, região próxima à rodovia BR174, que liga Cáceres a região oeste do Estado e parte da região norte.

A área estudada está situada na região de Cáceres, Estado de Mato Grosso e compreende a área localizada na margem direita do rio Paraguai, próximo à Praia do Julião, entre as seguintes coordenadas: 16°04'2.10" - 16°04'10" latitude sul e 57°42'24" e 57°42'18" de longitude oeste (Figura 1).

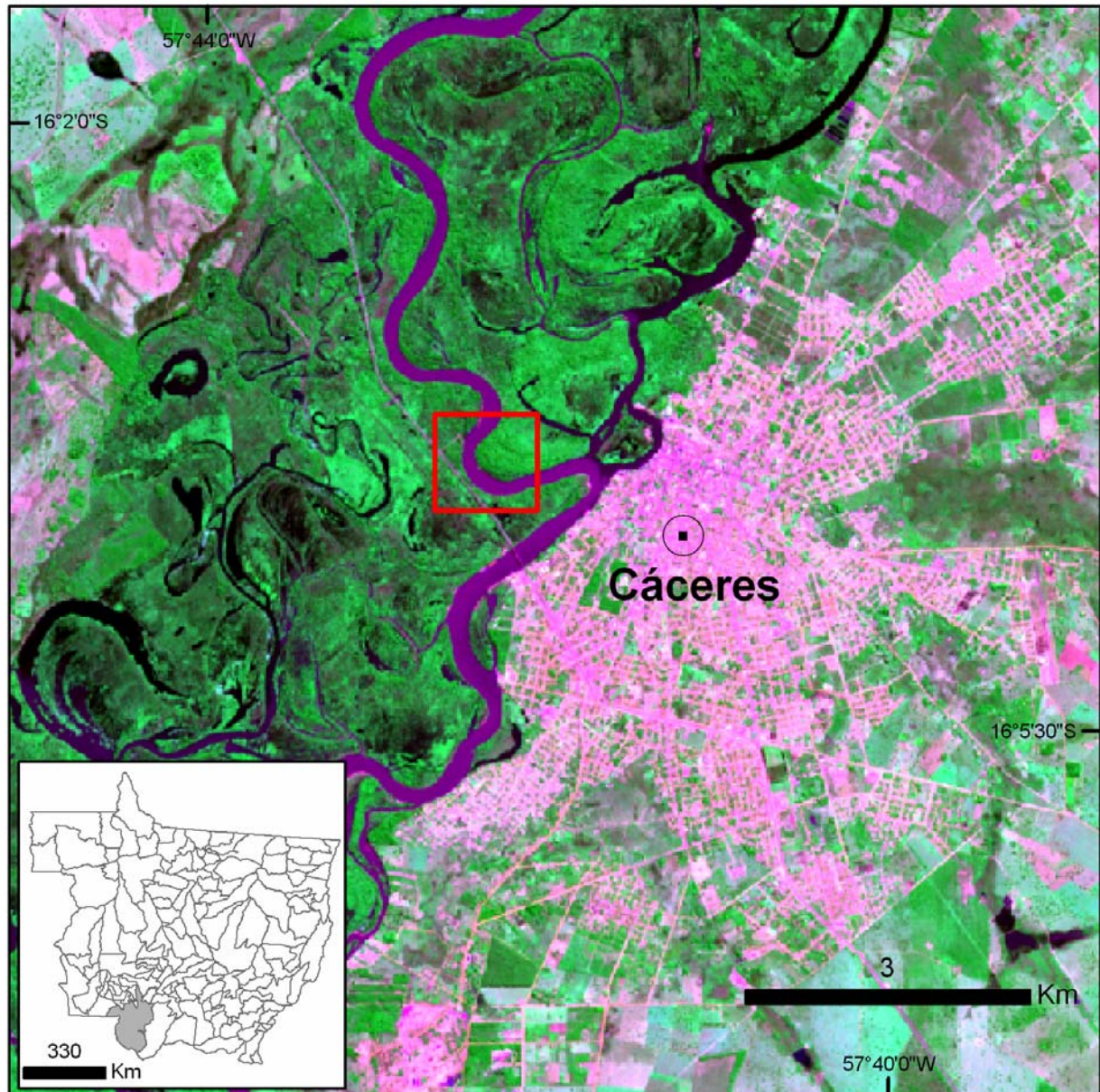


Figura 1- Localização da área do estudo (quadro vermelho) no município de Cáceres. Composição colorida do sensor ASTER R2B3G1 – 2006/05/13.

O clima da região de Cáceres caracteriza-se como Tropical com duas estações bem definidas (seca no inverno e úmida no verão), com temperatura média anual de 25° C. A precipitação média anual é de 1.323 mm e na bacia de 1.396 mm/ano (Ana, 2004). O período de janeiro a março é o mais úmido, com média histórica mensal de 200,83 mm e o período entre setembro e outubro é o de maior índice de radiação solar, com temperatura média mensal de 25,1°C e 27,1°C e de mais baixa precipitação, com média de 51,55 mm e 82,15 mm.

A área delimitada para estudo abrange o canal fluvial e parte da planície do rio Paraguai. A localização da pesquisa faz parte de um conjunto que constitui um complexo sistema, condicionado pela vasta planície sedimentar com inundações periódicas, topografia plana, cotas variando de 90 a 120 metros de altitude.

O curso do rio Paraguai em sua extensão no município de Cáceres foi compartimentado, de montante para jusante, em quatro segmentos: I (da foz do rio Sepotuba até a foz do rio Jauru), II (da foz do rio

Jauru até a Baía das Éguas), III (da Baía das Éguas até a proximidade do Castelo de Areia) e IV (a partir da localidade conhecida como Castelo de Areia até o porto Conceição). Tais segmentos apresentam distintas características geomorfológicas, expressadas em termos de diferentes elementos morfológicos e de processos fluviais atuantes (Silva, 2006).

A área delimitada para estudo está localizada no compartimento I, onde o mesmo apresenta uma extensão de 71 km. Neste compartimento a largura média da planície de inundação é de 1700m, o canal com 150m de largura média e sinuosidade de 2,2. Neste segmento o rio apresenta barras em pontal e lagoas em meandros abandonados (Silva, 2006).

2. PROCEDIMENTOS

A unidade de análise adotada para este projeto é a margem direita do canal e a planície de inundação, no trecho localizado à jusante da praia do Julião, conforme figura 1.

A partir destes aspectos adotaram-se os seguintes aspectos metodológicos:

a) - Análise espacial das feições morfológicas das margens. A análise das feições que caracterizam o ambiente da área do estudo desenvolveu-se as seguintes etapas: levantamento bibliográfico e processamento das imagens do satélite Landsat TM 5, período seco do ano de 2005.

b) - O método dos pinos foi, amplamente, revisado pelos pesquisadores Wolman (1959), Leopold et al. (1966), Knighton (1973), Fernandez (1990), Cunha (1996) dentre outros. Foi adaptado, no Brasil, por Fernandez (1990) para rios tropicais.

O monitoramento através de estacas é uma das alternativas mais usadas na medição da erosão marginal. Consiste na colocação de estacas de 1 a 1,5m de altura, georreferenciadas com GPS (Global Position System), em alguns pontos localizados próximos à margem a ser monitorada, sendo o recuo medido pela diferença da distância entre a estaca e a margem, por isso se fez necessário um rigoroso monitoramento mensal a partir da fixação das estacas. Foram colocadas 32 estacas variando a distância entre elas em virtude das características da área e pelo fato da movimentação de pescadores que transitam pela área (Figura 2).



Figura 2- Estaca fixada na margem direita do rio Paraguai

c) - As medições foram mensais, a partir do mês de janeiro de 2006, sendo monitoradas até o mês de julho de 2006.

No mês em que foram colocadas as estacas, o rio já estava no seu período de cheia, em virtude disso não foi possível colocar os pinos de erosão. Devido a esse fator a taxa de recuo da margem foi feito somente com referência à diminuição da distância entre a margem e a estaca.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 DINÂMICA DAS ÁGUAS

O canal fluvial pode ser caracterizado por variáveis morfológicas e dinâmicas. O regime de débitos, a potência da corrente, o gradiente hidráulico, a velocidade de fluxo, o transporte de sedimentos, e a mobilidade do canal são variáveis dinâmicas, enquanto o gradiente do leito, a sinuosidade, a forma da seção transversal, a largura, a profundidade, a tipologia das barras, e as características da planície de inundação são variáveis morfológicas.

A variabilidade representada pela dinâmica de águas baixas e altas tem como causa a combinação de diversos elementos da bacia hidrográfica ou fatores que ocorrem na mesma, tais como: condições de precipitação; evapotranspiração; radiação solar; geologia; geomorfologia (declividade, comprimento da vertente); solos; cobertura vegetal; uso do solo, e ação antrópica (Tucci, 2002), além da forma da bacia, de acordo com Villela e Mattos (1975).

No município de Cáceres, localizado próximo à área estudada, está localizada a Estação Fluviométrica de Cáceres. A partir dos dados disponíveis foi possível obter a média mensal de vazão referente ao período de 2000 a 2005.

Analisando os dados de vazão média mensal de 2000 a 2005, observa-se que nos os maiores valores de vazão acontecem entre os meses de janeiro a março, porém registra-se o maior índice de vazão no mês de março (Figura 3).

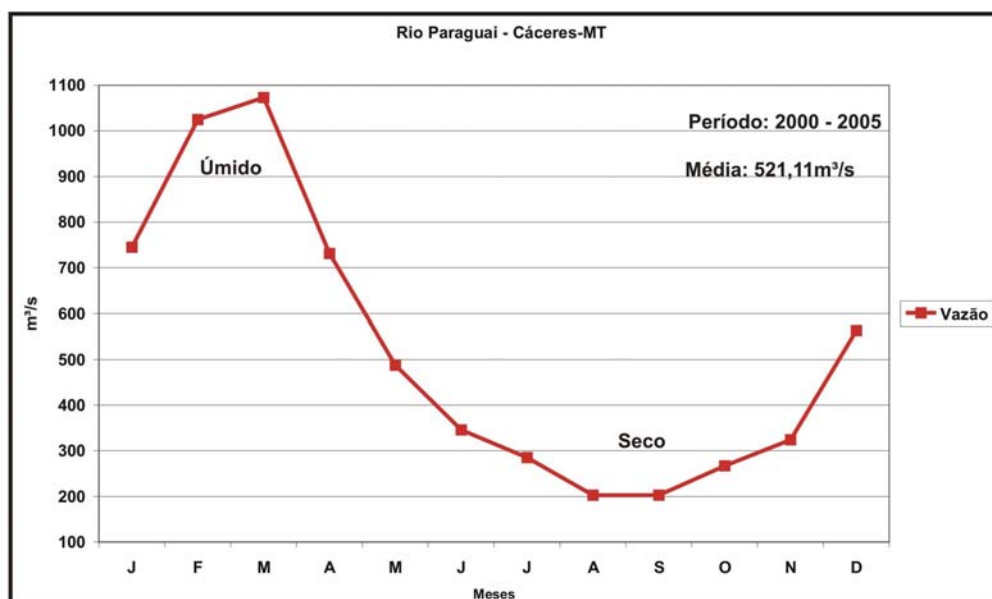


Figura 3- Vazão média mensal Estação Cáceres período de 2000 – 2005 (ANA)

A variação de nível do rio depende das características da seção transversal onde ela é monitorada. A amplitude da variação de nível possui uma grande importância geomorfológica, pois ela está associada à área de inundação na planície, ao deslocamento de determinadas formas de leito, e à construção de diques marginais, conforme discutido por Comunello (2001), Meurer (2004), e Souza Filho e Stevaux (1997 2004).

O índice de vazão em 2005 na estação de Cáceres, variou entre 250 a 1.270 m³/. Vazão mínima registrada foram no mês de julho, sendo os maiores índices de vazão registrados no período de março a maio. O gráfico mostra que na proporção que aumenta o nível de água no rio, aumentou também a vazão (Figura 4).

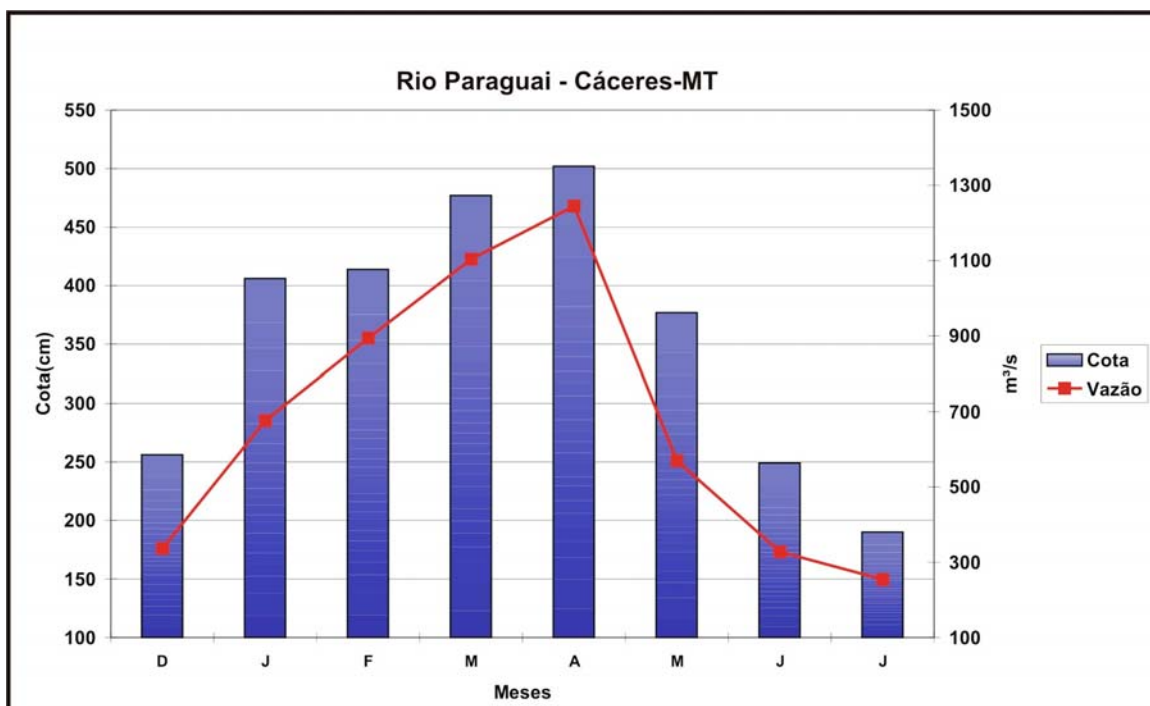


Figura 4- Cotas e Vazão média mensal Estação Cáceres período dezembro de 2005 a Julho de 2006 (ANA).

Durante o período úmido a velocidade de fluxo é menor do que no período seco. Este fato pode ser interpretado da seguinte forma: no período úmido a água do canal se espalha pela planície ocorrendo com isso a diminuição da velocidade. Durante o período em que a água volta para dentro do canal a velocidade aumenta, ocorrendo com isso aumento da erosão marginal, sendo que a velocidade de fluxo é o fator mais importante para que ocorra a erosão marginal (Tabela 1).

Tabela 1- Dados hidrológicos do rio Paraguai tomados na área de estudo durante período úmido/seco (fonte: Silva 2006)

| Data | Profundidade (m) | Vazão M ³ /s | Velocidade m/s |
|------------|------------------|-------------------------|----------------|
| 05/03/2006 | 7 | 582,75 | 0,15 |
| 08/09/2006 | 3 | 163,44 | 0,22 |

3.2 CARACTERÍSTICAS DAS MARGENS

Na área do estudo pode ser observada a presença de diques marginais descontínuos, arenosos e quando bem desenvolvidos chegam a meio metro acima do nível médio das águas. As margens são constituídas por lentes areno-argilosas intercalados por camadas de areia e argila interestratificadas que freqüentemente estão encobertas por depósitos lenticulares de areia como o da figura 5.



Figura 5- Dique marginal localizado na área de pesquisa (Fonte Silva, 2006)

No rio Paraguai, no segmento em que está localizado a área de pesquisa pode ser observado a partir de imagem de satélite uma planície bem desenvolvida com a presença de lagos em meandros abandonados e a presença de barras em pontal no canal, características de um sistema fluvial meandrante (Figura 6).

3.3 DINÂMICA DA MARGEM

Em relação à margem do rio, observa-se que em alguns trechos o barranco é mais vulnerável à ação da força da água. O monitoramento permitiu diagnosticar esses trechos, devido à variabilidade das taxas de erosão, mostrando assim a diferença entre os segmentos.

A erosão fluvial pode ocorrer no leito, nas margens, ou nas cabeceiras dos rios. A erosão do leito é denominada erosão vertical e a das margens erosão marginal (“lateral erosion”) de acordo com Tuysuz (2005). O mesmo autor destaca que a erosão fluvial pode ser efetuada pela corrasão, pela ação hidráulica da água, e pelo atrito dos materiais em transporte.

Para Hooke (1979), a evolução da erosão marginal acontece em curto período de tempo,

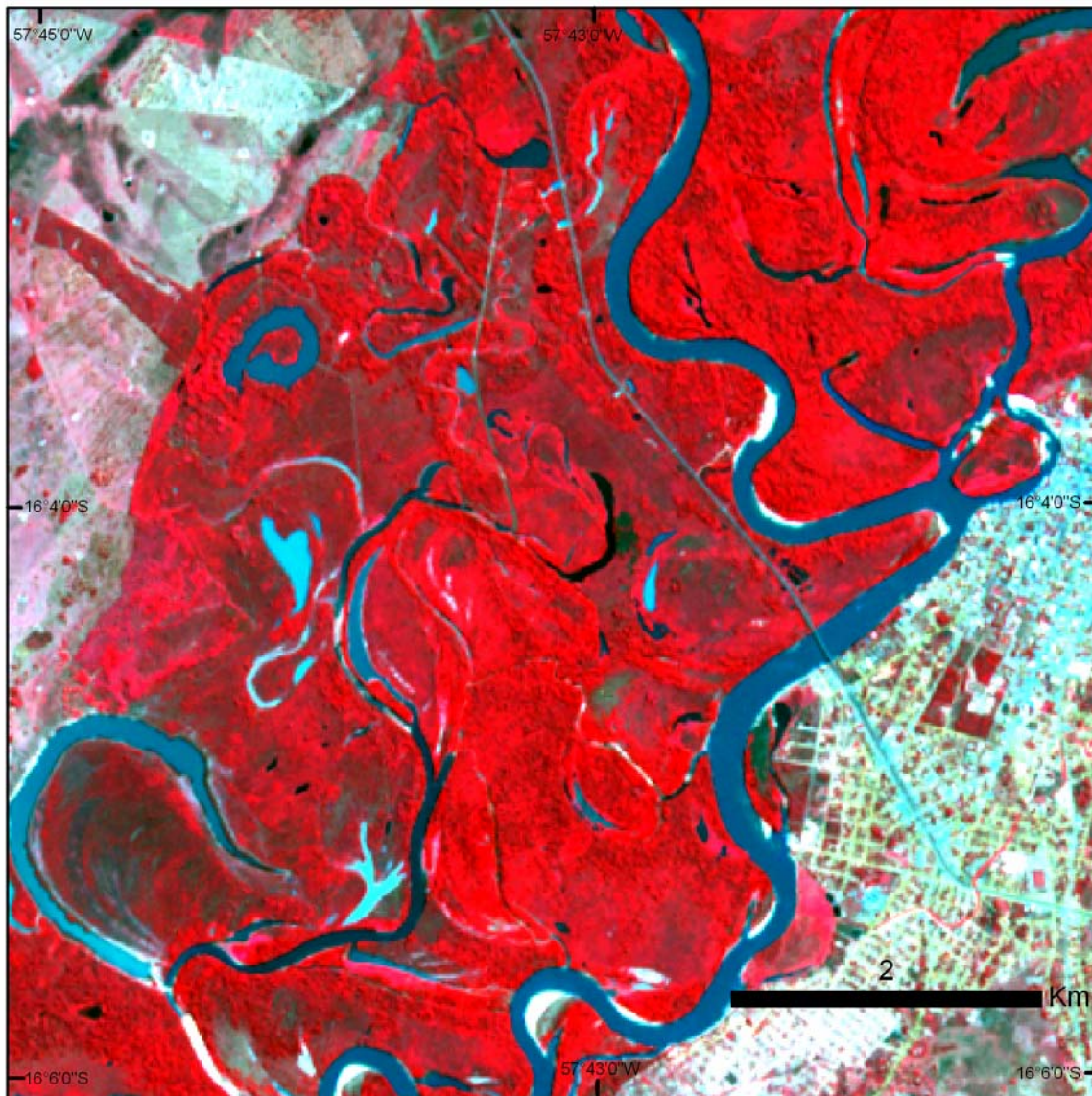


Figura 6- Detalhe da planície meandrante do Rio Paraguai. Observa-se a ocorrência de depósitos de barras em pontal e paleocanais. Composição falsa-cor (R3G2B1) do sensor ASTER – 2004/08/30.

comparativamente a muitos outros processos geomorfológicos, mostrando assim, a importância de conhecimentos sobre o grau da erosão marginal, a fim de possibilitar um planejamento adequado, quanto ao uso das margens.

Segundo Thorne e Tovey (1981), os fatores que condicionam a erosão das margens fluviais são numerosos, destacando: a granulometria dos sedimentos, a geometria e a estrutura da margem, as propriedades mecânicas do material, as características hidrodinâmicas do fluxo nas proximidades das margens e as condições climáticas.

De acordo com os índices obtidos, as margens podem ser classificadas como: margens estáveis, margens com erosão baixa, e margens com erosão alta. Nas margens consideradas estáveis pode-se verificar que quase não houve um recuo de margem dentro do período de pesquisa, por se apresentar um solo mais argiloso e por ser resistente à ação da água.

Na margem com baixa erosão pode-se analisar que houve um recuo de margem considerável, ficando em torno de 1.50m. Na margem com alto índice de erosão, o solo é mais suscetível à ação da

água, devido ao fato do solo possuir maior quantidade de areia na base facilitando o desmoronamento ou deslizamento do barranco.

As margens com altas taxas de erosão estão todas situadas em locais de alta velocidade de fluxo de água. Tais margens apresentam face íngreme, e contato direto com a água. O recuo dessa margem ficou em torno de 3m dentro do período de estudo. Apesar de que certo tipo de barranco apresente baixo índice erosivo, é evidente que a sua estrutura também está comprometida, devido ao alto índice de erosão localizado na sua base.

Neste ponto pode-se constatar a presença de solo arenoso amarelado, na base. A profundidade horizontal dessa fenda atinge aproximadamente 1.0m.

Os pontos monitorados estão localizados em uma parte côncava do rio, onde o volume de água passa com maior velocidade, a altura média dos barrancos fica em torno de 2.70m. Os tipos de margens podem ser classificados como margem rampeada e margem íngreme.

É evidente também a exposição das raízes das árvores que estão próximas ao barranco, provocado pela ação da erosão marginal, o que ocasiona o desmoronamento e arrastamento das árvores. O estudo foi monitorado em três segmentos a partir da estaca 1 até a estaca 32.

3.4 SEGMENTO I

No segmento I, foram monitoradas as áreas onde estão situadas as estacas do ponto 1 ao ponto 10, nestes pontos foram verificados na margem côncava do rio, apresentando uma forma íngreme retilínea com altura de 2,70m.

Nesta primeira seção monitorada as estacas estão localizadas próximo ao segundo pontilhão, cujo local, do ponto 1 ao ponto 7 encontram-se aproximadamente a 50m de distância da BR 174. Neste segmento, observa-se a presença parcial de mata ciliar, as margens são ocupadas pelos pescadores ribeirinhos, que retiram a vegetação local para fazer trilhas próximas ao barranco.

Nesta seção o monitoramento demonstrou que houve uma variação de recuo erosivo na margem. A erosão acumulada durante seis meses variou entre 0,55 a 1,45m; a magnitude de erosão variou de 0,08cm, ,24cm. Observando os menores índices de erosão nos pontos 2, 4 e 10 (Tabela 2).

Tabela 2 – Dados sobre os pontos monitorados no segmento

| Ponto | Período Meses | Erosão acumulada (m) | Magnitude de erosão (cm) |
|-------|---------------|----------------------|--------------------------|
| 1 | 6 | 0,80 | 0,13 |
| 2 | 6 | 0,74 | 0,12 |
| 3 | 6 | 1,45 | 0,24 |
| 4 | 6 | 1,00 | 0,16 |
| 5 | 6 | 0,55 | 0,09 |
| 6 | 6 | - | - |
| 7 | 6 | 0,84 | 0,14 |
| 8 | 6 | 0,68 | 0,11 |
| 9 | 6 | 0,50 | 0,08 |
| 10 | 6 | 1,30 | 0,21 |

3.5 SEGMENTO II

No segmento II, a área está localizada na margem direita do rio entre as estacas do ponto 11 ao ponto 20, nesta seção a vegetação nativa próxima às margens sofreu alteração por parte dos pescadores ribeirinhos, que fazem à limpeza do local (trilhas) que são utilizadas para o trânsito diário.

Nesta seção o monitoramento demonstrou que as taxas de erosão mensal foram altas, a face das margens apresenta-se íngreme com uma altura média de 2,80m. A erosão acumulada durante seis meses variou entre 0,78 a 5,15m os pontos que sofreram maior erosão foram 13, 14, 15, 17, 18, e 19; a magnitude variou de 0,13 a 0,76 cm (Tabela 3). A estrutura dos barrancos apresentou maior concentração de areia na base do barranco. A composição granulométrica diferenciada nas camadas, sendo na base a maior concentração de areia e na parte superior à concentração de argila, que contribui para atuação do processo erosivo diferenciado, ocorrendo assim, maior erosão na base.

Essa erosão diferenciada contribui para o solapamento basal, ou seja, a parte superior perde a sustentação e desmorona o bloco.

Tabela 3 – Dados sobre os pontos monitorados no segmento 2

| Ponto | Período Meses | Erosão acumulada (m) | Magnitude de erosão (cm) |
|-------|------------------|----------------------|--------------------------|
| 11 | 5 | 0,80 | 0,16 |
| 12 | 6 | 0,78 | 0,13 |
| 13 | 6 | 5,15 | 0,85 |
| 14 | 6 | 3,50 | 0,58 |
| 15 | 6 | 2,40 | 0,40 |
| 16 | 6 | 1,63 | 0,27 |
| 17 | 6 | 2,64 | 0,44 |
| 18 | 6 | 3,44 | 0,57 |
| 19 | 5 | 3,80 | 0,76 |
| 20 | 6 | 1,95 | 0,32 |

4.6. SEGMENTO III

O segmento III está nos pontos onde estão situadas as estacas 21 a 32. Nesta seção a vegetação nativa próxima à margem foi retirada parcialmente devido à ação humana. As margens apresentam-se em forma íngreme e rampeada, a altura da margem é de 2,75m. A erosão acumulada no período de seis meses variou 0,68m a 1,70m sendo encontrado maior índice de erosão nos pontos 21, 22, 25, 27, 28, 29, 30 e 31. A magnitude variou entre 0,11 a 0,28cm (Tabela 4).

Na figura 7 estão representados alguns pontos monitorados, em relação aos meses monitorados. Durante a cheia não foi possível monitorar a taxa de recuo da margem na área de pesquisa.

Tabela 4 – Dados sobre os pontos monitorados no segmento 3

| Ponto | Período Meses | Erosão acumulada (m) | Magnitude de erosão (cm) |
|-------|---------------|----------------------|--------------------------|
| 21 | 5 | 1,70 | 0,28 |
| 22 | 5 | 1,60 | 0,26 |
| 23 | 5 | 0,72 | 0,12 |
| 24 | 5 | 0,85 | 0,14 |
| 25 | 5 | 1,56 | 0,26 |
| 26 | 5 | 0,68 | 0,11 |
| 27 | 5 | 1,00 | 0,16 |
| 28 | 5 | 1,09 | 0,18 |
| 29 | 5 | 1,22 | 0,20 |
| 30 | 5 | 1,06 | 0,17 |
| 31 | 6 | 1,60 | 0,26 |
| 32 | 5 | 0,80 | 0,16 |

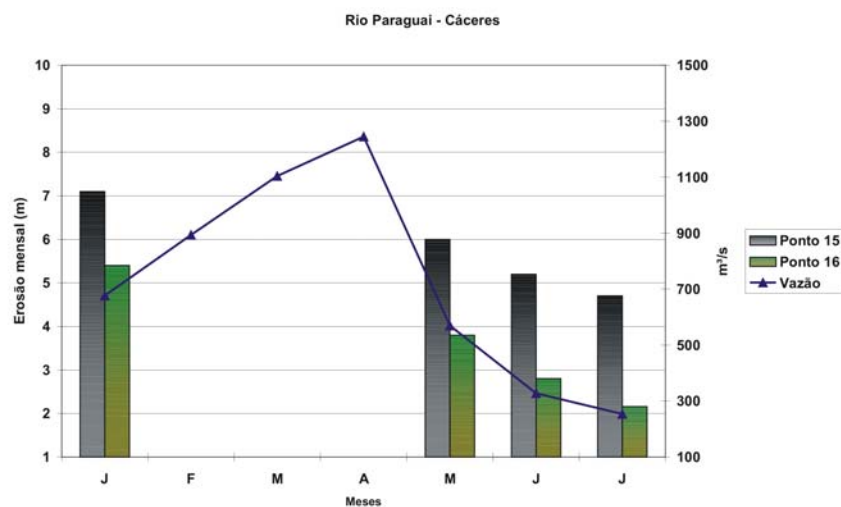
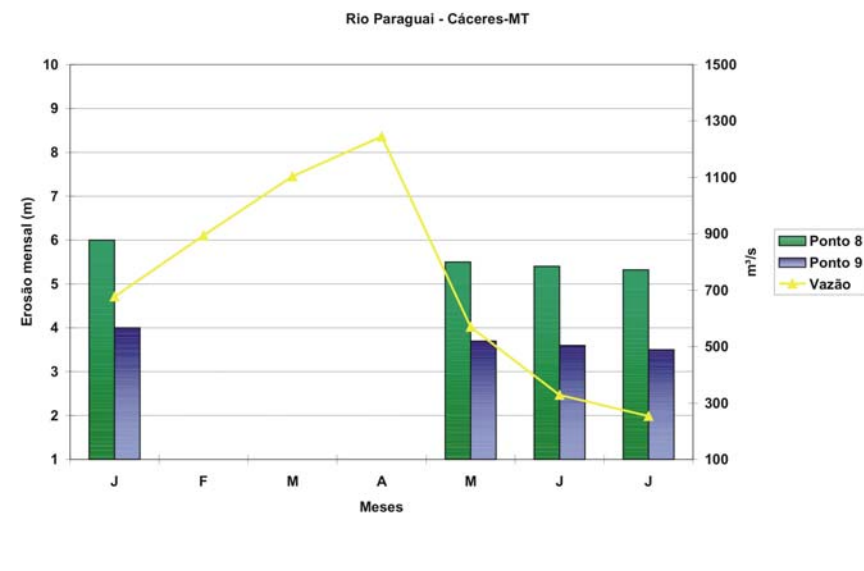


Figura 7 - Valores da erosão marginal e vazão na área de pesquisa.

Na área de estudo, as margens monitoradas apresentam uma altura variando entre 2,5 a 3m, base argilosa e em direção ao topo uma alta porcentagem de areia média e fina, o que facilita o processo erosivo. O rio Paraguai exibe diversos tipos de feições erosivas como pode ser observado na Figura 8. No caso estas formas são atribuídas à queda de blocos e a desmoronamentos causados pelo solapamento da parte baixa da margem, resultante da corrasão, da ação hidráulica da água e da ação das ondas provocadas pelos barcos.



Figura 8 - Formas erosivas observadas na área de estudo

Os dados exibido nas Tabelas 3,4,5 permitem verificar que no período o canal apresentou uma mobilidade relativamente alta em alguns pontos para o intervalo monitorado que foi de seis meses.

Tais valores são maiores que os obtidos para o rio Paraná, uma vez que, o levantamento feito para as Ilhas Mutum e Porto Rico, usando imagens TM permitiu avaliar em 1,23 m/ano no período de 1986 a 1996, e 0,91 m/ano no período de 1996 a 2000, período sob influência das barragens (Souza Filho e Stevaux, 2004).

O trabalho realizado por Souza (2004), analisando a erosão marginal do rio Paraguai, através do sistema de pinos, obteve valores distintos para os diferentes pontos amostrados no segmento superior (Cáceres a foz do rio Jauru) e inferior (rio Jauru até o local denominado Castelo de Areia). No período em que foi realizado o monitoramento (setembro de 2001 a agosto de 2002), encontraram-se os seguintes valores (Tabela 5).

Tabela 5 - Valores de recuo da margem em diferentes pontos do rio Paraguai Superior, obtidos pelo método dos pinos. (Fonte: modificado de Souza, 2004)

| Compartimento | Superior | | | | | | | | Inferior | | | | |
|-------------------|----------|------|----|------|------|------|------|------|----------|-----|------|------|-----|
| | SEÇÃO | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| VALOR EROSÃO (cm) | | 14 | 44 | 79 | 20 | 80 | 16 | 25 | 22 | --- | 60 | 20 | --- |
| VALOR MÉDIO/ANO | | 15,3 | 48 | 86,2 | 21,8 | 87,3 | 17,5 | 27,3 | 24 | --- | 65,5 | 21,8 | --- |

Outro trabalho de monitoramento da erosão marginal do rio Paraguai no município de Cáceres, entre a foz do rio Cabaçal até o Morro Pelado, realizado por Silva (2006) utilizando imagens de satélite, encontrou os seguintes valores abaixo (Tabela 6).

Tabela 6 - Avaliação do recuo da margem direita e de sua taxa anual, e do avanço da margem esquerda e de sua taxa no período entre 1984 e 2003. (Fonte Silva, 2006).

| Segmento | Área erodida (m ² 10 ³) | Comprimento do segmento (Km) | Erosão (m) | Taxa de erosão (m/ano) |
|----------|--|------------------------------|------------|------------------------|
| SUPERIOR | 3.845 | 81,4 | 47,4 | 2,5 |
| INFERIOR | 1.116 | 31,5 | 35,4 | 1,9 |
| TOTAL | 4.961 | 112,9 | 43,9 | 2,3 |

Os pontos amostrados por Souza (2004) apresentaram valores inferiores aos obtidos por Silva (2006). Pela análise das imagens e o pequeno número de pontos não se permite uma comparação segura entre os dois segmentos.

A partir da taxa de erosão encontrada pelos autores acima e pelo levantamento feito na área de pesquisa, concluir-se que a erosão marginal no rio Paraguai, ocorre de forma intensa durante o período úmido e também durante o período de estiagem, existindo ainda a contribuição das ondas provocadas pelas embarcações que aceleram o processo de solapamento ocasionando desta forma a queda de blocos.

Souza Filho e Silva (2005) atribuem que o domínio da erosão na margem direita indica que o rio Paraguai provavelmente está sujeito ao efeito de movimento tectônico recente, que teria provocado um basculamento para oeste, fazendo com que os processos erosivos fossem mais atuantes naquela margem.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A área monitorada apresentou uma taxa de erosão alta com alguns pontos variando de 1m até 5m de recuo. Os valores encontrados foram relativamente altos para o período monitorado, mas deve se salientar que pontos observados encontram se na parte côncava do canal, onde os processos erosivos são mais atuantes, sendo que são nas margens côncavas que se localizam as maiores velocidades de fluxos, um dos principais fatores na ocorrência da erosão marginal, juntamente com a composição granulométrica das margens.

Em virtude de a área estar localizada nas proximidades da rodovia BR 174 que liga a cidade de Cáceres à região oeste do Estado, torna-se fundamental o desenvolvimento de um planejamento visando à construção de pontes, sendo que a margem direita do rio Paraguai, já se encontra a menos de 60 metros do aterro. Levando em consideração a alta taxa erosiva, e o local ser um ponto de extravasamento da água do rio durante o período úmido, o canal pode vir a mudar de curso e em virtude desse fator erodir todo o aterro e conseqüentemente a rodovia, provocando prejuízos econômicos e sociais para toda a região.

O monitoramento deve ser continuado visando quantificar o grau de evolução da erosão anual,

para que possíveis conseqüências futuras sejam evitadas. Além desse fator deve-se orientar as pessoas que freqüentam o local, quanto a sua participação nesse processo erosivo, bem como o perigo que as margens apresentam por não serem margens estáveis e estarem constantemente solapadas, o que facilita a queda de blocos, podendo assim ocasionar acidentes aos pescadores ribeirinhos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANA – Agência Nacional de Águas. Rede hidrometeorológica básica. Brasília, Disponível em: <<http://www.ana.gov.br>> Acesso em: 14 de maio de 2004.
- ANA/GEF/PNUMA/OEA. 2004. Programa de Ações Estratégicas para o Gerenciamento Integrado do Pantanal e Bacia do Alto Paraguai: Relatório Final/Agência Nacional de Águas – ANA... (et al.), Brasília.
- Comunello, E. 2001. Dinâmica de Inundação de Áreas Sazonalmente Alagáveis na Planície Aluvial do Alto Rio Paraná. Dissertação de Mestrado. UEM/CBS/PEA, Maringá-PR. p. 47.
- Cunha, S. B. 1996. Geomorfologia Fluvial. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org) Geomorfologia: Uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro, Ed. Bertrand do Brasil, p. 211-252.
- Fernandez, O. V. Q. 1990. Mudanças no canal fluvial do rio Paraná e processos de erosão nas margens; Região de Porto Rico-PR. Dissertação de Mestrado, UNESP, Instituto de Geociências e Ciências Naturais. Rio Claro, p.85.
- Hooke, J. M. 1979. An Analysis of the Processes of River Bank Erosion. Journal of Hydrology, v.(42).
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 1977. Geografia do Brasil. vol. 4, Região Centro-Oeste, Rio de Janeiro.
- Knighton, D. 1998. Fluvial Forms and Processes: a new perspective London, Sidney, Auckland: Arnold, p. 261 – 335.
- Knighton, D. 1973. River bank erosion in relation to stream flow conditions. River Bollin-Dean, Cheshire. East Midlands Geographer, v. 5, p. 416-426.
- Leopold, I. B.; Emmett. W. W.; Myrick, R. M. 1966. Channel and hiellslope processes in a semiarid area. New México. U.S - Geog. Surv. Prof. Paper, v. 352-6, p. 193-253.
- Meurer, M. 2004. Regime de cheias e cartografia de áreas inundáveis do Alto rio Paraná, na região de Porto Rico-PR. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Geografia-UEM) Maringá-PR.
- PCBAP. Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai-Pantanal. Brasília. 1997. Diagnóstico do Meio Físico e Biótico. Ministério dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Vol. 2, p. 1349.
- RadamBrasil. 1982. Levantamentos dos recursos naturais. Cuiabá-Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia. Secretária Geral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SD 21, p. 448.
- Silva, A.; Assine, M. L.; Zani, H.; Souza Filho, E. E.; Araújo, B. C.; 2007. Compartimentação Geomorfológica do rio Paraguai na Borda Norte do Pantanal Mato-Grossense, região de Cáceres-MT, Revista Brasileira de Cartografia, nº 59/ 1, abril.
- Silva, A. 2006. Padrões de Canal do Rio Paraguai na Região de Cáceres-MT, Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Maringá-PR.
- Silva, A.; Assine, M. L.; Souza Filho, E. E.; Cunha, S. B.; Zani, Hiran. 2006. Compartimentação Geomorfológica do rio Paraguai na Borda Norte do Pantanal, município de Cáceres-MT, Anais, 1º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, 257-264, Campo Grande-MT.

Souza, C. A. 2004. Dinâmica do Corredor Fluvial do rio Paraguai entre a cidade de Cáceres e a Estação Ecológica da Ilha de Taiaimã - MT, Tese de Doutorado UFRJ.

Souza Filho, E. E. 1993. Aspectos da Geologia e Estratigrafia dos Depósitos Sedimentares do Rio Paraná entre Porto Primavera (MS) e Guaíra (PR) Tese de Doutorado. Instituto de Geociências/USP. São Paulo-SP.

Souza Filho, E. E.; Stevaux, J. C. 1997. Geologia e Geomorfologia do Complexo Rio Baía, Curutuba, Ivinhema. *In: A Planície de Inundação do Alto Rio Paraná*. UEM-Nupélia.

Souza Filho, E. E.; Stevaux, J. C. 2004. Geology and Geomorphology of the Baía-Curutuba-Ivinhema River complex. *In: Thomaz, S. M.; Agostinho, A. A.; Hahn, N. S. (Ed.). The Upper Paraná River and its Floodplain: Physical aspects, Ecology and Conservation*. Leiden, The Netherlands. Blackhuys Publishers, p. 1-30.

Souza Filho, E. E.; Silva A. 2005. Evidences of Recent Tectonic Control Over the High Paraguai River Channel, Close to Cáceres City (MT) *In: International Symposium an Land Degradation and Desertification, Urbelândia-MG*, p. 37.

Souza Filho, E. E.; Stevaux, J. C. O Componente Físico da Planície Alagável do Alto Rio Paraná. *In: Universidade Estadual de Maringá: Nupélia. A Planície de Inundação do Alto Rio Paraná – Relatório anual, 2000, site 6 – PELD/CNPq, Maringá, 2000, disponível em < www.nupelia.uem.br>* Acesso em 01 dez. 2005.

Thorne, C. R.; Tovey, N. K. 1981. Stability of composite river banks. *Earth Surface Processes and Land forms*, 6, p. 469 –484.

Tucci, C. E. M. 2002. Regionalização de vazões. Porto Alegre, Ed. UFRGS, p. 256.

Tuysuz, O. Jeomorfoloji de Seçme Konular Ders Notlari Ana Sayjasi; *Fluvial Systems*, Disponível em: <<http://www.eies.itur.edu.tr/>> Acesso em: 08 dez. 2005.

Villela, S. M.; Mattos, A. 1975. Hidrologia aplicada. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, p. 237.

Wolman, M. G. 1959. Factors influencing erosion of a cohesive River Bank. *American Journal Science*, v. 257, p. 204 – 216.