

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL  
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE JARDIM MS  
COORDENAÇÃO DO CURSO DE LICENCIATURA EM GEOGRAFIA**

**CARLOS SIQUEIRA PEIXOTO**

**O PROCESSO DE EROSÃO MARGINAL NO ALTO CURSO  
DO RIO MIRANDA NO ANO 2012/2013**

**JARDIM-MS  
2013**

**CARLOS SIQUEIRA PEIXOTO**

**O PROCESSO DE EROSÃO MARGINAL NO ALTO CURSO  
DO RIO MIRANDA NO ANO 2012/2013**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Geografia da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Jardim MS, como pré-requisito para obtenção do grau de Licenciado em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Sidney Kuerten

**JARDIM-MS  
2013**

Ficha Catalográfica  
Elaborada pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação  
UEMS – Jardim

PEIXOTO, C. S.

O Processo De Erosão Marginal No Alto Curso Do Rio  
Miranda No Ano 2012/2013/ Carlos Siqueira Peixoto - Jardim: [s.n],  
2013.

56 f.

TCC (Graduação) —  
Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Sidney Kuerten.

1. Erosão Marginal
2. Rio Miranda
3. Geomorfologia Fluvial.

É concedida à Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul permissão para reproduzir cópia(s) deste Trabalho de Conclusão de Curso, somente para fins acadêmicos e científicos.

---

Carlos Siqueira Peixoto

# **TERMO DE APROVAÇÃO**

**CARLOS SIQUEIRA PEIXOTO**

**Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para obtenção do grau de Licenciado em Geografia, da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, pela seguinte Banca Examinadora:**

---

**Orientador: Dr. Sidney Kuerten**  
**Professor do Curso de Geografia, UEMS – Jardim**

---

**Examinador 1: Prof.**

---

**Examinador 2: Prof.**

**Jardim - MS, \_\_\_\_\_ de 2013.**

## **DEDICATÓRIA**

À minha família,

Especialmente ao meu pai e minha mãe que mesmo diante das dificuldades impostas, com dedicação, carinho e superação. Esforçaram-se para garantir o direito à educação aos seus filhos, e que foram os melhores possíveis que um filho espera de seus pais.

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar, os meus pais, ELIAS E LIVRADA.

Deus por sempre iluminar meu caminho, nas minhas escolhas e me manter centrado em meus objetivos e agora permitindo a realização de um sonho.

Ao professor Dr. Sidney Kuerten, pela orientação e paciência e sua valorosa atenção com que sempre ouviu minhas dúvidas e sugestões, seu cuidado e capacidade intelectual que zelou para a qualidade do trabalho.

A todos os professores que desde o primeiro momento que tive contato com a ciência geográfica, dedicaram-se para a evolução de meu conhecimento que hoje permitiu a conclusão desse curso.

Em especial ao professor Me. Elvis dos Santos Mattos, pela sua dedicação ao direito a cidadania política tanto dos acadêmicos como também de toda a sociedade.

À seleta equipe CENTRO FARMA, em especial a Elizângela A. Ferreira Bazzo que junto com os demais colegas tiveram paciência e sabedoria e compreensão da minha vida acadêmica nesses quatro anos.

Aos meus colegas do curso de Geografia em especial: Alan, Kenerson, Jandir, José Kened, Marciele, Nádia e Tatiane. “Melhor que os trabalhos que realizamos juntos, somente a amizade, as violadas, viagens enfim foi bom demais estarmos juntos.

Em especial a pessoas que foram fundamentais para a realização deste estudo: Edilene de Moraes, Géssica Siqueira Peixoto e Silvio Trefzger Silva por me auxiliarem durante as atividades de campo.

A todos aqueles que tiveram paciência compreensão e disponibilidade em contribuir com este estudo.

## EPÍGRAFE

*Desde o começo dos tempos águas e chão se amam.  
Eles se entram amorosamente e se fecundam.  
Nascem formas rudimentares de seres e de plantas  
Filhos dessa fecundação.*

*[...]*

*As águas são a epifania da natureza.*

*Agora penso nas águas do Pantanal*

*Nos nossos rios infantis*

*Que ainda procuram declives para correr.*

*Porque as águas deste lugar ainda são espraiadas*

*Para o alvoroço dos pássaros.*

*[...]*

*Nossos rios precisam de idade ainda para formar*

*Os seus barrancos*

*Para pousar em seus leitos.*

*[...]*

*Penso que os homens deste lugar*

*São a continuação destas águas.*

*(Manoel de Barros)*

## RESUMO

Este trabalho pretende contribuir para o entendimento da dinâmica fluvial de um rio de pequeno porte. O objetivo deste trabalho foi estudar a erosão marginal no alto curso do Rio Miranda entre as coordenadas geográficas 21°28' e 21°40' de latitude sul e 56°07' e 56°05' de longitude oeste a montante da cidade de Jardim/MS. A metodologia aplicada foi observação direta de campo, da evolução da erosão utilizando o método de pinos e estacas em quatro seções de monitoramento no período de julho de 2012 a junho de 2013. Para chegar aos resultados foi feito o monitoramento das seções sistematicamente e comparados aos dados de cota média do rio e de turbidez da água durante um ano hidrológico. A evolução da erosão marginal no Rio Miranda ficou constatada que tem ligação direta com o regime hidrológico, aonde as maiores taxas de recuo da margem aconteceram no 1º semestre de 2013 no mês de abril justamente quando ocorreu a maior cheia no rio. Dessa forma presume-se que a erosão marginal pode estar sendo modificada para que o rio estabeleça um novo equilíbrio geomorfológico na sua dinâmica fluvial.

**PALAVRA CHAVE:** Erosão Marginal. Rio Miranda. Geomorfologia Fluvial.



## **ABSTRACT**

This work aims to contribute to the understanding of river dynamics of a small river . The objective of this work is to study the marginal erosion in the upper course of the Miranda River between the geographical coordinates 21 ° 28' and 21 ° 40' south latitude and 56 ° 07' and 56 ° 05' west longitude upstream of the city of Jardim/MS . The methodology was applied to the direct observation of field, the evolution of the method using erosion pins and stakes in four sections of the monitoring period July 2012 to June 2013. To arrive at the results was done systematically monitoring sections and compared to the mean elevation of the river and water turbidity over a hydrological year. The evolution of marginal erosion in Miranda River was found to have a direct connection with the hydrological regime, where the bigger margin retreat rates occurred in the 1st half of 2013 in April just when the highest flood in the river. Thus it is assumed that the marginal erosion may be modified for the river to establish a new equilibrium in their geomorphological fluvial dynamics.

**KEYWORD:** Marginal Erosion. Miranda River. Fluvial Geomorphology.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Localização da área estudada.....	15
Figura 2- Localização da área de estudo no Mato Grosso do Sul.....	18
Figura 3- Geologia da área estudada.....	21
Figura 4- Contexto geomorfológico da região de Jardim e Guia Lopes da Laguna.....	21
Figura 5- Altimetria do alto curso do rio Miranda.....	22
Figura 6- Bacia hidrográfica do rio Miranda.....	23
Figura 7- Ciclo hidrológico.....	27
Figura 8- Processo de circulação das águas.....	29
Figura 9- Bacia hidrográfica.....	30
Figura 10- Diferentes leitos fluviais.....	31
Figura 11- Tipos de canais fluviais.....	32
Figura 12- Dinâmica de processos erosivos.....	33
Figura 13- Método de pinos e estacas utilizado neste estudo.....	37
Figura 14- Processo de análise de turbidez.....	38
Figura 15- Seções de monitoramento no rio Miranda.....	39
Figura 16- Taxas de recuo linear das margens.....	40
Figura 17- Dados da cota média mensal no rio Miranda.....	40
Figura 18- Turbidez da água do rio Miranda.....	41
Figura 19- Comparação da erosão espaço-temporal.....	42
Figura 20- Perfil do talude (Seção 01) Praia Marli.....	43
Figura 21- Perfil do talude (Seção 02) Retirada da Laguna.....	44
Figura 22- Perfil do talude (Seção 03) Guardinha.....	45
Figura 23- Cena de coleta de dados pelo método de estaca.....	45
Figura 24- Perfil do talude (Seção 04) Foz do Rio dos Velhos.....	46
Figura 25- Ponte velha.....	49
Figura 26 - Cheia no rio Miranda.....	50

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Série histórica de dados climáticos de Jardim- MS.....	25
---	----

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Padrões de classificação de canais fluviais.....	32
---	----

## LISTA DE SIGLAS

ANA - Agencia Nacional de Águas.

ARM - Armazenamento.

CAD - Capacidade de Água Disponível.

C. E. R – 3 - Comissão de Estradas e Rodagem nº3.

DEF - Déficit Hídrico.

DPP - Divisão de Pesquisas Pedológicas (DNPEA) 1971-1973.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

ER - Evapotranspiração Real.

ETO - Evapotranspiração Potencial Médio.

EXC - Excedente Hídrico.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária.

Ma. - Milhões de anos.

P - Precipitação.

SANESUL - Empresa de Saneamento do Estado de Mato Grosso do Sul.

T - Temperatura.

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
<b>CAPÍTULO I: OBJETIVOS.....</b>	<b>17</b>
1.1. Objetivos gerais.....	17
1.2. Objetivos específicos.....	17
<b>CAPÍTULO II: CONTEXTUALIZAÇÃO DA ÁREA ESTUDADA.....</b>	<b>18</b>
2.1. Aspectos históricos regionais.....	19
2.2. Geologia regional.....	19
2.3. Geomorfologia.....	21
2.4. Hidrologia.....	23
2.5. Clima.....	24
2.6. Vegetação.....	25
2.7. Uso e ocupação da área estudada.....	26
<b>CAPÍTULO III: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>27</b>
3.1. Ciclo hidrológico.....	27
3.2. Bacia hidrográfica.....	29
3.3. Fisiografia fluvial.....	31
3.4. Erosão marginal.....	33
<b>CAPÍTULO IV: MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>36</b>
<b>CAPÍTULO V: RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>39</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>51</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>52</b>

## INTRODUÇÃO

Os rios são cursos naturais de água doce, com canais bem definidos e fluxo permanente ou sazonal para ou oceano, lago ou outro rio (RICCOMINI et al., 2009). A ação constante da água na superfície terrestre atua na erosão, transporte e deposição de sedimentos, materiais transportados pelos canais advindos de toda a área das bacias hidrográficas que atuam continuamente na transformação da paisagem, definindo a modelagem do relevo.

A ação de modelagem da superfície por rios de clima tropical é tipicamente mais ativa por estar relacionado ao regime de precipitações pluviométricas, que ocorre com maior frequência na maior parte do ano. Neste contexto a ação erosiva do canal é resultante do ajuste de diversas variáveis tais como a geometria do canal, sua estrutura e propriedades mecânicas além das condições pedológicas, hidrológicas que proporcionam maior ou menor intensidade de transporte e erosão do canal fluvial (CORREA et al., 2009).

Os estudos do processo de erosão marginal assumem um papel muito importante no entendimento da dinâmica fluvial e o planejamento ambiental, cujos processos erosivos podem alterar a estrutura do canal, gerando perda de solos cultiváveis, desvalorização de áreas ribeirinhas e assoreamento do canal (SILVA et al., 2011).

Neste contexto o presente trabalho apresenta os resultados da análise da dinâmica fluvial do alto curso do rio Miranda (MS) com foco na ocorrência de processo de erosão marginal do canal fluvial.

O rio Miranda possui elevada relevância econômica e ambiental. Sua bacia hidrográfica abriga diversos municípios do Mato Grosso do Sul, com destaque para Jardim e Guia Lopes da Laguna que possuem as primeiras sedes urbanas localizadas no alto curso do rio Miranda.

O monitoramento da erosão marginal do rio Miranda é inédito na literatura e seus resultados auxiliarão na compreensão da dinâmica deste ambiente fluvial do Mato Grosso do Sul. A área estudada está situada no alto curso do rio Miranda (Figura 1), região sudoeste do estado de Mato Grosso do Sul, entre o limite dos municípios de Jardim e Guia Lopes da Laguna, foz do rio Santo Antônio e foz do rio Dos Velhos (21°28' e 21°40' de latitude sul e 56°07' e 56°05' de longitude oeste). Foram monitoradas quatro seções do canal em um trecho de aproximadamente 35 km de extensão.



**Figura** - Localização da área estudada. As seções monitoradas estão destacadas.

Fonte: Google earth, 2013.

Os estudos de erosão marginal possuem grande importância para a geomorfologia fluvial, uma vez que os processos desencadeados são responsáveis pelas definições do padrão do leito e das margens dos rios, na qual a equação de suprimento de carga de sedimentos é responsável pela caracterização da dinâmica de um segmento fluvial (BORGES, 2004).

Dessa forma o trabalho busca esclarecer quanto o rio Miranda está erodindo em suas margens, e quais são os fatores responsáveis para a ocorrência deste processo, bem como avariar a contribuição das ações antrópicas.

Contudo, no capítulo um são apresentadas os objetivos deste trabalho em seguida o capítulo dois se trata da caracterização física e socioeconômicas da área estudada. O capítulo três contém uma sucinta revisão bibliográfica sobre o aporte teórico deste estudo, com ênfase ao entendimento do ciclo hidrológico, a concepção de bacia hidrográfica e os conceitos e discussões sobre geomorfologia fluvial e erosão marginal. No capítulo quatro são apresentados os materiais e métodos utilizados neste trabalho. Em sequência o capítulo cinco é apresentado os resultados obtidos nas atividades de campo realizados durante um ano hidrológico, seguido das discussões dos resultados com os dados obtidos na bibliografia consultada e as particularidades encontradas no estudo. Por fim, apresenta as considerações



finais sobre este estudo, bem como aponta sugestões para o avanço do conhecimento científico focado nas lacunas que poderão ser preenchidas pelos próximos estudos nesta área, e por fim as referências bibliográficas de todo material consultado para desenvolver este estudo.

## **CAPÍTULO I**

### **OBJETIVOS**

#### 1.1. Objetivo Geral

O objetivo principal deste estudo é quantificar e caracterizar o processo de erosão marginal do rio Miranda no segmento delimitado entre a foz do rio dos Velhos até a foz do rio Santo Antônio em sua margem direita no ano de 2012/2013.

#### 1.2. Objetivos Específicos

- Revisão bibliográfica sobre a temática da pesquisa;
- Analisar e caracterizar os aspectos físicos da área estudada;
- Identificar pontos de erosão marginal no curso fluvial do rio Miranda;
- Monitorar e quantificar a taxa de erosão marginal em um ano hidrológico;
- Identificar e analisar os fatores responsáveis pelo processo erosivo.

## CAPÍTULO II

### CONTEXTUALIZAÇÃO DA ÁREA ESTUDADA

A área estudada (Figura 2) fica situada no limite dos municípios de Jardim e Guia Lopes da Laguna, no alto curso do rio Miranda entre a foz do rio dos Velhos, e se estende até a foz do rio Santo Antônio, entre as coordenadas geográficas 21°28' e 21°40' de latitude sul e 56°07' e 56°05' de longitude oeste.

O município de Jardim tem como limítrofes os municípios de Bonito, Porto Murtinho, Caracol, Bela Vista, Ponta Porã e Guia Lopes da Laguna, tendo como limitador natural entre parte destes municípios, o rio Miranda. Já Guia Lopes da Laguna tem como limítrofes: além de Jardim, Ponta Porã, Maracajú, Nioaque e Bonito (REVISÃO E COMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DIRETOR MUNICIPAL DE JARDIM, 2011).



**Figura 2** - Localização da área de estudo no sudoeste do Mato Grosso do Sul.  
Fonte: <http://www.nacaoturismo.com.br/UF/MS/localizacao.aspx/> adaptado.

Os municípios de Jardim e Guia Lopes da laguna, possuem acesso a área urbana pelas rodovias BR-060 e BR-267. A BR-060 no sentido nordeste, liga os municípios à cidade Campo Grande, capital de Mato grosso do Sul, distante 230 km. Ao sul, esta rodovia faz ligação com a fronteira com o Paraguai na cidade de Bela Vista. Na direção sudoeste a

rodovia BR-267 faz ligação com a cidade de Porto Murtinho (REVISÃO E COMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DIRETOR MUNICIPAL DE JARDIM, 2011).

### **2.1. Aspectos históricos regionais**

Durante a Guerra do Paraguai (1864 - 1870), as forças brasileiras efetuaram a conhecida Retirada da Laguna. Chegando à margem direita do Rio Miranda na fazenda Jardim (adjacente à atual cidade de Jardim), se depararam com as dificuldades que encontrariam para então conquistarem Laguna. Diante deste fato houve necessidade de que conhecesse a geografia da região, figura esta assumida pelo senhor José Francisco Lopes proprietário da fazenda Jardim. Francisco guiou as tropas brasileiras na conquista de Laguna, foi desbravador e conhecedor de vasta região compreendida desde a Serra de Maracaju até o rio Apa, hoje município de Bela Vista (PREFEITURA MUNICIPAL DE GUIA LOPES DA LAGUNA, 2013).

Já no século XX, o governo brasileiro tendo como tendência fortalecer e ocupar essa região conquistada no conflito no século XIX constrói a rodovia que liga o município de Aquidauana a Porto Murtinho na fronteira com o Paraguai. Nesse contexto era necessária a construção de uma ponte sobre o Rio Miranda para complementar a malha rodoviária na margem esquerda do rio. Então, o governo instala na margem esquerda a Comissão de Estradas e Rodagem nº3 (C. E. R- 3) em parte da Fazenda Jardim, onde estabeleceu o vilarejo que abrigava os funcionários e a sede da Comissão (REVISÃO E COMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DIRETOR MUNICIPAL DE JARDIM, 2011).

A partir desse momento na década de 1940 tanto margem direita como na margem esquerda do rio passa a desenvolver vilas ligadas a ponte em torno da rodovia, mais tarde se tornariam as cidades de Jardim e Guia Lopes da Laguna.

### **2.2. Geologia regional**

A área estudada está localizada numa faixa de transição entre diferentes formações litológicas (Figura 3) pertencentes ao grupo Itararé (Carbonífero superior ~ 360 e 270 milhões de Anos – Ma.) e São Bento (Cretáceo inferior 145 Ma).

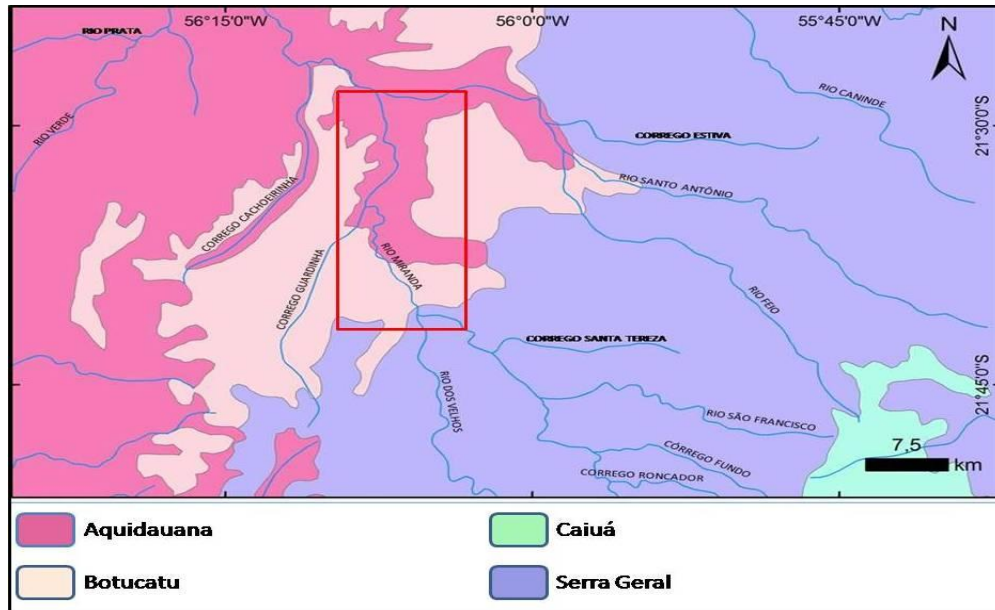
O grupo Itararé apresenta a Formação Aquidauana composta de arenitos vermelhos com granulometria média e grossa. Na formação identificam-se três conjuntos litológicos, mas, em geral, pode-se considerar composta predominantemente por sedimentos arenosos vermelhos - roxeados e avermelhados (refletindo deposição em ambiente continental com intercalações de clásticos finos (siltitos e folhelhos) e grosseiros (conglomerados e diamictitos) (RENDEIRO 2007).

Na Formação Aquidauana não existem arenitos eólicos, pois se constituem, na sua maior parte, de arenitos com matiz argilosa, de granulação média ou fina, predominando os tipos milimétricos, com intercalações de conglomerados com matiz arenoso, siltitos, folhelhos e camadas pouco importantes de calcários localmente silicificados e com estrutura piso líticas podendo conter em sua parte inferior pelo menos dois níveis de tilito, mostrando o importante papel que os gelos desempenham na sedimentação.

O Grupo São Bento apresenta a Formação Serra Geral e Formação Botucatu. A Formação Serra Geral se constitui na unidade superior do Grupo São Bento. Também denominada de Eruptivas Básicas relacionadas ao período Triássico Superior Rético tem como elemento morfológico mais típico e importante no Estado a Serra de Maracaju, de formação não tectônica e modelada exclusivamente pela erosão regressiva (RENDEIRO, 2007).

Os arenitos eólicos da Formação Botucatu formam a unidade inferior do Grupo São Bento, relacionados ao período Jurássico. Denominados também por Arenito Caiuá foram definidos como sendo depósitos originados pela ação do vento em ambiente desértico e clima árido, de estratificação cruzada e cuja sedimentação se caracteriza pela completa ausência de seixos e de camadas de argila, pela finura dos grãos de areia e especialmente pelo tipo peculiar de curvatura de estratificação falsa.

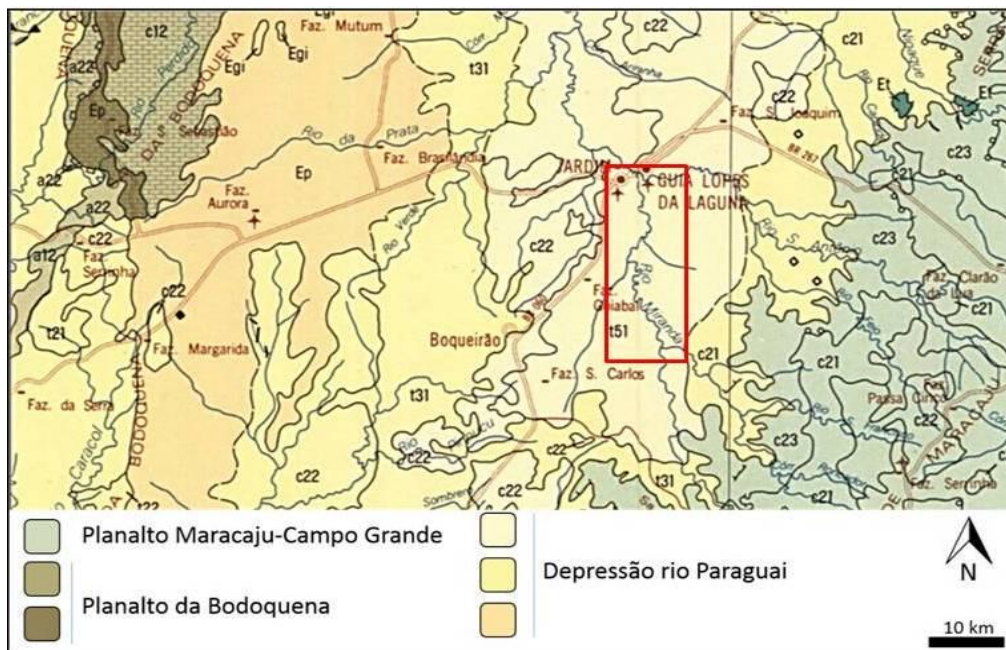
Segundo Scorza (1952) apud Rendeiro (2007), não se observa nenhum conglomerado ou mesmo qualquer seixo no contato entre as rochas eruptivas básicas e o arenito, ou mesmo em qualquer parte dentro dos estratos do Caiuá. O arenito parece consistir inteiramente de areia eólica, de cor vermelha escura na parte inferior e mais clara na superior. Desagrega-se com facilidade e a areia obtida é constituída de grãos de quartzo recobertos por uma película de argila esbranquiçada sem, contudo, constituir um cimento.



**Figura 3** - Geologia da área estudada. Modificado de CPRM, 2006.

### 2.3. Geomorfologia

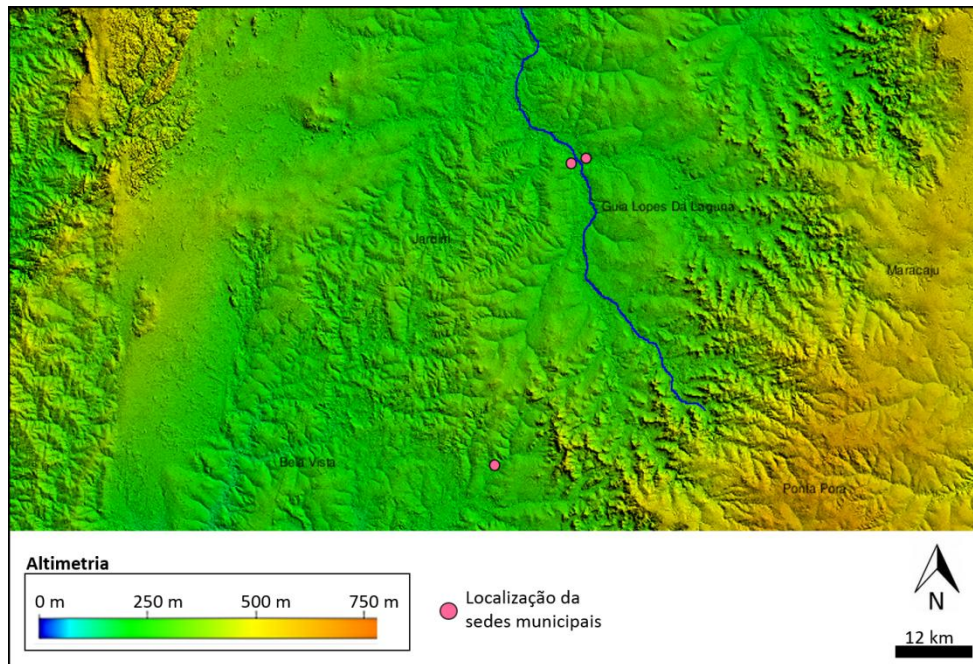
Os municípios de Jardim e Guia Lopes da Laguna está localizado na Depressão do Rio Paraguai (FIGURA 4), adjacente a leste pelo Planalto de Maracaju-Campo Grande (borda ocidental dos planaltos da Bacia do Paraná) e a oeste pelo Planalto da Bodoquena (ALVARENGA et al., 1982).



**Figura 4** – Contexto geomorfológico da região de Jardim e Guia Lopes da Laguna. Modificado de Alvarenga et al., 1982.



A Depressão do rio Paraguai constitui uma área de superfície rebaixada interplanáltica, alongada na direção norte, limitada a leste pelas frentes de *cuesta* e os relevos dissecados da borda do Planalto de Maracaju-Campo Grande e oeste pelas escarpas do Planalto da Bodoquena (ALVARENGA et al., 1982). A região mais baixa deste compartimento (com cotas altimétricas que variam entre 100 e 200 m) abriga o canal do rio Miranda (Figura 5), que separa e drena as bordas de ambos os Planaltos circunvizinhos e flui para o norte.



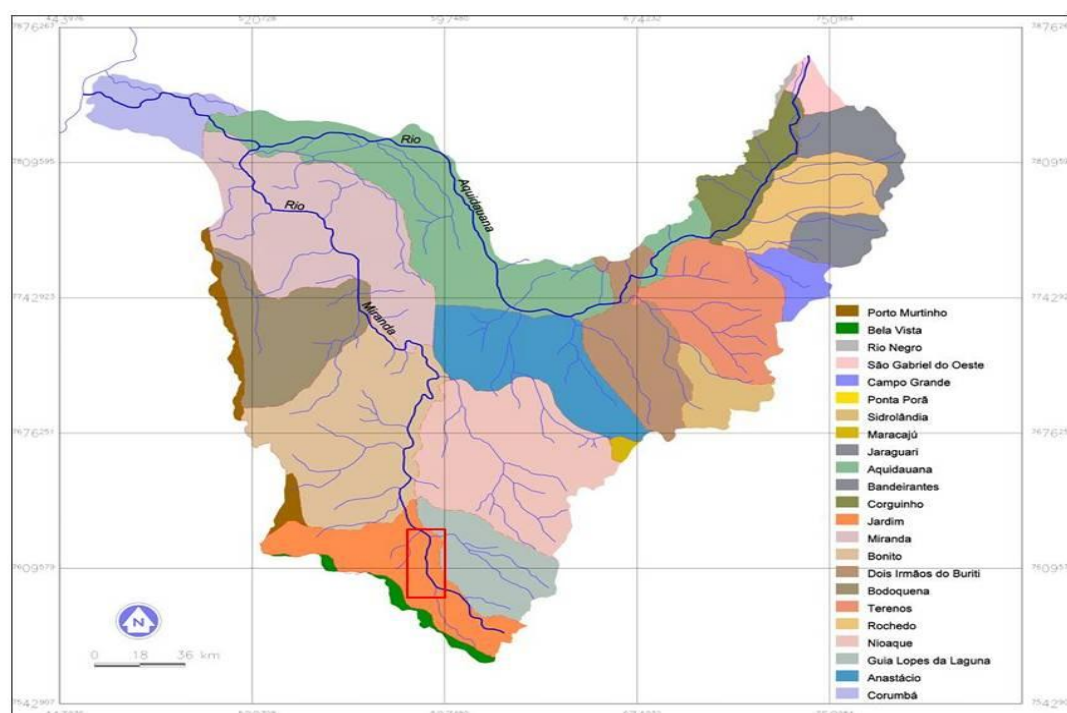
**Figura 5** - Altimetria do alto curso do rio Miranda. Da nascente na Serra de Maracaju até as proximidades da área urbana do município de Jardim e Guia Lopes da laguna- MS. **Fonte:** USGS (2004), Shuttle Radar Topography Mission, 1 Arc Second scene SRTM\_u03\_n008e004, Unfilled Unfinished 2.0. Global Land Cover Facility, University of Maryland, College Park, Maryland, February 2000.

Segundo Almeida (1965) apud Alvarenga et al. (1993), a área apresenta erosão regressiva contínua, fato este visível nos dias atuais com o surgimento e evolução de processos erosivos e a instalação de drenagens perenes em voçorocas.

Como reflexo da presença de litologia diversificada presente neste compartimento, os aspectos geomorfológicos são variados, com cotas altimétricas que variam entre 200 e 350 m. De acordo com Alvarenga et al. (1993) formas conservadas e dissecadas do tipo tabular ocorrem próximo ao limite com Planalto da Bodoquena, enquanto que as formas convexas amplas, com drenagens pouco profundas ocorrem no contato com o Planalto de Maracaju-Campo Grande.

## 2.4. Hidrologia

A bacia hidrográfica do Rio Miranda (Figura 6), incluindo o importante rio Aquidauana, tem área de drenagem de 47.000 km<sup>2</sup>, em 23 municípios do estado (CARVALHO, 1986; RENDEIRO, 2007). Contudo, a área que realmente contribui com descarga líquida para o sistema fluvial abrange 35.570 km<sup>2</sup>, a área restante corresponde à parte baixa do sistema fluvial (área de Pantanal) onde, supõe-se que a contribuição superficial para os canais principais seja desprezível (RENDEIRO, 2007).



**Figura 6** - Bacia hidrográfica do rio Miranda. Em destaque no quadro de borda vermelho esta localizada a área estudada. **Fonte:** Estudos Limnológicos para monitoramento da Bacia Hidrográfica do Rio Miranda, Pantanal Sul (2003).

O rio Miranda apresenta um vale estreito com encostas íngremes descrevendo meandros frequentemente. Entretanto, é comum observar, no período de seca, ilhas e bancos formados por material que varia de areia a cascalho grosso/matacão (escala de Attemberg apud PENTEADO, 1978; RENDEIRO, 2007). Considerando a abundância desse material grosseiro que muito provavelmente é transportado por arrasto ou saltação e as características do leito aberto e raso, o rio Miranda neste trecho apresenta um canal anastomosado, como definido por PENTEADO, 1978; RENDEIRO, 2007). O rio Miranda, corre sobre a depressão do Paraguai no qual desenvolve um gradiente mais suave entre os extremos de relevo (trecho médio). O rio apresenta-se, ainda, encaixado com encostas íngremes, porém, o fundo do vale



é mais largo montante. No rio Miranda a drenagem é convergente pela margem esquerda e divergente pela margem direita. De modo geral, se há ganhado ou perda de vazão, isto parece estar associado a uma diferença devido ao transbordamento e à formação de corixos, vazantes e braços, permitindo troca de água deste sistema com os rios Negro, Abobral e Paraguai (RENDEIRO, 2007).

## 2.5. **Clima**

O clima local na bacia hidrográfica do rio Miranda é tropical úmido, a temperatura, média nos meses mais frios então entre 15°C e 20°C. Possui um período seco de três a quatro meses (junho, julho, agosto, setembro) e as precipitações regulares entre 1.200 a 1.500 mm anuais (RENDEIRO, 2007).

A classificação climática, segundo critério de Köppen (1948), é *Aw*, ou seja, clima tropical, com inverno seco. Apresenta estação chuvosa no verão, de novembro a abril, e nítida estação seca no inverno, de maio a outubro (julho é o mês mais seco). A temperatura média do ar do mês mais frio é superior a 18°C. As precipitações pluviométricas são superiores a 750 mm anuais, atingindo 1.800 mm. Apresenta estação seca que varia de três a quatro meses e estende-se entre os meses de maio a setembro, onde os totais pluviométricos médios são inferiores a 50 mm (RENDEIRO, 2007).

A deficiência hídrica anual é de aproximadamente 42 mm (Tabela 1), e o excedente hídrico de cerca de 90 mm, isto considerando a CAD (capacidade de água disponível) igual a 100 mm. O período de reposição hídrica do solo inicia-se em setembro e o período de excedente hídrico estende-se entre novembro e dezembro, onde o total de precipitação corresponde a cerca de 30% do total anual (RENDEIRO, 2007).

**Tabela 1** – Série histórica dos dados climáticos de Jardim- MS. Temperatura média (T), Precipitação média (P), Evapotranspiração Potencial médio (ETO), Evapotranspiração real média (ER), Armazenamento (ARM), Excedente hídrico (EXC) e Déficit hídrico (DEF) de Jardim (MS) no Período de 1970 a 2000, com CAD igual a 100 mm.

MÊS	T(C°)	P(mm)	ETO (mm)	ETR (mm)	EXC (mm)	DEF (mm)
JAN	30,2	184	229,7	220,7	0	0
FEV	26,1	127	131,6	129,9	0	1,8
MARC	26,2	104	141,3	122,8	0	18,5
ABR	24,3	96	103,8	99,1	0	4,7
MAI	21,4	107	70,1	70,1	0	0
JUN	19	56	46	46	0	0
JUL	19,1	38	48,1	46,2	0	1,9
AGO	20,03	39	59,2	56,1	0	6,01
SET	22	88	76,5	76,5	0	0
OUT	24,2	150	110	110	14,6	0
NOV	26	172	137,3	137,3	34,7	0
DEZ	26,6	194	158,2	158,2	35,8	0
ANUAL	23,8	1355	1311,9	1270	85	42

Fonte: ALFONSI ET AL, 2002; RENDEIRO, 2007.

## 2.6. Vegetação

Á área próxima as nascentes do rio Miranda, na Serra de Maracajú, anteriormente era recoberta por Savana Densa (Cerradão), pela vegetação original de Savana (cerrado) ou por áreas de Tensão Ecológica (Contato Savana-Floresta Estacional), que recobriam as depressões de Miranda e Aquidauana - Bela Vista (PEREIRA et al., 2004).

A maior parte hoje ocorre a pastagem plantada. O cerrado Arbóreo Denso nas suas fisionomias (Cerradão) e gramíneo-lenhoso (Campo), Floresta Estacional e o seu enclave, recobrem o restante da área. Ao longo da rede hidrográfica se encontra o Bioma de Mata Atlântica parcialmente preservado.

Grandes partes dos domínios de vegetação natural se encontram degradados, substituídos em sua maior parte por pastagens e pequenas áreas de culturas sazonais.

## 2.7. Uso e ocupação da área estudada

O entorno da área estudada até a década de 1980 foi utilizado para agricultura e pecuária de subsistência. Após esse período o Governo Federal promoveu o assentamento de colonos vindos das margens alagadas do Rio Paraná, causada pela construção da Usina hidrelétrica ITAIPU, na divisa do Brasil com o Paraguai. Assim surge a margem direita do Rio Miranda o assentamento Retirada da Laguna no município de Guia Lopes da Laguna. Já na primeira década do século XXI, surge o assentamento Recanto do Rio Miranda à margem esquerda do rio, jusante da foz do Rio dos Velhos (município de Jardim).

Os assentamentos possuem características diferentes, no assentamento Retirada da Laguna são loteamentos que não fazem parte do programa de reforma agrária e possuem dimensão de 25 hectares, fiscalizados pelo INCRA (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária), isso porque ele foi instituído como forma de compensação das perdas causadas pela hidrelétrica no Rio Paraná.

O assentamento Recanto do Rio Miranda, surge como modelo de reforma agrária pelo Governo Federal, no qual cada lote possui quatro hectares para uso individual, e 100 hectares, são de uso coletivo para a pecuária e agricultura. Logo essa porção de terras de uso coletivo está situada junto à reserva legal próxima ao rio Miranda, que serve de uso para pecuária e o cultivo de feijão.

O restante da área de estudo pertence à grande área de pastagens, destinada à pecuária de cria, recria e engorda, além de possuir pequenas áreas de cultivo de milho, mandioca, cana e forragem para consumo local. A área mais alterada pertence à cidade de Jardim e Guia Lopes de Laguna, ambas situadas às margens do rio Miranda. Em Jardim, a água disponibilizada para a população provém de uma estação de captação localizada em uma área situada a montante da cidade, denominada "Praia Marli".

## CAPÍTULO III

### REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para a realização deste estudo foi necessário realizar uma revisão conceitual da dinâmica fluvial, ciclo hidrológico, rede de drenagem, bacia hidrográfica, fisiografia do canal e processos erosivos. Tal aporte teórico permite identificar e analisar os processos naturais da dinâmica hidrosedimentar do segmento do alto curso do rio Miranda.

#### 3.1. Ciclo hidrológico

O ciclo hidrológico (Figura 7) corresponde ao processo de circulação da água entre a superfície terrestre e a atmosfera, iniciando-se com o fenômeno aquecimento das superfícies terrestres com a ação da energia solar e a liberação de água para a atmosfera que precipita (sob diferentes formas) pela condensação do vapor até retornar para os reservatórios da superfície tais como rios, lagos, aquíferos, vegetação, geleiras, etc. (KARMANN, 2009).

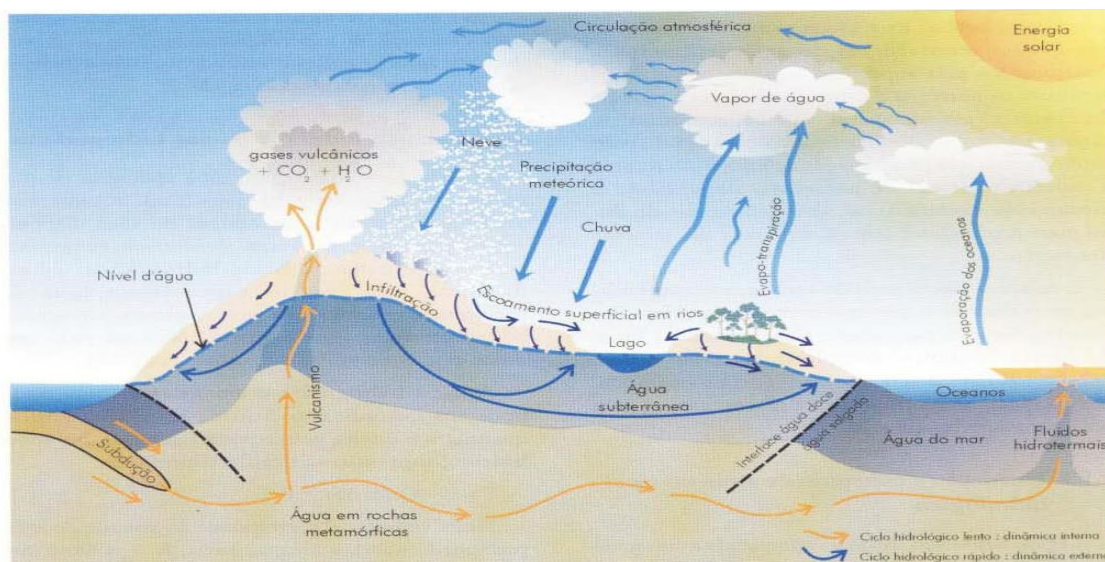


Fig. 7.1 O ciclo hidrológico.

**Figura 7 -** Ciclo hidrológico. Fonte: KARMANN, 2009.

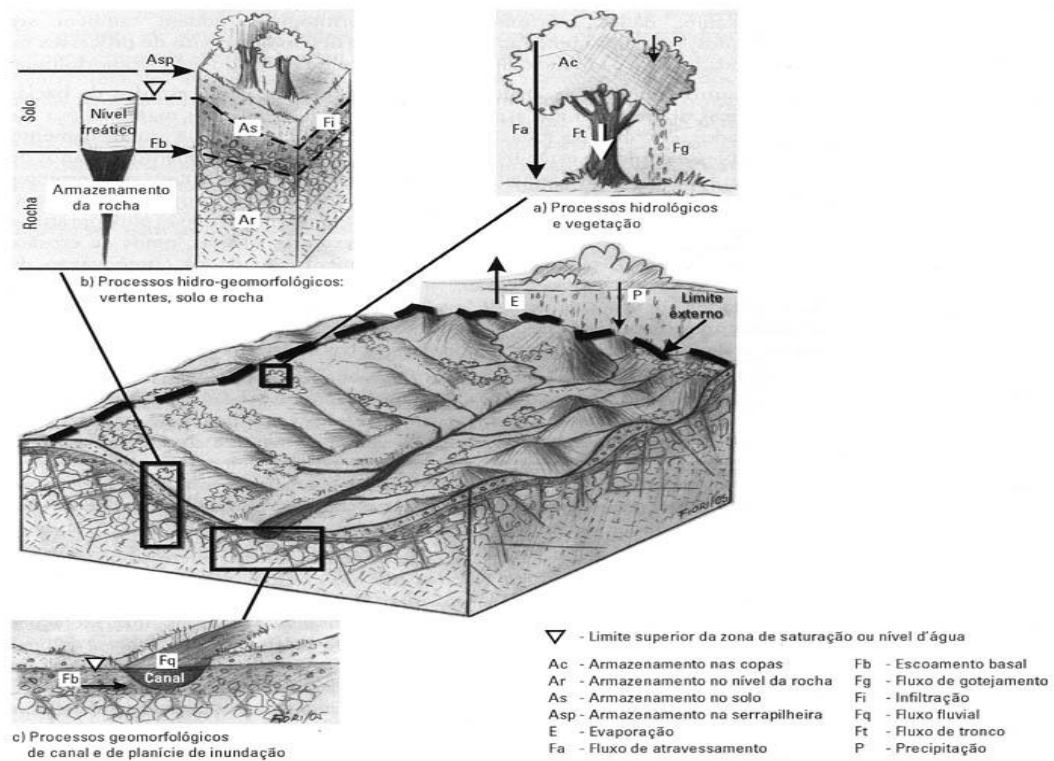
Segundo Guerra e Cunha (2007, p.95),

Água ocorre na atmosfera, acima ou abaixo da superfície terrestre, como líquido, sólido ou gás. A água como líquido é de importância direta aos estudos hidrológicos, estando em forma de chuvas na atmosfera; como lagos, rios e oceanos, na superfície; e, abaixo da superfície, como água no solo ou aquífero subterrâneo. No estado sólido, ocorre como neve ou gelo e, como vapor d água, ocorre abundantemente nas camadas inferiores da atmosfera e dentro das camadas mais superficiais da crosta terrestre. A água está continuamente mudando de estado: de sólido para líquido, pelo descongelamento de neves e gelos; de líquido para sólido, como resultado de congelamento; de líquido para vapor d água, pela evaporação; e de vapor para líquido, por meios da condensação. A água move-se rapidamente, como chuva, na atmosfera e como fluxo superficial canalizado ou não canalizado. Abaixo da superfície, entretanto, move-se mais lentamente e flui gradualmente para os rios e oceanos.

De toda a água disponível no Planeta, grande parte fica acumulada nos oceanos, geleiras, capas de gelo ou águas subterrâneas. Apenas uma pequena porcentagem está concentrada em lagos, rios, umidade no solo, biosfera e atmosfera formando assim a hidrosfera, aonde todo esse processo é movimentado sobre influência da energia solar que representa o processo mais importante na dinâmica externa da Terra (KARMANN, 2009).

Nascimento e Villaça (2008) apud, Rodrigues e Adami (2005, p.148) destaca que,

“... grande parte da água que precipita em bacias hidrográficas pode ficar reservada ou circular em vários níveis e subsistemas (Figura 8): copas, folhas, caules, tronco e raízes da cobertura vegetal e da serrapilheira, diversos horizontes pedológicos; rochas; superfície das vertentes e suas depressões; e, finalmente, canais fluviais e planícies de inundação. Assim é que aos estudos de bacias hidrográficas aplica-se a noção de sistemas aberto, composto por outros subsistemas, os principais sendo os sistemas de vertentes e os dos canais fluviais e das planícies de inundação.

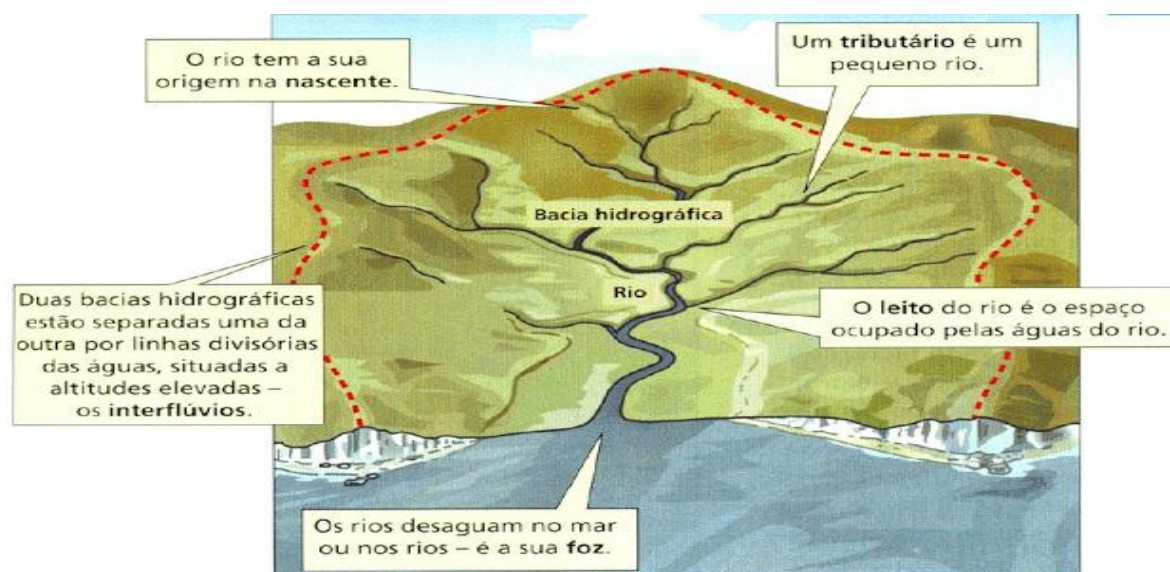


**Figura 8** - Processo de circulação da água em diferentes ambientes das bacias hidrográficas. **Fonte:** Nascimento e Villaça (2008).

### 3.2. Bacia hidrográfica

Uma bacia hidrográfica é composta por uma rede de drenagem que em conjunto regula, e distribui a água por um rio principal e seus afluentes. Os interflúvios são as zonas representadas nas cartas topográficas que indicam a divergência dos fluxos d'água, à linha interna que delimita os divisores internos da rede de drenagem da bacia hidrográfica (GUERRA e CUNHA, 2007).

Segundo Karmann (2009) é uma unidade geográfica definida como uma área de captação da água de precipitação, demarcada por divisores topográficos, onde toda água capturada converge para um único ponto de saída, o exutório (Figura 9). O rio tem sua origem na nascente, e ao longo de seu curso recebe água de rios, riachos e córregos tributários que formam a sua rede de drenagem, assim os rios deságuam no mar ou em outros rios onde ocorre sua foz.



**Figura 9** - Bacia hidrográfica. Fonte: KARMANN, (2009).

De acordo com Christofolletti (1980), os rios constituem os agentes mais importantes no transporte dos materiais intemperizados das áreas elevadas para as mais baixas, e dos continentes para o mar. Os córregos e rios são alimentados pela precipitação na sub-bacia e bacia hidrográfica, como também pela precipitação direta no canal e principalmente pelas águas subterrâneas que recarregam e mantêm a cota dos rios.

Na geomorfologia o termo rio aplica-se a qualquer fluxo canalizado independente de sua classe hierarquizada (arroyo, ribeira, ribeiro, riacho, ribeirão, e outros). Os canais podem ser classificados por intermitentes, nos quais durante parte do ano drenam água e em outro período seca, geralmente estão associados ao regime de precipitação e estiagem em áreas tropicais; e canais perenes, aqueles que drenam água o ano todo podendo diminuir sua cota no período de estiagem (CHRISTOFOLETTI, 1980).

O processo de drenagem dos canais fluviais ou o escoamento fluvial é parte integrante do ciclo hidrológico e a sua alimentação se processa através das águas superficiais de precipitações, do abastecimento por águas subterrâneas e derretimento de massas de gelo (CHRISTOFOLETTI, 1980).

O escoamento superficial direto é potencializado em áreas com declives acentuados, com redução da infiltração e maior alimentação do canal fluvial, enquanto que em superfícies suavemente onduladas o escoamento superficial é menor e há maior infiltração no solo favorecendo o fluxo em lençol subsuperficial (KARMANN, 2009).



### 3.3. Fisiografia fluvial

Na geomorfologia fluvial o leito do rio corresponde ao espaço ocupado pelo escoamento das águas (figura 10), que é classificado de acordo com a frequência de descargas e a consequente topografia desses canais, aonde o leito menor corresponde à parte do canal ocupada pelas águas e cuja frequência impede o crescimento da vegetação, delimitado por margens bem definidas (GUERRA e CUNHA, 2007). O leito vazante equivale à parte do canal ocupada durante o escoamento das águas de vazante.

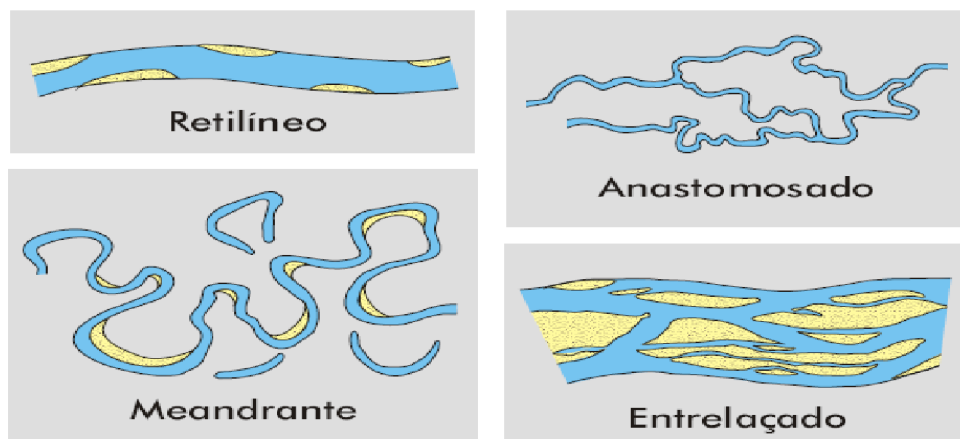


**Figura 10** - Diferentes leitos fluviais. Leito menor delimitado no esquema A, e leito vazante em plena vazão apresentado na figura B, no Rio Miranda, trecho localizado entre a ponte velha e ponte nova (Jardim e Guia Lopes da Laguna).

O conjunto de fatores que influenciam os regimes das águas e a produção de sedimentos nas bacias hidrográficas brasileiras depende da atuação conjunta das condições naturais e das atividades humanas (GUERRA e CUNHA, 2007), tais como o uso e ocupação do solo a cobertura vegetal das margens e a capacidade da vazão do canal e o aumento da densidade da água pode determinar a dinâmica fluvial do canal.

Segundo Miall (1977) apud Riccomini et al. (2008) os canais fluviais são classificados em quatro padrões principais: retilíneo, meandrante, entrelaçado e anastomosado (Figura 11). A classificação de canais é pautada nos parâmetros morfométricos de sinuosidade, grau de entrelaçamento e relação entre a largura e profundidade.





**Fig. 10.10** Os quatro tipos fundamentais de canais fluviais. Adaptado de Miall, A.D., 1977.

Fonte: Decifrando a Terra / TEIXEIRA, TOLEDO, FAIRCHILD e TAIOLI - São Paulo: Oficina de Textos, 2000.

**Figura 11** - Tipos de canais fluviais. Fonte: KARMANN, (2009).

As classificações dos canais fluviais seguem padrões de largura profundidade e sua morfologia (Quadro 1). Os rios entrelaçados são mais comuns em regiões desérticas secas e os rios meandrantes em climas úmidos. Já rios anastomosados são mais frequentes também em climas úmidos e dependem fortemente da ação da vegetação na fixação das margens. Os rios retilíneos estão praticamente restritos a pequenos segmentos de drenagens e distributários.

**Quadro 1** - Padrões de classificação de canais fluviais.

Tipo	Morfologia	Razão largura/ profundidade
<b>Retilíneo</b>	Canais simples com barras longitudinais	<40
<b>Entrelaçado</b>	Dois ou mais canais com barras e pequenas ilhas	Normalmente >40; comumente >300
<b>Meandrante</b>	Canais simples	<40
<b>Anastomosado</b>	Dois ou mais canais com ilhas largas e estáveis	Normalmente <10

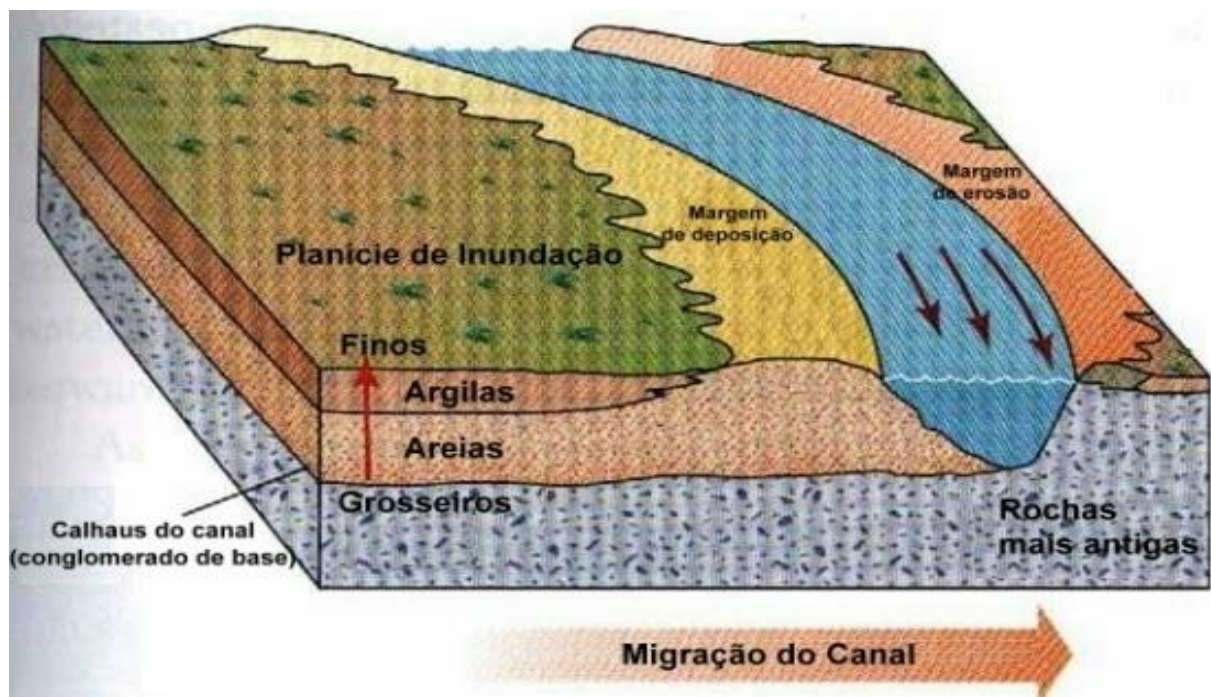
Fonte: KARMANN, (2009).

### 3.4. Erosão Marginal

A geomorfologia fluvial representa uma área de destaque na ciência geomorfológica, pelo seu caráter condicionante da própria vida humana, a qual depende desde a antiguidade dos rios (GUERRA e CUNHA, 2001; ROCHA, 2009).

A dinâmica sedimentar de um rio está relacionada à erosão, transporte e deposição (Figura08) de material detrítico. A deposição depende da velocidade, turbulência e do fluxo dentro do canal (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Segundo Guerra e Cunha (2007) a erosão consiste numa dissociação do material rochoso ou terroso do leito ou das margens dos canais fluviais, seguido do transporte e deposição. A capacidade de erosão das águas depende da velocidade e turbulência, do volume de partículas por elas transportadas em suspensão, saltação e rolamento (figura 12). Ao entrar no fluxo potencializa a ação de desgaste do leito e das margens, estágio esse que a erosão responde ao seu sentido etimológico de corroer, cujo todo esse material erodido e transportado finaliza com a deposição do sedimento.



**Figura 12** - Dinâmica de processos erosivos em um canal, erosão, transporte e deposição.

Fonte: KARMANN, (2009).

A maior parte dos sedimentos transportados pelo canal origina-se por processo de erosão marginal (ARAÚJO e ROCHA, 2008) que ocorre com maior expressão quando ocorre aumento na vazão, cujo fluxo e a densidade da água se alteram. Após eventos de cheias é possível identificar a alteração da morfologia do canal.

A erosão fluvial é realizada através dos processos de corrosão, corrasão e cavitação. Corrosão engloba todo e qualquer processo químico que se realiza como reação entre a água e as rochas superficiais que com ela estão em contato. A corrasão é o desgaste pelo atrito mecânico, geralmente através do impacto das partículas carregadas pela água. A cavitação ocorre somente sob condições de velocidades elevadas da água, quando as variações de pressão sobre as paredes do canal facilitam a fragmentação das rochas (GUERRA E CUNHA, 2007).

A deposição da carga detrítica carregada pelos rios ocorre quando há diminuição da competência ou da capacidade fluvial. Essa diminuição pode ser causada pela redução da declividade, pela redução do volume ou pelo aumento do calibre da carga detrítica.

Segundo Christofolletti (1980), o fluxo de água pode ser laminar ou turbulento: é laminar quando a água escoar ao longo de um canal reto, suave, a baixas velocidades. O turbulento pode classificar em duas categorias, corrente e encachoeirado. Corrente pode encontrar nos cursos fluviais, e encachoeirados ocorre nos trechos de velocidades mais elevadas, tais como cachoeiras e corredeiras, implicando no aumento da intensidade da erosão.

Os vales fluviais se modificam como consequência dos efeitos dos processos de erosão, transporte e sedimentação. A maior atividade do processo erosivo acontece nas cabeceiras, associado à maior declividade do relevo, nas porções mais baixas com menor declividade a calha do rio sofre um processo de alargamento e acúmulo dos detritos erodidos (CHRISTOFOLLETTI, 1981; ROCHA, 2009).

Segundo Silva et al. (2011) o alargamento e migração de canais fluviais é facilitado e acompanhado pela erosão marginal. Por isso o estudo da erosão marginal possibilita entender quais são os mecanismos de atuação que interfere na dinâmica fluvial.

Os resultados da erosão diferem proporcionalmente com a natureza e estado inicial do material rochoso (DEMANGEOT, 2000), ou seja, a erosão está diretamente ligada com as

características geológicas do lugar, podendo ser notada nos detritos oriundos do transporte fluvial acumulado ao longo da calha do rio.

Diversos fatores condicionam a erosão das margens dos canais fluviais, dentre eles, destacam-se a geometria, estrutura e as características pedológica do talude, as características hidrodinâmicas do fluxo nas proximidades das margens e as condições climáticas da bacia hidrográfica (THORNE e TOVEY, 1981; ROCHA e SOUZA FILHO, 2001).

A erosão marginal assume um papel muito importante na geomorfologia de um canal fluvial, ela é uma das fontes de suprimento de carga fluvial e juntamente com os processos de transporte e deposição é essencial para a caracterização da dinâmica de um segmento de um rio (BORGES, 2004).

Além disso, ela é fundamental para compreender a dinâmica dos cursos de água, as margens atuam na estabilidade da paisagem e manutenção do ecossistema fluvial, econômico no sentido da perda de terrenos cultiváveis em áreas agrícolas e na proteção de estruturas de engenharia próximas ao canal fluvial (ROCHA, 1995).

As propriedades mecânicas, e a variação do nível do rio são fatores importantes no processo de erosão marginal, no qual a presença de vegetação e o teor granulométrico da composição do solo (silte, argila), controla a atuação de forças de origem fluvial sobre os materiais das margens (CORRÊA e SOUZA FILHO, 2009).

A distribuição de taxas de erosão marginal pode variar de um ponto para outro da margem, por serem variáveis as características morfológicas e sedimentológicas do talude. Além disso, o ângulo de incidência da corrente na margem varia de um local para outro conforme seu traçado, ora sinuoso ora retilíneo, condição que incide diretamente em diferentes taxas de erosão de margem (CASADO et al., 2002).

## CAPÍTULO IV

### MATERIAIS E MÉTODOS

O desenvolvimento de uma metodologia para o estudo de determinado aspecto do meio físico é fruto de uma observação sistemática da intensidade e da frequência como o mesmo ocorre (BORGES, 2004). O estudo da erosão marginal se justifica na origem da observação da perda de terrenos cultiváveis, o talude e o leito do canal fluvial.

Inicialmente foram realizadas revisões bibliográficas para embasamento teórico, concomitante com observações da área com uso de imagens do Google Earth, que possibilitaram verificar possíveis sinais de erosão marginal, geralmente presentes nas margens côncavas do canal, além de áreas cujas margens não possuem cobertura vegetal. A segunda etapa deste estudo, também concomitante com as ações supracitadas, foi coletar amostras e informações *in loco*. Essa atividade evidenciou problemas que não eram esperados diante das imagens de satélite, isso porque as imagens não são atualizadas com frequência e o acesso ao rio muitas vezes não foi possível, por causa da vegetação densa nas margens, bem como pela própria dinâmica do rio em busca do equilíbrio.

Assim a investigação para encontrar lugares apropriados para aplicar o projeto estendeu-se ampliando também a área de estudo, que a princípio seria desenvolver a metodologia até o assentamento Retirada da Laguna na margem direita do rio (15 km da foz do rio Santo Antonio). Dessa maneira a ampliação da área estudada se estendeu até a foz do rio dos Velhos, situado 20 km a montante da primeira área idealizada para o desenvolvimento deste estudo.

Após as atividades de campo, foram selecionadas quatro seções de monitoramento denominadas de: seção 01-Praia Marli; seção 02-Retirada da Laguna; seção 03-Guardinha; seção 04-foz do Rio dos Velhos, na margem direita do rio Miranda. Para quantificar a taxa de erosão foi utilizado o método de pinos e estacas. Utilizado primeiramente por Wolman (1959) apud Silva et al. (2011), o método consiste na inserção de pinos metálicos no talude do rio, com o objetivo de medir a erosão através da exposição do pino, adaptado para rios tropicais por Fernandez (1990), aplicado no rio Paraná e Silva, et al.(2011) no rio Paraguai, entre outros.

No estudo foram utilizados pinos de aço com 0,5 m de comprimento e 6,3 mm de diâmetro graduados com marcas espaçadas de 5 cm, distribuídos no talude do canal com espaçamento vertical de aproximadamente 1,0 m de distância. Foram utilizados 3 pinos em cada seção de acordo com o perfil do talude. A coleta de dados seguiu as recomendações de Fernandez (1990) apud Casado et al.(2002), para o estudo do processo erosivo em rios tropicais. Após a cada coleta de dados, o pino exposto pela erosão era introduzido novamente no barranco, deixando a vista apenas 0,5 cm para facilitar sua localização.

O método de estacas (HUGHES, 1977 apud CASADO et al.,2002), consiste na colocação de estacas de madeira na superfície da margem do canal (Figura 13). Neste estudo foram usadas estacas de 0,5 m de comprimento, que foram distribuídas conforme o perfil da margem em uma distância de 3 a 6 m. No caso do rio Miranda apenas utilizada na seção 1 e seção 2 que apresentaram condições de grande evento erosivo, e nas demais a estrutura rochosa da margem que impediu a instalação.



**Figura 13** - Método de pinos e estacas utilizado neste estudo. No quadro A, a exposição do pino no talude do canal e no quadro B, a coleta de dados da estaca utilizando uma trena para medir o recuo até a margem do rio Miranda.

Para análise dos dados obtidos de taxas de recuo, foram utilizados os dados da ANA (Agência Nacional de Águas) de cotas médias mensal da estação Fluviométrica (66910000 Ponte km 21, estrada MT- 738). No banco de dados da ANA, foi possível encontrar as cotas médias do ano de 2012 até abril de 2013, mês em que ocorreram os maiores eventos pluviométricos na região, por isso para assegurar os resultados obtidos foi necessário buscar outros métodos de comparação.

O segundo método utilizado foi o de turbidez da água (Figura 14), que revela a característica física da água decorrente da presença de substâncias em suspensão, ou seja, sólidos suspenso finamente dividido ou estado coloidal, e de organismos microscópicos



(KIM, 2012). Os dados foram disponibilizados pela SANESUL (Empresa de Saneamento de Mato Grosso do Sul). Para o estudo foram selecionados os dados obtidos diariamente às 12h00min do dia durante um ano hidrológico.



**Figura 14** –Processo de análise de turbidez. No quadro A, o turbidímetro modelo 2100P da marca HACH utilizado para a análise coleta de amostras de água do rio Miranda. No quadro B, em destaque a torneira com vazão de água bruta (direta do rio Miranda) cuja análise de turbidez é realizada a cada 1 hora do dia para controle de qualidade do tratamento de água para o abastecimento urbano.

**Fonte:** SANESUL, 2013.

## CAPÍTULO V

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

As atividades de campo realizadas no 2º semestre de 2012 e 1º semestre de 2013, permitiram obter diferentes informações sobre os processos erosivos das margens do rio Miranda nas seções monitoradas (Figura 15). As seções 01 e 03 apresentam características como à falta de vegetação na margem do rio e ambas são utilizadas como área de pastagens, diferente das seções 02 e 03 onde a mata ciliar está preservada.

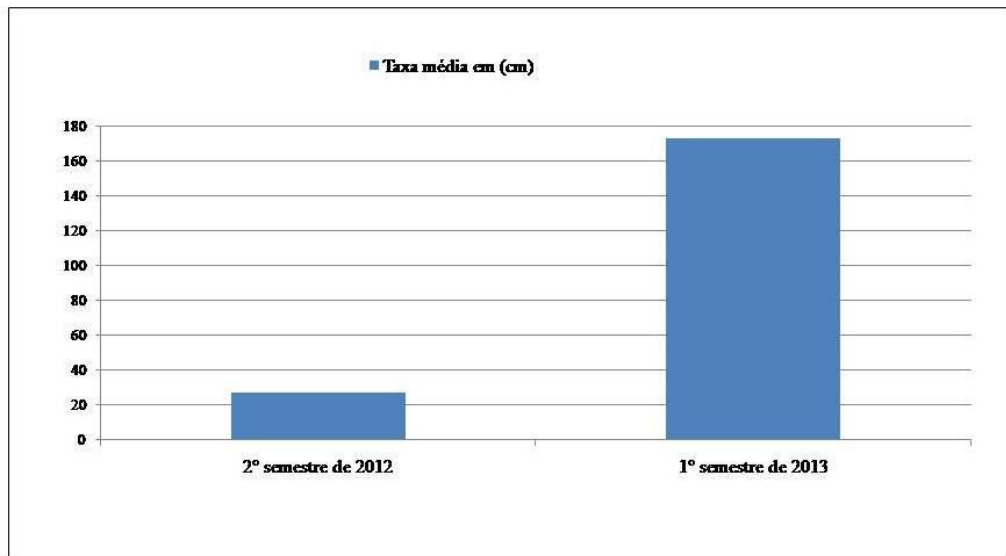


**Figura 15** - Seções de monitoramento no rio Miranda. É possível observar que nas seções 1 e 3, a margem está desprovida de vegetação e a (seção 2 e 4), com a mata ciliar preservada no local de monitoramento. **Fonte:** Imagem do Google Earth, 2013- Digital Globe, Cnes/Spot Image- obtida em 05 de outubro de 2013/ Adaptado.

Os dados obtidos no 2º semestre de 2012 (Figura 16) permitiram observar uma pequena taxa de recuo linear das margens. As medições realizadas no período de menores cotas de débito fluvial no rio Miranda, que se estendem de julho a dezembro de 2012. No 1º semestre de 2013 as medições permitiram observar que com o aumento da cota média de

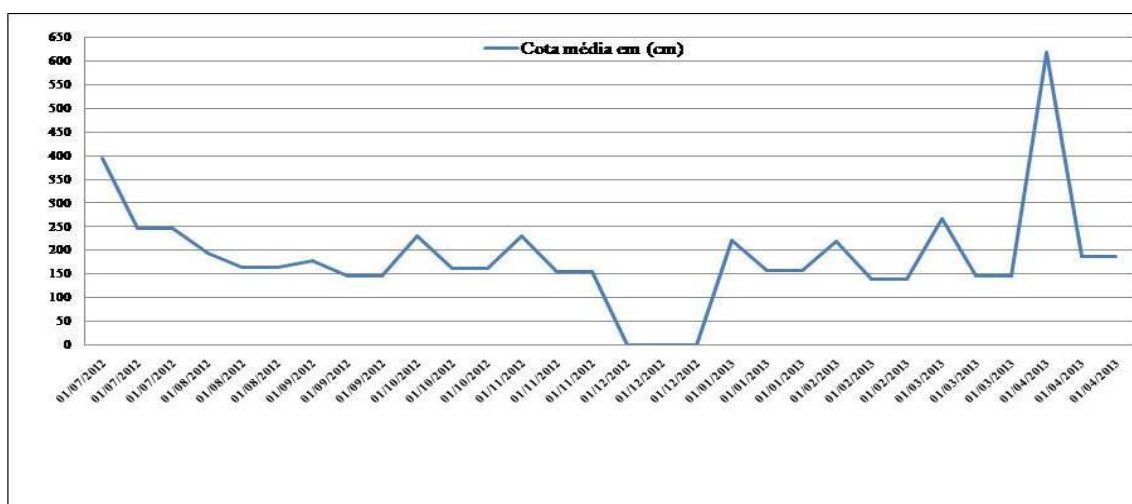


débito fluvial, a média de recuo da margem também aumentou em todas as seções monitoradas.



**Figura 16**–Taxas de recuo linear das margens. (nas seções estudadas) do rio Miranda entre 2012 e 2013.

Nesta perspectiva quando comparado aos dados (Figura 17) obtidos da Agência Nacional de Águas (ANA) da cota mediana estação fluviométrica (cód. 66910000, localizada na Ponte km 21, estrada MT-738) no período de julho de 2012 a Junho de 2013, localizada no município de Bonito-MS.

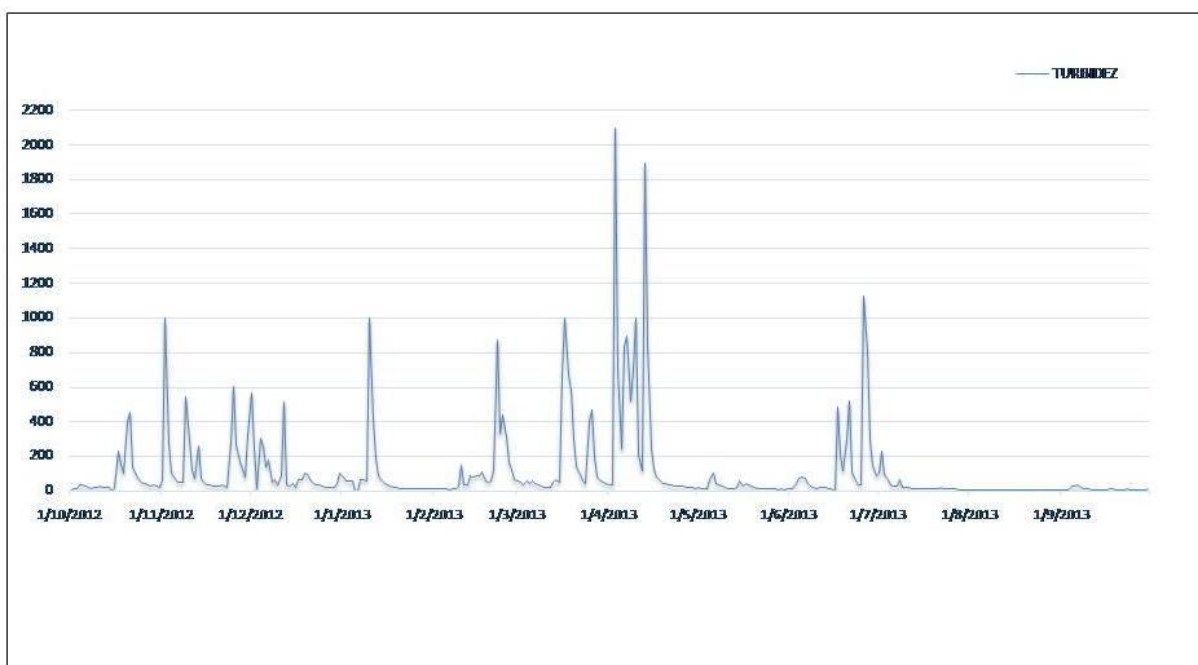


**Figura17**-Dados da cota média mensal no rio Miranda. Durante o período estudado de julho de 2012 a junho de 2013 na estação fluviométrica (ESTRADA MT-738) no município de Bonito-MS. **Fonte:** (ANA) Agência Nacional de Águas, 2013.

Observe que quando comparado a taxa média geral da erosão com as cota média no período podemos observar essa evolução do processo erosivo, principalmente no mês de abril de 2013, mas não assegura totalmente os resultados por causa dos dados de cotas no mês de abril, maio e junho não serem disponibilizados pela ANA. O que podemos observar é que as maiores cotas estão relacionadas a dois períodos distintos um no mês de julho de 2012, cuja cota média chegou a 396 cm, caso atípico da região que geralmente no inverno possui baixo índice pluviométrico. E a cota de 618 cm no mês de abril por consequência da precipitação mais intensa nesse período.

A fim de validar a hipótese da influência do alto deflúvio sobre o processo erosivo, foram comparados os dados de turbidez da água, que consiste nas características físicas da água decorrentes de material em suspensão, transportado pelo canal e tem relação direta com o regime hidrológico. A cota e vazão aumentam, em consequência o processo erosivo também pode aumentar, e o escoamento de material erodido resulta no aumento da turbidez da água.

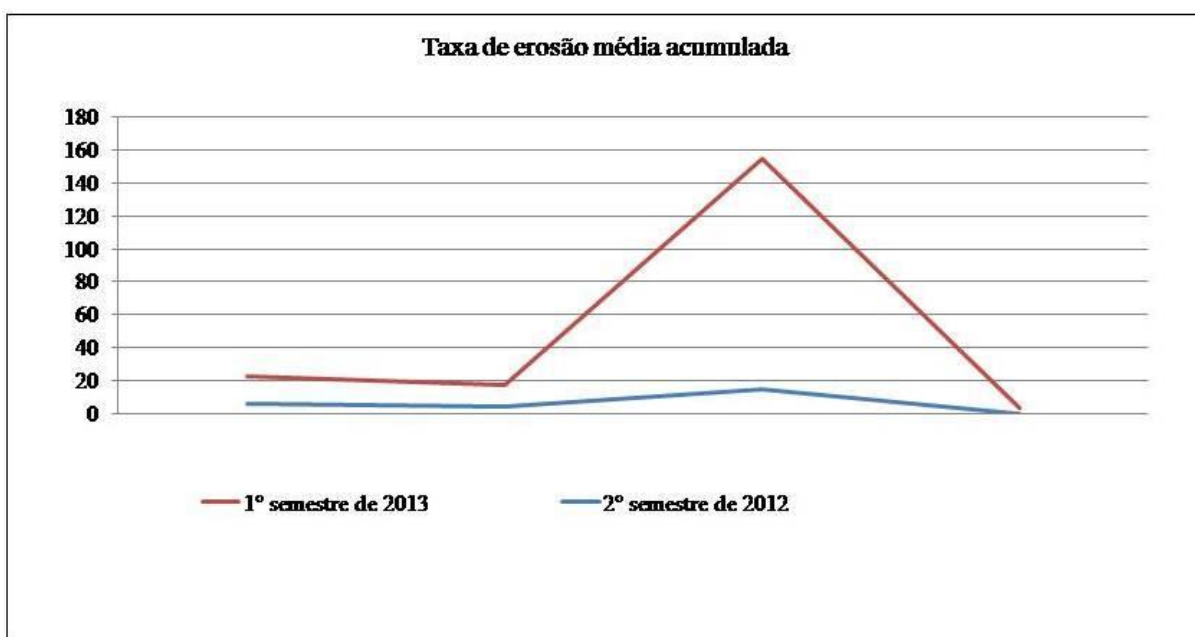
Os dados apresentados na (Figura 18) revela o histórico da variação da turbidez do rio Miranda durante o período de realização deste estudo.



**Figura 18-**Turbidez da água do rio Miranda. Durante um ano hidrológico (entre outubro de 2012 e setembro de 2013). **Fonte:** SANESUL, 2013.

Foi possível observar que a partir de outubro de 2012, ocorreu alteração nas taxas de turbidez da água ainda no 2º semestre de 2012, e o grande pico ocorreu no mês de abril (entre 03/04 e 13/04) no 1º semestre de 2013. Os dados de turbidez da água atestam a elevada presença de sedimentos durante alguns períodos do ano, fato este que pode representar parte do material do canal desprendido pela corrosão da margem fluvial.

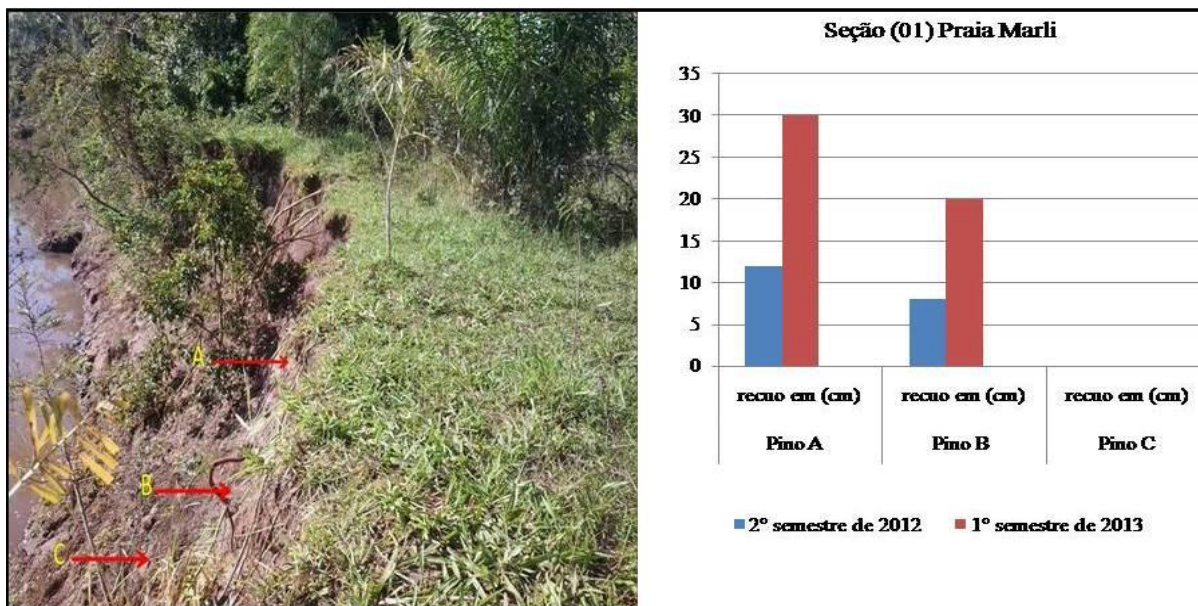
Ao comparar a variação da turbidez (Figura 18) no espaço-temporal da erosão marginal durante os semestres (Figura 19) é possível identificar o maior evento erosivo no 1º semestre de 2013.



**Figura 19** - Comparação da erosão espaço-temporal.

### Seção 01- Praia Marli

Esta seção apresentou características particulares no período de estudo, obtendo um padrão na taxa de erosão, com valores maiores no último semestre (Figura 20).

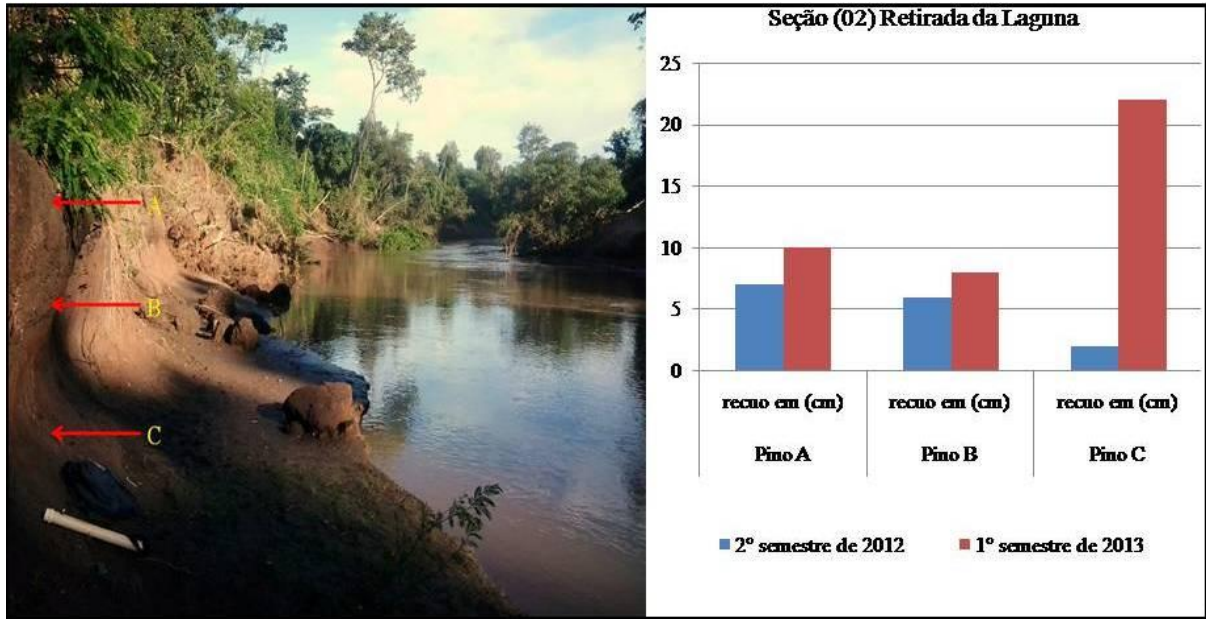


**Figura 20** - Perfil do talude (Seção 01) Praia Marli. Notemos que os pinos A, B, C, estão inseridos no talude do canal, e o gráfico ao lado quantifica a taxa média de recuo linear da margem no 2º semestre de 2012 e 1º semestre de 2013.

Silva (2011) destaca que as propriedades mecânicas de uma margem estão relacionadas à composição granulométrica e no caso a resistência a erosão, dessa forma a coesividade dos sedimentos é proporcional ao teor de argila presente nos solos, ou seja, quanto mais argiloso for à matriz sedimentar presente na margem do canal, maior resistência ela oferecerá à erosão. Com base nesta afirmação e nas características sedimentares da seção, foi possível constatar que o pino C apresentou índice zero de erosão ao longo do período, fato este que podemos atribuir às propriedades pedológicas da margem, com solo mais coeso e elevado teor de argila (caracterizado por amostragem em campo). Os pinos A e B apresentam recuo linear da margem em ambos os períodos de estudo.

### Seção 02- Retirada da Laguna

Como podemos observar na (figura 21) esta seção possui mata ciliar bem preservada e o processo erosivo ocorreu com pouca intensidade durante os períodos de coleta de dados.



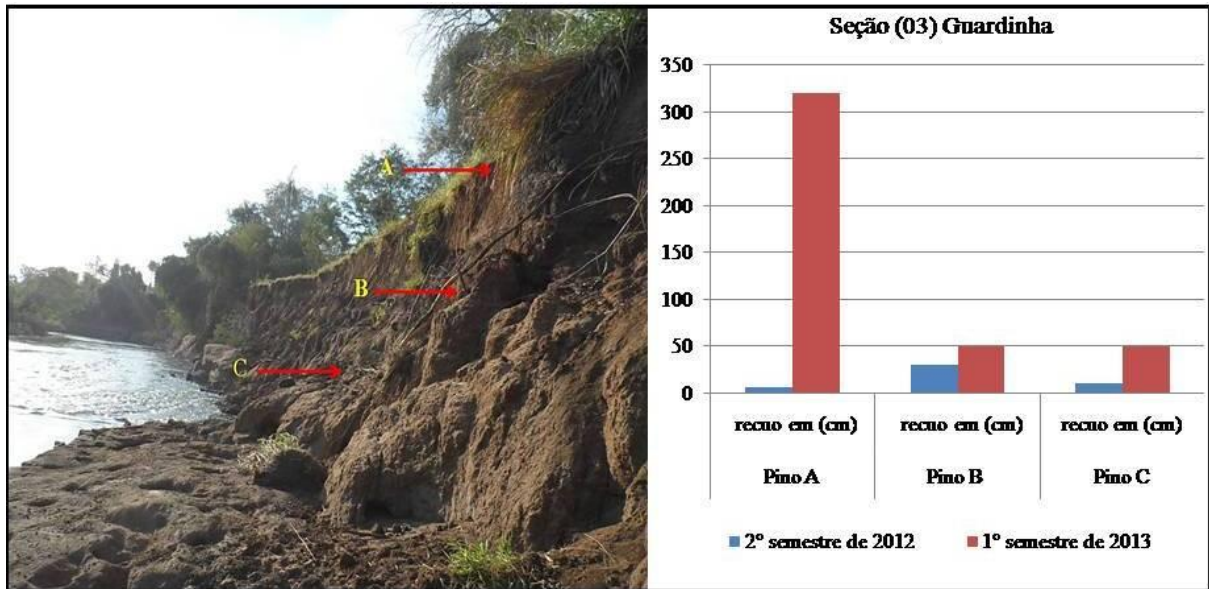
**Figura 21** - Perfil do talude (Seção 02) Retirada da Laguna. Como podemos observar os pinos A, B, C, estão inseridos no talude do canal, e o gráfico ao lado quantifica a taxa média de recuo linear da margem no 2º semestre de 2012 e 1º semestre de 2013.

Ao contrário dos resultados registrados na seção 01, o pino C (próximo à base da vertente), apresentou um maior recuo linear da margem que pode ser observado no gráfico. Neste talude do canal, houve maior estabilidade de erosão nos pinos A e B, em ambos os semestres analisados.

### Seção 03- Guardinha

Na seção Guardinha houve um processo erosivo mais intenso no primeiro semestre de 2013 (Figura 22) que estão relacionados ao período de cheia do rio precisamente no mês de abril. Nessa seção o processo erosivo foi intensificado pela característica local de margem côncava que proporcionou a alteração do fluxo fazendo com que a margem do canal sofresse um processo maior de atrito com o sedimento transportado ocasionando uma intensa erosão.





**Figura 22** - Perfil do talude (Seção 03) Guardinha. Como podemos observar os pinos A, B, C, estão inseridos no talude do canal, e o gráfico ao lado quantifica a taxa média de recuo linear da margem no 2º semestre de 2012 e 1º semestre de 2013.

A taxa de erosão nessa seção foi intensa, sendo a única que se necessitou utilizar o método de estaca (Figura 23), pois os pinos foram levados junto com a erosão do início de 2013. O uso desse segundo método proporcionou obter dados de recuo da margem no Pino A, cuja erosão foi de 320 cm.

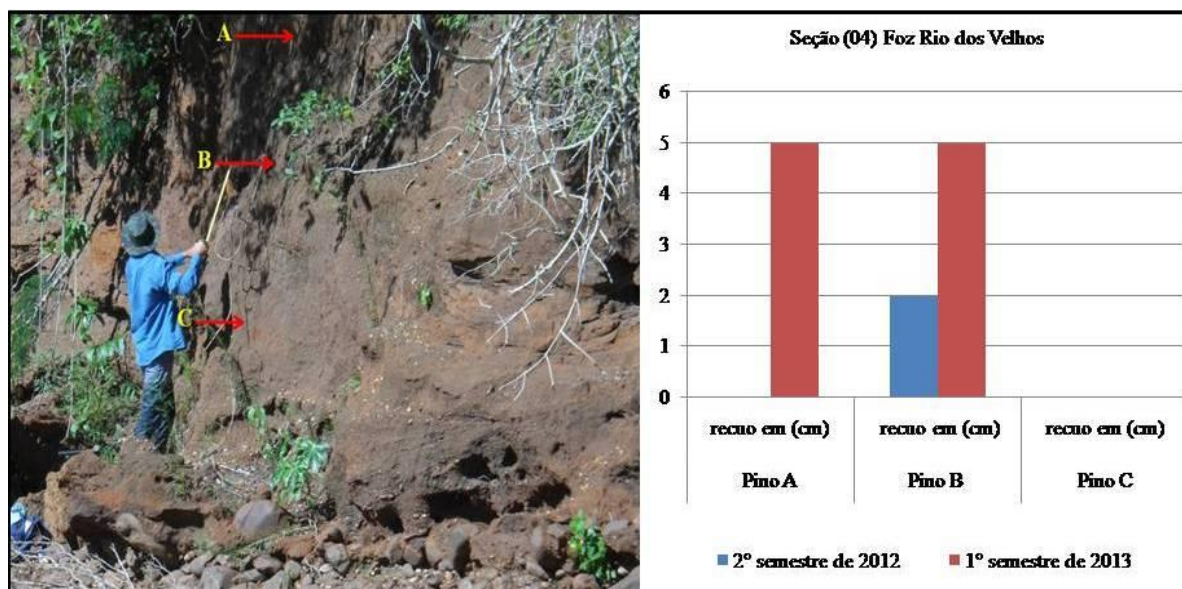


**Figura 23** - Cena de coleta de dados pelo método de estaca. Neste ponto o recuo linear atingiu 320 cm. A imagem mostra parte da trena usada para a medição da estaca até a margem.

A erosão verificada neste ponto revela a vulnerabilidade da margem do rio frente à ausência de vegetação. A presença de área de pastagens no lugar onde deveria estar à mata ciliar pode potencializar a erosão das margens do canal. Próximo ao leito do canal o processo erosivo durante o período foi menor, conforme pode ser observado nos dados obtidos pelos pinos B e C desta seção.

#### Seção 04 - Foz do Rio dos Velhos

A Seção foz do rio dos Velhos (Figura 24) apresentou um comportamento erosivo diferente das demais seções. A proximidade com a foz do rio dos Velhos, situado a montante da seção estudada, não interferiu no processo erosivo da margem. Constatou-se que os pinos A e B, apresentaram taxa de erosão inferior à 5 cm, e o pino C, não obteve recuo de margem durante o período deste estudo.



**Figura 24** - Perfil do talude (Seção 04) Foz do Rio dos Velhos. É possível observar os pinos A, B, C, estão inseridos no talude do canal, e o gráfico ao lado quantifica a taxa média de recuo linear da margem no 2º semestre de 2012 e 1º semestre de 2013.

Essa seção possui área de mata ciliar preservada e características pedológicas que permitem maior estabilidade e resistência à ação do fluxo durante os períodos de alta vazão. A

taxa de erosão apresentada nessa seção está diretamente relacionada apenas pela corrosão da margem no período de maior cota do rio que aconteceu no último período de monitoramento no primeiro semestre de 2013.

A velocidade da água associada à declividade do leito do rio é o fator principal que regula e determina a erosão, transporte e deposição de sedimentos (SILVA et al., 2011). Assim o regime hidrológico assume um papel importante no processo erosivo, pois controlam os valores de débito e conseqüentemente a velocidade e fluxo, que por sua vez infere no recuo linear da margem do rio.

A taxa de recuo médio no 2º semestre de 2012 foi de 27 cm, enquanto no 1º semestre de 2013 a média foi de 173 cm. Isso possibilitou conhecer a evolução da erosão marginal associada ao débito fluvial do canal durante um ano hidrológico.

A distribuição das taxas de erosão marginal pode variar notavelmente de um ponto para outro do canal e em margens diferentes como foi observado nos resultados obtidos. Segundo Casado et al. (2002) isso ocorre por serem variáveis as características morfológicas e sedimentológicas do talude e, além disso, quase sempre, a ação das ondas e das correntes não são iguais em toda a extensão da uma margem.

As propriedades mecânicas de uma margem estão relacionadas com a composição granulométrica e o teor de argila composta na margem, desta forma infere na coesividade e resistência a erosão, variável que aumenta a resistência a erosão é a cobertura vegetal da margem (ROCHA et al., 2001). Desta forma os resultados obtidos no presente estudo como a seção 01 e 03 que a margem está desprovida de cobertura vegetal atesta que essa condição pode ter contribuído para o recuo linear de ambas as seções. Com base na literatura consultada, o caso das seções 02 e 04 nota-se que o recuo linear da margem foi mínimo, margem que apresenta condições vegetais preservadas e litologia favorável.

Segundo Borges (2004) em estudos realizados no Rio Paraná e Silva et al. (2011) em estudos no Rio Paraguai, a erosão marginal em rios de grande porte estão relacionadas a processos de desmoronamento na parte inferior da margem (processo de solopamento), cujos valores mais elevados de erosão ocorrem em períodos de menores cotas e podem ter relação com as ondas geradas pelas embarcações durante a navegação.



Em rios aluviais, explica-se que quando a quantidade de sedimentos é superior a sua capacidade de transporte, ocorre o assoreamento, em rios rochosos ainda não se tem uma conclusão definida (SILVA et al., 2011).

A evolução da erosão marginal acontece em um curto período de tempo, comparativamente a muitos outros processos geomorfológicos, mostrando assim a importância de conhecimento do grau de erosão marginal para fins de planejamento adequado no que concerne o uso e ocupação adequada das margens (HOOKE, 1979; SILVA et al., 2011). Essa evolução pode ser observada no Rio Miranda, devido à erosão ter ocorrido durante o período de maior débito fluvial, no 1º semestre de 2013.

A dinâmica fluvial de um rio pode obedecer a padrões diferentes na evolução do tempo e cota associada à velocidade da água, como por exemplo, o Rio Paraguai que é um rio de planície em que seu período de cheia não está diretamente relacionado com o regime hidrológico temporal. As precipitações ocorrem com maior intensidade nos meses de dezembro a março na sua sub-bacia do rio Miranda, mas seu nível começa a alterar no mês de maio e junho lentamente. O Rio Miranda apresenta uma declividade acentuada que em períodos de chuvas torrenciais o seu débito fluvial aumenta muito rápido e conseqüentemente transborda, e na mesma proporção que as chuvas diminuem o nível volta ao normal passando a depositar os sedimentos em seu leito.

Em estudos realizados por Silva et al. (2011) em rio de grande porte como o Rio Paraguai ficou constatado que o principal mecanismo que atua na erosão marginal é a corrasão, onde a onda provocada por grandes embarcações que incide na base das margens provoca o solapamento e em conseqüência a queda de blocos.

Segundo Christofletti (1981) apud Rocha (2009) os vales fluviais se modificam como consequência dos efeitos dos processos de erosão transporte e deposição, e a atividade maior do processo erosivo acontecem nas cabeceiras, associado à declividade do relevo, nas porções mais baixas com menor declividade o rio sofre o processo de alargamento e acúmulo dos detritos erodidos.

Já Casado et al. (2002) aponta que a declividade ao longo do curso de um canal associado à energia e fluxo contribui para que ocorra o aumento da velocidade em um determinado período de tempo de acordo com o débito fluvial.

Nesse contexto, o rio Miranda em seu alto curso, além de ser um rio de menor vazão quando comparado ao Rio Paraguai, nasce na Serra de Maracaju com altitude de aproximadamente 700 metros. Possui declividade muito acentuada, da nascente até o limite das cidades de Jardim na margem esquerda e Guia Lopes da Laguna na margem direita, onde a altitude próxima ao canal é de 250 metros.

O material erodido é transportado e depositado ao longo do seu curso formando barras de sedimentos. Quando ocorre precipitação na região, com alto índice pluviométrico, em poucas horas o rio transborda (Figura 25) e passa a depositar o material transportado em sua margem formando diques marginais.



**Figura 25** - Ponte Velha. Leito menor do rio (A) com suas barras de sedimentos, leito vazante (B) na enchente no rio Miranda em 07/04/2013.

Segundo Casado (2002) a erosão marginal tem uma importante distribuição temporal, principalmente em rios de pequeno porte, ela não é contínua e está vinculada às magnitudes dos eventos climáticos, como a pluviosidade que provoca a variação da vazão, cota, velocidade e fluxo, associadas às características do talude em cada ponto monitorado.

Portanto no rio Miranda esses fatores foram fundamentais para o processo erosivo em suas margens, e caracterizaram a dinâmica fluvial do canal dimensionando o fator quantitativo da erosão, e o período em que ela ocorre (Figura 26). Dessa forma os fatores climáticos e geomorfológicos são os principais modeladores do canal fluvial estudado.



**Figura 26** – Cheia no rio Miranda. O leito menor do rio delimitado pela margem direita e esquerda, e ao fundo da imagem é possível identificar a área de inundação no período de vazante em 07/04/2013.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A caracterização parcial do processo de erosão marginal no Rio Miranda no trecho situado entre a foz do Rio dos Velhos à foz do Rio Santo Antônio, no período de julho de 2012 a junho de 2013, permitiu identificar intensa erosão, principalmente decorrente do alto fluxo nos períodos de cheias, reflexo direto do alto índice pluviométrico na sua cabeceira e de seus afluentes. O nível de água no rio responde rapidamente às precipitações da bacia hidrográfica, fator este que eleva a vazão e a velocidade do fluxo que provoca a erosão marginal, associado ainda às características do talude em cada seção de monitoramento.

A falta de estudos referentes à dinâmica fluvial do rio Miranda foi preponderante para o interesse em desenvolver este estudo, a fim de possibilitar o avanço no entendimento do comportamento deste importante afluente do rio Paraguai. Notavelmente o canal do rio Miranda apresentou diversas transformações após períodos de grandes cheias.

Contudo, a erosão marginal em cada seção de monitoramento evoluiu de acordo com as características do talude do canal, teor argiloso, margem desprovida de vegetação e o ângulo de incidência da corrente sobre a margem do canal, que varia em seu alto curso, ora sinuoso ora retilíneo.

A utilização de dois métodos de monitoramento da erosão assegurou os resultados com maior precisão, no qual a seção 03 fez-se o uso de estacas. Nesta seção houve índice de erosão superior a 50 cm, em consequência da erosão considerada os pinos foram insuficientes para mensurar os resultados expressivos, assim o método de estaca assegurou a medição e obtenção da taxa de erosão.

Diante do método utilizado, propõe-se para próximos estudos dessa natureza em rios como o rio Miranda, a coleta de dados em *in loco* deve ser feita mensalmente e não apenas quando houver eventos hidrológicos que contribuem para o aumento da vazão e cota.

Esse estudo serve de suporte para subsidiar novos trabalhos nesta área, os resultados permitem concluir que o processo erosivo no rio Miranda é natural de sua dinâmica de estabilidade fluvial. Novos estudos sobre esta temática são necessários, fazendo uso de dados de séries hidrológicas históricas das estações pluviométricas e fluviométricas e incorporada a banco de dados georreferenciado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/Estacao.asp?Codigo=66900000&CriaArq=true&TipoArq=1>> Acessado em: 10/09/2013.

ALMEIDA, F. F. M. de. **Geologia do centro-oeste Matogrossense**. Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia, Rio de Janeiro. v. 245. p.1-133, 1965.

ALVARENGA. C. J. S. & TROMPETTE. R. **Evolução tectônica brasiliense da faixa Paraguai: a estruturação da região de Cuiabá**. Revista Brasileira de Geociências, volume 23(1): 18-30, Março de 1993.

ARAÚJO, A. P.; ROCHA, P. C. **Avaliação espaço-temporal de erosão de margens no córrego Cedro em Presidente Prudente, São Paulo, Brasil**. In: 12 Encontro de geógrafos de América Latina, Anais... Montevideo: 2009, p. 1-9.

BORGES, C. Z. 2004. **A erosão marginal no rio Paraná após a conclusão do reservatório da UHE Sérgio Motta (Porto Primavera) a jusante da barragem**. Dissertação de Mestrado, PGE, Universidade Estadual de Maringá, 2004.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL: Folha SF.21 – **Campo Grande; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra**. Rio de Janeiro, 1982. 416 p. (Levantamento de Recursos Minerais, 28).

CASADO, A. P. B. et al., 2002. **Evolução do processo erosivo na margem direita do rio São Francisco (perímetro irrigado Cotinguiba / Pindoba - SE)**. Revista Brasileira de Ciências do Solo, 26: 231-239, 2002.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia** – São Paulo: Blucher, 1980.

CORREA, G. T.; SOUZA FILHO, E. E. Avaliação dos processos de erosão marginal no arquipélago Floresta Japonesa (alto Rio Paraná). *Geografia Londrina*. v.18, n° 2, 2009. Disponível

em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/download/.../3309>> acessado em: 04/04/2012.

DEMANGEOT, J. **Os meios “naturais” do globo**. 7° Ed. Revista. Tradução de F. Ribeiro Martins e H. Nogueira Santo. Fundação Calouste Gulbenkian. Avenida de Berna/ Lisboa, 1998-2000.

FERNANDEZ, O.V.Q. (1990) **Mudanças no canal do Rio Paraná e processos de erosão nas margens: região de Porto Rico (PR)**. Dissertação de mestrado. IGCE, UNESP, Rio Claro, Brasil.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (org.) **Geomorfologia: Uma atualização de bases e conceitos**. – 7° Ed. - Rio de Janeiro: Editora Bertrand, 2007. 472 p.

IMAGEM DO GOOGLE EARTH, 2013- Digital Globe, Cnes/Spot Image- obtida em 05 de outubro de 2013/ Adaptado.

KARMANN, I. **Ciclo da água. Água subterrânea e sua ação geológica**. In: Decifrando a Terra. Companhia editorial nacional, São Paulo: 2009- 2° edição. cap. 07.

KIM, M. **Estudo da variabilidade de turbidez no trecho superior no rio Gandu** – Rio de Janeiro UFRJ/ Escola Politécnica, 2011. X, 77f. : Il.; 31 cm. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10003686.pdf>>, acessado em 15 de outubro de 2013.

LACERDA FILHO, J. V. de; BRITO, R. S. C. de; SILVA, M. da G. da; OLIVEIRA, C. C. de; MORETON, L. C.; MARTINS, E. G.; LOPES, R. da C.; LIMA, T. M.; LARIZZATTI, J. H.; VALENTE, C. R. **Geologia e recursos minerais do Estado de Mato Grosso do Sul**. Programa Geologia do Brasil (Convênio CPRM/SICME): Integração, Atualização e Difusão de Dados da Geologia do Brasil. Campo Grande: MMA, Governo do Estado do MS (CONVÊNIO CPRM-SEPROTUR/MS- EGRHP/MS), 2006. 121p. il. + mapas.

NASCIMENTO, W. M. & VILLAÇA, M. G. **Bacias Hidrográficas: Planejamento e Gerenciamento**. Revista eletrônica da associação de Geógrafos Brasileiros. Seção Três Lagoas- Três Lagoas- MS- n°7 - ano 5, Maio de 2008.

OLIVEIRA, M. D. ;FERREIRA, C. J. **BOLETIM DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO 54. Estudos Limnológicos para Monitoramento da Bacia Hidrográfica do Rio Miranda, Pantanal Sul**. ISSN 1517- 1981; Embrapa. Corumbá, MS, Dezembro, 2003.

PEREIRA, M. C. B. et al. **Bacia hidrográfica do rio Miranda: estado da arte** / Campo Grande: UCDB, 2004.177 p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE GUIA LOPES DA LAGUNA- **A cidade de Guia Lopes da Laguna e sua história**, 2013. Disponível em:

<[http://www.guialopesdalaguna.ms.gov.br/conteudo.php?COD\\_CONTEUDO=1](http://www.guialopesdalaguna.ms.gov.br/conteudo.php?COD_CONTEUDO=1)>, acessado em: 23 de outubro de 2013.



RENDEIRO, N. P. **Levantamento de conhecimento de baixa intensidade dos solos do município de jardim estado de Mato Grosso do Sul.** Boletim de pesquisa e Desenvolvimento/Embrapa Solos, 129. Rio de Janeiro, RJ: Embrapa Solos, 2007

Disponível em: <[http://www.cnpsembrapa.br/publicacoes/pdfs/bpd\\_129\\_levantamento\\_jardim.pdf](http://www.cnpsembrapa.br/publicacoes/pdfs/bpd_129_levantamento_jardim.pdf)>, acessado em: 10 de agosto de 2013.

REVISÃO E COMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DIRETOR PARTICIPATIVO DO MUNICÍPIO DE JARDIM – Produto 2 – **Relatório da Leitura da Realidade do Município.** TECHNUM Consultoria SS. Maio de 2011.

ROCHA, J. A. (2001) **As características geomorfológicas do canal do Rio Paraná no segmento imediatamente a jusante da Usina Hidrelétrica de Porto Primavera.** Dissertação de Mestrado. PEA-UEM. Maringá, Brasil.

ROCHA, P. C.; SOUZA FILHO, E. E. **Erosão Marginal e evolução hidrodinâmica no sistema rio-planície fluvial do Alto Paraná - Centro Sul do Brasil.** In: NUNES, J. O. R.; ROCHA, P. O. Geomorfologia: aplicação e metodologias. 1ª ed. Expressão Popular, São Paulo, 2008, p.133-154.

RODRIGUES, C; ADAMI, S. **Técnicas fundamentais para o estudo de bacias hidrográficas.** In: VENTURI, L. A. B. (org). Praticando Geografia: técnicas de campo e laboratório em geografia e análise ambiental. São Paulo: Oficina de Textos, 2005, p. 147 a 166.

RICCOMINI, C; ALMEIDA, R. P; GIANNINI, P. C. F; MANCINI, F. **Processos fluviais e lacustres e seus registros.** In: TEIXEIRA, W; FAIRCHILD, T. R; TOLEDO, M. C; TAIOLI, F. **Decifrando a Terra.** 2. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2009.

SANESUL. EMPRESA DE SANEAMENTO DE MATO GROSSO DO SUL. **Estudo das características físicas da água em suspensão (turbidez).** 2012-2013. (Relatório interno; s/n). (inédito). 2013.

SCORZA, E. P. **Considerações sobre o arenito Caiuã**. Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia. Rio de Janeiro. v.139 ; 1959. p.1-60.

SILVA, A.; SOUZA FILHO, E. E. ; NEVES, S. M. A. S. 2011.**Erosão marginal e sedimentação no rio Paraguai no município de Cáceres (MT)**.Revista Brasileira de Geociências. Vol.41(1): 76-84, março de 2011.

SOUZA FILHO, E. E. ; ROCHA, P. C. ; CORRÊA, G. T. ; COMUNELLO, Éder . **O ajuste fluvial e a erosão das margens do rio Paraná em Porto Rico (BRASIL)** (aceito). In: V REQUI / ICQPLI, 2001, Lisboa. Anais do V REQUI / ICQPLI. Lisboa, 2001. v. 0. p. 01-05.

USGS (2004), Shuttle Radar Topography Mission, 1 Arc Second scene SRTM\_u03\_n008e004, Unfilled Unfinished 2.0. Global Land Cover Facility, University of Maryland, College Park, Maryland, February 2000.

THORNE C. S. TOVEY, N. K. Stability of composite rivers banks. **Earth Surface Processes and Landforms**. 1981. V: 6. P. 469-484.