

## CARACTERIZAÇÃO HIDROSEDIMENTOLÓGICA NO RIO PARAGUAI, PANTANAL DE CÁCERES – MATO GROSSO

Hydrosedimentological Characterization of Wetland in Paraguay River,  
Cáceres' Pantanal – Mato Grosso State

Leila Nalis Paiva da Silva ANDRADE<sup>1</sup>

Istéria Jovem de Freitas CHAVES<sup>2</sup>

Luciley Alves da SILVA<sup>3</sup>

**Resumo:** A área de estudo compreende um trecho do rio Paraguai a montante da cidade de Cáceres, em Mato Grosso, entre as baías do Retiro, da Ximbuva, do Quati e Comprida, tendo como objetivo avaliar o transporte/deposição de sedimentos nestes locais. Os procedimentos metodológicos foram: trabalho de campo para reconhecimento e caracterização ambiental; identificação das geoformas deposicionais; coletas de sedimentos (fundo e suspensão); batimetria (velocidade, largura e profundidade); cálculo de vazão e análise de sedimentos com os métodos de peneiramento e pipetagem e evaporação.

**Palavras-chave:** hidrossedimentologia, Pantanal, rio Paraguai, baías.

**Abstract:** The study area comprises a Paraguay River's stretch, in Cáceres city, Mato Grosso state, on the bays Retiro, Ximbuva, Quati, Comprida, aiming to evaluate the transport/deposition of sediments. The methodological procedures were based on: bibliographic research (books, scientific articles, etc.); fieldwork: depositional geo-forms identification; bottom and suspended sediments collection; bathymetry (speed, width and depth); flow calculation of the monitored points and sediments analysis through screening and pipetting methods.

**Key words:** hydrosedimentology, Pantanal, Paraguay River, bays.

### Introdução

O rio Paraguai é um dos rios mais importantes do Brasil, nasce na Chapada dos Parecis e flui para áreas pantaneiras. Seus tributários percorrem uma ampla área de planície, exercendo papel significativo em modelar o relevo com o fluxo

---

<sup>1</sup> Mestre em Ciências Ambientais pela Universidade do Estado de Mato Grosso, integrante do LAPEGEOF/UNEMAT. leilanalais@hotmail.com.

<sup>2</sup> Mestranda em Geografia pela Universidade Federal de Mato Grosso, integrante do LAPEGEOF/UNEMAT. isteriajovem@hotmail.com.

<sup>3</sup> Graduanda em Geografia pela Universidade do Estado de Mato Grosso, bolsista de iniciação científica, integrante do LAPEGEOF/UNEMAT. sirleymatogrossense@hotmail.com.

d'água, podendo ser classificado como uma imensa bacia de recepção de águas e sedimentos, devido à sua forma de anfiteatro (SOUZA, 2004).

Esta planície (depressão) pantaneira se encontra no alto curso do rio Paraguai, sendo considerada uma imensa área de sedimentação e inundação, cuja fonte provém do planalto que a circunda (SOUZA, 2009). Esses rios atravessam terrenos planos, formando grande número de lagoas de variadas formas, denominadas localmente “baías” (MAITELLI, 2005).

Segundo Souza (2004), as baías constituem áreas deprimidas, contendo água, delineando formas circulares, semicirculares ou irregulares, com dimensões que variam de dezenas a centenas de metros.

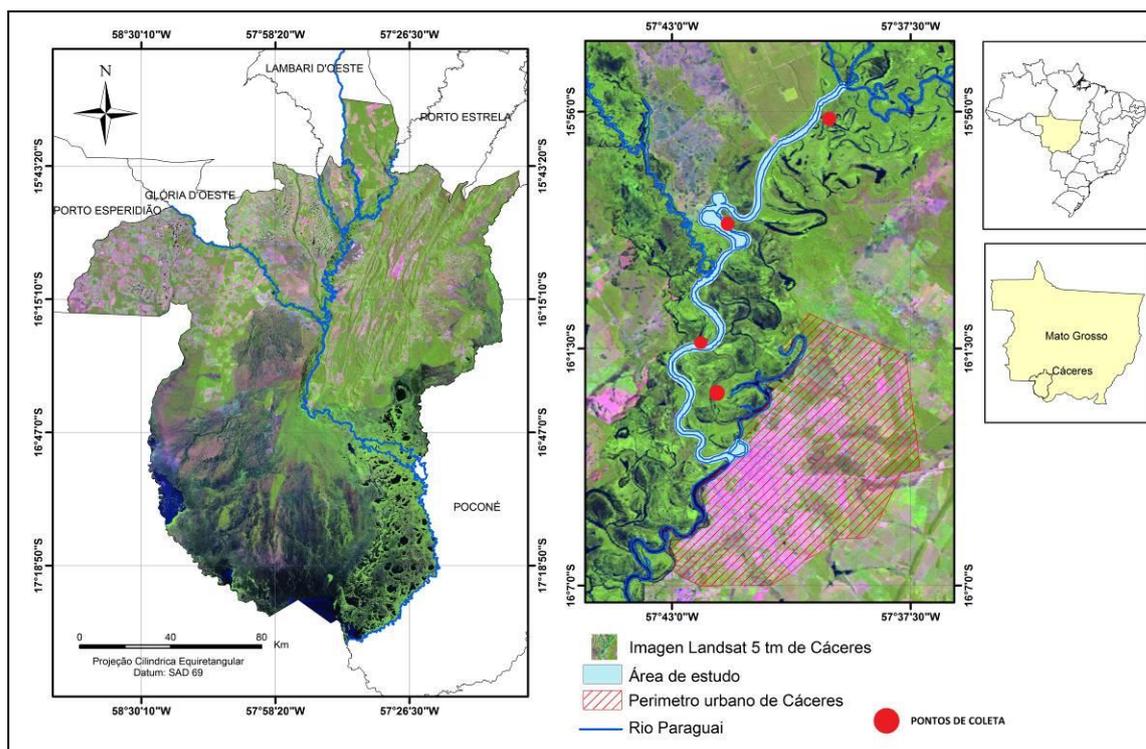
De acordo com Souza (2004), o rio Paraguai possui padrão meandrante, apresentando um processo intenso de erosão na margem côncava e deposição na margem convexa e na planície de inundação. O canal fluvial possui uma dinâmica intensa, caracterizada pela erosão acelerada, provocando ligação direta de algumas baías e braços com o canal principal, chegando a transferir a água do fluxo do canal principal para o canal secundário. Devido às frequentes mudanças nos bancos de sedimentos, alguns braços do rio são transformados em baías, não se ligando diretamente ao canal principal. Possui planície deprimida com baías e lagoas drenadas, principalmente no período de cheias, por vazantes e braços, que são separados por terraços e diques marginais com vários níveis de acumulação antigos e recentes.

O aspecto morfológico do canal fluvial depende do equilíbrio entre erosão e deposição. Se um eventual desequilíbrio acontece entre estes processos, o canal fluvial sofre um ajustamento de suas variáveis morfológicas, a fim de alcançar nova forma estável compatível com as novas condições, o que pode ocorrer em um intervalo de tempo, que varia de longo, médio ou curto prazo, devido às mudanças na vazão e transporte de sedimentos (FERNANDEZ, 1990). Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o transporte/deposição de sedimentos em ambientes fluviais do rio Paraguai, no município de Cáceres em Mato Grosso.

## Materiais e métodos

### Área de estudo

A área de estudo compreende um trecho do rio Paraguai entre as baías do Retiro, da Ximbuva, do Quati e a baía Comprida (Figura 1) (Tabela 1).



**Figura 1:** Localização da área de estudo

**Tabela 1:** Coordenadas geográficas das baías do rio Paraguai a montante da cidade de Cáceres

Ponto	Coordenadas Geográficas	
	Latitude sul	Longitude oeste
Baía do Retiro	15° 56' 20"	57° 38' 26"
Baía da Ximbuva	15° 57' 45"	57° 40' 00"
Baía do Quati	16° 00' 00"	57° 43' 00"
Baía Comprida	16° 01' 29"	57° 42' 07"

### Caracterização ambiental

#### Geologia

A área estudada apresentou a formação pantanal, aluviões atuais, depósitos detríticos e aluviões indiferenciadas ou antigos (BRASIL, 1982).

A formação de pantanal apresenta sedimentos variados desde argila a conglomerados semiconsolidados, depósitos fluviais e lacustres em áreas periódica ou ocasionalmente inundáveis (BRASIL, 1882).

Os aluviões atuais registram areia, siltes e cascalhos, depósitos das planícies de inundação dos rios Paraguai, Cuiabá, Guaporé, Seputuba, Teles Pires e Arinos. Os depósitos detríticos apresentam sedimentos grosseiros, areno siltosos, lateritos ferruginosos. Os aluviões indiferenciados ou antigos apresentam areias, silte, argilas e cascalhos. Há também depósitos em terraços fluviais (BRASIL, 1982).

### *Geomorfologia*

Na geomorfologia, foi registrada a depressão do rio Paraguai e das planícies e pantanais mato-grossenses (BRASIL, 1982).

A depressão do rio Paraguai apresenta pediplanos inumados, superfície de aplanamento elaborado por processos de pediplanação, posteriormente coberta por sedimentos quaternários (BRASIL, 1982).

As planícies e pantanais mato-grossenses são planícies fluviais e áreas aplanadas resultantes de acumulação fluvial periódica ou permanentemente alagadas (BRASIL, 1982).

### *Solos*

Os solos encontrados na área de estudo são os solos aluviais distróficos e o neossolo flúvico eutrófico (EMBRAPA, 2006).

Os solos aluviais distróficos álicos Tb A são moderados com textura arenosa, fase floresta tropical hidrófila de várzea em relevo planos; solos aluviais distróficos e álicos gleicos Tb A moderado, textura argilosa/média fase floresta tropical higrófila de várzea em relevo plano; plintossolo distrófico e álico Tb A moderado textura média/argilosa fase campo cerrado (covoal) relevo plano com murundus (EMBRAPA, 2006).

### *Composição vegetal*

Na área de pesquisa, pode-se encontrar a savana, a região de floresta estacional semidecidual, floresta aluvial, dossel emergente e submontana (BRASIL, 1982).

A região de savana compreende as várias “formações herbáceas da zona neotropical, intercaladas por pequenas plantas lenhosas, arbóreas, em geral serpenteadas de florestas-de-galeria” (BRASIL, 1982, s/p).

O conceito ecológico de floresta estacional está ligado ao clima de duas estações, uma chuvosa e outra seca ou com acentuada variação térmica, com estacionalidade foliar dos elementos arbóreos, ou seja, perdem as folhas na época do frio máximo, coincidente com o período seco de seus ambientes de origem, adaptando-se ao ambiente local e passando a conviver com alguns elementos arbóreos e uma submata da área climática subtropical (BRASIL, 1982).

A floresta aluvial é uma formação arbórea ribeirinha que ocupa as planícies recentes do quaternário em sua estrutura, apresenta espécies de rápido crescimento, em geral de casca lisa, alcançando grandes alturas; é frequente aparecerem troncos em forma de botija e raízes tabulares; não apresenta dossel emergente e tem muitas palmeiras no estrato dominado; na submata existem plantas herbáceas de folhas enormes (BRASIL, 1982).

As espécies florestais dossel emergente que compõem esta subformação não atingem grandes alturas, ficando as emergentes na faixa dos 20 m; a submata é rica em musáceas *Rollinia*, *Annona*, *Duguetia* e *Xylopia*, assim como gutíferas e sapotáceas. No estrato arbóreo comum, há a presença de *Aspidosperma macrocarpon* (peroba), *vochysia SP* (quaruba), seringa (*Hevea sp.*), *Calophyllum brasiliense*, *Inga marginata*, *Himenea* (jatobá) e as palmeiras buriti (*Mauritia vinifera*) e açaí (*Euterpe edulis*) (BRASIL, 1982).

A principal característica na estrutura da vegetação submontana é a presença de árvores emergente decidual, tais como: *cariniana spp* (jequitibás), *Aspidosperma spp* (perobas), *Cedrela spp* (cedros), *Piptadenia spp* (angicos), *Peltophorum sp* (canafístula) e outras. Nessa formação, existe uma submata de arbustos, além de enorme quantidade de plantinhas de regeneração arbórea (BRASIL, 1982).

#### *Unidades climáticas*

Mesotérmico úmido dos baixos planalto e depressões. Unidade de relevo: depressão do Paraguai. Temperatura máxima (°C): 32.4/32; média: (°C) 25.0/24.5;

mínima (°C): 20.5/19.7. Característica básica do ritmo estacional moderada, seca e pequena a moderada (CAMARGO, 2011).

### **Procedimentos metodológicos**

Para o mapeamento das baías foram utilizadas: cartas topográficas, Folha Três Rios (escala 1:100.000 -1975 DSG), imagens de satélite LANDSAT (escala 1:100.000 bandas 3, 4 e 5 de 2012). A análise minuciosa desse material constituiu a base de representação dessa etapa.

#### *Trabalho de campo*

O trabalho de campo nas baías do Retiro e Ximbuva foram realizados no período de estiagem no ano de 2012. Nas baías do Quati e Comprida, os campos foram realizados nos períodos de estiagem e cheia nos anos de 2010 a 2012.

- *Monitoramento das Variáveis hidrodinâmicas (batimetria)*

Na aplicação das variáveis hidrodinâmicas “batimetria”, utilizou-se como material de pesquisa trena de 50 m para medir a largura; para profundidade e temperatura, foi utilizado ecobatímetro “Garmim 420 s” na seção transversal; com auxílio do molinete hidrométrico modelo CPD-10, mensurou-se a velocidade do fluxo da água em m/s (CUNHA, 2009).

- *Coleta de material (sedimentos de fundo e suspensão)*

A coleta de sedimentos foi realizada no período de estiagem nas baías a montante da cidade de Cáceres, sendo que em cada ponto foi coletada amostra de sedimentos de fundo.

Na coleta dos sedimentos de fundo, foi utilizado o aparelho do tipo Van Veen (amostrador de mandíbulas). As amostras foram armazenadas em sacolas plásticas e etiquetadas com dados sobre a localização com o auxílio do GPS (Sistema de Posicionamento Global) para posterior análise para quantificar a granulometria dos sedimentos.

Para coleta de sedimentos em suspensão, foi utilizada a garrafa de Van Dorn, onde foram coletadas amostras de água que foram acondicionadas em garrafas plásticas de 1 litro com dados do local para posterior análise.

### *Trabalho de gabinete*

#### *Turbidez*

Análise da turbidez da água com uso do turbidímetro AP 2000IR Policontrol indica a quantidade de interferência que a luz sofre ao passar pela água devido aos sólidos suspenso, sendo eles de origem natural ou antrópica. Para a análise, foi necessário coletar a água da baía em uma cubeta de 20 ml, e colocá-la no turbidímetro. Após cinco segundos, tem-se o resultado da turbidez (ORISTANIO, 2006).

#### *Cálculo de vazão*

Para calcular a área na seção transversal no nível de margens plenas e área da seção molhada, foi adotada a fórmula:  $A=L \times P$  (CUNHA, 2009), em que: A = Área da seção; L = Largura do canal; P = Profundidade média.

Para obter o cálculo da vazão, utilizou-se a seguinte fórmula:  $Q= V \times A$  (CUNHA, 2009), em que: Q = Vazão; V = Velocidade das águas; A = Área.

### *Análise em Laboratório*

#### *Método de pipetagem (dispersão total)*

Para fracionamento do material de fundo em areia, silte e argila, utilizou-se o método de pipetagem (dispersão total), conforme EMBRAPA (1997). O procedimento foi realizado seguindo as seguintes etapas:

1. Após secagem a 100°C em estufa, 20 g de amostra de cada ponto de coleta foram condicionadas em béqueres contendo 10 ml de reagente químico e/ou solução dispersante ( $\text{NaOH } 0,1\text{M.L}^{-1}$ ) e 100 ml de água destilada. Em seguida, o conteúdo dos béqueres foi agitado com um bastão de vidro, tampado com vidro de relógio e deixado em repouso por 12 horas.

2. Transcorrido o período de repouso, as amostras foram novamente agitadas durante 15 minutos mecanicamente no Agitador de Wagner TE-160 em garrafas de Stohlmann.
3. Na sequência, o material foi lavado numa peneira de 20 cm de diâmetro e malha de 0,053 (nº 270), apoiada sobre um funil que tinha logo abaixo uma proveta de 1000 ml. O silte e a argila passaram para a proveta de 1000 ml e a areia ficou retida na peneira.
4. O material da proveta foi agitado com um bastão de vidro por 30 segundos e deixado em repouso em suspensão aquosa, a uma profundidade de 5 cm, a diversas temperaturas, conforme a tabela de temperatura e tempo de sedimentação.
5. Transcorrido o tempo de sedimentação, foi introduzida uma pipeta no interior da proveta a uma profundidade de 5 cm, sendo em seguida aspirada a suspensão (fração argila menor que 0,002 mm).
6. Ao fim do processo, tanto o material da proveta (suspensão coletada) quanto da peneira foram transferidos para béqueres anteriormente pesados em balança analítica, identificados de acordo com o ponto de coleta e levados à estufa a 120°C.
7. Concluída a secagem, foi realizada pesagem e foram calculados os percentuais de areia e argila para cada amostra. A fração silte equivale ao complemento dos percentuais areia/argila das 20 g iniciais (obtido por diferença das outras frações em relação à amostra).

Foram realizados três ensaios por ponto de coleta em campo para verificar a seleção de material de fundo.

#### *Método de peneiramento*

Para determinação do tamanho das partículas de sedimentos de fundo em frações de areia foi utilizado o método de peneiramento. As amostras foram secas em estufa a 100°C, passando posteriormente por processo mecânico de peneiramento em Agitador Eletromagnético com uma sequência de peneiras padronizadas por 30 minutos. O material retido em cada uma das peneiras foi

pesado separadamente, determinando as frações de areia grossa, areia média e areia fina (SUGUIO, 1973).

#### *Método de evaporação*

Na execução desse método, costuma-se diminuir a amostra pelo repouso da mistura por 24 horas, retirando o excesso de líquido isento de sedimento. É importante e necessária a determinação da quantidade de sais solúveis, o que é feito pela retirada de três pipetas de 50 ml da parte isenta de sedimento (água sobrenadante após 24 horas de repouso) para secagem em estufa e obtenção do valor médio.

A amostra água-sedimento, agora reduzida na sua quantidade de água, é colocada em recipiente adequado à evaporação (béquer) e levada à estufa para secagem. Depois de alguns instantes ou horas, isto é, quando o sedimento estiver visualmente seco, ele é deixado por mais duas horas na estufa. Em seguida, remove-se para o dessecador para posterior pesagem (CARVALHO et al, 2000).

## **Resultados e discussão**

### *Segmento I (Baía do Retiro)*

#### *Ponto I*

Nesta seção, a área encontra-se preservada, com vegetação arbórea densa. A temperatura do ar corresponde a 30,33°C e a da água a 30,43°C. A largura é de 70,61 m e a profundidade média é de 4,03 m (Tabela 2).

**Tabela 2:** Demonstrativo da batimetria no período de estiagem na baía do Retiro no rio Paraguai

Seção	Largura (m)	Profundidade (m)	Vazão m³/s
1	70,61	4,03	99,59
2	9,93	1,05	1,66
3	72,73	3,34	77,73
4	46,56	0,38	4,77

Na análise da composição granulométrica dos sedimentos de fundo, pode-se quantificar a presença de areia (grossa, média e fina) e argila. Neste segmento, não se registrou a fração silte. A areia grossa apresentou 1,8%, a areia média, 89,8% e a

argila, 0,5%. Pode-se, portanto, perceber que o rio está com velocidade para transportar carga de sedimentos grosseiros devido à maior quantidade de areia média com vazão de 99,59 m<sup>3</sup>/s. Nos sedimentos em suspensão, o valor corresponde a 0,04 mg/l (Quadro 03). De acordo com Andrade et al (2013), a baía Salobra no rio Paraguai também registrou grande quantidade de areia, bem como a baía Negra, confluência dos rios Cabaçal e Paraguai (LEANDRO et al, 2012).

**Tabela 3:** Composição granulométrica (fundo e suspensão) da baía do Retiro

Seção	Sedimentos de fundo										Sedimentos em Suspensão Mg/L	Turbidez (UNT)
	Areia Grossa		Areia Média		Areia Fina		Silte		Argila			
	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%		
Acima da baía do Retiro, do rio Paraguai	0,36	1,8	17,96	89,8	1,58	7,9	---	---	0,10	0,5	0,04	28,09
Entrada da baía do Retiro	0,53	2,65	3,98	19,9	3,87	19,35	11,08	55,4	0,54	2,7	0,06	22,1
Rio Paraguai abaixo da baía do retiro	0,78	3,9	0,80	4	10,22	51,1	7,93	39,65	0,27	1,35	0,04	20,4
Próximo a margem esquerda da baía do Retiro	0,22	1,1	0,46	2,3	9,03	45,15	9,88	49,4	0,41	2,05	0,06	28,0

A turbidez apresentou, nesta primeira seção, 28,09 UNT. Analisando os dados de turbidez, pode-se avaliar que a baía do Retiro no rio Paraguai possui alto índice de turbidez no período de estiagem, isso se se levar em consideração os dados de Raposo et al (2010), que diagnosticaram os parâmetros de turbidez 0,5 a 13 UNT, baixo índice em relação à estação seca no rio Maracujá e no rio das Velhas em Minas Gerais.

### *Ponto II*

A segunda seção localiza-se na entrada da baía do Retiro, com presença de vegetação preservada, 9,93 m de largura, profundidade média de 1,05 m (Tabela 2). A turbidez corresponde a 22,10 UNT.

Na granulometria dos sedimentos de fundo, pode-se verificar a presença de 2,65% de areia grossa, 19,9% de areia média, 19,35% de areia fina, 55,4% de silte e 2,7% de argila. Contrariando o segmento posterior, havia maior quantidade de silte (materiais mais finos) sendo transportada no fundo do canal e, conseqüentemente, a maior concentração de sedimentos em suspensão 0,06 mg/l (Tabela 3). Este ponto apresentou a vazão mínima de 1,66 m<sup>3</sup>/s.

De acordo com Silva et al (2012), foi constatada na baía do rio Velho e no córrego Padre Inácio no rio Paraguai a concentração de silte também no período de estiagem e com pouca velocidade, o que contribui para diminuição da carga de sedimentos grosseiros e predominância de materiais finos.

#### *Ponto III*

Nesta terceira seção, abaixo da baía do Retiro no rio Paraguai, a área encontra-se preservada, com vegetação arbórea densa. A largura do canal é de 72,73 m, com profundidade de 3,34 m e vazão de 77,73 m<sup>3</sup>/s (Tabela 2).

Os sedimentos de fundo neste segmento variaram entre areia (grossa, média e fina), silte e argila. Registraram-se 3,9% de areia grossa, 4% de areia média, 51,1% de areia fina, 39,65% de silte e 1,35% de argila. A concentração dos sedimentos em suspensão foi de 0,04 mg/l (Tabela 3).

Silva et al (2012) discutem sobre a grande quantidade de materiais grosseiros (areia) na baía do Quati localizado no rio Paraguai na cidade de Cáceres. Os dados apontam a capacidade da baía em transportar sedimentos de maior granulometria.

#### *Ponto IV*

Na quarta seção, a vegetação apresenta-se preservada, com presença de feições deposicionais (lateral e central). O banco de sedimento lateral possui área de 245 m<sup>2</sup> e encontra-se em processo de formação devido à instabilidade dos sedimentos vinculada ao processo de sedimentação recente (Figura 2).



**Figura 2:** barra lateral na baía do Retiro

O banco submerso possui 303 m<sup>2</sup>. Com auxílio de barra de ferro graduada, pode-se quantificar a quantidade do depósito neste banco, que apresentou, na granulometria, maior quantidade de areia. Na montante do banco submerso, pode-se verificar, na margem direita e esquerda e no centro do canal, 3 m de depósito de sedimentos, enquanto que à jusante do banco se quantificaram, na margem direita, 2 m e, margem esquerda e no centro, 2,20 m de sedimentação. Isso pode estar contribuindo para o surgimento do banco submerso à mínima vazão de 4,77 m<sup>3</sup>/s. Com pouca velocidade, os sedimentos grosseiros estão sendo depositados na margem e no leito, formando o banco lateral e central.

Na batimetria, pode-se mensurar 46,56 m de largura e 0,38 cm de profundidade devido à presença do banco submerso.

Na composição granulométrica de fundo, registrou-se 1,1% de areia grossa, 2,3% de areia média, 45,15% de areia fina, 49,4% de silte e 2,05% de argila. Pode-se quantificar uma considerável quantidade de areia fina e silte, o que significa que a baía tem capacidade de transporte de materiais grosseiros e finos, o que confirma os dados sobre os sedimentos em suspensão onde a carga transporta 0,06 mg/l de sedimentos (Tabela 3).

A dinâmica dos rios contribui com a quantidade e qualidade dos sedimentos que são transportados ao longo do canal. Quando os sedimentos fornecidos ao canal são predominantemente de granulação fina, eles são largamente carregados em suspensão e são posteriormente depositados em águas calmas durante a inundação. O resultado é um canal único que divaga habitualmente. Os sedimentos

grosseiros são transportados junto ao leito e depositados em barras, o que abastece o canal e desvia o rio para um padrão menos regular de atividade lateral (MORAIS, 2002).

### *Segmento II (Baía da Ximbuva)*

#### *Caracterização da baía da Ximbuva*

A baía da Ximbuva possui forma circular, com 1.719 m de perímetro e o braço do canal mede 2.710 m de extensão. A área do entorno da baía da Ximbuva encontra-se desmatada e ocupada por fazenda com criação de gado (Figura 3). Na área circular, foi identificada vegetação flutuante com aguapés e gramíneas nos depósitos de sedimentos (barras laterais).

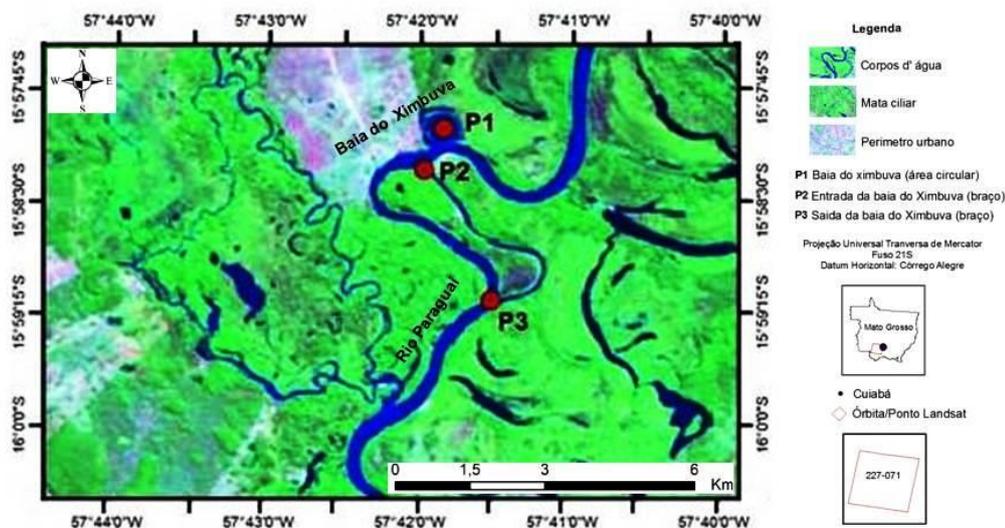


**Figura 3:** Margem direita da baía da Ximbuva ocupação de fazenda

#### *Pontos monitorados*

##### *Ponto I*

A primeira seção caracteriza-se como ambiente lântico, onde foi identificada vegetação flutuante, como aguapés (*Eichhornia crassipes Martius*). Os sedimentos de fundo são compostos por 0,25% de areia média, 0,95% de fração areia fina, 95,3% de silte e 3,4% de argila (Figura 4 e Tabela 4).



**Figura 4:** Pontos amostrais na baía da Ximbuva

**Tabela 4:** Composição granulométrica dos sedimentos de fundo (2012)

Seção	Local	Sedimentos de Suspensão mg/L	Sedimentos de fundo (%)				
			Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Silte	Argila
I	Baía	---	---	0,25	0,95	95,3	3,4
II	Início do canal secundário	0,11	---	5,5	92,8	1,0	0,6
III	Confluência do canal secundário e rio Paraguai	0,11	---	97,5	2,25	0,35	0,55

#### *Ponto II*

A segunda seção, na entrada do canal secundário da baía da Ximbuva, apresentou 40,90 m de largura, 3,46 m de profundidade média, sendo navegável no período de cheia. A velocidade do fluxo é de 0,83m/s e a vazão, 117,45 m<sup>3</sup>/s (Tabela 5).

**Tabela 5:** Variação hídrica das seções transversais na baía do Ximbuva

Seção	Largura em m	Profundidade Média m	Velocidade em m/s	Área da Seção m <sup>2</sup>	Vazão em m <sup>3</sup> /s
I	-	-	-	-	-
II	40,90	3,46	0,83	141,51	117,45
III	71,08	2,33	0,39	165,61	64,61

Os sedimentos de fundo apresentaram composição arenosa com fração predominante de areia fina. Foram identificados 5,5% de areia média, 92,8% de

areia fina, 1% de silte e 0,6 % de argila. Sedimentos em suspensão correspondem a 0,11 mg/L (Tabela 5).

### *Ponto III*

A terceira seção localiza-se próximo da confluência da baía da Ximbuva e do rio Paraguai. Os sedimentos de fundo apresentaram composição de 97,5% de areia média, 2,25% de areia fina, 0,35% de silte e 0,55% de argila. Sedimentos em suspensão correspondem a 0,11 mg/L (Tabela 5).

Esta seção apresentou largura de 71,08 m e área de 165,61 m<sup>2</sup>, com vazão de 64,61 m<sup>3</sup>/s. Segundo Carvalho (1994), o deslocamento e o transporte do sedimento dependem da forma, do tamanho e do peso da partícula e das forças exercidas pela ação do escoamento.

No período de estiagem, ocorre deposição com a formação de barras onduladas na baía da Ximbuva, o que inviabiliza a navegação no segmento. Na confluência com o rio Paraguai, foram identificadas barras laterais nas margens e barra submersa em forma de arco.

### *Segmento III (Baía do Quati)*

A baía do Quati está localizada no município de Cáceres à margem direita do rio Paraguai. A área apresenta banco central e submerso, vegetação flutuante e floresta semidecidual. Próximo à foz, apresenta algumas bifurcações e diques marginais.

Atualmente, a baía do Quati é um canal secundário, mas poderá evoluir para canal principal através do rompimento do colo do meandro, pois, na época das cheias, a baía apresenta duas entradas de água, que poderão provocar o estrangulamento do colo do meandro. A definição dos tipos de sedimentos possibilitou mostrar o grau de sedimentação nesta área.

### *Ponto I*

A primeira seção apresenta vegetação composta de arbustos de pequeno e médio porte e também espécies flutuantes, como Aguapés (Figura 5).



**Figura 5:** (A) Área a montante da baía do Quati na estiagem; (B) Área a montante da baía do Quati no período chuvoso  
Fonte: Freitas, 2010-2012.

Nesta seção, a baía apresenta 5,84 m de profundidade no período de estiagem, apresentando variação no seu perfil, pois o ponto a jusante apresentou profundidades inferiores. Esta variação tem como um dos fatores controladores a deposição de sedimentos, que contribui para as irregularidades da morfologia do canal.

Segundo Bacani (2006), baías são pequenas depressões, geralmente circulares, alongadas, que contêm água durante as cheias e podem chegar a um metro de profundidade. No entanto, a baía do Quati é classificada como perene e na batimetria apresentou, em sua maior profundidade, 5,84 m no período de estiagem.

A análise física registrou a composição predominante de silte, com 95,15%, argila com 2,7%, areia média com 0,7% e areia fina com 1,3%. Estes dados mostram perda da capacidade de transporte, pois a área não apresenta velocidade na estiagem, acarretando a deposição e/ou sedimentação das frações que estavam sendo transportadas (Tabela 6).

**Tabela 6:** Composição granulométrica dos sedimentos de fundo da baía do Quati

Seção	Vazão m³/s	Sedimentos de Fundo %					
		Amostras	Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Silte	Argila
1	----	1	---	0,7	1,3	95,15	2,7
2	13,37	1	0,85	45,55	45,65	7,05	0,8
		2	0,1	58,05	40,6	0,85	0,3
		3	---	19,05	35,55	43,75	1,6

### *Ponto II*

A segunda seção de estudo apresenta um banco de areia central e submerso, presença de vegetação flutuante e floresta semidecidual nas margens (Figura 6).



**Figura 6:** (A) Vista parcial da jusante da baía do Quati com banco central e submerso no período de estiagem; (B) vista parcial da jusante da baía no período chuvoso  
Fonte: Freitas, 2010-2012.

A composição granulométrica dos sedimentos de fundo variaram entre areia (grossa, média e fina), silte e argila. A primeira amostra apresentou maior composição arenosa, com 45,65% de areia fina, 45,55% de areia média e 0,85% de areia grossa, um percentual de silte de 7,05% e 0,8% da fração argila (Tabela 6).

Na segunda amostra, verificou-se maior concentração da fração areia média, com 58,05%, 40,6% de areia fina e 0,1% de areia grossa. Os sedimentos mais finos, como silte e argila, apresentaram um menor percentual, respectivamente de 0,85% e 0,3%, resultando em geoforma positiva (barra central arenosa), pois neste local o fluxo do rio Paraguai é um fator controlador da dispersão e deposição de materiais.

Foram observadas barra submersa e deposição de sedimentos em processo de estabilização com presença de vegetação rasteira (diques marginais) próximo à confluência com o rio Paraguai. A profundidade média de 0,44 cm no período de estiagem desta seção é influenciada pela deposição de sedimentos, o que contribui para as irregularidades da morfologia do canal.

Através de análise granulométrica, observou-se, na terceira amostra, predominância de fração silte de 43,75%, um percentual considerável da fração

areia fina com 35,55% e areia média com 19,05%. A argila foi a que apresentou menor porcentagem (1,6%) e não foi registrada a presença de areia grossa (Tabela 6).

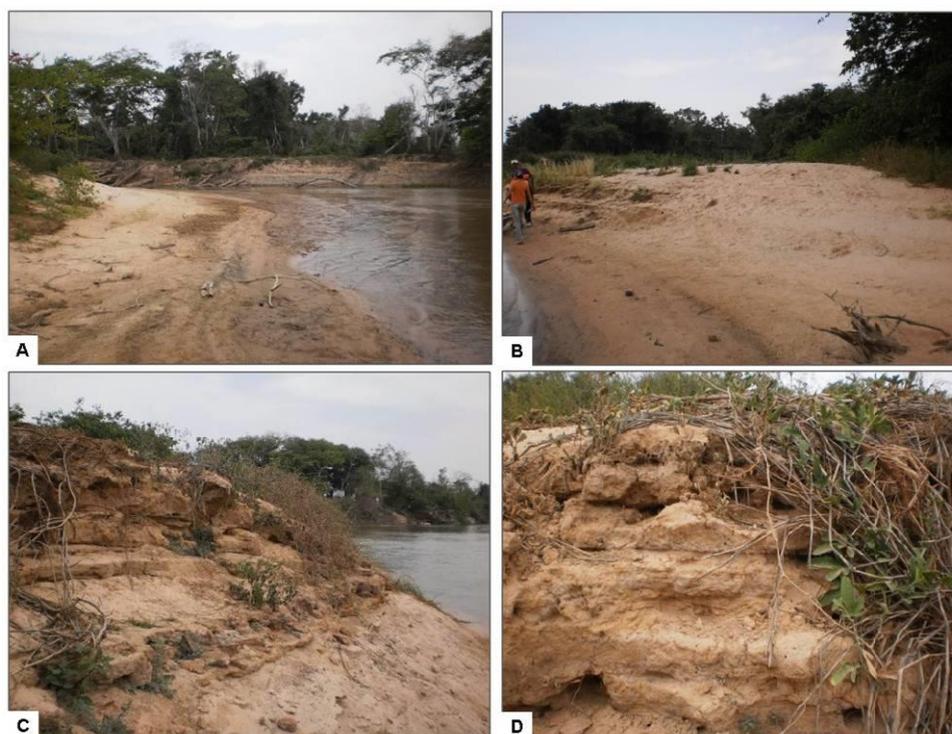
A análise das dimensões das partículas é um fator fundamental, pois possibilitam conhecimentos diversos, como a variação e disponibilidade das partículas, origem, transporte e ambientes deposicionais.

Na primeira seção, localizada a montante da baía do Quati, o material de fundo analisado teve predominância da fração silte. Este fator acontece devido ao fato de a área não apresentar velocidade. Dessa forma o material transportado acaba sendo depositado no fundo do canal. Os sedimentos mais finos (silte e argila) são transportados em suspensão, mas com a perda de velocidade estes materiais são depositados no fundo do leito ou próximo às margens em forma de lama. Os resultados das análises contribuíram para identificação das partículas, tendo predominância de areia fina na primeira amostra e areia média na segunda e terceira amostras da seção transversal.

#### *Segmento IV (Baía Comprida)*

A partir da análise granulométrica, constatou-se que o corredor fluvial recebe grande quantidade de areia em carga de fundo. Os sedimentos são distribuídos predominantemente em frações de areia (grossa, média e fina), com valores variados de silte e argila, a depender do ambiente fluvial e da força exercida pelo volume e pela velocidade do fluxo.

A baía Comprida caracteriza-se como uma feição morfológica negativa alongada-uniforme, paralela ao rio Paraguai. Na entrada, foi identificada intensa sedimentação que obstruiu parcialmente o fluxo de água do rio (Figura 7). No segmento, os materiais arenosos são depositados, principalmente, na própria calha do rio ou na entrada de feições morfológicas (baías) do corredor fluvial.



**Figura 7:** (A) Entrada da baía Comprida parcialmente obstruída; (B) Banco de sedimentos na interseção do rio Paraguai com a baía Comprida; (C) Camadas texturais diferenciadas pela seleção de material arenoso; (D) Camada com maior coesão e textura fina

Os depósitos relativos ao canal compõem-se de areia média a grossa, com estratificação cruzada planar e em calha (*planar and trough cross bedding*), geradas em barra central, depósitos de acreção lateral em setores meandriformes e depósitos finos de dique marginal e baía de inundação que se desenvolvem sobre ilhas e barras acrescidas (LATRUBESSE e STEVAUX, 2006, p. 70).

O processo de seleção de sedimentos caracterizou o depósito com diferentes camadas texturais intercaladas. A feição deposicional apresentou 159,21 m<sup>2</sup> de área e altura crescente de 0,30 m (início), 2,55 m (centro) e 2,80 m (final).

A primeira camada da feição deposicional apresentou maior fração areia fina, com 75,1%. A segunda camada identificada apresentou areia média com 37,45% e areia fina com 61,1%. Na terceira camada, base da barra, constatou-se a presença de areia grossa, com 0,95%, e predomínio de areia média, com 83,1% (Tabela 7).

**Tabela 7:** Composição granulométrica dos sedimentos das feições deposicionais (2011)  
Org.: Leandro, 2011.

Sedimentos de feição deposicional	Local de referência	Amostras	Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Silte	Argila
			Composição em (%)				
Entrada da baía Comprida		I	---	2,95	75,1	20,45	1,45
		II	---	37,45	61,1	0,65	0,75
		III	0,95	83,1	14,25	0,95	0,8

A estrutura da feição deposicional indica alto grau de seleção de material associado à capacidade de transporte do rio Paraguai e a sua dinâmica de enchimento e esvaziamento nas estações seca e chuvosa.

### Considerações finais

A partir do estudo realizado nas baías a montante da cidade de Cáceres no rio Paraguai, pôde-se identificar e quantificar algumas feições deposicionais, a composição granulométrica e verificar as variáveis hidrodinâmicas (largura, profundidade e velocidade).

Os trabalhos de campo e laboratório contribuíram para a caracterização dos sedimentos e sua distribuição, no talvegue, em seções transversais. As informações compiladas permitiram evidenciar intenso processo deposicional na feição morfológica, também associada às disfunções no uso/ocupação da terra na bacia hidrográfica.

A baía do Retiro no rio Paraguai encontra-se com área preservada e com vegetação arbórea. Observou-se também que área possui barra de sedimentos (lateral e central).

Nos pontos monitorados, pôde-se mensurar as variáveis hidrodinâmica (profundidade, velocidade e largura), obtendo, assim, os dados de vazão que contribuíram na análise dos dados dos sedimentos (fundo e suspensão) transportados.

A composição granulométrica variou em areia (grossa, média e fina), silte e argila. A fração que predominou foi a areia. Dessa forma, pôde-se notar que a baía

está recebendo grande carga de sedimentos grosseiros, com competência no transporte desses materiais.

A baía da Ximbuva é uma área circular. A margem direita corresponde à planície de inundação e na margem esquerda a área encontra-se desmatada e ocupada por fazenda com criação de gado.

O rio Paraguai exerce processo de influencia na deposição de sedimentos de textura arenosa. A composição granulométrica do primeiro ponto pode ser associada às características fluviais de transbordamento que mantêm os sedimentos finos em suspensão e posterior depósito.

No período de estiagem, ocorre deposição com a formação de barras onduladas na baía da Ximbuva, o que inviabiliza a navegação no segmento. Na confluência com o rio Paraguai foram identificadas barras laterais nas margens e barra submersa em forma de arco.

Na baía do Quati, o meandro abandonado encontra-se em processo de sedimentação, sendo identificados depósitos sedimentológicos, como diques marginais, cordões laterais e barras submersas. A migração lateral do rio Paraguai (canal meandrante) influencia no processo deposicional, pois, no período de cheia, o canal transfere água e sedimentos para a baía. No período de estiagem, a feição perde conectividade com o rio Paraguai e a diminuição do volume e velocidade de fluxo contribuem para a decantação e deposição dos sedimentos finos em suspensão, o que foi constatado pelas lâminas de silte e argila (seção II).

A cobertura vegetal no torno possui marcas d'água que relatam o período das cheias, o que confirma a entrada de água e material sólido na passagem do rio Velho. É possível afirmar que a baía se encontra preservada, pois foi constatado que não há atividades antrópicas no entorno.

Ressaltamos que o uso do segmento da baía Comprida para fins socioeconômicos deve considerar a dinâmica fluvial devido às características de navegabilidade nos períodos de cheia e estiagem por ocorrer o rompimento da conectividade com o rio Paraguai, condicionado pelas curvas de erosão e deposição dos meandros.

As feições deposicionais são resultado da dinâmica fluvial do rio Paraguai e da variação periódica do nível e volume da água que trabalha na distribuição de sedimentos e esculturação do canal. Sendo assim, pode-se inferir que os estudos sobre Geomorfologia Fluvial e Hidrossedimentologia elucidam indicadores e disfunções ambientais.

## Referências

- ANDRADE, L. N. P. S.; LEANDRO, G. R. S.; SOUZA, C. A. Geoformas deposicionais e sedimentos de fundo na foz da baía Salobra confluência com o rio Paraguai Pantanal de Cáceres Mato Grosso. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 6, n. 1, p. 253-270, 2013.
- BRASIL. *Projeto RADAMBRASIL: levantamentos dos recursos naturais*. Cuiabá/ Rio de Janeiro: Ministério de Minas e Energia. Secretaria Geral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SD21, 1982.
- CAMARGO, L. (Org.). *Atlas de Mato Grosso: abordagem socioeconômico-ecológica*. Cuiabá: Entrelinhas, 2011. 96 p.
- CARVALHO, N. O. *Hidrossedimentologia*. Rio de Janeiro: CPMR, 1994.
- CUNHA, S. B. Geomorfologia Fluvial. In: CUNHA S. B.; GUERRA. A. J. T. (Org.). *Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações*. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009. P. 157-188.
- FERNANDEZ, O. V. Q. *Mudanças no Canal Fluvial do rio Paraná e processo de erosão nas margens: região de Porto Rico, PR*. 1990. Dissertação (Mestrado em Geociências e Ciências Naturais) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Manual de Métodos de análises de solos*. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 212 p.
- GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000.
- KUERTEN, S; SANTOS, M. L.; SILVA, A. *Varição das características hidrosedimentares e geomorfologia do leito do rio Ivaí – PR, em seu curso inferior*. *Geociências*, São Paulo, v. 28, n. 2, p. 143-151, 2009.
- LATRUBESSE, E. M.; STEVAUX, J. C. Características físico-bióticas e problemas ambientais associados à planície aluvial do rio Araguaia, Brasil Central. *Revista UnG – Geociências*, Guarulhos, n. 1, v. 5, p. 65-73, 2006.
- LEANDRO, G. R. S.; SOUZA, C. A.; CHAVES, I. J. F. Aspectos sedimentares na baía Negra, corredor fluvial do rio Paraguai, Pantanal de Cáceres – Mato Grosso. *Caminhos de Geografia*, Uberlândia, v. 13, n. 43, p. 204-216, 2012.
- MORAIS, R. P. *Mudanças históricas na morfologia do canal do rio Araguaia no trecho entre a cidade de Barra do Garças (MT) e a foz do rio Cristalino na ilha do Bananal no período entre as décadas de 60 e 90*. 2002. 189 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

- SILVA, F. C. et al. Feições deposicionais e composição granulométrica dos sedimentos em alguns trechos do rio Paraguai: Passagem Velha, barranco do Touro, Baía do Quati e a foz do córrego Padre Inácio no município de Cáceres-MT. In: SOUZA, C. A. (Org.). *Bacia hidrográfica do rio Paraguai-MT: dinâmica das águas, uso e ocupação e degradação ambiental*. São Carlos: Cubo, 2012. P. 119-129.
- SOUZA, C. A. *Dinâmica do corredor fluvial do rio Paraguai entre a cidade de Cáceres e a Estação Ecológica da ilha de Taiamã-MT*. 2004. 173 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- SOUZA, C. A.; LANI, J. L.; SOUSA, J. B. *Questões ambientais: Pantanal mato-grossense*. Cáceres: Editora UNEMAT, 2009. 118 p.
- SUGUIO, K. E.; BIGARELLA, J. J. *Ambientes Fluviais*. 2. ed. Florianópolis: Ed. UFSC/UFPR, 1990. 183 p.