

R. Ra'e Ga  
Curitiba, v.32, p.296-316, Dez/2014

www.ser.ufpr.br/raega  
ISSN: 2177-2738



## PROCESSO DE DEPOSIÇÃO FLUVIAL NA BAÍA COMPRIDA, RIO PARAGUAI, MUNICÍPIO DE CÁCERES – MATO GROSSO, BRASIL

## FLUVIAL DEPOSITION PROCESS IN COMPRIDA BAY, PARAGUAY RIVER, MUNICIPALITY OF CÁCERES – MATO GROSSO, BRAZIL

**Gustavo Roberto dos Santos Leandro**

*Mestrando em Geografia pela Universidade Federal Fluminense (UFF)  
Departamento de Geografia do Instituto de Geociências  
Niterói, RJ  
e-mail: gustavogeociencias@hotmail.com*

**Célia Alves de Souza**

*Professora da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT)  
Departamento de Geografia da Faculdade de Ciências Humanas  
Cáceres, MT  
e-mail: celialvesgeo@globo.com*

**Flávio Rodrigues do Nascimento**

*Professor da Universidade Federal Fluminense (UFF)  
Departamento de Geografia do Instituto de Geociências  
Niterói, RJ  
e-mail: flaviogeo@bol.com.br*

Recebido em: 26/09/2013

Aceito em: 18/09/2014

### Resumo

Neste trabalho foram avaliadas as características granulométricas dos sedimentos depositados em ambiente fluvial do rio Paraguai – a baía Comprida – e interpretadas por intermédio da dinâmica do canal principal. Os dados hidrodinâmicos foram obtidos com auxílio de ecobatímetro e molinete fluviométrico. Para determinação da composição granulométrica, o material foi submetido à análise física com os Métodos de Pipetagem e Peneiramento. Os valores de vazão registrados nos períodos de estiagem e cheia variaram entre  $62,28 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  e  $0,71 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  na entrada do canal da baía Comprida e de  $56,61 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  na saída do canal da baía Comprida para o período de cheia. Com relação à profundidade, registrou-se máxima de 2,72 m e mínima de 0,10 m. Os resultados mostraram predominância de areias, o que resultou em assoreamento do canal com barras de sedimentos. Esse fato pode ser explicado porque, durante a cheia, ocorre transferência de sedimentos com predominância de areias médias e areias finas do canal principal do rio Paraguai para a baía Comprida. O estudo mostrou-se relevante para compreensão de

mudanças em termos de armazenagem e deposição de sedimentos na baía Comprida no rio Paraguai em períodos distintos de cheia e estiagem.

**Palavras-chave:** Variáveis hidráulicas, granulometria, canal secundário.

### Abstract

In this work we evaluated the granulometric characteristics of sediments deposited in the fluvial space of Paraguay River – the Comprida Bay – which were interpreted according to the dynamics of the main channel. The hydrodynamic data was obtained with the service of the echo sounding and the fluvial reel. To determine the granulometric composition, the material was subjected to physical analysis with the pipetting and screening methods. The flow values recorded during periods of drought and full ranged from  $62.28 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  and  $0.71 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  at the entrance of the channel and  $56.61 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  in the output of the channel for the full period. Concerning to the depth, it was registered the maximum 2.72 m and not less than 0.10 m. The results showed predominance of sands, which resulted in silting up the channel with sediment bars. This fact can be explained because, during the full, sediment transfer occurs with predominance of medium sand and fine sand of the main channel of the Paraguay River to the Comprida Bay. The study is relevant to understand the changes in terms of storage and deposition of sediment in Comprida Bay on the Paraguay River in distinct periods of full and drought.

**Keywords:** Hydraulic variables, granulometry, secondary channel.

## INTRODUÇÃO

O corredor fluvial do rio Paraguai com seus afluentes caracteriza-se como uma unidade de sedimentação do Pantanal mato-grossense definido por Assine e Soares (2004) como uma depressão tectônica localizada em sua margem esquerda. Conforme McGlue *et al.* (2012), é a maior zona úmida tropical do mundo com grande biodiversidade, mas a sua resposta às mudanças ambientais do Quaternário, período em que os tempos geológico e histórico-social se inter-relacionam, é incerto.

A dinâmica do canal principal atua nos processos fluviais de feições morfológicas, tais como as baías e lagoas, com importância no que se refere também aos recursos hídricos, turismo e navegação, como práticas sociais e conservação ambiental. Nesse sentido, a água assume papel relevante a cada ciclo de cheia e de estiagem com os processos de erosão, transporte e deposição de sedimentos.

No Pantanal de Cáceres, o rio Paraguai, apresenta uma diversidade de ambientes fluviais que possuem uma terminologia tipicamente regional, ou seja,

baías, lagoas, vazantes e furados. As baías constituem áreas deprimidas, contendo água, delineando formas circulares, semicirculares ou irregulares (SOUZA *et al.*, 2009).

Silva *et al.* (2008) e Cunha (2010) destacam que impactos diretos, oriundos da bacia de drenagem causam a degradação dos canais, bem como os impactos diretos por ações antropogênicas como a navegação. Em resposta, ocorre o desequilíbrio fluvial, conforme identificado nas grandes redes de drenagem do Brasil. A autora aborda alterações significativas como o alargamento do canal por erosão e solapamento e o forte assoreamento em trechos do rio Araguaia; assoreamento nos baixos cursos dos rios São Francisco e Paraíba do Sul; exposição de raízes e intensa deposição no rio Paraguai em função da remobilização do material de fundo.

O problema fundamental é que tais modificações estão ocorrendo sem um conhecimento adequado do sistema fluvial e, conseqüentemente, sem um planejamento que permita a minimização dos seus efeitos sobre o corredor fluvial. Tal situação é agravada pelo fato do rio ser um importante contribuinte do Pantanal mato-grossense (SILVA *et al.*, 2008).

Trabalhos relacionados aos processos morfológicos em ambientes fluviais do rio Paraguai têm sido desenvolvidos para compreensão de mudanças na dinâmica do canal principal e planície de inundação em termos de armazenagem e deposição de sedimentos (SOUZA, 2004; JUSTINIANO, 2010; BÜHLER, 2011; LEANDRO; SOUZA, 2012; LEANDRO *et al.*, 2012; SOUZA *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2012; BÜHLER; SOUZA, 2012; ANDRADE *et al.*, 2013). Igualmente, há outros autores que apontam mudanças nas descargas, sólida e líquida, no corredor fluvial e ajuste fluvial (ASSINE; SILVA, 2009; GRIZIO; SOUZA FILHO, 2010). Sendo assim, o presente estudo objetivou verificar a distribuição e os tipos de sedimentos existentes na baía Comprida, rio Paraguai, a montante da cidade de Cáceres – Mato Grosso, tendo em vista a compreensão dos processos de deposição, atuantes na dinâmica fluvial.

## ÁREA DE ESTUDO

O município de Cáceres, Mato Grosso, encontra-se inserido em áreas de Cerrado, Floresta e em sua maioria em área de Pantanal (cerca de 50,87%). As sub-

regiões dos Pantanaís de Cáceres e Poconé, no município de Cáceres, abrangem aproximadamente 9,01% da área do Pantanal mato-grossense (NEVES *et al.*, 2009). O rio Paraguai, principal contribuinte, percorre de Norte para Sul e, recebe alguns dos principais afluentes no Pantanal de Cáceres.

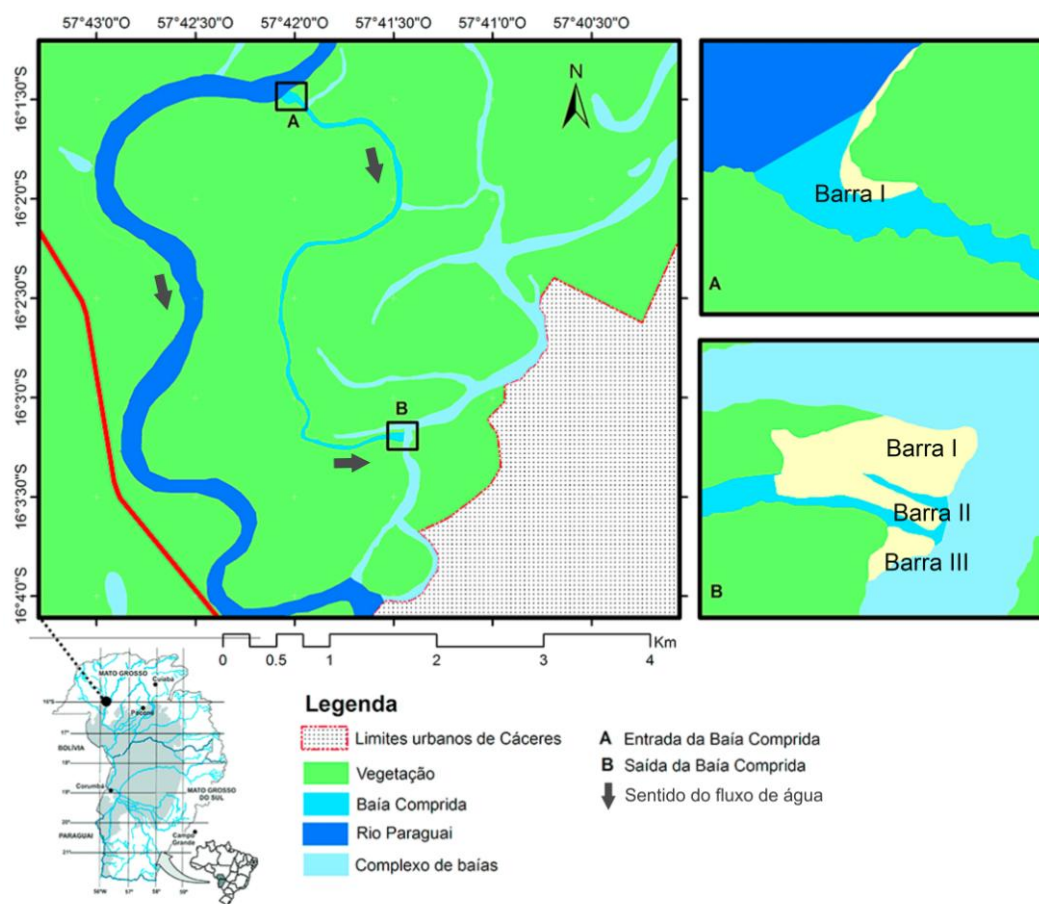
O sistema fluvial drena aluviões atuais caracterizados por depósitos recentes de areias, siltes, argilas e cascalhos e a área está embasada nos sedimentos da Formação Pantanal (CAMARGO, 2011). Geomorfologicamente encontra-se na Depressão do Alto rio Paraguai e em áreas de planícies (CAMARGO, 2011). Conforme Camargo (2011), a Morfoestrutura refere-se à dos sedimentos da bacia do rio Paraguai com Morfoescultura das Planícies Fluviais do rio Paraguai ou Planície Aluvionar Meandriforme (BRASIL, 1982; SOUZA, 2004; CAMARGO, 2011). A precipitação média anual varia em torno de 1.000 a 1.500 mm, sendo que, no período de dezembro a janeiro, ocorrem os maiores índices pluviométricos (BÜHLER, 2011; SANTOS *et al.*, 2012).

O tipo de solo predominante é o Gleissolo Háptico Tb Eutrófico, caracterizado como solo de áreas úmidas de textura arenosa em relevo plano. São ambientes de drenagem que, por ocasião das cheias, sempre recebem material, depositando-os em diferentes camadas, onde os fatores de formação não tiveram tempo suficiente para promover o desenvolvimento de horizontes, como a sequência do tipo A, B e C. A condição incipiente em sua formação tem grande influência sobre sua instabilidade aos processos erosivos (BRASIL, 1982; SOUZA, 2004; CAMARGO, 2011).

As características da planície contribuem para a ocorrência de inundação de forma diferenciada devido à altura do nível da água e o tempo (meses) em que a planície permanece alagada, o que possibilita o desenvolvimento de diferentes formações vegetais: Contato Floresta Estacional/Savana, Floresta Aluvial e Savana Arborizada com Floresta Galeria (BRASIL, 1982; CAMARGO, 2011). Castrillon *et al.* (2011) associam a heterogeneidade de habitats à ampla distribuição de espécies vegetais, ao pulso de inundação que pode estar sendo controlado pela dinâmica fluvial e diferenças na origem geomorfológica do rio Paraguai com ambientes de sedimentação arenoso, silto-argiloso.

**PROCESSO DE DEPOSIÇÃO FLUVIAL NA BAÍA COMPRIDA, RIO PARAGUAI, MUNICÍPIO DE CÁCERES – MATO GROSSO, BRASIL**

A área da pesquisa compreende uma baía e encontra-se entre as coordenadas geográficas 15°58'00" e 16°40'00", Latitude Sul, e 57°40'00" e 57°44'00", Longitude Oeste (Figura 1). A baía Comprida é um canal secundário do rio Paraguai, que abastece alguns canais do complexo de baías localizado no perímetro urbano de Cáceres – Mato Grosso. Com os ciclos de cheia e de estiagem, o sistema hidrográfico recebe parte da carga líquida e sólida, transportada pelo rio Paraguai, que, conforme verificado por Silva *et al.* (2012), no período de estiagem, resulta na deposição de sedimentos arenosos no canal e de sedimentos finos na planície de inundação. Tais processos caracterizam o comportamento do sistema rio-planície no corredor fluvial do rio Paraguai.



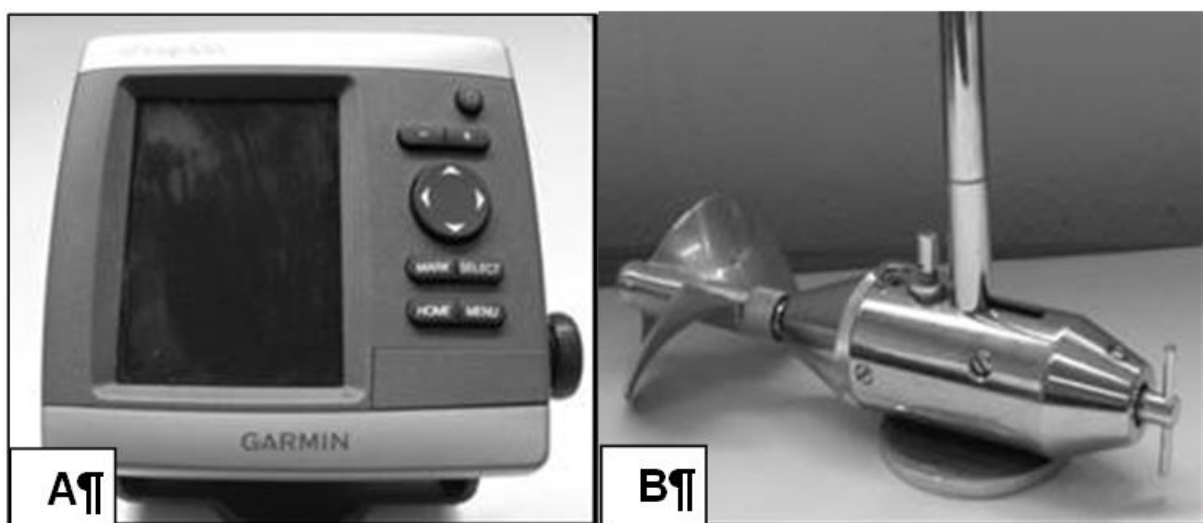
**Figura 1:** Localização do sistema hidrográfico da baía Comprida, rio Paraguai, Cáceres – Mato Grosso.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

As pesquisas em Geomorfologia, como em qualquer outro ramo das ciências que estudam a Terra, percorrem três etapas: trabalho de gabinete ou escritório, trabalho de campo e laboratório (ROSS; FIERZ, 2009). Nesse sentido, a metodologia empregada consistiu em amostragens de campo, coletadas nos períodos de cheia e de estiagem em 2012, e de análise laboratorial.

## TRABALHO DE CAMPO

Ross e Fierz (2009) salientam que a pesquisa de campo pode ser dividida em momentos, sendo o primeiro obtido pela observação e caracterização dos fatos com a maior precisão possível; o segundo é a interpretação de fotos, imagens de radar e de satélite e o terceiro refere-se à produção de ensaios de campo e de experimentos. Para caracterização das condições atuais do segmento, em termos de conservação/uso e coleta de amostras, foram realizadas atividades de campo em 14 de abril de 2012 e 17 de outubro de 2012. *In loco* obtiveram-se dados referente à largura/profundidade do canal, com o auxílio de ecobatímetro GPSmaps 420s GARMIN, os quais, posteriormente, foram sistematizados em trabalho de gabinete como subsídio para os dados hidrodinâmicos da feição morfológica. Para medir a velocidade do fluxo, foi utilizado o molinete hidrométrico modelo CPD-10 (Figura 2). Foram monitoradas duas seções transversais referentes à entrada e à saída do canal da baía Comprida (Figura 1).



**Figura 2.** A) Sonar Garmin para determinação de largura e profundidade; B) Molinete hidrométrico para determinação de velocidade de fluxo.

✓ Geofomas deposicionais

Para a coleta de amostras nos bancos de sedimentos, considerou-se o aspecto textural das camadas e a distância a partir da lâmina d'água, sendo acondicionadas em sacos plásticos de 1 kg e etiquetadas. Os pontos de amostragem foram: Barra de sedimentos I (entrada do canal da baía Comprida) e as Barras de sedimentos I, II e III (saída do canal da baía Comprida).

### TRABALHO DE GABINETE

O trabalho de gabinete constitui a elaboração do projeto, as pesquisas e a interpretação de dados. Para as pesquisas bibliográficas, cartográficas e de documentação pré-existentes, podem ser utilizados diversos materiais como livros, artigos de revistas, teses, imagens de satélite e mapas temáticos (ROSS; FIERZ, 2009). Os dados de campo sistematizados contribuíram para o cálculo de vazão nas duas seções transversais da baía Comprida, monitoradas nos períodos de cheia e estiagem (abril e outubro de 2012).

✓ Cálculo de Vazão

A área na seção transversal no nível de margens plenas e área da seção molhada foram obtidas com a fórmula:  $A = L \times P$ . Onde:  $A =$  Área da seção;  $L =$  Largura do canal;  $P =$  Profundidade média. Para o cálculo da vazão, utilizou-se a seguinte fórmula:  $Q = V \times A$ . Onde:  $Q =$  Vazão;  $V =$  Velocidade das águas;  $A =$  Área (CUNHA, 2009).

### ANÁLISE DE LABORATÓRIO

As análises granulométricas foram realizadas no Laboratório de Pesquisa e Estudos em Geomorfologia Fluvial (LAPEGEOF) – Universidade do Estado de Mato Grosso/UNEMAT. De acordo com Suguio (1973), utiliza-se o termo *granulometria* como referência ao diâmetro dos grãos, e as finalidades das análises granulométricas variam de acordo com o campo da atividade no qual elas estão empregadas. A análise granulométrica de partículas sólidas compreende a determinação de seu tamanho, bem como da frequência com que ocorrem em uma determinada classe ou faixa de tamanho.

✓ Ensaio de Pipetagem (dispersão total)

Para quantificar as frações argila e silte, utilizou-se da Pipetagem – dispersão total (EMBRAPA, 1997). Os procedimentos constaram das seguintes etapas:

- Após secagem em estufa modelo TE-394/2, 20 g de amostra de cada ponto de coleta foi destorroada e condicionada em béqueres, contendo 10 mL de solução dispersante ( $\text{NaOH } 0,1 \text{ m.L}^{-1}$ ) e água destilada ( $100 \text{ m.L}^{-1}$ ). Em seguida, o conteúdo dos béqueres foi agitado com um bastão de vidro, tampado com um vidro de relógio e deixado em repouso por uma noite.
- Transcorrido o período de repouso, as amostras foram novamente agitadas mecanicamente durante 15 minutos no Agitador de Wagner TE-160. Na sequência, o material foi lavado em uma peneira de 20 cm de diâmetro e malha de 0,053 ( $n^{\circ} 270$ ) apoiada sobre um funil, que tinha logo abaixo uma proveta de  $1000 \text{ m.L}^{-1}$ . As frações silte e a argila passaram para a proveta de  $1000 \text{ m.L}^{-1}$  e a areia ficou retida na peneira.
- O material da proveta foi agitado com um bastão de vidro por 30 segundos e deixado em repouso. Transcorrido o tempo de decantação, foi introduzida uma pipeta no interior da proveta até a profundidade de 5 cm, sendo em seguida aspirada a suspensão (fração argila).
- Ao fim do processo, o material suspenso e a areia retida na peneira foram transferidos para béqueres identificados de acordo com o ponto de coleta e levados à estufa modelo TE-394/2.
- Concluída a secagem, foi realizada pesagem com balança analítica e calculados os valores de areia, silte e argila. A fração silte equivale à diferença da soma areia/argila das 20 g iniciais. Foram realizados três ensaios por ponto de coleta para obtenção da composição média das geoformas deposicionais.

✓ Ensaio de Peneiramento

O material retido na peneira de 20 cm de diâmetro e malha de 0,053 ( $n^{\circ} 270$ ) pela Pipetagem – dispersão total – foi seco em estufa. Posteriormente, foi submetido ao processo mecânico de Peneiramento no Agitador Eletromagnético, com uma



sequência de peneiras padronizadas, por 30 minutos. O material retido em cada uma das peneiras foi pesado separadamente (SUGUIO, 1973).

A areia retida nas peneiras de 4.75 mm e 2.36 mm foi considerada fração grossa; aquela que passou pela peneira de 2.36 mm, mas ficou retida nas peneiras de 1.18 mm e 600  $\mu\text{m}$ , foi considerada fração média e, finalmente, a areia retida nas peneiras de 300  $\mu\text{m}$  a 75  $\mu\text{m}$  foi classificada como fração fina. Essa escala foi adaptada da American Society for Testing and Materials – ASTM (SOUZA *et al.*, 2012).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A baía Comprida encontra-se conservada, sendo a navegação, pesca embarcada e de barranco os usos predominantes em períodos distintos de cheia e estiagem. O fluxo de embarcações de pequeno porte é intenso no período de cheia, também associado à atividade turística, tendo em vista que, no ambiente fluvial, diversas espécies como jacarés (*Caiman yacare*), garças (*Casmerodius albu*), capivaras (*Hydrochaeris hydrochaeris*) e tuiuiús (*Jabiru mycteria*) podem ser observadas. Cabe destacar que o canal da baía Comprida com 6,5 km de extensão é utilizado como rota alternativa de navegação, enquanto que o rio Paraguai possui 9,67 km de extensão entre o perímetro urbano de Cáceres e os pontos de apoio com casas de veraneio e cevas (áreas desmatadas para fixação de pontos de pesca).

Na tabela 1, encontram-se os resultados obtidos na baía Comprida para a hidrodinâmica. Na entrada do canal da baía Comprida, a seção transversal monitorada apresentou largura entre 24 m e 47,71 m onde foi registrada a diminuição na profundidade de 2,72 m para 0,27 m, redução de 90,07% no período de estiagem. A área da seção variou entre 6,48 m<sup>2</sup> e 129,77 m<sup>2</sup>, enquanto que a vazão foi de 0,71 m<sup>3</sup>. s<sup>-1</sup> a 62,28 m<sup>3</sup>. s<sup>-1</sup>. e a velocidade do fluxo diminuiu progressivamente de 0,48 m.s<sup>-1</sup> para 0,11 m.s<sup>-1</sup>. A redução dos valores hidráulicos associa-se ao período do ciclo hidrológico, o que caracteriza a amplitude fluviométrica no corredor fluvial do rio Paraguai responsável pelos pulsos de inundação no Pantanal mato-grossense, com mudanças morfológicas e efeitos ecológicos.

**PROCESSO DE DEPOSIÇÃO FLUVIAL NA BAÍA COMPRIDA, RIO PARAGUAI, MUNICÍPIO DE CÁCERES – MATO GROSSO, BRASIL**

Os sedimentos que chegam ao curso d'água têm diversas granulometrias e sofrerão um processo de transporte variado de acordo com as condições locais e de escoamento (CARVALHO, 1994). Nesse sentido, o autor destaca que há de se considerar a distribuição dos sedimentos em uma vertical, em uma transversal, ao longo do curso d'água e em relação ao tempo.

Conforme Lázaro (2010), a dinâmica fluvial da paisagem no corredor fluvial do rio Paraguai e a conectividade entre o canal principal do rio e a planície de inundação têm sido identificados como fatores-chaves no controle da heterogeneidade e de habitats e diversidade biológica para muitos ecossistemas. O autor concluiu que o pulso de inundação anual na planície alagável do alto rio Paraguai é o maior fator controlador nos períodos de cheia e de estiagem. Esse forte gradiente temporal do ciclo hidrológico também tem como coadjuvante a variabilidade geomorfológica e biológica (LÁZARO, 2010). Cabe salientar que as medições foram realizadas em 14 de abril de 2012 (período de cheia) e em 17 de outubro de 2012 (período de estiagem).

**Tabela 1:** Variáveis hidráulicas das seções transversais na baía Comprida.

| Local                    | Período  | Largura<br>m | Prof. Média<br>m | Velocidade<br>m.s <sup>-1</sup> | Área<br>m <sup>2</sup> | Vazão<br>m <sup>3</sup> . s <sup>-1</sup> |
|--------------------------|----------|--------------|------------------|---------------------------------|------------------------|---|
| Entrada da Baía Comprida | Cheia    | 47,71        | 2,72             | 0,48                            | 129,77                 | 62,28                                     |
|                          | Estiagem | 24           | 0,27             | 0,11                            | 6,48                   | 0,71                                      |
| Saída da baía Comprida   | Cheia    | 54,5         | 1,96             | 0,53                            | 106,82                 | 56,61                                     |
|                          | Estiagem | 12,55        | 0,10             | ---                             | 1,25                   | ---                                       |

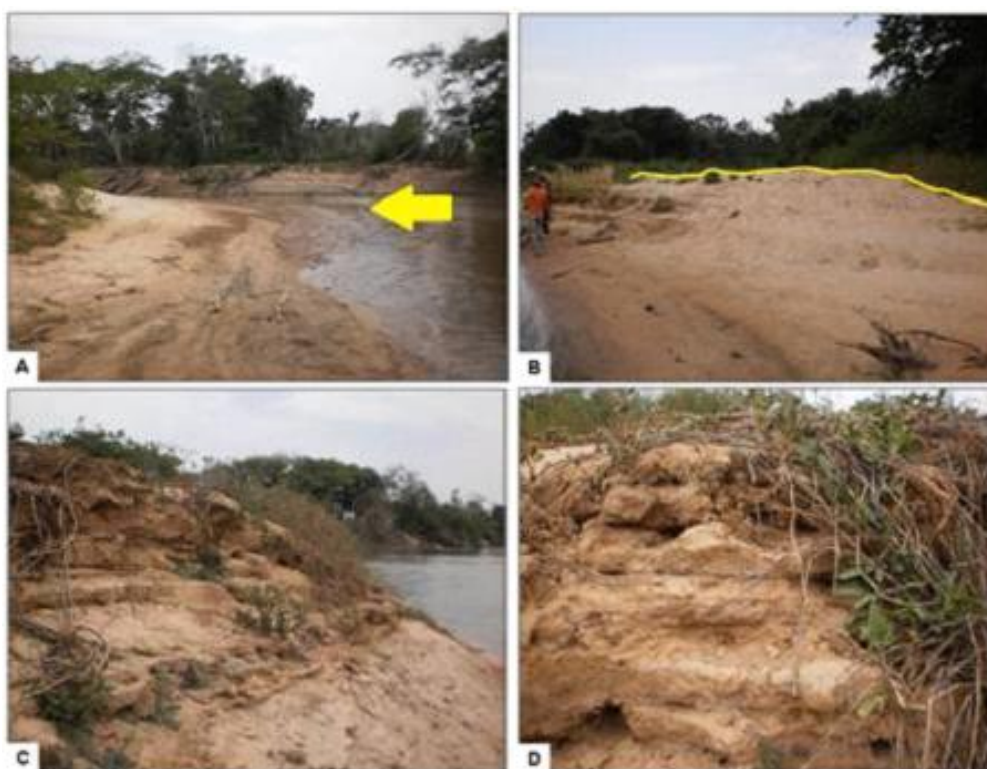
Na saída do canal da baía Comprida, a velocidade do fluxo foi de 0,53 m.s<sup>-1</sup> com vazão de 56,61 m<sup>3</sup>. s<sup>-1</sup>. Não foi possível registrar a vazão na estiagem, pois não houve velocidade na seção transversal. A altura da lâmina de escoamento para os eventos de cheia e de estiagem variou de 1,96 m a 0,10 m, ou seja, redução de 94,89% na profundidade do canal, valor superior ao registrado na entrada da baía Comprida e a largura do canal de 12,55 m a 54,5 m (Tabela 1).

O volume de água no corredor fluvial do rio Paraguai é definido pelos períodos de cheia e de estiagem, apontado por Bühler e Souza (2012) e Souza *et al.*

(2012) como fator controlador do aporte de sedimentos. A variação do nível da água e vazão, que influencia no transbordamento do canal principal para a planície de inundação e feições morfológicas, atua na sedimentação, definido por Carvalho (1994), como processos de erosão, deslocamento das partículas por enxurradas ou outros meios até os rios, transporte, deposição e compactação.

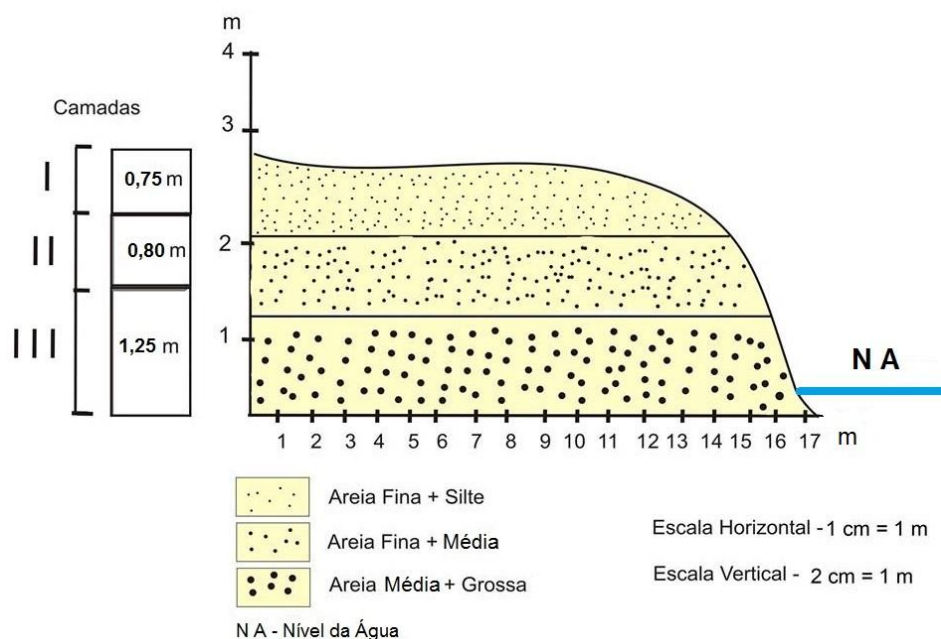
Os processos descritos anteriormente são responsáveis pelas mudanças na morfologia dos ambientes fluviais e ainda compõem o ciclo hidrossedimentológico (BORDAS; SEMMELMANN, 2004).

Na entrada da baía Comprida, verificou-se deposição associada à dinâmica do rio Paraguai, que obstruiu parcialmente o canal com barra de sedimentos. A barra lateral formada à margem esquerda apresentou 159,21 m<sup>2</sup> e altura crescente de 0,30 m a 2,80 m (Figura 4). O processo de seleção de sedimentos caracterizou o depósito com diferentes camadas texturais intercaladas (Figura 3).



**Figura 3:** A) Entrada da baía Comprida parcialmente obstruída B) Limite entre a barra de sedimentos e vegetação na intersecção do rio Paraguai com a baía Comprida B) Camadas texturais diferenciadas pela seleção de material arenoso D) Camada com textura fina.

PROCESSO DE DEPOSIÇÃO FLUVIAL NA BAÍA COMPRIDA, RIO PARAGUAI, MUNICÍPIO DE CÁCERES – MATO GROSSO, BRASIL

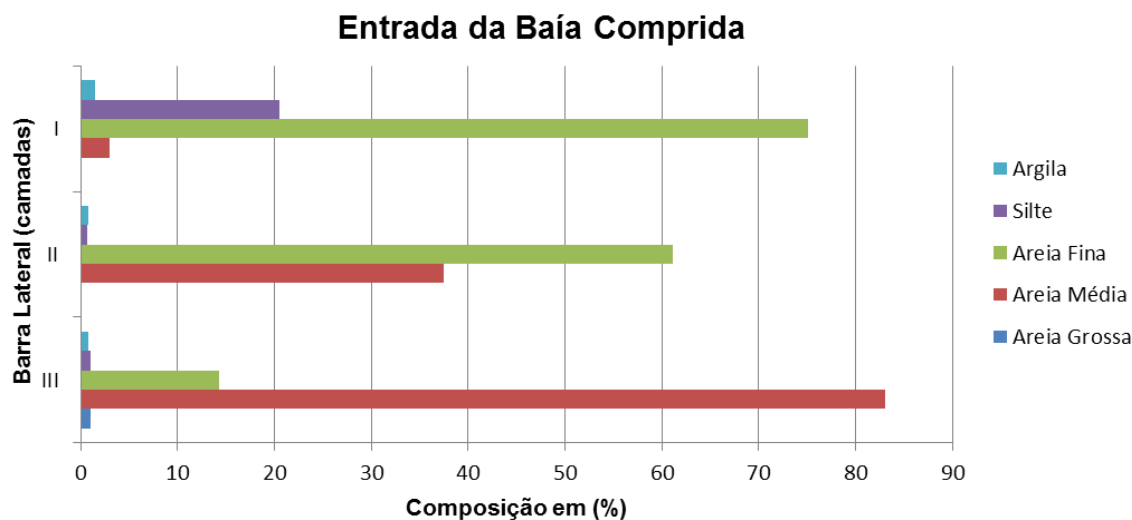


**Figura 4:** Perfil estratigráfico do depósito de sedimentos na entrada da feição morfológica.

Na primeira camada do depósito, identificou-se maior fração de areia fina com 75,1%. A segunda camada apresentou areia média com 37,45% e areia fina com 61,1%. Na terceira camada, base do depósito, constatou-se presença de areia grossa com 0,95% e predomínio de areia média com 83,1% (Tabela 2 e Figura 5). Latrubesse e Stevaux (2006) e Bayer e Carvalho (2008) destacam que os depósitos relativos ao canal do rio Araguaia compõem-se de areia média a grossa, remobilizadas a cada período de cheia, 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. Destacam ainda que o avanço da vegetação das margens fixa os corpos de areia, promovendo o afogamento dos canais menores, podendo, dessa forma, mudar substancialmente a morfologia do canal em um período de tempo relativamente curto.

**Tabela 2:** Granulometria do depósito de sedimentos na entrada da feição morfológica

| Local                    | Camadas | 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    |



**Figura 5:** Granulometria do depósito de sedimentos na entrada da feição morfológica.

Leandro *et al.* (2012) identificaram concentração de areia média na baía Negra, confluência dos rios Cabaçal e Paraguai, montante da baía Comprida, o que contribuiu para a formação de barra submersa na confluência do canal principal com canal secundário da feição morfológica. Além do depósito submerso, verificaram barra central em processo de estabilização. No período amostrado (período de estiagem), a navegação também foi prejudicada pela diminuição da profundidade no canal e por deposição de sedimentos.

No que tange à jusante da baía Comprida, Freitas *et al.* (2011) constataram maior concentração de areias nos sedimentos de fundo com 58,05% de areia média e 40,6% de areia fina na confluência do rio Paraguai com a baía do Quati, que, associada à redução do nível da água resultou na formação de barra central. A deposição de sedimentos arenosos na seção monitorada pelos autores foi associada ao fluxo do rio Paraguai como agente controlador de distribuição de sedimentos.

Os depósitos de areia e de materiais mais finos, identificados por Bayer e Carvalho (2008) no rio Araguaia, favoreceram a ocorrência dos primeiros estados de sucessão vegetal, denominados de “pioneira” composta, principalmente pela associação de gramíneas baixas, ciperáceas e algumas espécies arbustivas. Os autores discutem ainda a composição dos depósitos e a mistura dos sedimentos de diversas granulometrias (areias médias e finas e materiais mais finos) com as

mudanças nas condições dos fluxos. Na baía Comprida, observaram-se processos semelhantes na deposição de sedimentos com granulometria intercalada na entrada e dispersão de sedimentos de diferentes frações na saída do canal. Latrubesse e Stevaux (2006), em seus estudos acerca do rio Araguaia, classificaram tais ambientes como áreas sujeitas aos processos de sedimentação. As unidades geomorfológicas jovens identificadas pelos autores foram colonizadas, principalmente, por espécies herbáceas (vegetação pioneira), como verificado na entrada e na saída da baía Comprida, o que indica princípio de estabilidade.

Na saída da baía Comprida, identificaram-se três depósitos formados a partir do transporte de sedimentos do rio Paraguai no período de cheia, período em que, conforme Carvalho (1994), a maior parte dos sedimentos é transportada. As barras de sedimentos foram delimitadas por dois canais originados pela própria deposição de sedimentos. Na margem esquerda, o processo de deposição ocorreu em área de inundação com vegetação gramínea (barra I). As barras II e III, demarcadas por um canal secundário, apresentaram diferentes níveis de consolidação (composição granulométrica e distribuição de espécies gramíneas e arbustivas) (Figura 6).



**Figura 6:** A) Delimitação da barra I e, em segundo, plano canal principal B) Em primeiro plano, barra III; em segundo plano, canal secundário e, em terceiro plano, barra II.

A fração areia média foi predominante na composição granulométrica dos depósitos. Na barra I, variou entre 89,55% e 92,4% de areia média, que também apresentou o maior percentual de areia grossa, entre as amostras analisadas, perfazendo 6,35%. Na barra II, houve variação na deposição, o que pode ser

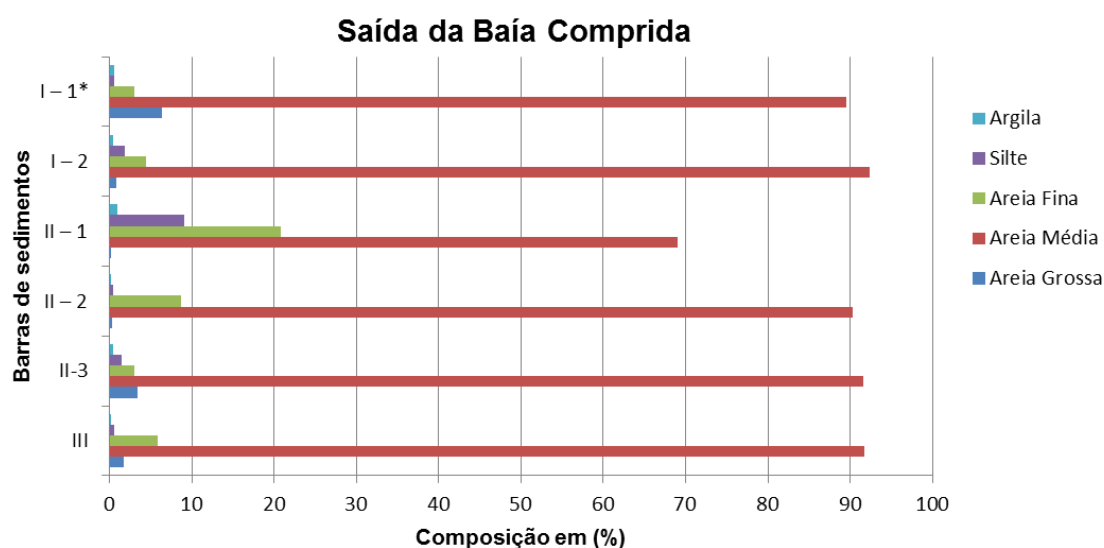
**PROCESSO DE DEPOSIÇÃO FLUVIAL NA BAÍA COMPRIDA, RIO PARAGUAI, MUNICÍPIO DE CÁCERES – MATO GROSSO, BRASIL**

associado às frações de sedimentos e diminuição da capacidade de transporte. Na amostra 3 da barra II, constatou-se 3,45% de areia grossa, com 91,6% de areia média, enquanto que, na amostra 2, identificaram-se as frações de areia média e fina como predominantes. A amostra 1 apresentou considerável composição de sedimentos finos, areia fina com 20,85% e silte com 9,1%, mesmo com predomínio de areia média com 69%. Na barra de sedimentos III, foi identificada maior quantidade de areia, sendo 91,75% fração média (Tabela 3 e Figura 7).

**Tabela 3:** Distribuição e composição granulométrica nos depósitos de sedimentos

| Local                  | Barras de sedimentos | Areia Grossa      | Areia Média | Areia Fina | Silte | Argila |
|------------------------|----------------------|-------------------|-------------|------------|-------|--------|
|                        |                      | Composição em (%) |             |            |       |        |
| Saída da baía Comprida | I – 1*               | 6,35              | 89,55       | 3          | 0,55  | 0,55   |
|                        | I – 2                | 0,85              | 92,4        | 4,4        | 1,9   | 0,45   |
|                        | II – 1               | 0,1               | 69          | 20,85      | 9,1   | 0,95   |
|                        | II – 2               | 0,3               | 90,35       | 8,65       | 0,4   | 0,1    |
|                        | II – 3               | 3,45              | 91,6        | 3          | 1,5   | 0,45   |
|                        | III                  | 1,75              | 91,75       | 5,85       | 0,6   | 0,05   |

1\* - amostras



**Figura 7:** Distribuição e composição granulométrica nos depósitos de sedimentos

No rio Paraná, Santos e Stevaux (2010) associaram as formas de leito ao tamanho das partículas transportadas (frações de areia). Ainda conforme os autores, a depender do regime fluvial e da disponibilidade de material, a areia que está sendo transportada pode acumular em grandes corpos submersos (barras arenosas submersas) ou eventualmente aflorar à superfície do rio com variação de morfologia,



altura, comprimento e velocidade de migração.

A composição granulométrica dos sedimentos, associada à variação hidrodinâmica do corredor fluvial do rio Paraguai, contribui para a deposição atual e, conseqüentemente, para a evolução das feições morfológicas na planície de inundação a partir da estabilização dos depósitos. Souza *et al.* (2012), associaram o processo de deposição na baía do Sadao à concentração de sedimentos arenosos e à diminuição da profundidade no canal. Conforme os autores, a baía do Sadao, a jusante da cidade de Cáceres, pode ser definida como intermitente por apresentar longos trechos secos e barras de sedimentos no período de estiagem. A baía Comprida apresenta processo similar, com o rompimento de seu abastecimento pelo rio Paraguai também no período de estiagem.

Os trabalhos de campo realizados por Silva *et al.* (2008) permitiram verificar que as margens do canal do rio Paraguai são constituídas por lentes de areia fina argilosa, intercaladas em camadas argilosas, interpretadas como depósitos distais de diques marginais em meio a sedimentos finos da bacia de inundação. Conforme os autores, os diques marginais são pouco desenvolvidos, descontínuos, e são constituídos por lentes de areia fina a média decimétricas, com estratificação sigmoidal. As amostras coletadas pelos autores no leito do rio Paraguai demonstraram amplo domínio de areia média (acima de 80%).

Processos de deposição de sedimentos também foram constatados por Silva *et al.* (2012), com destaque para os sedimentos finos (silte) na planície de inundação, onde os autores registraram 8,62 cm/m<sup>2</sup> de deposição média nos pontos monitorados em um canal secundário e 3,82 cm/m<sup>2</sup> de deposição média nos pontos monitorados no canal principal do rio Paraguai com domínio de areias.

Nesse sentido, Assine e Silva (2009) discutem a relação entre a orientação do canal principal do rio Paraguai e a existência de barras arenosas, o que contribui para a sinuosidade do talvegue. Os autores destacam ainda que a existência de canais abandonados presentes na planície fluvial, mais sinuosos que o canal ativo, aponta para a ocorrência de uma importante mudança hidrológica para a situação atual.

Sobre isso, Silva *et al.* (2012) concluíram que a ação mais significativa relacionada às transformações nas feições do rio Paraguai e sua planície de



inundação está na formação de novos canais com tendência evolutiva para leito principal do rio ou, ainda, passar por processo inverso com o assoreamento do canal associado a deposição de sedimentos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As técnicas empregadas em trabalho de campo mostraram-se eficientes para obtenção de dados referentes à hidrodinâmica e à identificação dos depósitos de sedimentos. E as análises em laboratório foram eficazes para a determinação da composição granulométrica dos sedimentos e sua distribuição em seções transversais. Essas informações combinadas são fundamentais para diagnóstico de mudanças na morfologia de canais e feições morfológicas no corredor fluvial do rio Paraguai.

Os sedimentos arenosos no material de fundo, com a diminuição do volume de água, resultaram em mecanismos de deposição na entrada e na saída da baía Comprida. O nível de estabilização das barras II e III, na saída do canal, pode resultar em um único depósito. Nesse sentido, constatou-se que a baía Comprida apresenta processo de assoreamento com o aporte de sedimentos.

O assoreamento de canais, fenômeno identificado em vários trechos do corredor fluvial do rio Paraguai, com a estabilização das barras de sedimentos, torna-se prejudicial às atividades desenvolvidas a partir da navegabilidade do canal. Cabe salientar que a navegação em algumas baías e canais secundários do rio Paraguai, na atualidade, somente é possível nos períodos de cheias.

Nesse sentido, o presente trabalho elucidou aspectos relevantes do ponto de vista geomorfológico e ambiental, bem como socioeconômicos, tendo em vista o abandono da feição morfológica com armazenamento de sedimentos arenosos; contudo, observa-se a necessidade de novos estudos no corredor fluvial do rio Paraguai referentes à dinâmica entre canal-planície, sua tendência evolutiva, causas e conseqüências.

## AGRADECIMENTOS

Ao projeto *Processo de sedimentação e qualidade da água no corredor fluvial do rio Paraguai entre a foz do rio Bugres e a Estação Ecológica da Ilha*

*Taiamã, Mato Grosso* – vinculado à sub-rede de pesquisa ASA de estudos sociais, ambientais e de tecnologias para o sistema produtivo na região sudoeste mato-grossense, financiada pela REDE PRO-CENTRO-OESTE MCT/CNPq/FNDCT/FAPs/MEC/CAPEs n. 031/2010 (2010- 2015) –, pelo apoio financeiro, que possibilitou os trabalhos de campo e laboratório dos quais decorre este artigo. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPEs), pela concessão de Bolsa de Mestrado (2013-2015) ao primeiro autor. Também à Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), pelo apoio logístico por meio do Laboratório de Pesquisa e Estudos em Geomorfologia Fluvial (LAPEGEOF).

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, L.N.P.; 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. 2, p. 253-270, 2013.

ASSINE, M.L.; SILVA, A. Contrasting fluvial styles of the Paraguay River in the northwestern border of the Pantanal wetland, Brazil. **Geomorphology**. v.113, p. 189-199, 2009.

ASSINE, M. Quaternary of the Pantanal, West-central Brazil. **Quaternary International**. v. 114, p. 23-34, 2004.

BAYER, M.; CARVALHO, T.M. Processos morfológicos e sedimentos no canal do rio Araguaia. **Revista de Estudos Ambientais**. v. 10, n. 2, p. 24-31, 2008.

BORDAS, M.P.; SEMMELMANN, F.R. Elementos de engenharia de sedimentos. In: TUCCI, C.E.M.; SILVEIRA, A.L.L. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. 3. ed. Porto Alegre – RS: Editora da UFRGS/ABRH, p. 915-939. 2004.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Secretaria Geral. **Projeto RADAMBRASIL**. Levantamentos dos Recursos Naturais, Folha SD 21. Cuiabá, Rio de Janeiro: Secretaria Geral, 448 p. 1982.

BÜHLER, B.F. **Qualidade da água e aspectos sedimentares da bacia hidrográfica do rio Paraguai no trecho situado entre a baía do late e a região do Sadao, município de Cáceres (MT), sob os enfoques quantitativos e**

**perceptivos**. 2011. 140 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Instituto de Ciências Naturais e Tecnológicas, Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, Cáceres – MT, 2011.

BÜHLER, B.F.; SOUZA, C.A. Aspectos sedimentares do rio Paraguai no perímetro urbano de Cáceres – MT. **Geociências**. v. 31, n. 3, p. 339-349, 2012.

CAMARGO, L. (Org.). **Atlas de Mato Grosso**: abordagem socioeconômico-ecológica. Cuiabá – MT: Entrelinhas, 96 p. 2011.

CASTRILLON, S.K.I.; SILVA, C.J.; FERNANDEZ, J.R.C.; IKEDA, A.K. Avaliação da diversidade arbórea das ilhas do rio Paraguai na região de Cáceres, Pantanal mato-grossense, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**. v. 25, n. 3, p. 672-684, 2011.

CARVALHO, N.O. **Hidrossedimentologia prática**. Rio de Janeiro: CPRM, 372. 1994.

CUNHA, S.B. Canais fluviais e a questão ambiental. In: CUNHA, S.B.; GUERRA, A.J.T. (Org.). **A questão ambiental**: diferentes abordagens. 6. ed. Rio de Janeiro: Editora Bertrand, p. 219- 237. 2010.

CUNHA, S.B. Geomorfologia fluvial. In: CUNHA, S.B.; GUERRA, A.J.T. (Org.). **Geomorfologia**: exercícios, técnicas e aplicações. 3. ed. Rio de Janeiro: Editora Bertrand, p. 157-189. 2009.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análises de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 212 p. 1997.

FREITAS, I.J.; SOUZA, C.A.; LEANDRO, G.R.S.; CRUZ, J.S.; SOARES, J.C.O. Dinâmica fluvial da baía do Quati na margem direita do rio Paraguai, Mato Grosso. In: Jornada Científica da Unemat, n. 4, 2011, Cáceres. **Anais...** Cáceres: UNEMAT, p. 1-5. 2011.

GRIZIO, E.V.; SOUZA FILHO, E.E. As modificações do regime de descarga do rio Paraguai Superior. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. v. 11, n. 2, p. 25-33, 2010.

JUSTINIANO, L.A.A. **Dinâmica fluvial do rio Paraguai entre a foz do Sepotuba e a foz do Cabaçal**. 2010. 71 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Instituto de Ciências Naturais e Tecnológicas, Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, Cáceres – MT, 2010.

LATRUBESSE, E.M.; STEVAUX, J.C. Características físico-bióticas e problemas ambientais associados à planície aluvial do rio Araguaia, Brasil Central. **Revista UnG – Geociências**. v. 5, n. 1, p. 65-73, 2006.

LÁZARO, W.L. **Comunidade de algas perifíticas em lagoas parentais do alto rio Paraguai, Pantanal, Cáceres-MT**. 2010. 73 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Instituto de Ciências Naturais e Tecnológicas, Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, Cáceres – MT, 2010.

LEANDRO, G.R.S.; SOUZA, C.A. Pantanal de Cáceres: composição granulométrica dos sedimentos de fundo no rio Paraguai entre a foz do rio Cabaçal e a cidade de Cáceres, Mato Grosso, Brasil. **Ambi-Água**. v. 7, n. 2, p. 263-276, 2012.

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**. v. 13, n. 43, p. 204-216, 2012.

MCGLUE, M.M.; SILVA, A.; ASSINE, M.L.; COHEN, A.S.; CORRADINI, F.A.; GRADELLA, F.S.; ZANI, H.; KUERTEN, S.; PAROLIN, M.; TREES, M. A. Lacustrine records of Holocene flood pulse dynamics in the Upper Paraguay River watershed (Pantanal wetlands, Brazil). **Quaternary Research (Print)**. v. 78, p. 285-289, 2012.

NEVES, S.M.A.S.; CRUZ, C.B.M.; NEVES, R.J.; SILVA, A. Geotecnologias aplicadas na identificação e classificação das unidades ambientais do Pantanal de Cáceres/MT – Brasil. **Geografia (Rio Claro)**. v. 34, n. 1, p. 795-805, 2009.

ROSS, J.L.S.; FIERZ, M.S.M. Algumas técnicas de pesquisa em Geomorfologia. In: VENTURI, L.A.B. (org.). **Praticando Geografia: técnicas de campo e laboratório**. São Paulo: Oficina de Textos, p. 69-84. 2009.

SANTOS, D.N.; STEVAUX, J.C. Alterações de longa duração na dinâmica hidrossedimentar por extração de areia no alto curso do rio Paraná na região de Porto Rico, PR. **Geociências**. v. 29, n. 4, p. 603-612, 2010.

SANTOS, L.; ZAMPARONI, C.A.G.P.; SOARES, J.C.O. O ritmo pluviométrico na região de Cáceres-MT no período compreendido entre a série histórica de 1971 a 2010. **Revista GeoNorte**. v. 1, n. 5, p. 1091-1102, 2012.

SILVA, A.; SOUZA FILHO, E.E.; CUNHA, S.B. Padrões de canal do rio Paraguai na região de Cáceres (MT). **Revista Brasileira de Geociências**. v. 38, n. 1, p. 167-177, 2008.

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) – Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Rio de Janeiro, 2004.

SOUZA, C.A.; LANI, J.L.; SOUSA, J.B. **Questões ambientais: Pantanal mato-grossense.** Cáceres – MT: Editora Unemat, 118 p. 2009.

SOUZA, C.A.; VENDRAMINI, W.J.; SOUZA, M.A. Assoreamento na baía do Sadao no rio Paraguai – Cáceres – Mato Grosso. **Cadernos de Geociências.** v. 9, n. 2, p. 85-93, 2012.

SUGUIO, K. **Introdução à sedimentologia.** São Paulo: Edgard Blücher, 307 p. 1973.