
Pantanal: morfologia

e processo de sedimentação no rio Paraguai,
entre a cidade de Cáceres e a fazenda
Santo Antônio das Lendas, Brasil

Pantanal: morphology and sedimentation
process in Paraguay River, between the city
of Cáceres and the farm Saint Anthony
of Legends, Brazil

Nádia Micheli Bindandi

Rede Municipal do município de Cáceres,
estado de Mato Grosso, Brasil
nadiamicheli@hotmail.com

Célia Alves de Souza

Universidade do Estado de Mato Grosso,
Departamento de Geografia, Brasil
[celiaalvesgeo@globo.com](mailto:celiaalvesgeo@ globo.com)

Leila Nalis Paiva da Silva Andrade

Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil
leilanalis@hotmail.com

Resumo

O presente estudo teve por objetivo averiguar a morfologia do canal do rio Paraguai e sua sedimentação no trecho entre a cidade de Cáceres e a fazenda Santo Antônio das Lendas, município de Cáceres (MT). Esta área de estudo foi dividida em dois segmentos. Foram utilizadas imagens disponibilizadas pelo programa *Google Earth*, usando a ferramenta régua. O segmento I apresentou canal meandrante, cujo grau de meandramento variou entre 1,63 e 1,87, e várias barras de sedimentos, principalmente barras laterais. O segmento II exibe canal retilíneo devido ao embasamento rochoso da Província Serrana da margem esquerda do rio, na margem direita há uma faixa de planície de inundação com baías e lagoas. Várias ilhas também estão presentes neste trecho. Este segmento foi o que mais apresentou barras centrais, pois a dinâmica de sedimentação nos canais retilíneos favorece a ocorrência deste tipo deposicional.

Palavras chave: Embarcações; padrão do canal; atividades antrópicas.

Abstract

The present study is aimed at investigating the morphology of the channel of the Paraguai river and its sedimentation in the stretch between the city of Cáceres and Fazenda Santo Antônio das Lendas, city of Cáceres (MT). This study field was divided into two segments. Images available from Google Earth software were used, by using the ruler tool. Segment I presented meandering channel whose degree of meandering varied between 1.63 and 1.87 and also several bars sediment mainly sidebars. Segment II exhibited straight channel due to the rocky basement of Mountainous Area of the left bank of the river, on the right bank there is a range of floodplain with bays and lagoons. Several islands are also present in this stretch. This was the segment that showed central bars, since the dynamics of sedimentation in straight channels favors the occurrence of depositional type.

Key words: Vessels; channel pattern; anthropogenic activities.

1. Introdução

De acordo com Souza e Sousa (2009), o Pantanal é um importante complexo paisagístico caracterizado pelo alagamento de 140.000 km² que envolve terras dos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Considerado a maior planície alagável contínua do mundo, a região pantaneira é plana, com altitudes que não ultrapassam 200 m acima do nível do mar e declividade quase nula o que favorece as inundações ao longo do rio Paraguai.

A biodiversidade de fauna e flora é um dos importantes atributos do Pantanal. De acordo com Silva (2007), o pulso de inundação que caracteriza esse bioma tem papel determinante na estrutura e funcionamento dos ecossistemas pantaneiros.

O rio Paraguai tem grande importância ambiental e econômica para o Brasil e para América Platina. Conforme o Ministério das Minas e Energia (1982), o alto curso deste rio é denominado de bacia do Alto Paraguai (BAP), e possui uma área total de aproximadamente 496.000 km², sendo que 396.800 km² pertencem ao Brasil e 99.200 km² estão em territórios da Bolívia e do Paraguai. Este trecho inclui importantes biomas como o Cerrado e o Pantanal.

Souza e Sousa (2009) enfatizam que nas últimas décadas o alto curso da bacia hidrográfica do rio Paraguai vem sofrendo alterações no seu meio físico. Essas alterações são devido ao processo de ocupação e uso desordenado dos recursos naturais. Tais recursos, antes preservados, foram degradados ou estão em processo de degradação ou extinção, sendo esta área um dos exemplos de que a intervenção massiva do homem provocou mudanças no meio em detrimento do desenvolvimento econômico e, portanto,

apresentando um quadro sócio-econômico-ambiental que exige uma abordagem integrada, no sentido de um adequado entendimento das relações do homem com o meio físico.

Segundo Bordas e Semmelmann (2004), dentre as práticas que mais afetam o ciclo da hidrossedimentologia estão o desmatamento, a agricultura, a urbanização e a construção de estradas. A navegação também se torna um fator atuante relevante neste processo, uma vez que as embarcações a motor geram ondas que intensificam a erosão das margens e contribuem para a sedimentação do canal, que com o tempo pode resultar no impedimento da navegação devido ao assoreamento do canal.

De acordo com Souza (2004), Souza *et al.* (2012), Silva (2011) e Silva (2012), as águas do rio Paraguai estão sendo navegadas por modernas e potentes embarcações que dinamizam a economia local favorecendo o turismo, a pesca e o transporte de grãos. São chatas, lanchas, chalanas, barcos-hotéis, barcos pra pesca que viabilizam a mobilização de pessoas e diversos produtos entre diferentes regiões do país e da América Platina.

A navegação por embarcações com motores potentes impactam diretamente as margens, acelerando o processo natural da dinâmica fluvial de erosão e deposição. Conforme Souza e Cunha (2009), a navegação tende a acelerar a ação erosiva provocada pela força da água, uma vez que a potencializa quando propulsiona ondas que surgem em virtude dos impulsos realizados pelos motores das embarcações. Ao encontrar as margens essa água solapa os barrancos arrancando sedimentos, partes desses sedimentos vão se acumulando no leito do rio e com o tempo causam o assoreamento do canal.

Segundo Souza *et al.* (2012), o rio Paraguai possui diferentes formas de canal ao longo de seu percurso. A variação no padrão do canal é causada pela litoestrutura regional e pela sua morfologia.

De acordo com Cunha (2010), os rios espelham as condições naturais e as atividades humanas desenvolvidas na bacia hidrográfica, sofrendo alterações e impactos no comportamento da descarga, carga sólida e dissolvida e poluição das águas.

Segundo Souza *et al.* (2012), nos canais meândricos de pouca expressividade de largura a ação da navegação de grandes embarcações é ainda mais impactante, pois o barranco nos meandros acabam sendo diretamente impactado por essas embarcações que removem até mesmo vegetação ciliar. Entretanto, a situação é ainda mais crítica quando a força da água se depara com margens desprotegidas, ou seja, sem a vegetação ciliar, pois estas se tornam mais suscetíveis à erosão.

Para Carvalho (1994), o sedimento no meio líquido, ou no fundo dos cursos fluviais, pode provocar diversos problemas que vão desde o impedimento da navegação ao assoreamento de portos, de reservatórios e mudanças de qualidade da água.

No entanto, a navegação de embarcações a motores, não é a única a influenciar na sedimentação do canal do rio Paraguai. Além da navegação a existência de outras atividades socioeconômicas, tais como a pecuária e a urbanização nas margens do rio Paraguai também contribuem para a sedimentação do canal. Silva (2012) aponta a existência de áreas de pastagens nas margens do rio, a ocupação de barrancos e praias para a instalação de acampamentos e também a navegação como atividades atuantes no rio

Paraguai no município de Cáceres que vem implicando em impactos negativos a este ambiente fluvial.

Conforme Christofolletti (1980), os tipos de canais correspondem ao modo de se padronizar o arranjo espacial que o leito apresenta ao longo do rio. Os canais meândricos são aqueles em que os rios descrevem curvas sinuosas, largas, harmoniosas e semelhantes entre si, através de um trabalho contínuo de escavação da margem côncava e deposição na margem convexa sendo, portanto, esta a explicação para a maior ocorrência de barras laterais.

As barras laterais ou de meandros consistem na acumulação de sedimentos relativamente grosseiros no lado interno do canal meandrante. De acordo com Suguio e Bigarella (1990) as barras de meandros estão ligadas ao padrão de fluxo num canal meandrante, sendo que a maior intensidade e velocidade do fluxo ocorrem na margem côncava e íngreme e diminui junto à margem convexa onde estão as barras de meandro. É assim que se formam as fácies designadas por barra em pontal ou barra de meandro.

Canais retilíneos, de acordo com Christofolletti (1980), são aqueles em que o rio percorre um trajeto retilíneo sem se desviar de forma muito significativa de sua trajetória normal em direção a foz. O autor ainda afirma que a extensão do canal reto em qualquer rio atingirá, no máximo, dez vezes o tamanho da largura no referido trecho. Esse tipo de canal é mais raro na natureza e depende de fatores como controle por linhas tectônicas ou embasamento rochoso.

Conforme Suguio e Bigarella (1990), nos canais retilíneos o eixo de máxima velocidade do fluxo ocorre no centro do canal, decrescendo lentamente em direção às mar-

gens. Isto explica a ocorrência de bancos de sedimentos tanto no centro quanto nas laterais do canal no período de estiagem, época em que a vazão diminui e o fluxo se torna mais lento, favorecendo a deposição detrítica.

O objetivo desta pesquisa consistiu em averiguar a morfologia do canal do rio Paraguai e sua sedimentação no trecho entre a cidade de Cáceres e a fazenda Santo Antônio das Lendas, município de Cáceres (MT). Discutindo os possíveis fatores que vem contribuindo para essa sedimentação, em especial a navegação e também verificar se a navegação está sendo afetada pela sedimentação do canal.

2. Metodologia

2.1. Área de estudo

A área de estudo desta pesquisa compreende o rio Paraguai desde a cidade de Cáceres até a fazenda Santo Antônio das Lendas, município de Cáceres, Mato Grosso, Brasil. A pesquisa foi desenvolvida nos anos de 2013 e 2014 (**Figura 1**).

A área de estudo foi dividida em dois segmentos ou compartimentos respectivos da montante para a jusante do rio Paraguai (**Quadro 1**).

O estudo em segmentos foi adotado por apresentar uma visão mais detalhada da área de estudo. A compartimentação foi realizada considerando os tipos de canal e a sedimentação no rio Paraguai.

O rio Paraguai nasce nas encostas da Serra dos Parecis, na região norte do estado de Mato Grosso, fluindo na direção geral sul até a confluência com o rio Paraná, na altura da cidade de Corrientes, Argentina (Carvalho, 1986).

Segundo o Centro Brasileiro de Cursos (CEBRAC, 2000) dentre os principais afluentes da bacia do rio Paraguai estão os da margem direita, os rios Jauru, Sepotuba e Cabaçal. E da margem esquerda, os rios Cuiabá (com seus afluentes São Lourenço e Piquiri), Taquari, Miranda (com seu afluente Aquidauana) e Apa, sendo este constituinte do limite sul do Pantanal brasileiro e fronteira territorial do Brasil com o Paraguai. O rio Paraguai também tem como contribuintes diversos cursos menores.

A drenagem do trecho da área de estudo compreendido por esta pesquisa é constituída pelo rio Paraguai e por pequenos cursos d'água, sobressaindo-se o rio Jauru como rio de grande porte, afluente da margem direita, sendo um dos principais contribuintes de água e carga sólida (Souza *et al.*, 2012).

2.2. Procedimentos metodológicos

2.2.1. Revisão teórica e conceitual

Para elaboração deste estudo foi realizado levantamento bibliográfico em artigos científicos, livros sobre geomorfologia fluvial, jornais, bem como buscado informações nos trabalhos desenvolvidos sobre dinâmica fluvial, morfologia do canal, impactos ocorridos na bacia do Alto Paraguai e navegação no rio Paraguai.

2.2.2. Elaboração dos mapas dos segmentos

Os mapas dos segmentos foram elaborados a partir da imagem de satélite na escala de 1:100.000, sendo definidas quatro etapas, descritas abaixo:

- **Etapa 01 (aquisição das imagens):** Partindo da definição da área estudada foi

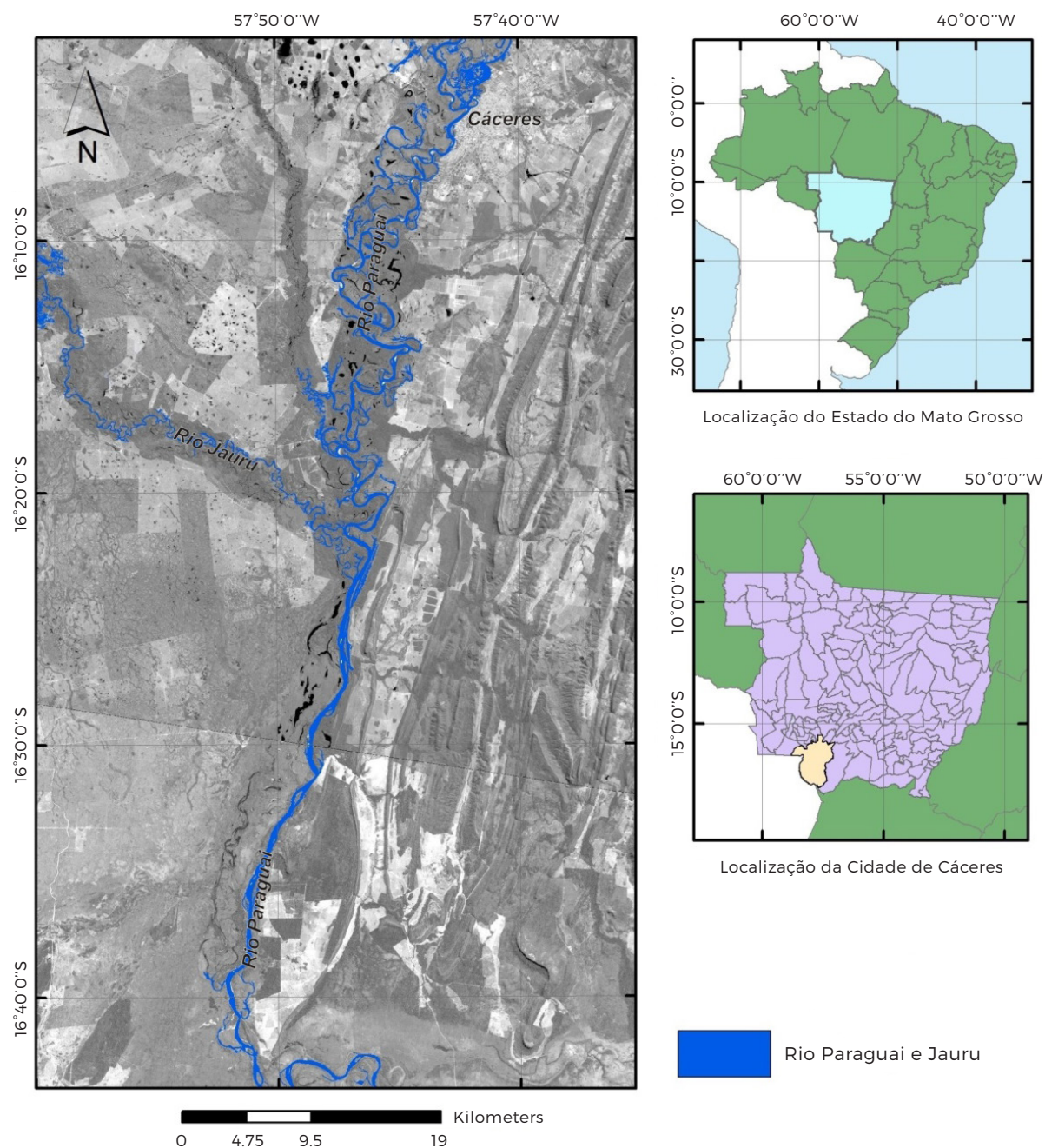


Figura 1 Localização da área de estudo que está compreendida entre a cidade de Cáceres e a fazenda Santo Antônio das Lendas, município de Cáceres (MT), 2013. *Fonte:* INPE na escala de 1:1.000.000. Inclui material de (2011). Todos os direitos reservados

Quadro 1 Compartimentação e localização dos segmentos de estudo

Segmentos	Trecho de abrangência	Localização
I	Da cidade de Cáceres a foz do rio Jauru	Lat. 16°03' a 16°20' Long. 57°41' a 57°46'
II	Da foz do rio Jauru a fazenda Santo Antônio das Lendas	Lat. 16°20' a 16°41' Long. 57°46' a 57°50'

iniciada a aquisição das imagens que seriam utilizadas na elaboração do mapa, a saber, imagens das órbitas/ponto: 227-71 e 227-72 de 2013, para tanto, foi consultado o site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), no qual as mesmas foram adquiridas gratuitamente mediante um cadastro.

- **Etapa 02 (Processamento Digital de Imagens):** Após a aquisição das imagens orbitais, estas foram incorporadas ao software *Spring* (INPE) versão 4.3.3, para realizar os seguintes procedimentos: correção geométrica, georreferenciamento, contraste, composição colorida (RGB) e recorte.
- **Etapa 03: (elaboração de mapa e acabamento cartográfico):** De posse da imagem com composição colorida, foi utilizado o software *ArcGIS* versão 9.2; neste foram realizados os procedimentos de elaboração do mapa temático, definição do Grid, acabamento cartográfico e por fim foi exportado o mapa em formato JPG.
- **Etapa 04: (obtenção das áreas das barras e morfologia do canal).** Para obter informações sobre áreas das barras de sedimentos e para identificar a morfologia dos canais (meandrante e retilíneo), usou no software *ArcGis* 9.3 utilizando as ferramentas da extensão *ArcMap* e do *ArcCatalog*.

2.2.3. Padrão de drenagem

O índice de sinuosidade, conforme Christofolletti (1980), representa a relação entre o comprimento do canal e o comprimento do eixo no vale. Para ser considerado meândrico esse índice deve ser igual ou superior a 1,5. Para isso, segue-se a seguinte fórmula:

$$IS = \frac{CV}{CR}$$

Para verificar o canal retilíneo, foram usadas as técnicas propostas por Christofolletti (1980) e Cunha (2008), que afirmam que a extensão do canal reto em qualquer rio será de, no máximo, dez vezes o tamanho da largura no referido trecho, sendo, portanto extremamente raros na natureza.

A largura maior foi obtida a partir da observação das imagens do *Google Earth* (2013) e medida com a ferramenta régua (opção linha) que este programa disponibiliza. Após ser detectada a maior largura do rio, esta foi multiplicada por 10, (L x10).

2.2.4. Sedimentação

A sedimentação no rio Paraguai entre a cidade de Cáceres e a fazenda Santo Antônio das Lendas foi detectada através do *Google Earth* (2013). As imagens de satélites na escala de 1: 5.000 permitiram identificar, localizar e medir o tamanho desses bancos de sedimentos no período de estiagem, épo-

ca em que os bancos de sedimentos ficam expostos.

Para verificar o comprimento e largura das barras de sedimentos, largura do rio, foi utilizada a ferramenta régua, opção linha e caminho, do *Google Earth*. Para obter área em m² das barras de sedimentos utilizou a fórmula: C X Lm (Comprimento X Largura média).

3. Resultado e discussão

A área de estudo adotada por esta pesquisa abrangeu aproximadamente 107 km do rio Paraguai. Foram 64 km no segmento I e 43 km no segmento II. As principais características da área de estudo estão dispostas abaixo (**Quadro 2**).

No segmento I, o padrão de canal é meandrante e no o segmento II, é retilíneo. Em todos os segmentos foram registrados sedimentação (barras centrais e laterais) na calha do rio e na planície de inundação, sendo que cada padrão de canal apresentou uma dinâmica específica de sedimentação.

3.1. Morfologia e sedimentação no rio Paraguai entre a cidade de Cáceres e a foz do rio Jauru

No segmento I, o rio Paraguai possui canal meandrante, com índice de sinuosidade de 1,63 (**Figura 2**). De acordo com Cunha (2003), os canais meândricos são encontrados com frequência nas áreas úmidas cobertas por

Quadro 2 Apresentação das principais características identificadas em cada segmento do rio Paraguai no trecho entre a cidade de Cáceres e a fazenda Santo Antônio das Lendas, município de Cáceres, 2013

Segmento	Características
I	<ul style="list-style-type: none">• Canal meandrante (curvas sinuosas, erosão da margem côncava e deposição na margem convexa)• 28 barras laterais na margem convexa• 6 barras centrais• Vasta planície de inundação com diversas feições morfológicas• Ocorrência de ilhas devido o rompimento do colo do meandro• Neste trecho encontra-se a cidade de Cáceres e sua área de expansão urbana• É desenvolvida a pecuária no entorno e na margem do rio• A navegação é intensa com portos e ancoradouros
II	<ul style="list-style-type: none">• Canal retilíneo com leito bem definido• Controle estrutural na margem esquerda, em alguns trechos aflora as rochas do Grupo Alto Paraguai• A planície de inundação com diversas feições morfológicas é maior na margem direita devido ao controle estrutural da margem esquerda• Apresenta focos sem vegetação nativa na margem esquerda, onde há fazendas e hotéis• Há a ocorrência de ilhas associada ao controle estrutural e ao processo de sedimentação• Ocorre a deposição de sedimentos no centro e nas laterais do canal, sendo 11 barras laterais e 11 barras centrais• Possui dinâmica fluvial caracterizada por maior velocidade da água no centro do canal, diminuindo em direção às margens, favorecendo a deposição central e lateral de sedimentos no período de estiagem• O rio Paraguai recebe água e sedimentos do rio Jauru, o maior afluente de toda a área de estudo



Figura 2 Localização do segmento I, trecho entre a cidade de Cáceres e a foz do rio Jauru, município de Cáceres (MT). Mapa elaborado a partir de dados Cartográficos do IBGE/DSC na escala 1:100.000. Data de elaboração: novembro de 2013

vegetação ciliar e descrevem curvas sinuosas harmoniosas e semelhantes entre si.

Dentre as feições morfológicas que caracterizam este segmento | estão baías, vazantes, braços, furados, lagoas, diques marginais e ilhas (origem associada ao rompimento do canal do meandro).

A mata ciliar neste segmento | encontra-se parcialmente preservada. Foram verificados alguns trechos sem vegetação nativa. A ausência da vegetação ciliar está relacionada à urbanização e a pecuária. A cidade de Cáceres está situada na margem esquerda neste primeiro segmento e também se verifica áreas de pastagens ao longo das margens do rio Paraguai. Verifica-se que as margens preservadas são aquelas sujeitas à inundação periódicas.

Segundo Silva (2011), o crescimento populacional seguido de uma urbanização sem planejamento com ocupação das margens do rio, somado ao incremento do turismo e o aumento da quantidade de embarcações trafegando no rio Paraguai em Cáceres têm implicado em problemas ao ambiente fluvial, tais como a erosão marginal, o assoreamento e a contaminação de suas águas.

Portanto, a pecuária, a urbanização e, principalmente, a navegação por ser a atividade mais atuante em toda a extensão longitudinal do rio Paraguai e devido aos efeitos constantes das embarcações a motor, têm se constituído em significativos fatores de influencia para a sedimentação no canal fluvial do rio Paraguai neste primeiro segmento de estudo. Essa sedimentação tem resultado na formação de barras centrais e laterais na margem esquerda (m.e.) e margem direita (m.d.), (Quadro 3).

Este primeiro segmento é o mais sedimentado. Foram detectadas 34 barras de

sedimentos, sendo 6 barras centrais e 28 laterais. Essas barras apresentaram tamanhos que variaram entre 1.075 e 46.476 m² (Quadro 3). A ocorrência destes bancos está diretamente relacionada a dinâmica de erosão dos canais sinuosos, ou seja, erosão da margem côncava e deposição na margem convexa, ao uso da terra no entorno (planalto) e nas proximidades do canal e a navegação que provoca erosão e remobilização de sedimentos.

Segundo Souza *et al.* (2012), nos últimos anos houve um crescimento significativo da navegação no rio Paraguai resultando no aumento do número de embarcações trafegando pelo rio. São barcos de pequeno e médio porte e grandes embarcações, ou seja, os comboios de chatas que durante todo o ano transportam soja dos ancoradouros de Cáceres até Corumbá. O elevado número de embarcações a motor gera ondas que promovem a remoção de sedimentos das margens do rio.

O movimento das águas do rio ocasionado pelos motores das embarcações acelera e agrava o processo erosivo das margens culminando então na sedimentação do canal.

Algumas barras, a exemplo da B3, B9, B10 e B17 (Quadro 3), são compridas e estreitas e estão distribuídas na curva do meandro, na margem convexa do canal. O tempo e os efeitos erosivos da água potencializados pela navegação poderão aumentar esse acúmulo de sedimentos e tornar essas barras maiores, a exemplo das B12, B23, B24, B26 e B31 (Quadro 3). A B31 é a barra de sedimento mais comprida de toda a área de estudo, ela possui 730 m de comprimento e está disposta na curva de um meandro (Quadro 3).

As batimetrias realizadas pela Marinha mostraram que a profundidade média deste

Quadro 3 Sedimentação no segmento I entre a cidade de Cáceres e a foz do rio Jauru, município de Cáceres (MT), 2013

Tipo de barra		Latitude Sul	Longitude Oeste	Comprimento da barra (m)	Largura da barra (m)	Área m ²	Largura do rio no trecho* (m)
B1	Central	16°03'47.8"	57°41'21.4"	22	9.5	1.075	104
B2	Central	16°03'49.04	57°41'21.4"	45	5	1.579	70
B3	Lateral (m. e.)	16°04'37.17"	57°42'18.4"	460	18	4.604	230
B4	Lateral (m. e.)	16°04'43.04"	57°42'22.9"	208	32	1.865	256
B5	Central	16°05'10.14"	57°42'22.4"	30	22	4.057	234
B6	Central	16°05'11.46"	57°42'21.3"	33	6	1.353	363
B7	Lateral (m. d.)	16°05'30.72"	57°42'25.7"	303	35	5.726	146
B8	Lateral (m. e.)	16°05'48.01"	57°42'32.5"	267	35	3.928	209
B9	Lateral (m. d.)	16°05'48.31"	57°42'52.8"	402	30	6.155	158
B10	Lateral (m. e.)	16°05'45.18"	57°43'14.1"	486	111	18.346	213
B11	Lateral (m. d.)	16°06'09.76"	57°43'18.9"	352	45	6.476	148
B12	Lateral (m. e.)	16°06'00.24"	57°43'56.8"	671	64	15.642	143
B13	Lateral (m. d.)	16°06'48.69"	57°43'38.1"	246	37	5.166	166
B14	Lateral (m. e.)	16°06'54.47"	57°44'03.1"	375	83	15.000	197
B15	Lateral (m. e.)	16°07'30.63"	57°43'47.06"	339	28	5.085	252
B16	Lateral (m. d.)	16°08'28.35"	57°44'26.57"	392	70	14.438	162
B17	Lateral (m. e.)	16°08'31.01"	57°44'51.16"	135	21	1.485	198
B18	Lateral (m. e.)	16°08'49.06"	57°45'08.1"	560	51	11.410	97
B19	Lateral (m. d.)	16°09'02.76"	57°44'47.3"	233	106	15.436	183
B20	Lateral (m. d.)	16°08'54.32"	57°45'55.9"	192	20	1.664	177
B21	Lateral (m. d.)	16°10'18.22"	57°46'15.0"	240	48	6.432	200
B22	Lateral (m. e.)	16°10'21.18"	57°46'45.2"	311	36	4.613	155
B23	Lateral (m. d.)	16°11'03.22"	57°46'53.7"	338	115	18.590	224
B24	Lateral (m. d.)	16°12'12.60"	57°45'53.5"	426	126	27.264	233
B25	Lateral (m. d.)	16°13'36.07"	57°44'14.3"	228	58	6.885	200
B26	Lateral (m. e.)	16°13'53.4"	57°44'45.4"	542	111	22.041	304
B27	Lateral (m. e.)	16°14'54.18"	57°45'14.1"	178	130	11.392	329
B28	Central	16°14'59.6"	57°45'17.9"	196	80	8.134	323
B29	Lateral (m. e.)	16°14'52.35"	57°46'29.1"	242	55	5.614	177
B30	Lateral (m. e.)	16°17'08.00"	57°46'38.5"	345	56	8.526	165
B31	Lateral (m. e.)	16°17'34.80"	57°47'05.0"	730	121	46.476	292
B32	Lateral (m. d.)	16°18'01.36"	57°46'36.7"	168	65	4.435	200
B33	Lateral (m. d.)	16°18'36.44"	57°46'18.7"	420	98	21.770	228
B34	Central	16°18'58.52"	57°46'20.42"	50	76	3.000	484

*A largura inclui uma margem a outra do rio, envolvendo o banco de sedimento

trecho é de 1.25 m. A sedimentação na calha do rio, em alguns trechos, provoca a diminuição da profundidade e o espriamento da água, resultando no aumento da largura do rio.

Este fator também tem gerado discussões em relação a implantação do projeto da Hidrovia Paraguai-Paraná, pois além da reutilização a proposta também indica, como obra de infraestrutura, a dragagem do canal visando seu aprofundamento, pois no período de estiagem este se torna mais raso inviabilizando em alguns trechos a passagem de grandes comboios. De acordo com o projeto essas obras de engenharia tornariam o rio uma hidrovia navegável durante todo o ano.

Entretanto, todas essas obras de infraestrutura para a implantação do projeto da Hidrovia Paraguai-Paraná impactaria o ambiente hidrológico e biótico de espécies de plantas e animais da bacia do Alto Paraguai.

Embora resulte em interferência e impacto ambiental ao rio, a dragagem acaba sendo uma solução compensatória para retirada de parte do sedimento acumulado. Neste segmento I, a dragagem ocorre em vários pontos, inclusive na altura da cidade de Cáceres, onde há dragas que atuam constantemente retirando areia que é vendida para ser utilizada na construção civil.

As barras 27 e 28 encostaram a uma ilha fluvial e formou um bloqueio à passagem, deixando livre apenas um pequeno trecho do rio. Esta ilha apresenta 385 metros de comprimento e 70 metros de largura. Dessa forma, os sedimentos acumulados correspondem a 54 % da largura do rio e a ilha 21 %, sendo que somente 25 % do canal encontram-se livre para passagem neste trecho (Quadro 03).

3.2. Morfologia e sedimentação no rio Paraguai entre a foz do rio Jauru e a fazenda Santo Antônio das Lendas

O segmento II apresenta canal retilíneo influenciado pelo controle estrutural da Província Serrana da margem esquerda. Em alguns trechos deste segmento registram-se afloramentos rochosos. À margem direita se encontra uma estreita faixa de planície de inundação com a presença de baías e lagoas (Figura 3).

O embasamento rochoso também é o principal definidor do padrão do canal do rio Paraguai neste trecho de estudo. De acordo com Souza (2004), o rio se apresenta retilíneo porque sofre influencia da litoestrutura regional da margem esquerda que incide diretamente sobre o mesmo delineando um padrão mais retilíneo. Neste trecho a largura maior do rio foi de 535 m. Para ser considerado retilíneo o rio Paraguai teria que apresentar no mínimo 5.350 m. Entretanto, a extensão de canal retilíneo neste segmento alcançou 15.000 m.

Em vários pontos desse trecho, especificamente na margem esquerda, ocorre afloramento de rochas (arenitos) e conglomerados do Quaternário, mantendo a estabilidade no canal, constituindo obstáculo à migração lateral da calha no sentido oeste para leste. Em ambas as margens a mata ciliar se mantém preservada.

Neste segmento II foi registrada a ocorrência de barras laterais e centrais, com aumento significativo da largura do canal que apresentou 11 barras de sedimentos centrais e 11 laterais, totalizando 22 barras de sedimentos. O tamanho dessas barras variou entre 484 e 42.570 m² (Quadro 4).

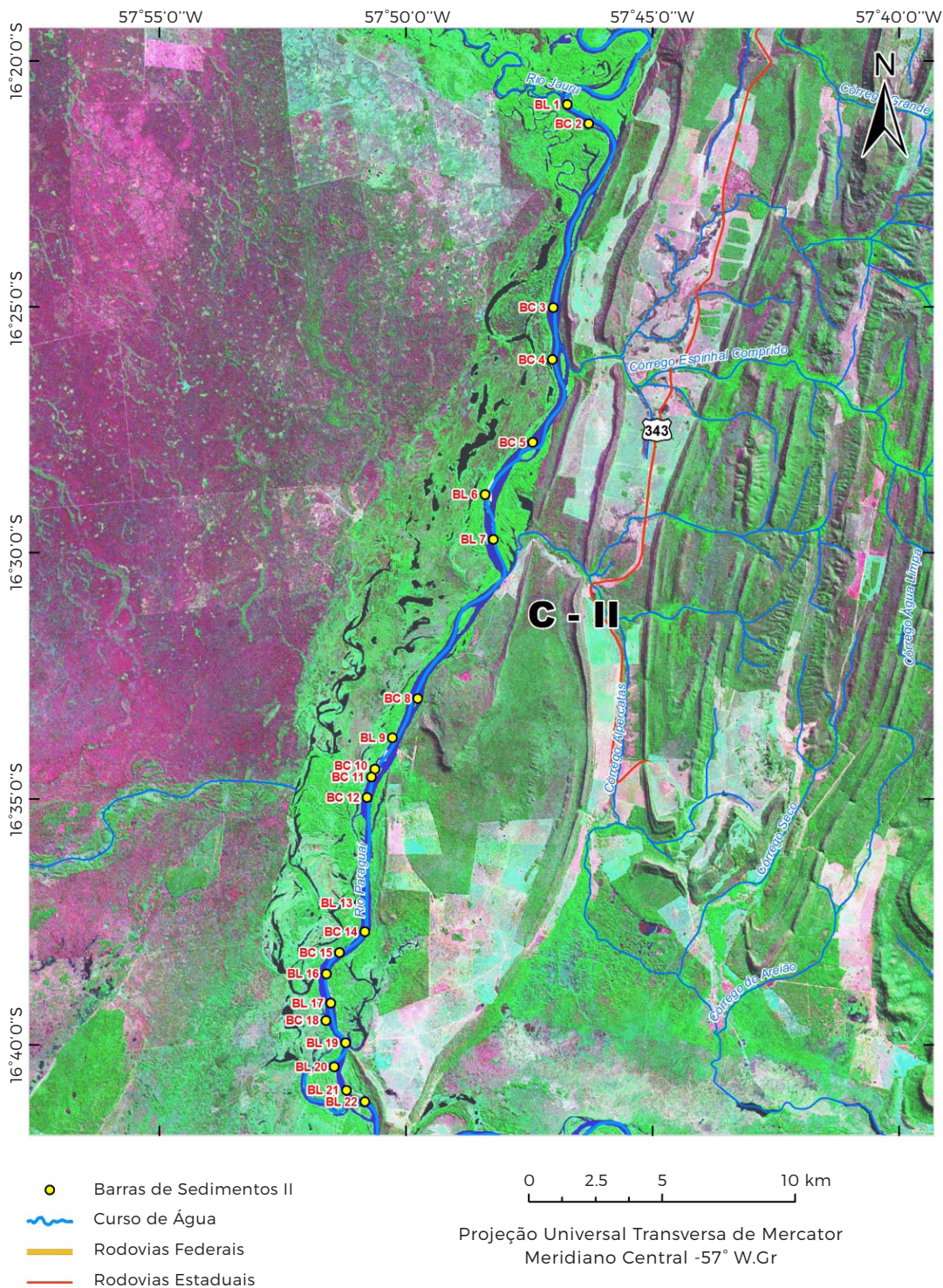


Figura 3 Localização do segmento II, trecho entre a foz do rio Jauru e a fazenda Santo Antônio das Lendas. Mapa elaborado a partir de dados Cartográficos do IBGE/DSC na escala 1:100.000. Data de elaboração: novembro de 2013

Além do aumento da largura do rio, as barras centrais foram detectadas em maior quantidade no segmento II. Esta diferença está relacionada ao padrão retilíneo, a baixa ou ausência de meandros favorece uma maior concentração do fluxo e de sedimentos no centro do canal, porém não impedindo o acúmulo também nas margens.

A presença de barras centrais e aumento da largura da calha provocou a diminuição da profundidade do canal no nível da água, tornando esse trecho inviável para a navegação no período de estiagem. Verificou a

presença de dragas para remoção de areia ao longo desse trecho.

A barra central 03 (Quadro 4), apresenta estabilidade se comparada com as demais. A vegetação rasteira se restabeleceu nesse banco e, possivelmente ele poderá tornar-se uma ilha fluvial. Outro fator relevante é que algumas barras centrais se formaram a montante de ilhas fluviais, a exemplo da B2, B5, B8, B10 e B11 (Quadro 4). A ilha torna-se obstáculos e provoca a diminuição da velocidade do fluxo, favorecendo a ocorrência de um acúmulo de sedimentos nessas áreas.

Quadro 4 Sedimentação no segmento II entre a foz do rio Jauru e a fazenda Santo Antônio das Lendas, município de Cáceres (MT), 2013.

Tipo de barra	Coordenadas geográficas		Tamanho da barra		Área m ²	Largura do rio no trecho (m)	
	Latitude Sul	Longitude Oeste	Comprimento (m)	Largura máxima (m)			
B1	Lateral (m. e.)	16°20'53.80"	57°46'43.20"	152	61	2.736	303
B2	Central	16°21'16.56"	57°46'17.61"	47	19	484	371
B3	Central	16°25'00.32"	57°46'59.63"	350	131	28.299	446
B4	Central	16°26'04.12"	57°47'01.78"	130	86	5.741	307
B5	Central	16°27'45.17"	57°47'25.45"	47	67	2.365	535
B6	Lateral (m. d.)	16°28'48.87"	57°48'22.99"	411	192	42.567	456
B7	Lateral (m. e.)	16°29'48.06"	57°48'29.38"	456	89	25.251	462
B8	Central	16°32'57.37"	57°49'45.41"	314	105	27.422	500
B9	Lateral (m. d.)	16°33'45.39"	57°50'16.05"	113	50	2.847	284
B10	Central	16°34'23.22"	57°50'39.11"	300	78	12.450	483
B11	Central	16°34'33.00"	57°50'41.98"	356	125	22.214	400
B12	Central	16°34'58.68"	57°50'47.49"	55	72	2.658	385
B13	Lateral (m. d.)	16°37'07.37"	57°50'55.59"	198	93	10.164	386
B14	Central	16°37'42.17"	57°50'49.74"	156	82	8.236	374
B15	Central	16°38'07.89"	57°51'20.50"	120	87	6.000	245
B16	Lateral (m. e.)	16°38'33.11"	57°51'36.51"	231	146	19.173	374
B17	Lateral (m. e.)	16°39'12.07"	57°51'29.65"	645	128	42.570	521
B18	Central	16°39'30.41"	57°51'36.51"	545	75	21.877	275
B19	Lateral (m. e.)	16°39'58.15"	57°51'13.49"	106	20	1.457	235
B20	Lateral (m. d.)	16°40'26.58"	57°51'27.36"	411	86	16.686	262
B21	Lateral (m. e.)	16°40'56.93"	57°51'12.70"	152	92	7.500	256
B22	Lateral (m. e.)	16°41'09.67"	57°50'48.65"	326	64	11.084	471

As fontes de sedimentos neste segmento II podem estar relacionadas à capacidade de transporte de sedimentos grosseiros do rio Paraguai e aporte de sedimentos do rio Jauru que deságua na margem esquerda do rio Paraguai. De acordo com Andrade *et al.* (2012), nas últimas décadas, a bacia hidrográfica do rio Jauru vem sofrendo alterações no meio físico, principalmente devido ao processo desordenado de ocupação e uso dos recursos naturais, que por sua vez, vem resultando na sua sedimentação.

Nos trechos mais retilíneos, como é o caso do segmento II, a dinâmica fluvial específica tende a favorecer maior deposição de sedimentos na calha e nas laterais do rio, principalmente no período de estiagem. Os afloramentos rochosos na calha e as ilhas fluviais também são barramentos naturais de sedimentos. Neste segmento II há dez ilhas. A origem destas ilhas fluviais está associada aos afloramentos rochosos no leito e ao processo de sedimentação. A ocorrência dessas ilhas provoca a bifurcação no canal e conseqüentemente diminui o fluxo no leito principal.

Algumas ilhas neste segmento apresentam mais de 2 km de comprimento e largura de até 1.280 m. A montante dessas ilhas ocorre processo de sedimentação intenso for-

mando barras centrais e submersas. Embora o canal neste trecho mais retilíneo apresente largura considerável, nos pontos em que há ilhas a largura do canal se torna ainda maior, no caso mais expressivo o rio apresentou canal com 535 metros de largura.

Segundo Souza *et al.* (2012), no segundo segmento a maior definição da calha em virtude do condicionamento estrutural da formação rochosa, faz com que o fluxo concentre-se no leito aumentando também a largura do canal, que varia neste trecho entre 200 e 500 m.

Quanto à sedimentação lateral destacam-se algumas feições deposicionais como diques marginais, cordões arenosos e barras laterais originados da deposição de sedimentos; essas feições são formadas principalmente no período de estiagem quando o rio diminui sua vazão e capacidade de transportar sedimentos.

Neste segmento, registra-se a constante dragagem de sedimentos para viabilizar a navegação porque no período de estiagem a calha do rio se torna mais rasa. Entretanto, mesmo com as dragagens foi possível detectar várias barras de sedimentos, tanto centrais como laterais, no rio Paraguai da foz do rio Jauru à fazenda Santo Antônio das Lendas.

4. Considerações finais

Percebe-se que a sedimentação no rio Paraguai na área de estudo adotada por esta pesquisa está sendo significativamente influenciada pela navegação. Ação da água motivada pelos motores dessas embarcações tem resultado na aparição de inúmeros bancos de sedimentos dentro do canal, os quais dinamicamente vêm se formando e transformando a paisagem do rio Paraguai.

Os resultados deste estudo indicaram dois tipos fisionômicos de canal no rio Paraguai: o meandrante no segmento I e o retilíneo no segmento II. Em toda a área de estudo ocorre a presença de planície de inundação com feições morfológicas diversas.

O rio Paraguai, na área em estudo, apresentou intensa sedimentação na forma de barras laterais e centrais. Cada padrão de canal tem uma dinâmica fluvial específica que contribui para a sedimentação, entretanto atividades antrópicas desenvolvidas no entorno, como a pecuária, a urbanização e edificações e, dentro da bacia hidrográfica, como a navegação, aceleram esse processo, ocasionando maior erosão no canal e, portanto, maior sedimentação.

Os segmentos onde ocorrem sedimentação intensa foram 34 barras de sedimentos no primeiro segmento e 22 barras no segundo. Isso se deve ao fato de que esses dois segmentos são os que mais possuem atividades antrópicas no entorno do rio Paraguai. Além da navegação, fazendas de criação de gado, a presença da cidade de Cáceres na margem esquerda e edificações de cunho turístico nas margens do rio estão

presentes neste trecho. Essas atividades promovem a retirada da vegetação nativa causando prejuízos ao ambiente fluvial.

A navegação, atividade desenvolvida em todo o curso do rio Paraguai, torna-se ainda mais impactante em margens sem vegetação ciliar, pois as ondas geradas por embarcações a motor encontram menos dificuldades para erodir essas margens, que por sua vez, perde grande quantidade de sedimentos para o fundo do canal. Nos segmentos acúmulo de sedimentos no canal vem requerendo dragagens constantes que favorece a indústria de construção civil e, principalmente a navegação.

No segmento I, onde ocorre canal meandrante, a navegação se torna ainda mais impactante ao rio, pois o embate direto de embarcações cargueiras nas margens provocam não só a perda de solo e o assoreamento, mas também trazem vegetação para dentro do canal.

A presença de maior quantidade de barras centrais no segmento II, com canal retilíneo, deve-se também a dinâmica específica deste padrão de canal. Nos canais retilíneos a velocidade da água é maior no centro e diminui em direção as margens, isso tem favorecido a deposição de sedimentos tanto nas laterais quanto no centro do canal.

A navegação, atividade mais atuante nos dois segmentos de estudo, tem se mostrado na de maior contribuição para a hidrossedimentação do rio no trecho estudado. Todavia, essa sedimentação tem resultado em obstáculos a esta mesma atividade, sendo necessária a dragagem em alguns trechos do canal para viabilizar a navegação.

5. Referências citadas

- ANDRADE, L. N. P. S.; RITELA, A.; PERETTO, A.; SOUZA, C. A. de.; MATOS, E. H. de.; SOUSA, J. B.; ARAÚJO, R. M. de; SANTOS, Z. G. dos.; SOUZA, M. A. de. e W. S. MEIRELES. 2012. «Uso e Ocupação da bacia hidrográfica do rio Jauru». En: C. A. de SOUZA., J. B. de SOUSA e L. N. P. S. ANDRADE (Orgs.). *Bacia Hidrográfica do rio Jauru – Mato Grosso: dinâmica espacial e impactos associados*. RiMa Editora. São Carlos (SP), Brasil.
- BORDAS, M. P. e F. R. SEMMELMANN. 2004. «Elementos de engenharia de sedimentos». En: C. E. M. TUCCI. *Hidrologia, Ciência e Aplicação*. (3.^a ed.). Editora da UFGS/ABRH. Porto Alegre (RS), Brasil.
- CARVALHO, N. de O. 1986. Hidrologia da bacia do Alto Paraguai. *Simpósio sobre recursos naturais e socioeconômico do Pantanal*. 43-49. Anais. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA-DDT). Corumbá / Brasília, Brasil
- CARVALHO, N. de O. 1994. *Hidrossedimentologia prática*. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM). Rio de Janeiro (RJ), Brasil.
- CENTRO BRASILEIRO DE CURSOS (CEBRAC). 2000. *Realidade Pantanal: Impactos Ambientais da navegação atual no alto rio Paraguai*. WWF-Brasil, (Relatório Institucional – WWF, CEBRAC, ICV). Brasília, Brasil.
- CHRISTOFOLETTI, A. 1980. *Geomorfologia*. Editora Blucher. São Paulo (SP), Brasil.
- CUNHA, S. B. da. 2003. «Geomorfologia fluvial». En: A. J. T. GUERRA e S. B. da CUNHA. *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. (5.^a ed.). Bertrand Rio de Janeiro, Brasil.
- CUNHA, S. B. da. 2008. «Geomorfologia fluvial». En: A. J. T. GUERRA e S. B. da CUNHA. *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. (8.^a ed.). Bertrand. Rio de Janeiro, Brasil.
- CUNHA, S. B. da. 2010. «Canais Fluviais e a questão ambiental». En: S. B. da CUNHA e A. J. T. GUERRA. *A questão ambiental: diferentes abordagens*. (6.^a ed.). Bertrand. Rio de Janeiro, Brasil.
- GOOGLE EARTH – MAPAS. 2013. Disponível em: <http://.mapas.google.com>. [Consulta: entre maio e outubro].
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). s/f. Disponível em <http://www.inpe.br>
- MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. 1982. *Levantamento dos recursos naturais*. Secretaria Geral. Projeto RADAMBRASIL Rio de Janeiro. Folha SD 20-21 Cuiabá (MT), Brasil.

- SILVA, C. J. da. 2007. «Pantanal matogrossense: bases ecológicas para análise e discussão dos impactos ambientais do projeto da Hidrovia Paraguai/Paraná». En: G. A. VIANA. *A polêmica sobre a hidrovia Paraguai/Paraná e o Porto de Morrinhos*. Assembleia Legislativa do Estado de Mato Grosso, Coleção Eco-Cidadania N.º 3. Cáceres (MT), Brasil.
- SILVA, R. V. da. 2011. *Uso e ocupação da margem esquerda do rio Paraguai e a percepção ambiental de usuários do município de Cáceres, Mato Grosso*. Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Cáceres (MT), Brasil. Dissertação de Mestrado.
- SILVA, E. S. F. da. 2012. *Dinâmica fluvial do rio Paraguai no segmento entre Furado do Touro e Passagem Velha, Pantanal de Cáceres - Mato Grosso*. Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Estado de Mato Grosso/UNEMAT. Cáceres (MT), Brasil, Dissertação de mestrado.
- SOUZA, C. A. de. e J. B. de SOUSA. 2009. *Estudos Geoambientais na Bacia Hidrográfica do Alto Paraguai - MT*. Unemat Editora, Universidade do Estado de Mato Grosso. Cáceres (MT), Brasil.
- SOUZA, C. A.; SOUZA, J. B. de.; CABRAL, I. de. L. L.; PIERANGELI, M. A. P. e P. H. MIRANDOLA. 2012. «Ambiente do corredor fluvial do rio Paraguai entre a cidade de Cáceres e a Estação Ecológica da Ilha de Taiamã - MT». En: C. A. de SOUZA. *Bacia Hidrográfica do rio Paraguai - MT: dinâmica das águas, uso e ocupação e degradação ambiental*. pp. 23-37. Editora Cubo. São Carlos (SP), Brasil.
- SOUZA, C. A. de. 2004. *Dinâmica do corredor fluvial do rio Paraguai entre a cidade de Cáceres e a estação ecológica da Ilha de Taiamã - MT*. Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Rio de Janeiro, Brasil. Tese de Doutorado em Geografia
- SOUZA C. A. de. e S. B. da CUNHA. 2009. «Migração lateral do canal do rio Paraguai entre e cidade de Cáceres e a estação ecológica da Ilha de Taiamã (MT)». En: C. A. de SOUZA e J. B. de SOUSA. *Estudos Geoambientais na Bacia Hidrográfica do Alto Paraguai - MT*. Cáceres-MT. pp. 31-53. Editora Unemat. Cáceres (MT), Brasil.
- SUGUIO, K. e J. J. BIGARELLA. 1990. *Ambientes fluviais*. (2.ª ed.). Editora da Universidade Federal do Paraná (UFSC). Florianópolis (SC), Brasil.