

# Mapeamento de detalhe do corredor fluvial do rio Paraguai entre a foz do rio Cabaçal e a cidade de Cáceres, Mato Grosso

## Mapping of detail of Paraguai river corridor between Cabaçal river mouth and the city of Cáceres, Mato Grosso

## Mapeo de detalle del corredor fluvial del río Paraguay entre la desembocadura del río Cabaçal y la ciudad de Cáceres, Mato Grosso



**Luana Rodrigues de Carvalho**

Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Cáceres

[luana.carvalho@unemat.br](mailto:luana.carvalho@unemat.br)



**Celia Alves de Souza**

Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Cáceres.

[celiaalves@unemat.br](mailto:celiaalves@unemat.br)

**Resumo:** O presente trabalho foi desenvolvido no corredor fluvial do rio Paraguai, situado entre a foz do rio Cabaçal e a cidade de Cáceres, Mato Grosso, com o objetivo de identificar e realizar um mapeamento de detalhe das feições fluviais inseridas nesse recorte geográfico. Para isso, a pesquisa contou com a interpretação e identificação das feições fluviais mediante imagem de satélite de agosto de 2018, disponibilizada pelo *software Google Earth Pro*, que permitiu realizar a vetorização das feições fluviais com o uso da ferramenta “polígono” em nível de detalhe, proporcionada pela boa resolução da imagem. Posteriormente, uma pasta contendo as feições vetorizadas foram transferidas para o SIG ArcGis® para gerar os mapas georreferenciados representativos da área de estudo. Duas atividades de campo ocorreram no mês de julho de 2019 a fim de auxiliar na acurácia do mapeamento das feições. Quatro

mapas foram gerados e classificados em compartimentos I, II, III e IV. Na abrangência do segmento estudado, foram identificadas 27 barras submersas, 140 barras laterais, 04 barras centrais, 29 cordões marginais, 10 diques marginais, 12 ilhas, 160 lagoas, 15 baías e 28 bacias de decantação. A metodologia adotada permitiu obter resultados satisfatórios a fim de servir como base para a discussão sobre a dinamicidade do corredor fluvial. Vale destacar que a gênese e manutenção das feições identificadas se deve à dinâmica fluvial do rio Paraguai, e as mudanças climáticas em consonância com o uso inadequado do solo da bacia hidrográfica a que pertence a área de estudo podem influenciar no surgimento de novas feições e/ou no desaparecimento de outras.

**Palavras-chave:** Planície de inundação. *Google Earth*. Feições fluviais.

**Abstract:** The present work was developed in Paraguai river corridor, located between Cabaçal river mouth and the city of Cáceres, Mato Grosso, and aimed at identifying and mapping, in detail, river features present in this geographic cut. For such, the study interpreted and identified river features through satellite image from August 2018, made available software Google Earth Pro, through which vectorization of river features was possible, using “polygon” tool in detail, provided by the good image resolution. Later, a folder containing the vectorized features was transferred to SIG ArcGis® to generate georeferenced maps representative of the study. Two field activities occurred in July 2019 in order to assist in the accuracy of the features mapping. Four maps were generated and classified in compartments I, II, III and IV. In the scope of the segment studied, 27 submerged bars, 140 side bars, 04 central bars, 29 marginal cords, 10 marginal dikes, 12 islands, 160 lagoons, 15 bays, and 28 tailing ponds were identified. The methodology adopted led to satisfactory results that can be base for discussion on the river corridor dynamics. It's worth mentioning that the genesis and maintenance of the features identified are due to Paraguai river dynamics and climate changes, consistent with the inadequate soil use in the river basin to which the study area belongs, and can influence the emergence of new features and/or the disappearance of other features.

**Keywords:** Flood plain. *Google Earth*. River features.

**Resumen:** El presente trabajo fue desarrollado en el corredor fluvial del río Paraguay, situado entre la desembocadura del río Cabaçal y la ciudad de Cáceres, Mato Grosso, con el objetivo de identificar y realizar un mapeo de detalle de las características fluviales insertadas en este recorte geográfico. Para esto, la investigación contó con la interpretación e identificación de las características fluviales mediante imagen de satélite de agosto del 2018, suministrada por el software Google Earth Pro, que permitió realizar la vectorización de las características fluviales con el uso de la herramienta “polígono” en nivel de detalle, proporcionada por la buena resolución de la imagen. Posteriormente, una carpeta conteniendo las características vectorizadas fueron transferidas para SIG ArcGis® para generar los mapas georreferenciados representativos del área de estudio. Dos actividades

de campo ocurrieron en el mes de julio del 2019 a fin de auxiliar en la precisión del mapeo de las características. Cuatro mapas fueron generados y clasificados en compartimientos I, II, III y IV. En el alcance del segmento estudiado, fueron identificados 27 barras sumergidas, 140 barras laterales, 04 barras centrales, 29 cordones marginales, 10 diques marginales, 12 islas, 160 lagunas, 15 bahías y 28 cuencas de decantación. La metodología adoptada permitió obtener resultados satisfactorios a fin de servir como base para la discusión sobre la dinamicidad del corredor fluvial. Vale destacar que la génesis y mantenimiento de las características identificadas se debe a la dinámica fluvial del río Paraguay, y los cambios climáticos en consonancia con el uso inadecuado del suelo de la cuenca hidrográfica a la que pertenece el área de estudio pueden influenciar en el surgimiento de nuevas características y/o en el desaparecimiento de otras.

**Palabras clave:** Planicie de inundación. Google Earth. Características fluviales.

## Introdução

A expressão “corredor fluvial” foi proposta por Souza (2004) para definir o ambiente de interação entre a calha do rio Paraguai e sua planície fluvial marginal sujeita à inundação periódica ou permanente. A autora enfatiza que rio Paraguai e seus afluentes percorrem grandes extensões em planícies e pantanais, proporcionando a dinâmica e características do Pantanal matogrossense.

As planícies de inundação respondem intensamente às alterações na dinâmica dos rios (LEANDRO; NASCIMENTO; SOUZA, 2019), e por isso esses ambientes devem ser preservados a fim de garantir a manutenção dos ecossistemas existentes. A migração lateral em rios meandantes está intimamente relacionada ao desenvolvimento da planície de inundação, resultando no surgimento de feições fluviais (SOUZA, 2004).

Para Brierley e Fryirs (2000), as feições fluviais são unidades geomórficas que compreendem padrões característicos de formas de relevo e são diferenciadas na morfologia (elevação e declive), apresentando singularidades a depender do padrão do rio. Embasando-se na perspectiva morfológica, Carvalho e Souza (2020) discorrem que o corredor fluvial do rio Paraguai possui morfologia peculiar com feições positivas e negativas. As feições positivas referem-se aos cordões marginais, diques marginais, barras laterais e centrais e ilhas resultantes de acumulações fluviais. As feições negativas configuram-se como baías, lagoas, canais secundários e bacias de decantação.

Ferreira e Valdati (2015) ressaltam que na geomorfologia fluvial há diversos tópicos voltados para a caracterização da dinâmica e formação de um ambiente, nessa perspectiva, o programa *Google Earth*, software gratuito e de fácil acesso, pode ser usado como instrumento para caracterização e identificação de feições fluviais. O mapeamento de feições fluviais acompanhado de legendas, símbolos e escala propícia para a visibilidade em

detalhes fornece informações relevantes sobre a gênese, processos e evolução que ocorrem na bacia hidrográfica (COLTRINARI, 2011).

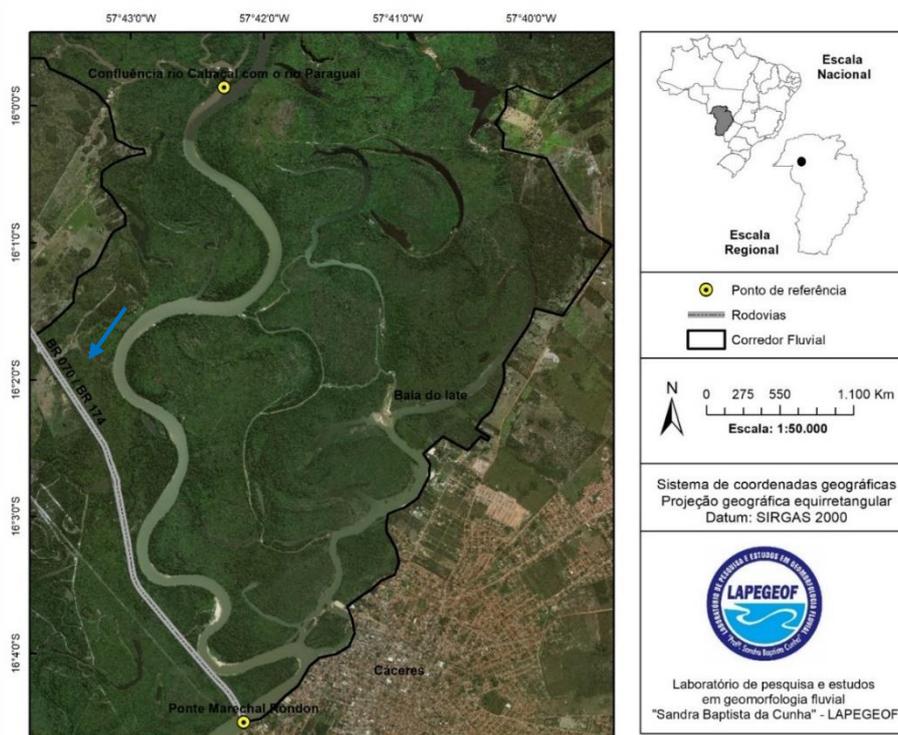
Pesquisas recentes envolvendo o mapeamento de detalhe de feições fluviais podem ser exemplificados pelos trabalhos publicados por Silva e Santos (2015), Paske et al. (2016), Mello et al. (2018) e Silva et al (2020). Quanto ao uso do *software Google Earth* (GE) para estudos qualitativos em geomorfologia fluvial, destacamos os trabalhos de Goudie (2013), Oliveira et al. (2018) e Mendes e Felipe (2019).

Dado o exposto, o presente artigo tem por objetivo identificar e realizar um mapeamento de detalhe das feições fluviais inseridas no corredor fluvial do rio Paraguai entre a foz do rio Cabaçal e a cidade de Cáceres, Mato Grosso.

## Procedimentos metodológicos

A área de estudo compreende o corredor fluvial do rio Paraguai, ambiente composto pela calha do rio e sua planície de inundação, no segmento entre a foz do rio Cabaçal e a cidade de Cáceres, Mato Grosso. O recorte espacial localiza-se entre as coordenadas geográficas 15° 59' 57" a 16° 04' 31" de latitude Sul e 57° 42' 15" a 57° 42' 10" de longitude Oeste. O trecho selecionado possui cerca de 14 quilômetros de extensão com referência à calha do rio (Figura 01).

Figura 01 – Localização geográfica da área de estudo.



Fonte: As autoras

O mapeamento de detalhe do corredor fluvial e de suas feições foi realizado tendo como base a imagem orbital do mês de agosto de 2018, disponível no *software Google Earth Pro*. A imagem orbital em questão foi selecionada por corresponder à estação de estiagem, dessa forma, nuvens não foram obstáculos para a visualização e interpretação das feições fluviais.

Optou-se pela utilização do *software* devido à alta resolução espacial da imagem para uma análise qualitativa do corredor fluvial, o que permitiu identificar pequenas feições de maneira bastante detalhada. Além de ser um programa gratuito e de fácil acesso, o *Google Earth Pro* tem grande potencial para fins de reconhecimento e análise qualitativa da dinâmica dos processos superficiais terrestres. Lima (2012), Diniz, Zaine e Rodrigues (2016), Oliveira et al. (2018), Mello et al. (2018) e Mendes e Felipe (2019) exemplificam o uso bem-sucedido das imagens aéreas disponíveis no *software* em seus trabalhos, o que lhes proporcionou resultados satisfatórios.

Assim, a partir da imagem orbital, as feições foram vetorizadas, utilizando a ferramenta de edição “polígono” disponibilizada pelo *Google Earth Pro*, mas, para isso, alguns elementos foram adotados para a interpretação visual da imagem conforme detalhado a seguir no Quadro 01.

**Quadro 01** – Elementos de interpretação visual utilizados no mapeamento das feições fluviais.

| Elementos de interpretação visual | Feições fluviais             | Imagem orbital do <i>Google Earth Pro</i>                              |
|-----------------------------------|------------------------------|--|
| <b>Tom e Forma</b>                | Rio Paraguai e baías         | Verde acinzentado – curvilínea   |
|                                   | Lagoas                       | Cinza claro a verde musgo escuro/opaco – curvilínea/alongada/irregular |
|                                   | Bacias de decantação         | Verde musgo opaco – irregular  |
|                                   | Tanques                      | Verde musgo - retangular   |
|                                   | Diques                       | Verde musgo – curvilínea   |
|                                   | Barra de sedimentos          | Branco brilhante – curvilínea  |
|                                   | Barra de sedimentos submersa | Bege opaco – curvilínea  |
|                                   | Ilhas                        | Verde musgo – irregular  |
| <b>Textura e Padrão</b>           | Rio Paraguai e baías         | Lisa – curvilínea  |
|                                   | Lagoas                       | Lisa – curvilínea  |
|                                   | Bacias de decantação         | Intermediária – curvilínea/irregular/embaciada                         |
|                                   | Tanques                      | Lisa – paralelo  |
|                                   | Diques                       | Rugosa – curvilínea/paralelo   |
|                                   | Barra de sedimentos          | Lisa – curvilínea/paralelo   |
|                                   | Barra de sedimentos submersa | Lisa/suave rugosidade – curvilínea/irregular                           |
|                                   | Ilhas                        | Muito rugosa – curvilínea/irregular                                    |

**Fonte:** Mello et al. (2018). Adaptado pelas autoras (2019).

Uma pasta contendo as feições vetorizadas foi salva como um arquivo *Kml* e transferida para o SIG *ArcGis®*, versão 10.2.2, para gerar o produto final, o mapa de feições fluviais. Tendo como referência a metodologia de Souza (2004), foi confeccionada uma tabela contendo os atributos morfológicos do corredor fluvial, em que: (Ba) corresponde à feição baía; (I) ilha; (L) lagoa; (D) dique; (BD) bacia de decantação; (B) barra de sedimento; (BS) barra submersa; (BC) barra central e (PA) praia artificial. Para

conhecimento das respectivas áreas das feições, foi utilizada a ferramenta *Calculate Geometry2*.

O corredor fluvial foi dividido em quatro compartimentos para melhor visualização das feições mapeadas. Os compartimentos foram numerados de montante para jusante, em ordem crescente.

Para a acurácia do mapeamento, foram realizadas duas atividades de campo em julho de 2019 para a observação e averiguação das feições fluviais, indo ao encontro da análise e interpretação da imagem de satélite. A primeira expedição de campo ocorreu com o uso de barco e motor para acesso *in loco* da área de estudo, sobretudo das baías e canais secundários, o que possibilitou a observação das inúmeras feições deposicionais visíveis ao longo dos meandros. A segunda correspondeu ao sobrevoo da área com uso de uma Aeronave Remotamente Pilotada (RPA), sendo executado em quatro pontos representativos, a fim de obter imagens detalhadas das feições fluviais.

A autorização de voo foi solicitada previamente ao Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA). O equipamento utilizado foi o drone modelo Mavic Air da marca Dji, número de série OK1UF3400D0054, cadastrado junto ao DECEA sob o número PR 270819870. As coordenadas geográficas dos quatro pontos definidos para a coleta das imagens foram: 16°0'28.37"S 57°40'41.68"O (meandros abandonados); 16°2'19.12"S 57°41'6.96"O (depósitos de sedimentos); 16°3'49.82"S 57°41'31.98"O (Ilha do Malheiros); 16°3'42.13"S 57°42'21.33"O (rio Paraguai, nas imediações da praia do Julião).

## Resultados e discussão

Estudos geomorfológicos em sistemas fluviais são cruciais para a compreensão dos processos e formas presentes nesses ambientes cuja dinâmica da paisagem é constante. Partindo desse pressuposto geomorfológico, buscou-se identificar o tipo de padrão de canal do rio

Paraguai para estabelecer as características da dinâmica fluvial do corredor fluvial estudado.

O índice de sinuosidade do canal, conforme a proposta de Christofolletti (1981), resultou em 1,71, o que corresponde ao padrão meandrante. Vale ressaltar que no trecho há oito curvas (meandros) que exibem uma configuração longitudinal assimétrica. O corredor fluvial é composto por “cicatrizes” que indicam a dinâmica pretérita e atual de erosão e deposição de sedimentos no ambiente de abrangência do rio Paraguai. Essas cicatrizes referem-se às inúmeras feições fluviais existentes na planície de inundação.

A identificação dessas feições faz-se necessária visto que, de acordo com Silva et al. (2020, p. 18), “constitui o processo inicial dos estudos em geomorfologia fluvial. Portanto, a partir do reconhecimento destas feições geomórficas tem-se a compreensão das dinâmicas ocorridas no determinado trecho de um canal fluvial”. A partir da interpretação da imagem do *Google Earth Pro*, seguindo o pressuposto estabelecido no Quadro 01, em consonância com a atividade de campo *in loco* e o sobrevoo da área de estudo com uso de RPA, foi possível identificar 27 barras submersas, 140 barras laterais, 04 barras centrais, 29 cordões marginais, 10 diques marginais, 12 ilhas, 160 lagoas, 15 baías e 28 bacias de decantação (Tabela 01).

**Tabela 01** – Feições fluviais mapeadas referente a imagem de satélite de agosto de 2018.

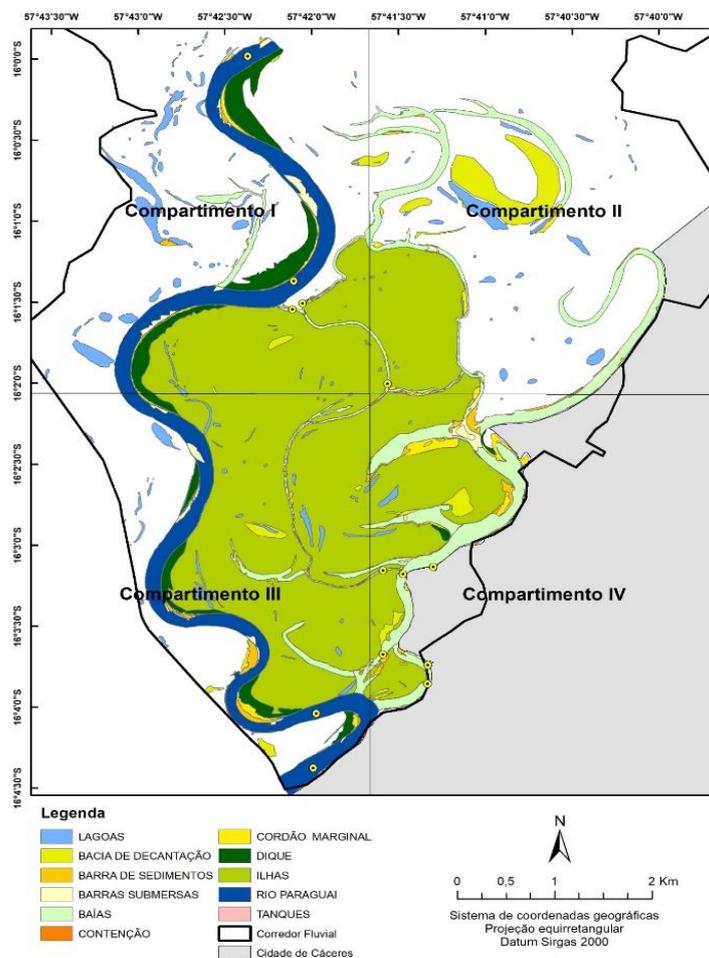
| Tipo de feição             | Forma                | Quantidade |          |           |          |       |
|----------------------------|----------------------|------------|----------|-----------|----------|-------|
|                            |                      | Comp. I    | Comp. II | Comp. III | Comp. IV | Total |
| Feições fluviais positivas | Barras submersas     | 7          | 2        | 17        | 1        | 27    |
|                            | Barras laterais      | 33         | 31       | 46        | 30       | 140   |
|                            | Barras centrais      | -          | -        | 1         | 3        | 4     |
|                            | Cordões marginais    | 7          | 6        | 10        | 6        | 29    |
|                            | Diques marginais     | 3          | -        | 5         | 2        | 10    |
|                            | Ilhas                | 2          | 3        | 5         | 2        | 12    |
| Feições fluviais negativas | Lagoas               | 74         | 35       | 44        | 7        | 160   |
|                            | Baías                | 5          | 2        | 7         | 1        | 15    |
|                            | Bacias de decantação | 3          | 3        | 7         | 15       | 28    |

Fonte: As autoras

O surgimento das feições fluviais está relacionado à migração lateral do canal. Conforme o fluxo diminui, os canais se tornam estreitos e podem perder a conexão com o rio principal ao longo do tempo, formando baías, lagoas e bacias de decantação, além disso, no leito ocorre a formação de cordões marginais, diques marginais e barras centrais e laterais.

As feições fluviais existentes no interior do corredor fluvial encontram-se mais concentradas na planície de inundação leste, que se estende até margem esquerda da baía do Malheiros, apresentando entre 2 e 5 km, maior extensão e mais desenvolvida em termos de feições quando comparada à planície de inundação oeste, com extensão variando entre 500 m e 2 km (Figura 02). Esse fato pode ser justificado pelo processo de migração do rio Paraguai para o sentido oeste, seja pela condicionante da neotectônica agindo na região seja por demais fatores que serão abordados adiante.

Figura 02 – Feições fluviais no corredor fluvial.



Fonte: As autoras

A diferença no tamanho da planície leste e oeste muda a partir da ilha do Malheiros em direção jusante. Nesse segmento, o terreno da margem esquerda do rio Paraguai constitui-se em um terraço fluvial com paisagem antrópica, pois é onde se encontra o perímetro urbano de Cáceres ao mesmo tempo em que a margem direita, com característica de planície de inundação, é cortada pela passagem da BR-070.

### Compartimento I

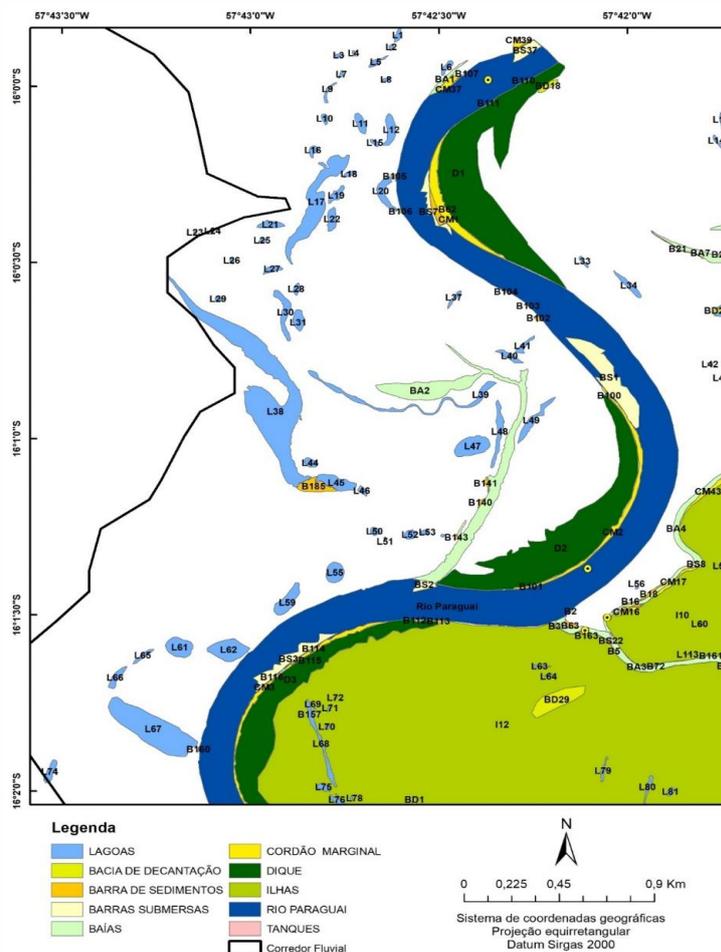
O compartimento I compreende três meandros do rio Paraguai e parte da planície de inundação oeste que também pertence ao baixo curso do tributário da margem direita do rio Paraguai, o rio Cabaçal. A partir do mapeamento realizado, foi possível identificar que há tanto feições positivas quanto negativas nesse compartimento. Entre as feições positivas estão: 7

barras submersas, sendo 5 no rio Paraguai e 2 presentes nas baías; 33 barras laterais; 7 cordões marginais; 3 diques marginais e 2 ilhas, as quais aparecem parcialmente. As feições fluviais negativas apresentam: 74 lagoas, sendo 51 na planície oeste e 23 na planície leste; 5 baías, sendo 2 com desembocadura na margem direita do rio Paraguai e 3 (aparece parte das baías na figura) localizadas na planície leste e 3 bacias de decantação (Figura 03).

Os três meandros do rio Paraguai que se revelam nesse compartimento possuem curvas mais suaves, com maiores comprimentos de onda, com média de 3,1 km. Devido a esse fator e em consonância com as condições de fluxo, as barras de sedimentos por acréscimo lateral e as barras em pontal são menos desenvolvidas em termos de área.

As barras submersas, depósitos de preenchimento de canal presentes no rio Paraguai, estão associadas às margens convexas dos meandros. Essa face da curva do rio de menor velocidade do fluxo favorece a deposição desses sedimentos arenosos que podem emergir com a diminuição do nível da água. Vinculados à margem convexa dos meandros também estão os cordões marginais convexos e os diques marginais. À medida que a barra lateral passa a se estabilizar pela sedimentação de materiais finos e colonização de vegetação rasteira, gramíneas, herbáceas e espécies de cipós que se ramificam pela superfície, recebendo a nomenclatura de cordão marginal.

Figura 03 – Feições fluviais no compartimento I.



Fonte: As autoras

As áreas deprimidas identificadas no corredor fluvial recebem maior influência de umidade, pelas águas pluviais que se acumulam nessas unidades, pelas águas inundadas do rio Paraguai ou até mesmo pela alimentação vertical proporcionada pelo lençol freático pouco profundo. Desse modo, conforme Leli (2015), ambientes úmidos tornam-se propícios para o surgimento e manutenção de lagoas e bacias de decantação que são colonizadas por vegetação aquática, espécies gramíneas e herbáceas (as quais se reservam aos compartimentos mais secos).

Na margem esquerda do rio Paraguai, localiza-se a entrada da baía Comprida (BA3), canal secundário que deságua a jusante em outra baía (baía

do late – BA12) (Figura 04). Leandro, Souza e Nascimento (2014) igualmente afirmam que essa baía promove a dinamicidade rio-planície no corredor fluvial, partindo do pressuposto de que essa feição se porta como o tronco que fornece água e sedimentos para a planície de inundação e para as demais baías que se ramificam da baía Comprida (BA4 e BA5, esta aparece no compartimento II).

**Figura 04** – Entrada e saída da baía Comprida.



A) Entrada da baía Comprida na planície leste; B) desembocadura da baía Comprida na baía do late próximo a cidade de Cáceres (aparece no compartimento IV).

Vale frisar que esse conjunto de baías com largura média de 30 metros, cerca de 5 vezes menor que a largura do rio ativo e do paleocanal (baía do late), estão dispostas na planície estabelecendo conexões entre o ativo e antigo canal do rio Paraguai, condicionando a dinâmica da paisagem.

A baía Comprida recorta a planície de inundação, formando uma grande ilha com morfologia irregular, assimétrica (I12, com 3.061.245 m<sup>2</sup>). Segundo Leli (2015), essa situação de formação de ilha concerne ao processo fluvial “extra-canal”, originada a partir da avulsão de um canal na planície que volta a ter conexão com o canal principal a jusante, e não originalmente por deposição do material transportado. A gênese desse canal secundário pode ter ocorrido pelo rompimento do dique da margem esquerda. Esse fato teria ocasionado a entrada da água com poder erosivo na planície, que seguiu as porções rebaixadas da planície, “cicatrizes” deixadas pela migração do rio

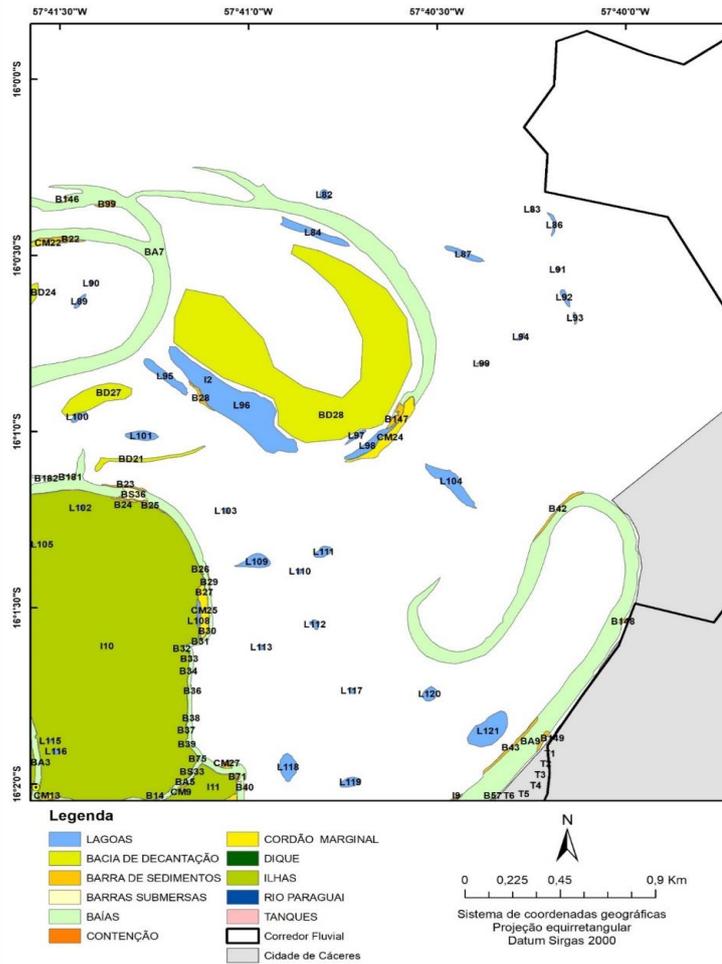
Paraguai, escavando o leito do canal secundário que hoje encontra-se estabelecido.

Assine (2003), em seu estudo na região do Pantanal, relatou que a agradação do leito fluvial ocorre simultaneamente à formação dos diques marginais. Essa condição forma uma diferença hidrostática entre a água do canal e a planície, o que favorece o rompimento do dique e o avanço da água sobre a planície, acompanhando a topografia aluvial que oportuniza o escoamento acanalado, podendo restabelecer conexão com o canal principal.

## Compartimento II

No compartimento II, há parte da planície de inundação leste e a continuidade das feições apresentadas no compartimento I. A partir da interpretação da imagem orbital do *Google Earth* e das atividades de campo, foi possível identificar 31 barras laterais, 2 barras submersas, 35 lagoas, 3 bacias de decantação, 6 cordões marginais, 3 ilhas (além dessas 3 ilhas há a I10, que não foi contabilizada porque foi considerada no compartimento I), 2 baías (a BA7 que aparece neste compartimento não foi considerada por aparecer no compartimento I), e 6 feições de origem antrópica caracterizadas como tanques, possíveis de serem identificadas pela forma retangular, diferenciando-se do formato das feições de origem natural da área de estudo (Figura 05).

Figura 05 – Feições fluviais no compartimento II.



Fonte: As autoras

Foram identificados meandros abandonados (classificados no mapeamento como BA7), feições em forma de ferradura (*oxbow lakes*), indicando que o canal migrou de leste a oeste (Figura 06).

Figura 06 – Meandros abandonados na planície de inundação leste.



A) meandro abandonado mais recente; B) meandro abandonado mais antigo.

Esses meandros abandonados constituem ambientes lânticos que não possuem conectividade direta com o rio principal; entretanto, ainda mantém conectividade com o conjunto de baías presentes na planície de inundação.

Perante esse modelo de migração tendencial do rio Paraguai para oeste, levantam-se as seguintes situações que podem ser a causa desse deslocamento do canal: a dinâmica divagante do sistema meandrante sobre as aluviões atuais; atividade neotectônica que tenha impulsionado o canal a atender as novas condições topográficas e mudanças climáticas ocorridas no passado.

O rio Paraguai encontra-se sobre as Aluviões Atuais e seus meandros podem migrar lateralmente nos sedimentos acumulados pelo processo hidrossedimentológico ocorrido em sua bacia hidrográfica ao longo do tempo. Conforme Cândido (1971), o comportamento divagante está atrelado aos fatores geológicos e hidrológicos locais, que podem intensificar ou retardar na migração do canal, pois o tipo de material que compõe a planície, de natureza mais resistente ou menos resistente, pode influenciar nos processos erosivos e deposicionais.

A hipótese da influência neotectônica no rio Paraguai é baseada em alguns estudos de abordagem geológico-geomorfológica realizados em relevos peculiares como a Província Serrana e o Pantanal.

Rosestolato Filho (2006) menciona que o Pantanal constitui uma bacia de retroarco (*back arc*) formada pela flexão da Cordilheira dos Andes, por meio da convergência entre as placas tectônicas de Nazca e Sul Americana e a cidade de Cáceres assim como o rio Paraguai encontram-se situados nessa bacia de retroarco. A compressão produzida pelo contato das Placas de Nazca e Sul Americana reflete no nível local, com a reativação de falhas e o estreitamento do arqueamento entre a Cordilheira dos Andes e a Província Serrana, que impulsiona a migração da calha do rio Paraguai para oeste. Isso ocorre porque em locais em que a condição estrutural tange aos

dobramentos, sem falhamentos, as drenagens são condicionadas ao longo de sinclinais, condição que condiz com o rio Paraguai, situado em um sinclinal suave.

Outro fator que pode estar contribuindo para a migração da calha do rio Paraguai é o próprio entulhamento provocado pelo processo de denudação da Província Serrana, que, por meio dos pequenos tributários da margem esquerda, os sedimentos têm sido carreados até a planície leste, favorecendo a agradação desse terreno, conseqüentemente, impulsionando que o rio migre para a direção oposta.

Condições climáticas do passado e diferentes circunstâncias hidrossedimentológicas também podem ter influenciado no processo de abandono desses meandros registrados na planície leste. Macedo (2013) expõe que a mudança de um clima semiárido para um semiúmido na região do Pantanal pode ter promovido o aumento da produção de sedimentos nas cabeceiras da bacia e, conseqüentemente, maior aporte de sedimentos, gerando a agradação dos canais e da planície, fator que favoreceu o processo de avulsão e abandono de meandros e, por conseqüência, a mudança do curso do rio principal.

Dada a abordagem, considera-se que os meandros abandonados (BA7) e o antigo canal do rio Paraguai, baía do late (BA9), são importantes testemunhos da avulsão e da dinâmica do corredor fluvial.

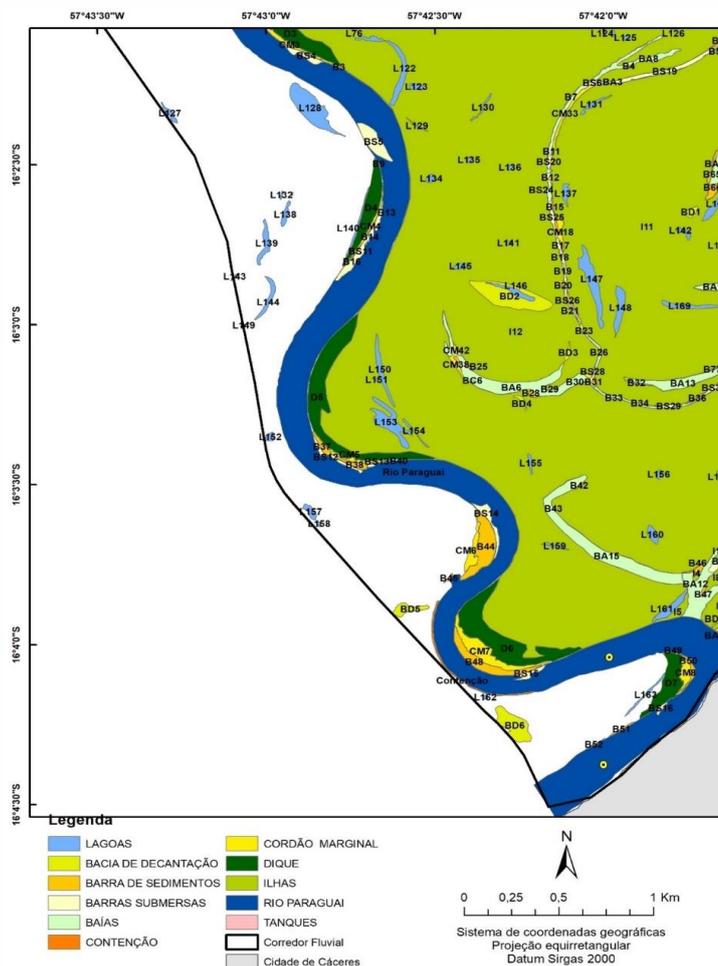
Outra feição fluvial que aparece no compartimento II, merecendo destaque quanto à sua formação, é a ilha I10 apresentando área de 1.711.147 m<sup>2</sup> e morfologia irregular devido à sua gênese extra-canal. É circundada pela baía BA3 (Baía Comprida), BA4, BA5 e BA7, o que lhe dá a propriedade de ser classificada como ilha, pois constitui uma porção de terra emersa cercada por água, apresentando topografia relativamente plana com feições fluviais típicas de planície de inundação em seu interior.

### Compartimento III

Os compartimentos III e IV (abordados neste trabalho) correspondem ao objeto de estudo de Carvalho e Souza (2020), que objetivaram pormenorizar as feições fluviais e discutir a dinâmica do ambiente do corredor fluvial.

No compartimento III há 5 curvas meândricas com comprimento de onda médio de 1,7 km. São nesses meandros com curvas mais acentuadas que foram registradas as maiores barras de pontal em termos de área (ex.: B44 e B48) (Figura 07). Vale mencionar que nesse compartimento foram identificadas as seguintes feições: 44 lagoas, 7 baías (a BA3 não foi contabilizada nessa seção, pois foi inclusa no compartimento I), 7 bacias de decantação, 46 barras laterais, 17 barras submersas, 5 diques, 10 cordões marginais e 5 ilhas (I11 e 12 foram consideradas na descrição do compartimento I e II) (Figura 07).

Figura 07 – Feições fluviais no compartimento III



A feição deposicional (B44), conhecida como praia do Julião, destaca-se nesse segmento do corredor fluvial pela sua dimensão (28.229 m<sup>2</sup>), sendo a maior barra de pontal da área de estudo (Figura 08A). Na margem côncava do rio Paraguai, a jusante da praia do Julião, encontra-se a faixa de contenção por meio da técnica de enrocamento, que foi construída visando minimizar os processos erosivos comuns aos canais de padrão meandrante (Figura 08B).

**Figura 08** – (A) Praia do Julião e (B) contenção por enrocamento.



Na planície de inundação oeste, que se estende até a rodovia BR-070 (na limitação dessa área de estudo) foram identificadas 16 feições negativas, sendo 14 lagoas e 2 bacias de decantação. A planície de inundação leste nesse compartimento é composta por grandes ilhas circundadas por baías. A ilha da baía Comprida (I12) possui área de 6.372 m<sup>2</sup> e é a maior da unidade de estudo, é de gênese extra-canal e em seu interior há feições características de uma planície de inundação.

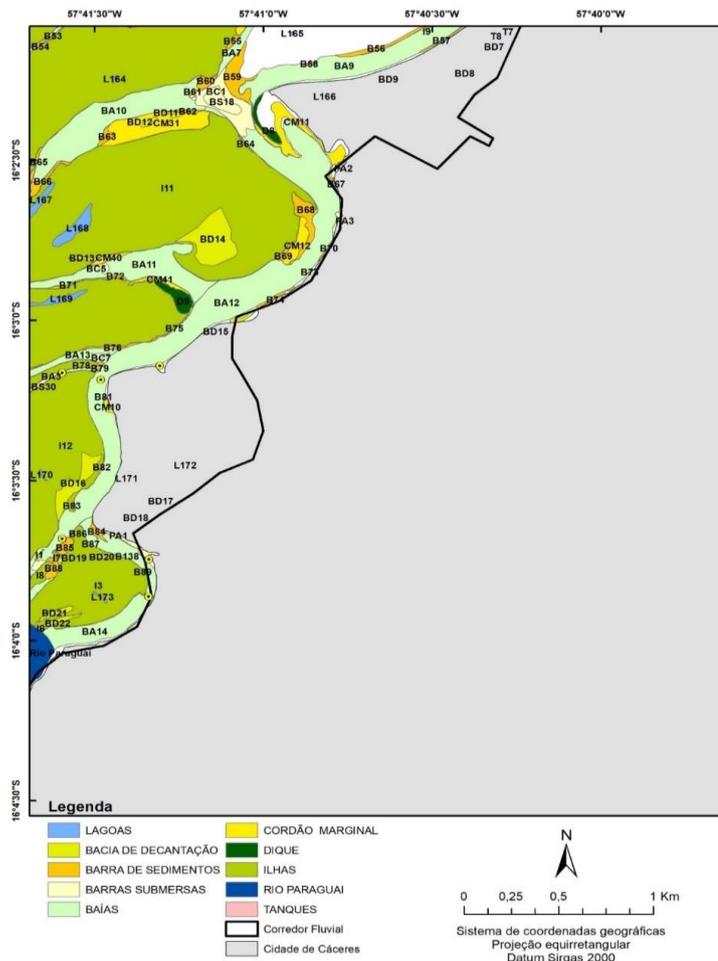
O segmento da baía Comprida (BA3) que consta nesse compartimento é intermitente. Durante o período de estiagem, o canal perde energia e ocorre intensa deposição de sedimentos que obstruem o leito, impossibilitando a navegação de embarcações. Ao longo desse segmento, foram identificadas 17 barras laterais, 9 barras submersas e 2 cordões marginais.

Nesse compartimento encontra-se a foz das baías BA12 e BA14, que conduzem água e sedimentos do conjunto de baías da planície até o canal principal do rio Paraguai. Esse ambiente de confluência possui grande importância ambiental por exercer a função de conectividade planície-rio principal. As baías BA12 e BA14 circundam a ilha do Malheiros (I3) antes de estabelecerem conectividade com o rio Paraguai.

### Compartimento IV

Nessa seção é possível observar quase totalidade do paleocanal do rio Paraguai (baía do late – BA12) e o perímetro urbano de Cáceres, Mato Grosso (Figura 09).

Figura 09 – Feições fluviais no compartimento IV.



Fonte: As autoras

A baía do late possui conexão com o rio principal somente a jusante e é abastecida pela transferência de fluxo e matéria no período de cheia, pelo transbordamento das águas do rio Paraguai e permanece perene o ano todo pela contribuição do lençol freático e do conjunto de baías presente na planície de inundação.

A planície de inundação limita-se ao terraço localizado na margem esquerda da baía do late (Figura 10A) e na margem esquerda do rio Paraguai mais a jusante. Nesse terraço fluvial encontra-se a área urbana de Cáceres.

As feições negativas identificadas foram: 07 lagoas, 15 bacias de decantação e 08 baías, sendo que 07 delas já foram consideradas nos compartimentos anteriores, a BA14, conhecida como baía do Malheiros, é contemplada nesse recorte. As baías BA3 (baía Comprida) BA7, BA10, BA11 e BA13 deságuam na baía do late (BA12). As feições positivas encontradas foram: 30 barras laterais, 01 barra submersa, 03 barras centrais, 06 cordões marginais e 02 diques marginais.

Na imagem de satélite e em campo, foi identificada uma área com intensa deposição de sedimentos (Figura 10B) que se destaca por apresentar morfologia triangular semelhante a um leque aluvial. O fluxo de água é dividido em dois devido ao acúmulo de sedimentos nesse ambiente composto por uma barra central (BC1), uma barra submersa (BS18) e barras laterais (B60, B59 e B61) (Figura 09).

**Figura 10** – Baía do late e área com intensa deposição de sedimentos.



A perda de energia do canal faz os sedimentos arenosos serem depositados no período de estiagem. A cada período de cheia, esses resíduos são remobilizados e podem alterar a configuração de divisão do fluxo da água do canal quando adentrar o período de estiagem consecutivo.

Essa grande feição deposicional pode indicar os reflexos do inadequado uso e manejo da terra nas imediações da área de estudo e nas cabeceiras da bacia hidrográfica, interferindo na produção de sedimentos por meio da intensificação dos processos erosivos, levando para os cursos d'água uma alta carga de restolhos que são depositados a jusante.

Perante o abordado, frisa-se que é necessário enxergar as feições fluviais como fenômenos impressos na paisagem do corredor fluvial do rio Paraguai, as quais resultam de um conjunto de inter-relações e de processos recorrentes no sistema fluvial ao longo do tempo, sujeitas a alterações constantes, pois fazem parte de um ambiente geomorfológico dinâmico.

## Considerações finais

O exercício de interpretação visual da imagem de satélite disponibilizada pelo *Google Earth Pro*, considerando os componentes de classificação "tom e forma" e "textura e padrão", permitiu o delineamento das feições fluviais por vetores poligonais de maneira satisfatória, graças à excelente resolução espacial. O *software Google Earth Pro* mostrou-se prático e funcional, configurando-se como uma boa ferramenta em trabalhos qualitativos envolvendo geomorfologia fluvial. As atividades de campo *in loco* e por meio do uso de RPA foram essenciais para a acurácia das informações condicionadas à imagem de satélite, resultando no mapeamento de detalhe da área estudada.

O mapeamento de detalhe do corredor fluvial possibilitou qualificar e quantificar os diversos tipos de feições de tamanhos variados. Com o

mapeamento feito, ainda foi possível desenvolver a discussão e análise das feições, gerando informações relevantes sobre a dinâmica fluvial da unidade de estudo.

O corredor fluvial do rio Paraguai no trecho abordado possui heterogeneidade de feições fluviais, resultante da dinâmica fluvial do rio principal pelos processos de erosão, transporte e deposição de sedimentos. Nesse ambiente fluvial, a interação rio-planície de inundação fica nítida pela existência de um conjunto de baías na planície leste, que fornece a dinamicidade singular do corredor fluvial. Salienta-se que as feições fluviais encontram-se mais concentradas na planície de inundação leste, o que pode justificar a migração do rio Paraguai para o sentido oeste, pois, durante o processo de migração, as feições foram impressas na planície e hoje fazem parte do sistema fluvial.

## Referências

ASSINE, M. L. **Sedimentação na bacia do Pantanal Mato-grossense, Centro-Oeste do Brasil**. 2003. Tese (Livre Docência) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/community-list>. Acesso em: 10 mar. 2022.

BRIERLEY, G.J.; FRYIRS, K. River Styles, a geomorphic approach to catchment characterization: Implications for river rehabilitation in Bega Catchment, NSW, Australia. **Environmental Management**, [s.l.], v. 25, n. 6, p. 61-679, 2000. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s002670010052>. Acesso em: 10 mar. 2022.

CÂNDIDO, A. J. Contribuição ao estudo dos meandramentos fluviais. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, v. 11, p. 21-38, 1971. Disponível em: <http://lsie.unb.br/ugb/sinageo/4/1/69.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2022.

CARVALHO, L. R. de; SOUZA, C. A. de. Caracterização de feições morfológicas no corredor fluvial do rio Paraguai próximo ao perímetro urbano da cidade de Cáceres, Mato Grosso. **Revista Equador**, Piauí, v. 9, n. 1, p. 24-44, 2020. Disponível em:

<https://revistas.ufpi.br/index.php/equador/article/view/9477>. Acesso em: 10 mar. 2022.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial**. São Paulo: Edgard Blucher, 1981.

COLTRINARI, L. Cartografia geomorfológica detalhada: a representação gráfica do relevo entre 1950-1970. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, [s. l.], v. 12, 2012. DOI: 10.20502/rbg.v12i0.265. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/265>. Acesso em: 12 out. 2022.

DINIZ, T. de D.; ZAINE, J. E.; RODRIGUES, F. H. Compartimentação fisiográfica aplicada ao mapeamento em detalhamento progressivo do núcleo urbano central de Ilhabela-SP. **Geologia USP: Série Científica**, [s. l.], v. 16, n. 3, p. 57-70, 2016. DOI: 10.11606/issn.2316-9095.v16i3p57-70. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/guspsc/article/view/122092>. Acesso em: 12 out. 2022.

FERREIRA, D. R.; VALDATI, J. O Uso do Google Earth como Instrumento Pedagógico no Ensino em Geografia: Aplicação no Sistema Fluvial Entrelaçado do Rio Pai José, Jacinto Machado, SC. SIMPÓSIO DE GEOGRAFIA DA UDESC: Geografia e Geotecnologias, 15., 2015, Florianópolis. **Anais ...** Florianópolis, 2015. Disponível em: <https://www.sinageo.org.br/2018/trabalhos/9/9-356-58.html>. Acesso em: 29 set. 2022.

GOUDIE, A. Characterising the distribution and morphology of creeks and pans on salt marshes in England and Wales using Google Earth. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, [s.l.], v. 129, n. 1, p. 112-123, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0272771413002382>. Acesso em: 18 set. 2022.

LEANDRO, G. R. dos S.; NASCIMENTO, F. R. do; SOUZA, C. A. de. Evolução espaço-temporal do uso e ocupação da terra no corredor fluvial do rio Paraguai, Pantanal Superior – Brasil. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 39, p. 1-21, 2019. DOI: 10.5216/bgg.v39i0.58285. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/bgg/article/view/58285>. Acesso em: 10 mar. 2023.

LEANDRO, G. R. dos S.; SOUZA, C. A. de; NASCIMENTO, F. R. do. Processo de deposição fluvial na baía Comprida, rio Paraguai, município de Cáceres – Mato Grosso, Brasil. **Revista RA'EGA - O Espaço Geográfico em Análise**, Curitiba, v. 31, p. 296-316, 2014. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/33559>. Acesso em: 18 mar. 2023.

LELI, I. T. **Gênese, evolução e geomorfologia das ilhas e planície de inundação do Alto Rio Paraná, Brasil**. 2015. 123 f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2015. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/items/c41a39a1-314a-4b2d-ae41-cad5c12a6677/full>. Acesso em: 14 jan. 2023.

LIMA, R. N. de S. Google Earth aplicado a pesquisa e ensino da geomorfologia. **Revista de Ensino de Geografia**, Uberlândia, v. 3, n. 5, p. 17-30, jul./dez. 2012. ISSN 2179-4510 Disponível em: <http://www.revistaensinogeografia.ig.ufu.br/N.5/Art2v3n5final.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2023.

MACEDO, H. de A. **Geomorfologia e hidrossedimentologia da planície do rio Paraguai, da lagoa Vermelha à confluência do rio Miranda, pantanal mato-grossense**. 2013.73 f. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) – Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2013. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/items/80cc4920-25be-4463-98d4-e192a3fc6c00>. Acesso em: 18 mar. 2023.

MELLO, Y. R. de; SOUSA, M. S. de; GOMES, I. A.; OLIVEIRA, F. A. de. Análise da evolução do trecho de planície do rio Três Barras (SC) a partir do mapeamento de feições fluviais. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 19, n. 66, p. 19–34, 2018. DOI: 10.14393/RCG196602. Acesso em: 14 jan. 2023.

MENDES, L. C.; FELIPPE, M. F. Alterações geomorfológicas de fundo de vale na bacia do rio do Carmo (MG) decorrentes do rompimento da barragem de Fundão. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 20, n. 69, p. 237–252, 2019. DOI: 10.14393/RCG 206941190. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/41190>. Acesso em: 12 jan. 2023.

OLIVEIRA, George Pereira de *et al.* O Google Earth™ como uma ferramenta de apoio aos estudos preliminares de geomorfologia fluvial: estudo de caso no riacho de Vila Maria, Garanhuns, PE. **Geosaberes**, Fortaleza, v. 9, n. 18, p. 1-10, 2018. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/55712>. Acesso em: 18 mar. 2023.

PASKE, H. Mapeamento Geomorfológico de detalhe: uma avaliação qualitativa em microescala da estabilidade da paisagem sobre uma microbacia semiárida do Estado de Sergipe. **Revista de Geociências do Nordeste**, [S. l.], v. 2, p. 325–334, 2016. DOI: <https://doi.org/10.21680/2447-3359.2016v2n0ID10470>. Acesso em: 10 out. 2022.

ROSESTOLATO FILHO, A. **Geomorfologia aplicada ao saneamento básico na cidade de Cáceres, Mato Grosso**. 2006. 122 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <https://revistas.ufrj.br/index.php/aigeo/article/view/6637>. Acesso em: 10 out. 2022.

SILVA, J. M. F. da; SANTOS, L. J. C. Caracterização e cartografia em escala de detalhe das feições fluviais derivadas do rio Pequeno, Antonina-PR. **Revista RA'EGA - O Espaço Geográfico em Análise**, Curitiba, v. 34, p. 150-166, 2015. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/40053>. Acesso em: 12 jan. 2023.

SILVA, C. S.; SILVA, W. F. da; SANTOS, L. D. J. dos; GIRÃO, O. Identificação de depósitos fluviais e desconectividades antrópicas no baixo curso do rio Uma, PE. **Geo UERJ**, Rio de Janeiro, n. 37, p. 1-20, 2020. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/geouerj/article/view/33248/36598>. Acesso em: 10 out. 2022.

SOUZA, C. A. de. **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) – Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <https://www.geografia.ufrj.br/pos-graduacao-ppgg/teses-dissertacoes/>. Acesso em: 10 mar. 2023.

## Publisher

Universidade Federal de Goiás. Instituto de Estudos Socioambientais. Programa de Pós-graduação em Geografia. Publicação no Portal de Periódicos UFG.

As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião dos editores ou da universidade.

## Declaração de Contribuição Individual

Todos os autores ofereceram substanciais contribuições científicas e intelectuais ao estudo. As tarefas de concepção e design do estudo, preparação e redação do manuscrito, bem como, revisão crítica foram desenvolvidas em grupo. O primeiro autor Luana Rodrigues de Carvalho ficou especialmente responsável pelo desenvolvimento teórico-conceitual, aquisição de dados em campo e mapeamento da área de estudo. O segundo autor Celia Alves de Souza, pela orientação geral do trabalho, revisão de dados e suas interpretações e análise. Declaramos ainda ciência das Diretrizes Gerais do BGG.

**Luana Rodrigues de Carvalho**, Mestre em Geografia pela Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT).

**Celia Alves de Souza**, Licenciada e Bacharel em Geografia pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (1993), mestre em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1998) e doutora em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2004). Pós-Doutorado no Departamento de Solos na Universidade Federal de Viçosa (2006) e no Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal Fluminense (2017). Foi Professora Adjunta no Departamento de Geografia na Universidade do Estado de Mato Grosso (1994-2020). Atua na área de hidrogeografia, geomorfologia fluvial, gestão de bacias hidrográficas, ambientes fluviais e processo de sedimentação fluvial. Bolsista de Produtividade do CNPq Nível 2 (2015-2021).

Data de recebimento: 06 de junho de 2023

Aceite: 29 de setembro de 2023

Publicação: 22 de dezembro de 2023