

FEIÇÕES MORFOLÓGICAS NO CORREDOR FLUVIAL DO MÉDIO CURSO RIO ITAPECURU, MARANHÃO

MORPHOLOGICAL FEATURES IN THE RIVER CORRIDOR OF THE MIDDLE COURSE RIVER ITAPECURU, MARANHÃO

Celia Souza
celiaalves@unemat.br

Flavio Rodrigues Nascimento
flaviogeo@ufc.br

Quésia Duarte Silva
quesiasilva@professor.uema.br

Resumo

A ocorrência de feições morfológicas está associada aos elementos climáticos, a geologia local, uso e cobertura da terra, as características do leito e a hidráulica do fluxo. O estudo objetivou identificar as feições morfológicas no corredor fluvial no médio curso rio Itapecuru, nos municípios de Buriti e Fortuna, no Maranhão. Para diagnosticar as feições morfológicas dividiu-se o corredor fluvial em oito compartimentos. Para obtenção das feições, foi utilizada a ferramenta polígono do *Google Earth Pro* e alguns elementos foram adotados para a interpretação visual da imagem. Posteriormente, uma pasta contendo as feições delineadas foi salva como um arquivo Kml e transferida para o SIG *ArcGis®*, versão 10.2.2, que gerou o produto final, o mapa de feições morfológicas, realizou atividade de campo para conferir as informações. No trecho estudado, o rio Itapecuru possui o padrão meandrante e foram identificadas as seguintes feições morfológicas: 52 barras de sedimentos centrais e laterais, 16 meandros abandonados, quatro lagoas, três canais secundários e 106 bacias de inundação. É importante mencionar o intenso processo de assoreamento no leito no trecho estudado.

Palavras-chave: Canal Fluvial; Morfologia, Assoreamento

Abstract

The occurrence of morphological features is associated with climatic elements, local geology, land use and cover, bed characteristics and flow hydraulics. The study aimed to identify the morphological features in the river corridor in the middle course of the Itapecuru River, in the municipalities of Buriti and Fortuna, in Maranhão. To diagnose the morphological features, the river corridor was divided into eight compartments. To obtain the features, the Google Earth Pro polygon tool was used and some elements were adopted for the visual interpretation of the image. Subsequently, a folder containing the outlined features was saved as a Kml file and transferred to GIS ArcGis®, version 10.2.2, which generated the final product, the map of morphological features, and field activities were carried out to check the information. In the studied section, the Itapecuru River has a meander pattern and the following morphological features were identified: 52 central and lateral sediment bars, 16 abandoned meanders, four lagoons, three secondary channels and 106 flood basins. It is important to mention the intense silting process in the bed in the studied section.

Keywords: River Channel; Morphology, Silting

Introdução

O médio curso da bacia do rio Itapecuru encontra-se na zona de transição dos climas semiáridos do Nordeste para os úmidos equatoriais da Amazônia. As precipitações anuais variam de 1.200 a 1.400mm, com maiores índices de pluviosidade no período de outubro a abril e menores no período de junho a setembro. O volume de chuva aumenta de montante para jusante, com maiores índices no noroeste do médio curso da bacia (SOUZA; SILVA, 2022; SILVA et.al. 2022).

Segundo Souza (2004), os rios são componentes sensíveis na paisagem e apresentam rápidas alterações com relação às perturbações que acontecem na bacia ou dentro do canal. Além disso, podem mudar o regime do fluxo, a carga de sedimentos transportada, intensificando o desequilíbrio do canal. Cunha (2008) afirma que mudanças ocorrem no interior das bacias de drenagem por causas naturais e que, nos últimos anos, o ser humano tem contribuído como autor acelerador de processos de desequilíbrio e modificação da paisagem.

A morfologia de um rio pode ser analisada através de padrão do canal e da forma como se apresenta, pois, cada padrão tem uma variação dependendo do grau de sinuosidade, largura, profundidade, tipos de carga, variação de erosão e deposição (CUNHA, 2008). Stevaux e Latrubesse (2017) relatam que há uma diferenciação na morfologia de canais meandantes, que podem ser regulares com homogeneidade, ou irregulares, quando apresenta alterações nos tamanhos e formas, e tortuosos, quando há mudança na morfologia.

Para Hooke, (1979) a migração lateral nos canais fluviais está intimamente associada às mudanças no curso dos rios e desenvolvimento da planície de inundação. A compreensão de seus processos é, portanto, fundamental para o entendimento sobre o desenvolvimento de feições fluviais.

Estudos realizados por Kellerhaldet *et al.* (1976) e Dietrich (1985) caracterizam os depósitos de sedimentos em diferentes categorias, como os que se desenvolvem no eixo central, ou seja, bancos ou barras centrais (*midchannel bar*), barras laterais (*channel side bar e point bars*), barras submersas e ilhas fluviais. Carvalho (2008) menciona que o fragmento derivado da rocha, ou materiais biológicos, passam por processos de erosão, transporte, deposição e compactação e define como “sedimento” tais fragmentos. Fragmento também pode ser caracterizado como partícula, a qual, por sua vez, é depositada ao longo do canal do rio, passando a ser transportada por fluido.

Vários pesquisadores realizaram estudos sobre a dinâmica morfológicas dos canais, quais sejam: Goswamiet, Sarma e Patgiri (1999), em Assan (Índia), que monitoraram a feição morfológica no rio Subanssiri. No Brasil, destacam-se as pesquisas sobre mudanças em canais fluviais, como por Carvalho 2020, Farias et al 2021, Justiniano (2010), Leandro (2020), Lima et.al (2021), Oliveira et al (2021), Silva (2014), Silva et. al. (2013), Souza (2004), Souza et. al (2019; 2023) e Stevaux e Latrubesse (2017).

O estudo objetivou identificar as feições morfológicas no corredor fluvial no médio curso rio Itapecuru, nos municípios de Buriti e Fortuna, no Maranhão.

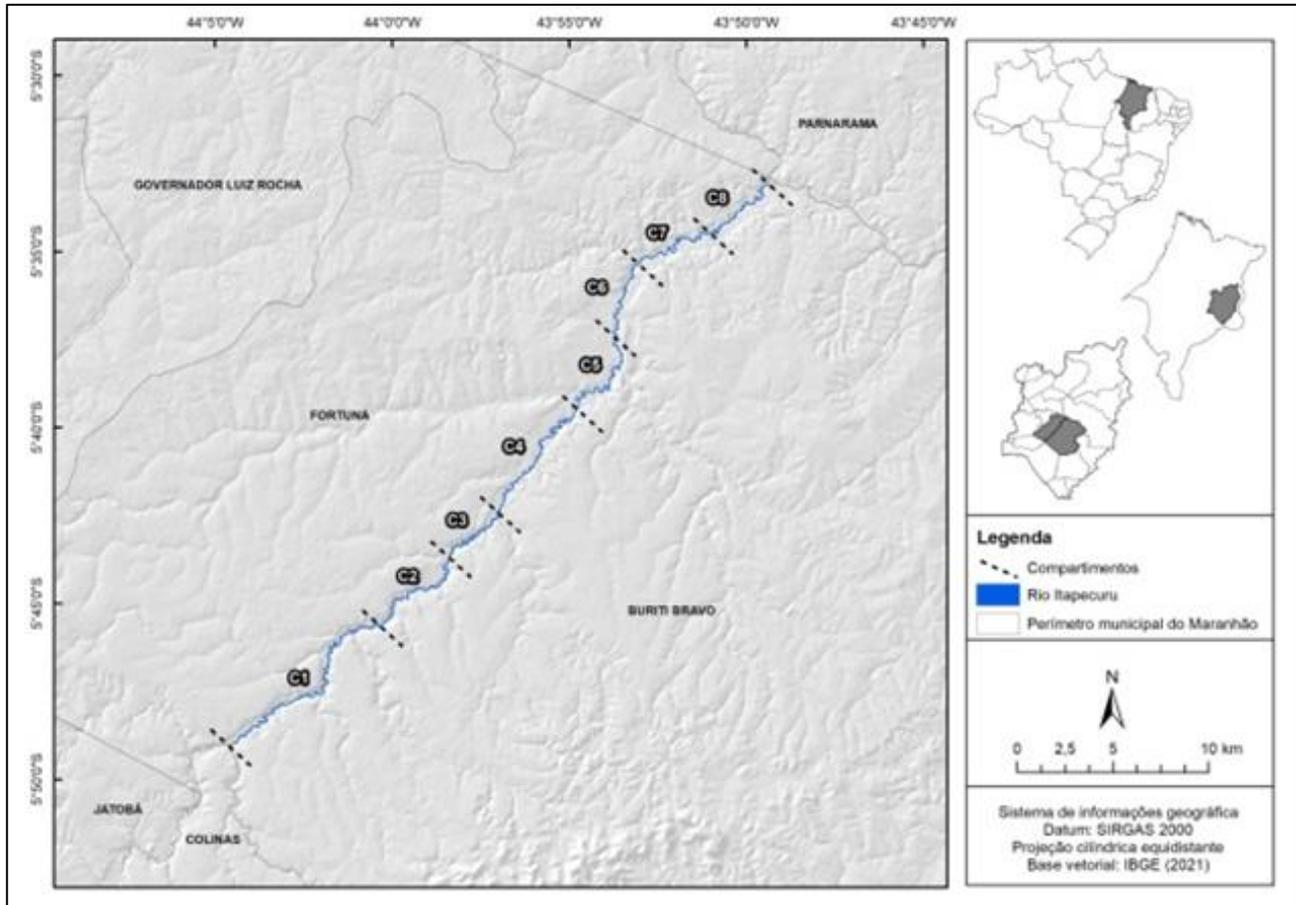
Material e Método

O recorte espacial de análise compreende o corredor fluvial no médio curso da bacia hidrográfica do rio Itapecuru, que corresponde ao ambiente composto pela calha do rio e sua planície de inundação. O trecho estudado encontra-se nos municípios de Buriti e Fortuna, Maranhão e, para diagnosticar as feições morfológicas, dividiu-se o corredor fluvial em oito compartimentos (Figura 1).

A área de estudo encontra-se com posicionamento geográfico de 43°45' a 44°50' de latitude S e 5°30' a 5°50' de Longitude W, na zona de transição dos climas semiáridos do Nordeste para os úmidos equatoriais da Amazônia. As precipitações anuais variam de 1.200 a 1.400 mm, com maiores índices de pluviosidade no período de outubro a abril e menores no período de junho a setembro. O

volume de chuva aumenta de montante para jusante, com maiores índices no noroeste do médio curso da bacia.

Figura 1 – Trecho estudado, dividido em oito seções



Fonte: Autores, 2023.

Confeção da base cartográfica

No presente estudo, utilizou-se o Sistema de Informação Geográfica (SIG) e, para a análise das feições morfológicas presentes no corredor fluvial, foram realizados mapeamentos tendo como base a imagem orbital do mês de agosto de 2021 disponível no *Software Google Earth Pro*.

A imagem do Google Earth possui alta resolução espacial, permitindo identificar mesmo as pequenas feições de maneira bastante detalhada. Outro pressuposto para seleção da imagem foi por corresponder à estação de estiagem, portanto, as feições como as barras de sedimentos ficam expostas nesse período hidrológico, facilitando o mapeamento.

Assim, a partir da imagem orbital, as feições foram delineadas utilizando a ferramenta polígono do *Google Earth Pro*.

Posteriormente, uma pasta contendo as feições delineadas foi salva como um arquivo Kml e transferida para o SIG *ArcGis®*, versão 10.2.2, onde foram vetorizadas para gerar o produto final, o mapa de feições morfológicas.

Após, baseando-se na metodologia de Souza (2004), foi confeccionada uma tabela contendo os atributos morfológicos do corredor fluvial, como: (B) barras de sedimentos, (Ma) meandros abandonados (L) lagoas (Bi) bacias de inundações e (Cs) canal secundário; com suas respectivas áreas calculadas com uso da ferramenta *Calculate Geometry2*. Essa técnica permitiu, portanto, a classificação e comparação das áreas das feições morfológicas presentes no corredor fluvial.

Resultados e Discussão

A planície fluvial do rio Itapecuru encontra-se em cotas inferiores a 200 metros; apresenta áreas planas resultantes de acumulação fluvial, periódica ou permanentemente alagada. A planície é composta por feições como terraços, cordões arenosos, meandros abandonados, barras de pontal, barras laterais e centrais e meandros colmatados.

Os elementos climáticos (precipitação, evaporação e temperatura) e a ocorrência geológica (afloramentos rochosos) afetam os fluxos e a transferência de sedimentos e determinam as formas das feições morfológicas (SAVI et al., 2020).

Para Vestena e Kominecki (2021), as áreas de confluências são os locais mais sensíveis às mudanças morfológicas devido a interações hidráulicas no canal fluvial. As características do canal fluvial acontecem em virtude da interação entre as variáveis morfológicas (profundidade, largura, declividade, carga sedimentar de fundo e suspensão) e hidráulicas (velocidade do fluxo e vazão).

A Formação Corda (Grupo Mearim) é constituída, predominantemente, por arenitos. Os depósitos aluvionares são formados por sedimentos finos a médios, quartzosos, com presença de lateritas centimétricas e milimétricas, apresentando intercalações de pelitos (Souza e Silva, 2022). Originam-se pelas atividades dos rios, compreendendo fácies de canal e barras de canal fluvial.

A dinâmica de ajuste de canais desenvolve, em diferentes escalas temporais, a variação da largura, que não depende somente do regime como velocidade e magnitude, mas também do pacote encontrado na sua composição geológica, que pode ser rochoso ou aluvial. Assim, a dinâmica de sua morfologia pode apresentar variação relativa entre 10 anos (STEVAUX; LATRUBESSE, 2017).

A mata ciliar mantém preservada, com a presença formação florestal de pequeno a médio porte, ao longo do rio do rio Itapecuru. Nas bacias de inundações, registram a presença de vegetação rasteiras (gramíneas) e algumas bacias de inundações com permanência maior de água, registram a ocorrência de vegetação flutuante no período de cheias.

A vegetação ripária, ou seja, a mata ciliar em junção da mata de galeria ocorre em uma área de maior dinamicidade da paisagem, porque a distribuição e composição das comunidades de plantas desenvolvidas nessa unidade refletem histórias dos processos fluviais e de perturbações não-fluviais procedidas em áreas adjacentes de maior elevação, como incêndios, ventanias, proliferação de doenças nas plantas e surtos de insetos (GREGORY et al., 1991). Nos compartimentos é possível visualizar vários aspectos do padrão meandantes, variando ao longo do perfil longitudinal; em alguns trechos apresentam regulares, outros irregulares ou tortuosos.

Schumm (1985) e Stevaux e Latrubesse (2017) abordam que os meandros podem ser regulares, irregulares e/ou tortuosos. São regulares quando apresentam certa homogeneidade na morfometria, enquanto os irregulares alternam meandros de diferentes tamanhos e formas, os tortuosos, por sua vez, podem exibir alterações na morfologia com trechos meandantes e retilíneos na direção geral do escoamento rumo à foz.

Ao longo do perfil longitudinal, registram-se de corredeiras, barras de sedimentos, bacias de inundações, canais secundários, meandros abandonados. As bacias de inundações são encontradas nas duas margens do rio Itapecuru, representado as áreas mais baixas da planície, no período de cheias, à água e sedimentos são armazenadas nessas depressões. As bacias de inundações são mal drenadas e planas, funcionam como áreas de decantação para sedimentos finos carregados em suspensão.

As barras encontradas nos segmentos possuem formas que variam entre alongadas e semicircular, cuja origem está associada com a acumulação de sedimentos transportados pelo rio. Os depósitos sedimentares originam-se de materiais conduzidos pelo rio e seus afluentes em diversos graus de mobilidade.

As barras de sedimentos foram registradas em todos os compartimentos, predominando no I (14 barras), os meandros abandonados foram observados em quase todos os compartimentos, exceto

no III e no VIII. As lagoas foram registradas no compartimento II. As bacias de inundação foram diagnosticadas em todos os compartimentos, com maior ocorrência no I, IV e V, estacando 27 bacias de inundação no compartimento I. Os canais secundários foram encontrados no I e no II (Quadro 1)

As características morfológicas dessas feições denotam os diferentes estágios do abandono do canal, indicando as sequências temporais dos processos fluviais. Essas feições se conectam ao canal durante o fluxo de cheia, recebendo também a carga de sedimentos que favorece a agradação vertical na planície (MORAIS, 2015).

Schumm (1985) e Stevaux e Latrubesse (2017) comentam que os meandros podem ser regulares, irregulares e/ou tortuosos. São regulares quando apresentam certa homogeneidade na morfometria, enquanto os irregulares alternam meandros de diferentes tamanhos e formas; os tortuosos, por sua vez, podem exibir alterações na morfologia com trechos meandrantés e retilíneos na direção geral do escoamento rumo à foz.

Quadro 1 – Feições morfológicas em 9 compartimentos no médio curso do rio Itapecuru

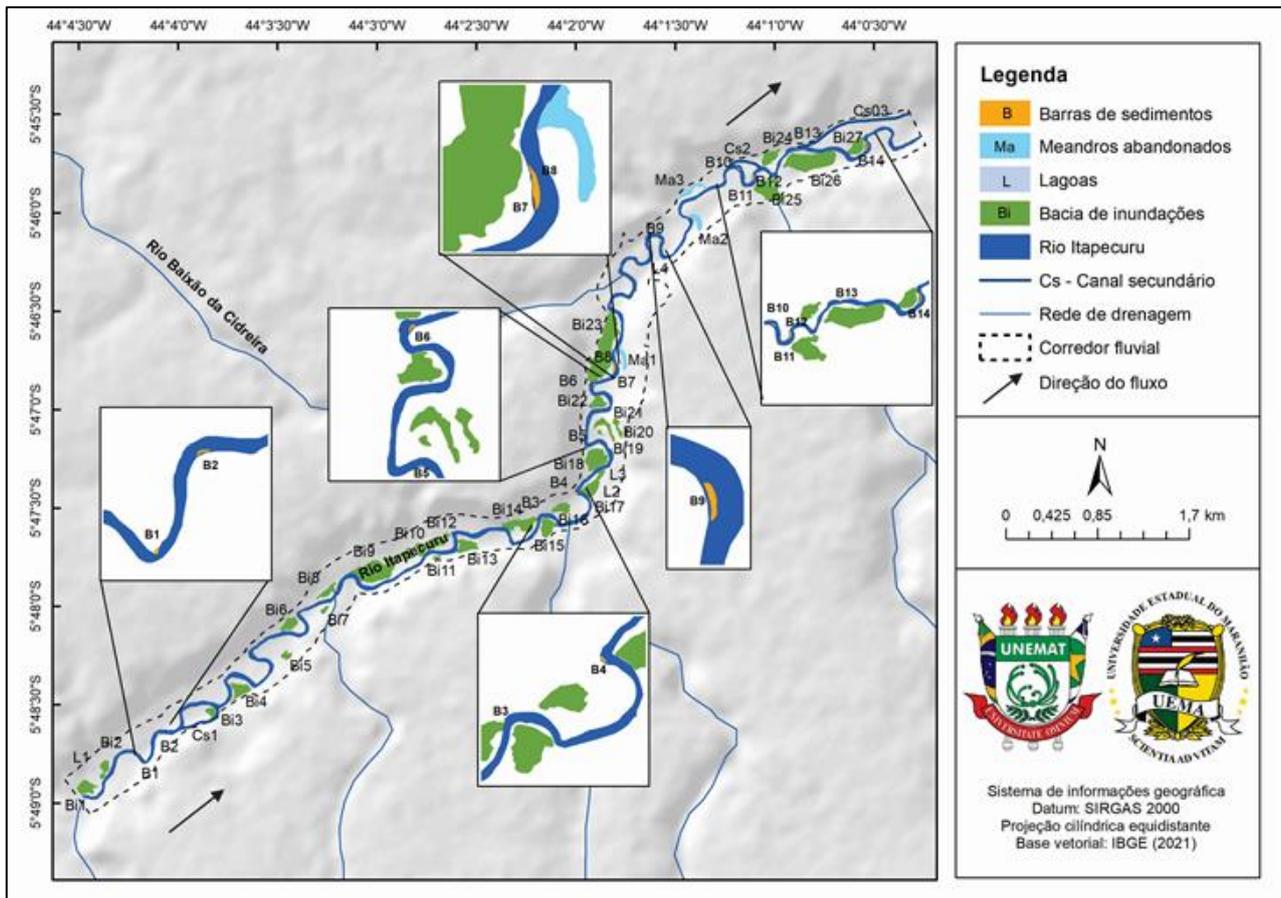
Feições morfológicas	C-I	C-II	C-III	C-IV	C-V	C-VI	C-VIII	C-IX
Barras	14	7	1	5	7	5	8	5
Meandros abandonados	4	2	–	2	3	2	–	3
Lagoas	4	–	–	–	–	–	–	–
Bacias de inundações	27	8	11	19	15	10	9	7
Canal secundário	2	1	–	–	–	–	–	–

Organização: Autores, 2023

Compartimento I

O compartimento I possui 4.384 km², foram diagnosticadas 14 barras de sedimentos cujo tamanho varia entre 20,99 a 754,46 m²; três meandros abandonados associados à migração lateral com tamanho que varia de 6.832 a 8.593m², quatro lagoas com dimensão que varia de 304 a 1.294 m². Vale mencionar que as lagoas foram encontradas somente nesse compartimento, 27 bacias de sedimentação, variando entre 1.282 a 85.566 m², concentrando na margem esquerda do rio Itapecuru e dois canais secundários (Figura 2). As barras de B7 e B9 possuem maior dimensão. As 14 barras de sedimentos ocupam área 1.547m², mostrando o processo intenso de sedimentação no leito, podendo estar associado ao material de origem, uso e ocupação da terra e a dinâmica fluvial.

Figura 2 – Feições morfológicas no compartimento I, (B) barras de sedimentos, (Ma) meandros abandonados (L) lagoas (Bi) bacias de inundações e (Cs) canal secundário



Fonte: Autores, 2023.

As barras identificadas nesse segmento possuem formas alongadas, a origem está associada à acumulação de sedimentos transportados pelo rio principal e seus afluentes em diversos graus de mobilidade. Souza (2004) associa as formas alongadas das barras no rio Paraguai ao processo de deposição de sedimentos.

As lagoas diagnósticas são perenes, suas origens estão relacionadas à dinâmica fluvial, ao lençol freático e ao relevo (planície) como fator determinante. Estudo realizado por Lima (2018) associa o surgimento de lagoas no baixo curso do rio Cabaçal à oscilação do lençol freático, propiciando o surgimento de olhos de água nas áreas mais rebaixadas.

As bacias de inundações encontram-se nas duas margens do rio Itapecuru, nas áreas mais baixas da planície; no período de cheias, água e sedimentos são armazenados nessas depressões. As bacias de inundação são mal drenadas e planas, funcionam como áreas de decantação para sedimentos finos, carregados em suspensão.

Os cursos secundários mantêm conectividade com o canal principal, sua origem está associada ao rompimento do colo do meandro. Esses canais secundários foram abandonados devido à própria dinâmica fluvial de migração meandrante do rio Itapecuru.

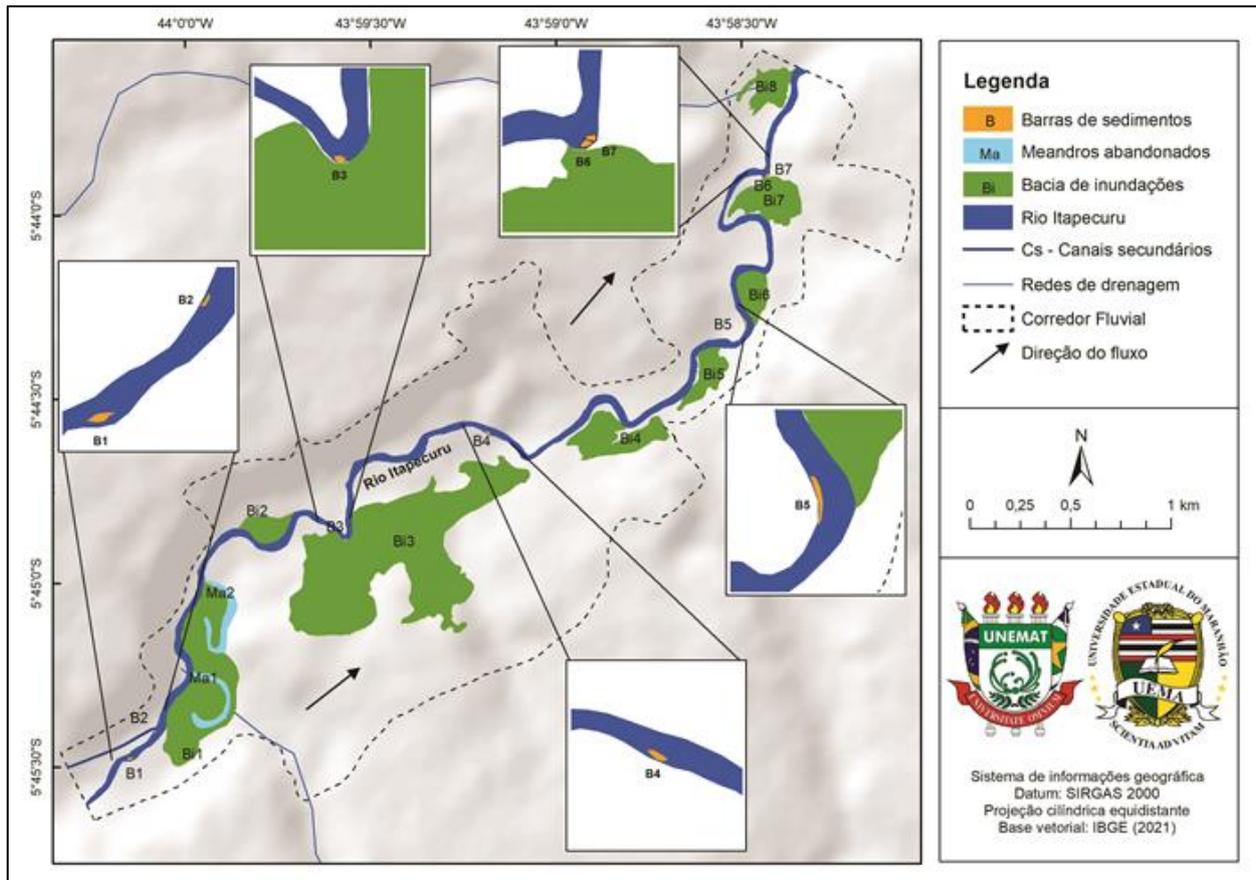
Compartimento II

O compartimento II possui 5.091.701 km², com sete barras de sedimentos com tamanho que varia entre 33 a 123 m², foram observadas barras laterais e centrais, a maior barra registrada é a quinta, com 233,25m², a área com as barras nesse segmento totaliza 833,32m², também possui dois meandros

abandonados, oito bacias de decantação com a dimensão, variando de 24.420 a 467.829 m² (Souza *et.al* 2023).

Stevaux *et al.* (2009) e Santos e Stevaux (2017) mencionam que a origem das barras laterais está associada à zona de separação de fluxo e as barras podem formar-se em regiões onde há desaceleração do fluxo. Para Mosher e Martini (2002) e Rhoads (2006), as barras desenvolvem durante eventos de cheia, com a presença de materiais grosseiros na superfície.

Figura 3 – Feições morfológicas (barras de sedimentos, meandros abandonados, lagoas, bacias de inundações e canais secundários no compartimento 2



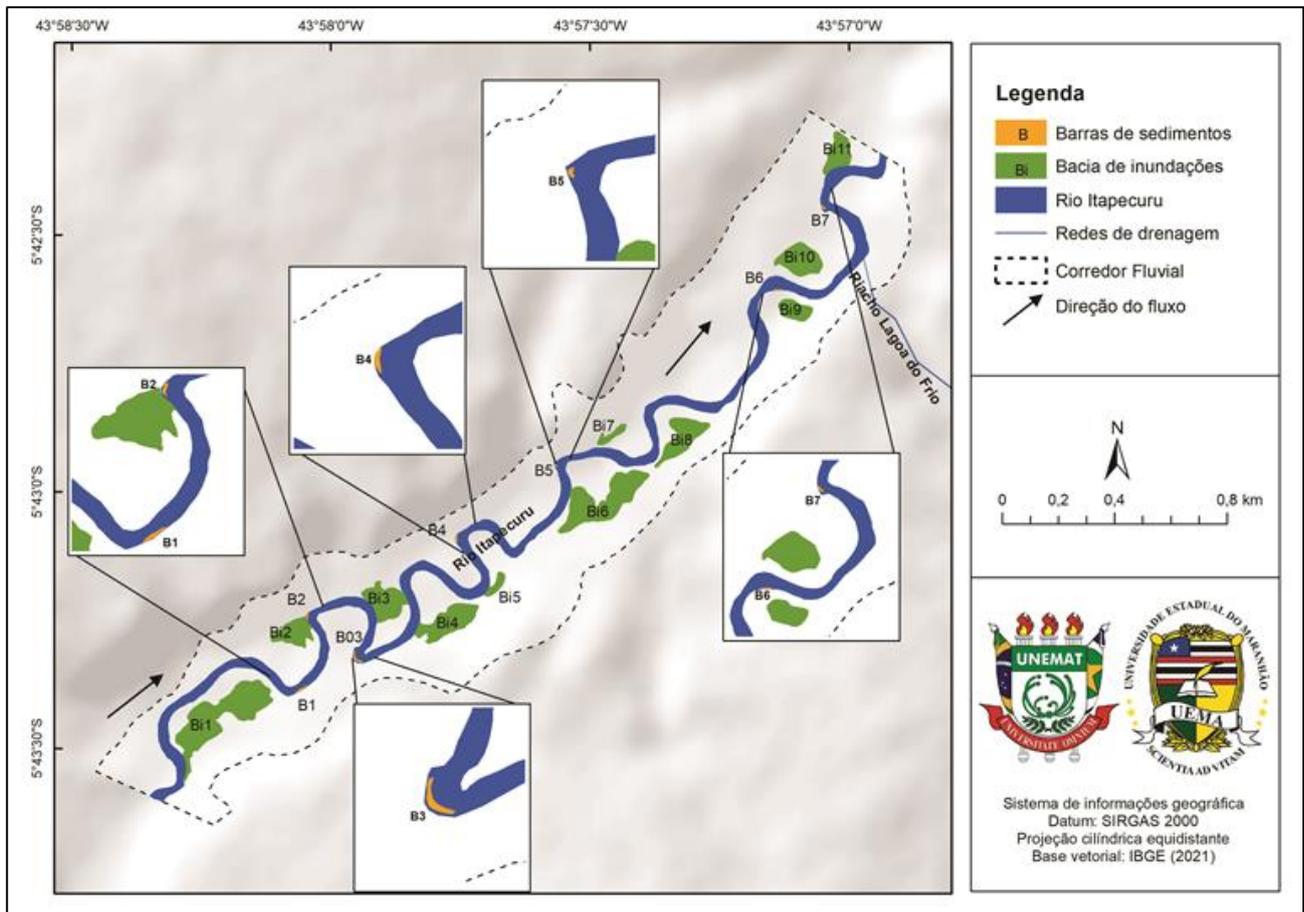
Fonte: Souza *et.al* 2023

Compartimento III

No compartimento III, o corredor fluvial abrange uma área de 1.738 km², sendo identificadas barras de sedimentos, meandros abandonados e planícies de inundações. Há sete barras (barras laterais e centrais) de sedimentos no leito do rio, com dimensões que variam entre 33 a 123 m²; dois meandros abandonados e onze bacias de inundações, com dimensões variando de 24.420 a 467.829 m² (Figura 4) (Souza *et.al* 2023).

Estudos sobre análise temporal no corredor fluvial do rio Paraguai, realizados por Souza (2004), mostraram mudanças na morfologia de fundo do canal em diferentes compartimentos, como diminuição da profundidade, surgimento de bancos de sedimentos laterais, centrais e barras submersas. Tais alterações estão relacionadas com o processo de transporte e deposição de sedimentos, entre o período de cheia e estiagem.

Figura 4 – Feições morfológicas (barras de sedimentos, meandros abandonados, lagoas, bacias de inundações e canais secundários no compartimento 3.



Fonte: Souza et.al 2023

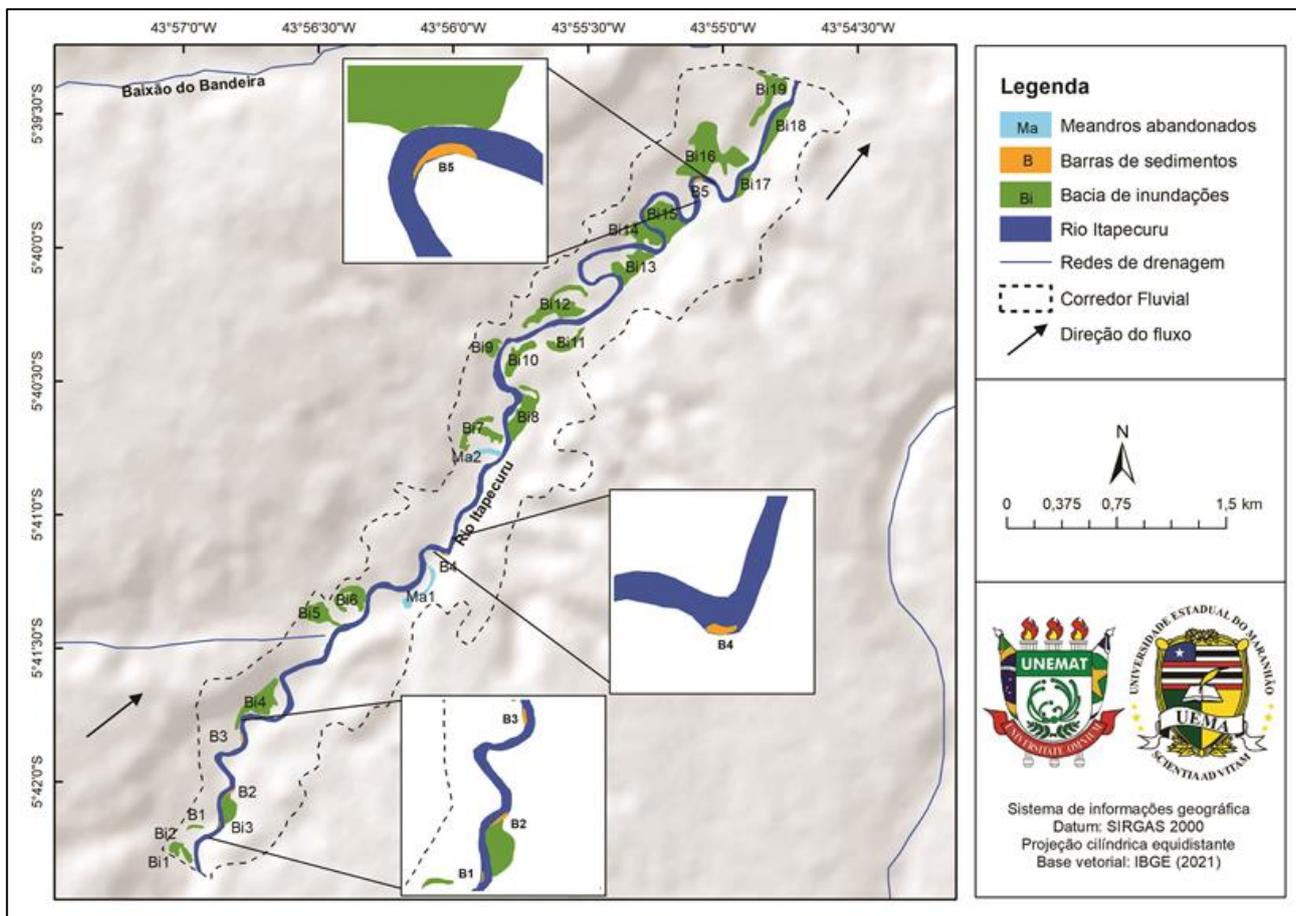
Compartimento IV

No compartimento IV, o corredor fluvial possui 5.480 km², com algumas feições morfológicas, sendo cinco barras com a área, variando de 121 a 715 m², dois meandros abandonados e 19 bacias de inundações, com a dimensão variando de 1.587 a 84.717 m², predominando na margem esquerda (Figura 5) (Souza *et.al* 2023).

Estudos realizados por Justiniano (2010), na foz do rio Cabaçal, constataram várias feições morfológicas, como meandros abandonados, bancos laterais e centrais, barras submersas, ilhas fluviais e intensa sedimentação na calha, além de um canal secundário.

Ao estudar o baixo curso da bacia do Cabaçal, Silva (2021), evidenciou as mudanças espaço/temporal das barras de sedimentos (surgimento ou desaparecimento, redução ou aumento de dimensão), sendo influenciadas pela perda da capacidade de transporte e pela dinâmica fluvial.

Figura 5 – Feições morfológicas (barras de sedimentos, meandros abandonados, lagoas, bacias de inundações e canais secundários no compartimento 4.



Fonte: Souza et.al 2023

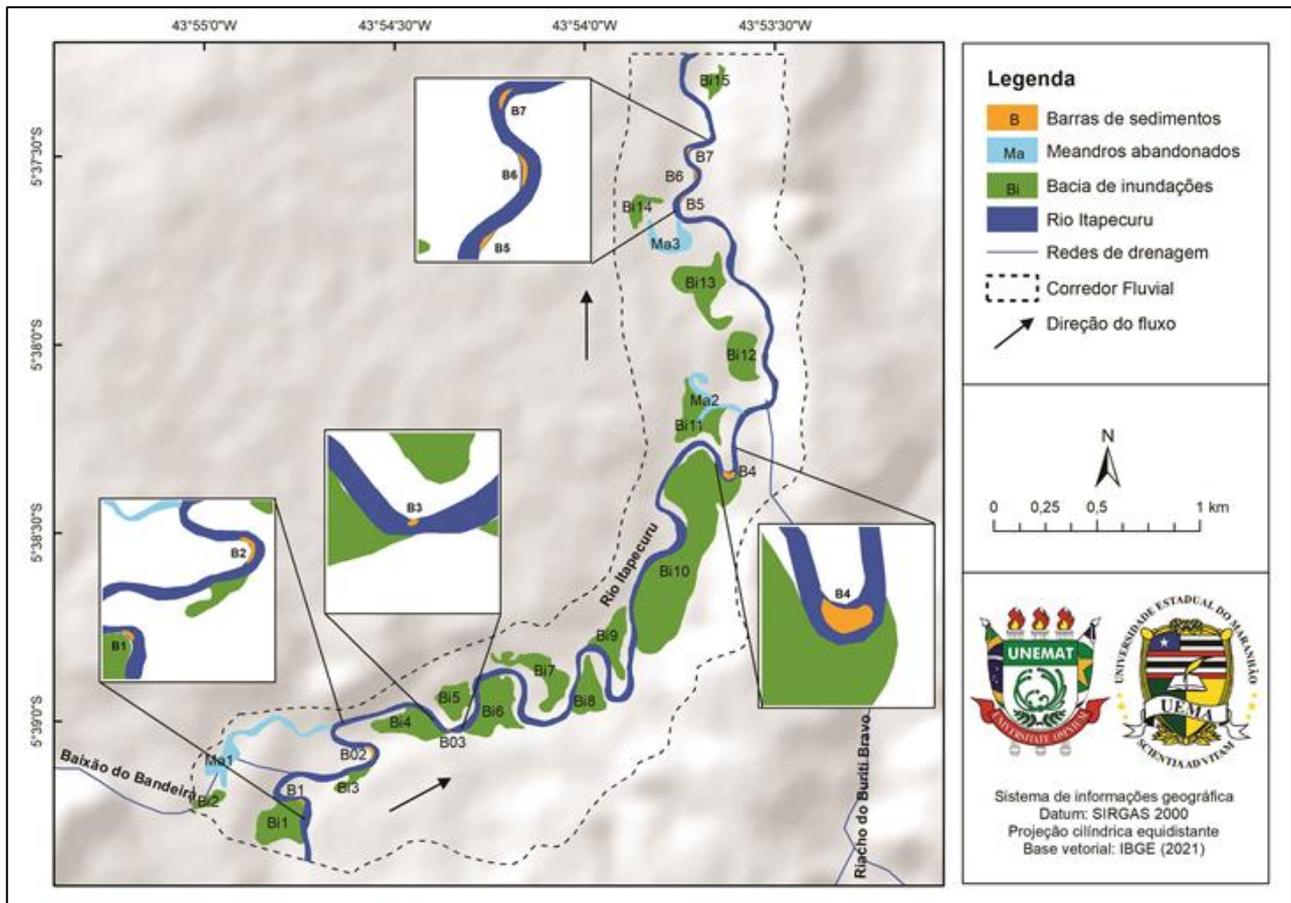
Compartimento V

No compartimento V, o corredor fluvial possui a área de 4.169 km². Ao longo do leito, diagnosticaram-se seis barras de sedimentos, com dimensão que variou de 62 a 1.418 m² e três meandros abandonados e 15 bacias de decantação cujo tamanho que variou entre 6.115 a 206.432 m². (Figura 6)

A ocorrência de barras de sedimentos no rio Itapecuru é decorrente dos processos naturais de erosão e sedimentação embora o efeito antrópico no uso e manejo da terra na área da bacia contribui para intensificar a ação da erosão fluvial e o aumento da carga de sedimentos. O abandono dos canais contribuiu para ocorrência de três meandros abandonados em forma de ferradura. Moraes e Rocha (2016) também identificaram paleocanais na planície de inundação e em menor quantidade no terraço baixo na bacia do rio Peixe, em São Paulo.

Leandro (2021) associa as mudanças na planície de inundação e nos canais fluviais à entrada de sedimentos, possivelmente devido à retirada da cobertura vegetal em toda a bacia hidrográfica, associada aos processos erosivos decorrentes de uso e ocupação.

Figura 6 – Feições morfológicas (barras de sedimentos, meandros abandonados, lagoas, bacias de inundações e canais secundários no compartimento 5



Fonte: Souza et.al 2023

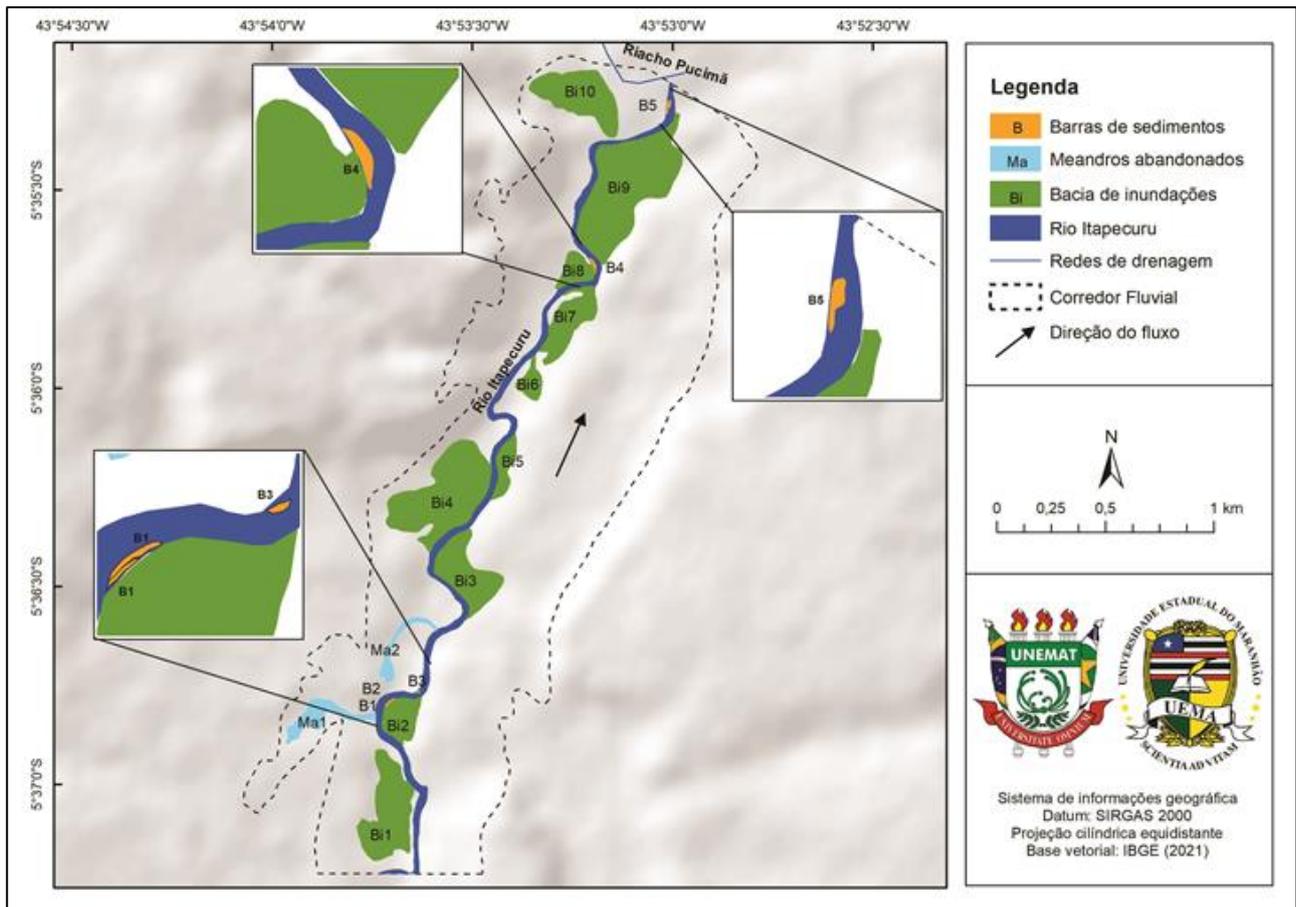
Compartimento VI

No compartimento VI, o corredor fluvial possui 3.708 km², com cinco barras sedimentos com área variando de 117,77 a 781,97m², dois meandros abandonados, 10 bacias de decantação, oscilando entre 12.837 a 163.415 m². (Figura 7)

Para Paula (2019), as geoformas deposicionais são consideradas feições de superfície, resultado da deposição sedimentar fluvial com formas e fisionomias particulares, relacionado com a dinâmica fluvial, podendo ser caracterizada tridimensionalmente.

Carvalho (2019) argumenta que o surgimento das feições morfológicas no rio Paraguai está associado à migração lateral do canal. Com diminuição do fluxo, os canais ficam estreitos, alguns perdem a conexão, no leito ocorre a formação de cordões marginais, diques marginais, barras centrais e laterais e na planície ocorre a formação de lagoas e baías.

Figura 7 – Feições morfológicas (barras de sedimentos, meandros abandonados, lagoas, bacias de inundações e canais secundários no compartimento 6



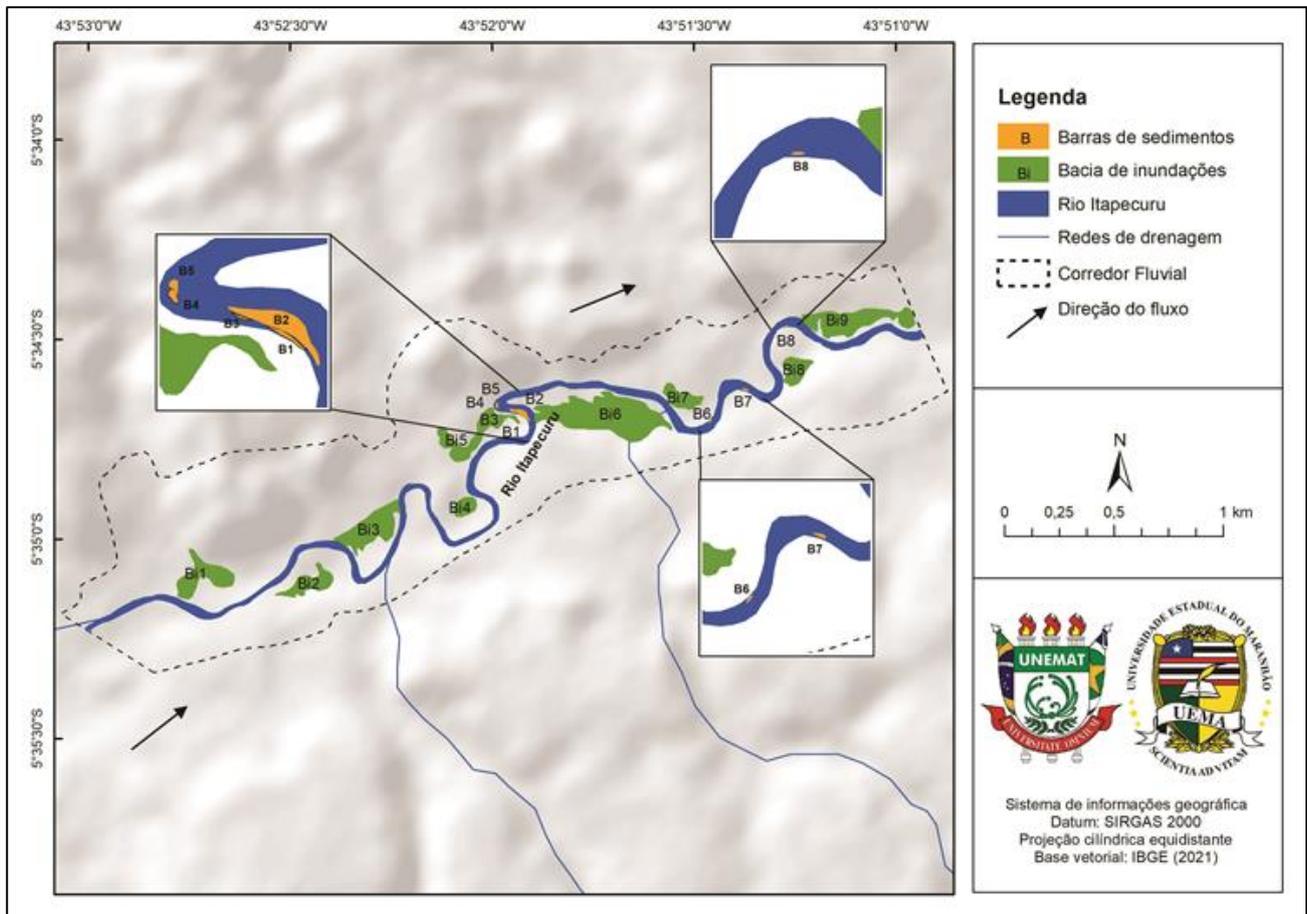
Fonte: Souza et.al 2023

Compartimento VII

No compartimento VII, o corredor fluvial corresponde à 2.990 km², possui oito barras de sedimentos (a dimensão variou de 37,75 a 1.254 m²) ao longo do perfil longitudinal do rio Itapecuru e nove trechos com de bacias de decantação, o tamanho das bacias perfaz entre 7.026 a 76.789 m² (Figura 8).

O mapeamento realizado por Santos e Latrubesse (2022) apresenta as principais feições unidades morfosedimentares na planície do rio São Francisco. A origem das feições morfológicas recentes está relacionada à interação cana-planície, caracterizando pelo nível fluvial com constante inundações. A morfologia dos rios otimiza a energia decorrente do fluxo de água e material sólido transportado (STEVANUX; LATRUBESSE, 2017). Savi et al. (2020) acrescentam que os depósitos sedimentares revelam aspectos climáticos e tectônicos das bacias hidrográficas.

Figura 8 – Feições morfológicas (barras de sedimentos, meandros abandonados, lagoas, bacias de inundações e canais secundários no compartimento 7



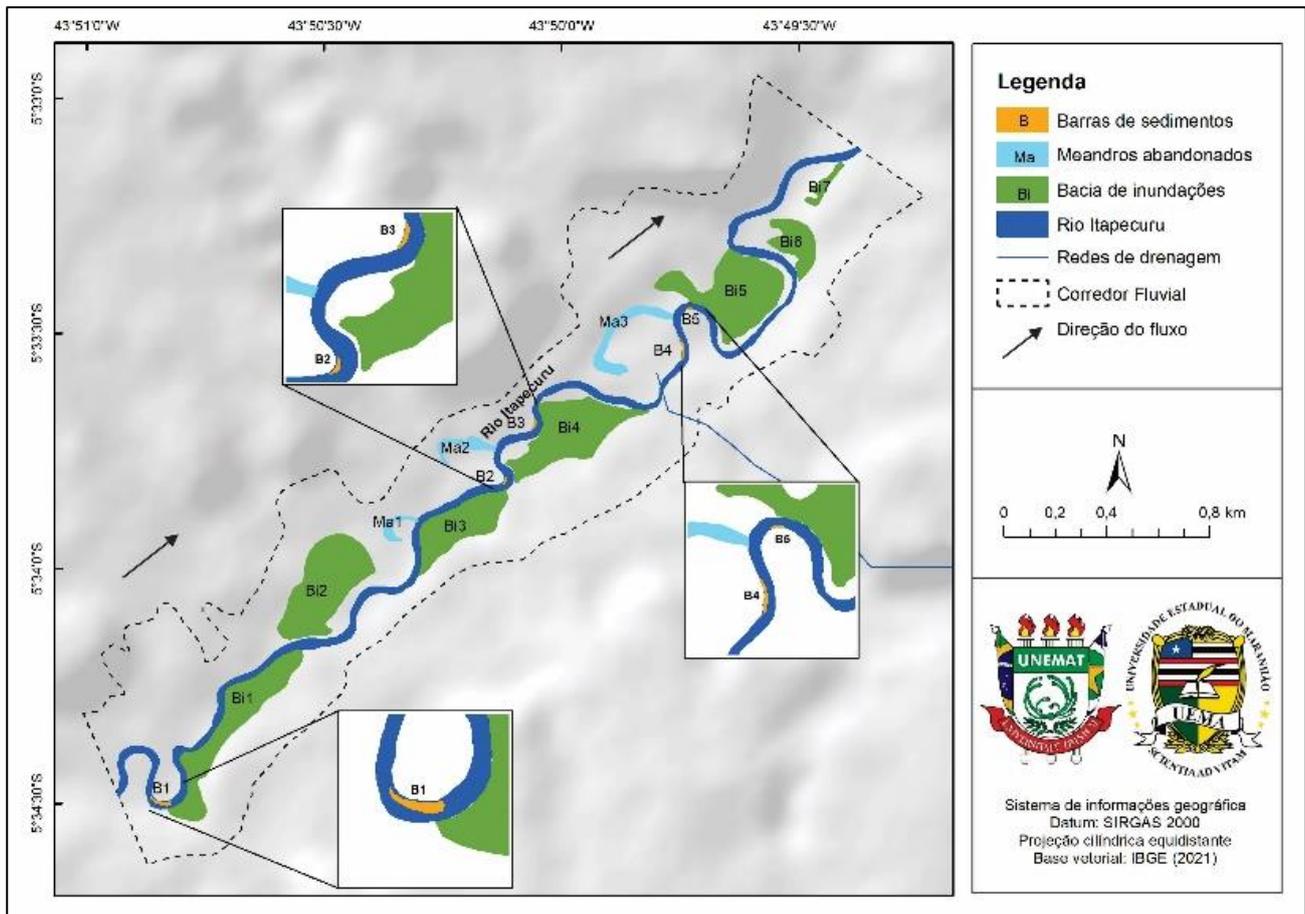
Fonte: Souza et.al 2023

Compartimento VIII

No compartimento VIII, o corredor fluvial abrange área de 2.540 km². No leito foram diagnosticadas cinco barras de sedimentos, com a dimensão que varia entre 122 a 864 m², três meandros abandonados e sete planícies de inundações com tamanho que varia de 5.946 a 84.199 m² (Figura 9).

Verificou-se a mudança na morfologia do canal, diminuindo o meandramento (tamanhos e formas). No trecho alongado do leito, registrou a presença de afloramento rochoso e corredeiras, não registrou a presença de canais secundários. A diminuição da quantidade das barras está associada ao aumento da capacidade de transportar os sedimentos. Sambrook et al. (2019) mencionam a necessidade de ampliação de interpretação de ambientes fluviais, principalmente os rochosos, pouco estudados.

Figura 9 – Feições morfológicas (barras de sedimentos, meandros abandonados, lagoas, bacias de inundações e canais secundários no compartimento 8



Fonte: Souza et.al 2023

Sharma (2016), ao estudar os sedimentos entre canais aluviais e rochosos, identificou que, nos rochosos, existe reduzida seletividade de grãos, com predominância de rochas, as quais, pelo arrastamento, mostra elevada tensão de cisalhamento.

Considerações Finais

A execução do estudo permitiu quantificar as feições morfológicas em oito trechos no corredor fluvial do rio Itapecuru-Maranhão, nos municípios de Buriti Bravo e Fortuna. Foram identificadas barras de sedimentos, meandros abandonados, bacias de inundações e canais secundários.

Acredita-se que a origem dessas feições esteja relacionada aos processos morfodinâmicos erosivos e deposicionais ocorrentes ao longo do canal, relacionados, por sua vez, à natureza das rochas, declividade, vazão, uso e cobertura da terra.

Referências

- CARVALHO, L. R. Corredor fluvial do rio Paraguai entre a foz do rio Cabaçal e a cidade de Cáceres, Mato Grosso: feições morfológicas e o aporte de sedimentos. 152f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Pós-graduação em Geografia, Universidade do Estado de Mato Grosso. Cáceres, MT, 2019.
- CARVALHO, L. R. et al. Elementos ambientais, fisiografia e feições deposicionais na bacia hidrográfica do rio Tapaiúna, Nova Canaã do Norte, Mato Grosso. *Revista Ciência Geográfica*. v. XXIV, n. 2. 2020, p. 844-860, Bauru, SP.
- CARVALHO, N. O. *Hidrossedimentologia Prática*. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2008.
- CUNHA, S. B. Canais fluviais e a questão ambiental. In: CUNHA, S. B. da; GUERRA, A. J. T. (Org.). *A questão ambiental: diferentes abordagens*. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008. p. 219-238.
- DIETRICH, W. E. Mechanics of flow and sediment transport in river bends. In: PETTS, G. (Ed.). *Rivers a landscape*. Edward Arnold, 1985. p. 158-174.
- FARIAS, A. B., SOUZA, C. A.; ANDRADE, L. N. P. S. Caracterização morfométrica e hidrossedimentológica da sub-bacia hidrográfica do córrego Taquaral, afluente da margem esquerda do rio Paraguai, Cáceres, MT. *Revista Equador*, v. 10, n. 2, 2021, p. 131-154.
- HOOKE, J. M. An analysis of the processes of river bank erosion. *Journal of Hydrology*, v. 42, n. 1-2, p. 39-62, 1979.
- JUSTINIANO L. A. Dinâmica fluvial do rio Paraguai entre a foz do Sepotuba e a foz do Cabaçal. 72 f. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Instituto de Ciências Naturais e Tecnológicas, Universidade do Estado de Mato Grosso, UNEMAT, Cáceres, MT. 2010.
- KELLERHALD, R.; CHURCH, M.; BRAY, D. Classification and analysis of river processes. *American Society of Civil Engineers Proceeding. Journal of the Hydraulics Division*, p. 813-829, 1976.
- LEANDRO, Gustavo R. S. Interações hidromorfodinâmicas na bacia hidrográfica do rio Sepotuba, Alto Paraguai, Mato Grosso, Brasil. 2020. 287 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, FCT, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Presidente Prudente, SP, 2020.
- LIMA, C. S. Uso e ocupação da terra, alterações morfológicas e hidrodinâmica no baixo curso do rio Cabaçal, Mato Grosso. 171f. 2018. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade do Estado de Mato Grosso, UNEMAT, Cáceres, MT, 2018.
- LIMA, C. S. et al. Mudanças feições morfológicas no baixo curso do rio Cabaçal, afluente da margem esquerda do rio Paraguai, Mato Grosso. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 12, 1191-1220, 2021.
- MORAIS, E. S.; ROCHA, P. C. Formas e processos fluviais associados ao padrão de canal meandrante: o baixo rio do Peixe, SP. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, São Paulo, v. 17, n. 3, p. 431-449, 2016.
- MOSHER, S. J.; MARTINI, I. P. Coarse grained flood bars formed at the confluence of two subarctic rivers affected by hydroelectric dams, Ontario, Canada. In: MARTINI, P. I.; BAKER, V. R.; GARZON, G. *Flood and Mega-flood Processes and Deposits: Recent and Ancient Examples*. v. 31, 2002. p. 213-231.

OLIVEIRA, J. D.; SOUSA, J. B.; SOUZA, C. A. Unidades geoambientais da bacia hidrográfica do rio Branco no Sudoeste do estado de Mato Grosso. *Revista Equador*. v. 10, n. 2, Ano, 2021, p.183-206.

PAULA, W. C. de. Alterações morfológicas no baixo curso do rio Cabaçal, MT, no período entre 1990 a 2018. 121 f. 2018. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade do Estado de Mato Grosso, UNEMAT, Cáceres, MT, 2018.

RHOADS, B. L. Mean structure of transport-effective flows at an asymmetrical confluence when the main stream is dominant. In: ASHWORTH, P. J.; et al. *Coherent Flow Structures in Open Channels*. 2006. p. 491-517.

SAMBROOK, S.G.H. et al. The sedimentology of river confluences. *Sedimentology*, 66, 391–407. 2020.

SANTOS L. A.; LATRUBESSE, E. M.; Unidades geomorfológicas da planície aluvial do Médio Rio São Francisco, Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira Geomorfologia (on-line)*, São Paulo, v.23, n.1, p.1097-1115, 2022.

SANTOS, V. C.; STEVAUX, J. C. Processos fluviais e morfologia em confluências de canais: uma revisão. *Revista Brasileira Geomorfologia (on-line)*, São Paulo, v.18, n.1, p.03-17, 2017.

SAVI, S. et al. 2022. Interactions between main channels and tributary alluvial fans: Channel adjustments and sediment-signal propagation. *Earth Surface Dynamics*, v. 8, n. 2, p. 303–322.

SCHUMM, S. A. Patterns of aluvial rivers. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, n. 13, p. 5-27, 1985.

SHARMA, B. P. *Sediment Dynamics in a Bedrock Channel*. 360f. 2016. Tese. Durham University, Durham. 2016.

SILVA, E. S. F. et al. Evolução das feições morfológicas do rio Paraguai no Pantanal de Cáceres, Mato Grosso. *Revista Brasileira de Geomorfologia*. v. 13, n. 4, p. 435-442. 2013.

SILVA, Q. D. et al. Uso e cobertura da terra médio curso da bacia do rio Itapecuru. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 8, p. e23611829610, 2022.

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. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFF, Niterói, Rio de Janeiro, 2004.

SOUZA, C. A.; SILVA, Q. D.; Médio curso da bacia hidrográfica do rio Itapecuru, Maranhão: características geológicas, geomorfológicas, pedológicas e densidade de drenagem. *Ciência Geográfica, Bauru*. v. XXVI (1). p. 51-71, 2022.

SOUZA, C. A.; CUNHA, S. B.; SOUSA, J. B. Morfologia, hidrodinâmica e carga de sedimentos no baixo curso do rio Sepotuba, afluente da margem direita do rio Paraguai, Cáceres, MT. *Revista Ciência Geográfica, Bauru*. v. 23, n 2. 2019.

SOUZA, C. A. et al. Características morfológicas do corredor fluvial do rio Itapecuru, Maranhão. *Revista Geoaraguaia*. v.12, n 1, p.112-325, 2023

STEVAVUX, J. C. et al. Flow structure and dynamics in large tropical river confluence: Example of the Ivaí and Paraná Rivers, southern Brazil. *Geociências*, v. 28, p. 5-13, 2009.

STEVAVUX, J. C.; LATRUBESSE, E. M. *Geomorfologia fluvial*. São Paulo: Oficinas de textos, Coleção Geografia; v.3, 2017.

VAZ, P.T.; et al. Bacia do Parnaíba. Boletim de Geociências da Petrobras, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 253-263, 2007. Disponível em: <[http://www. anp.gov.br](http://www.anp.gov.br)>. Acesso em: 30 abr. 2019.

VESTENA L. R.; KOMINECKI A.; Hidrogeomorfologia em confluência fluvial obtusa, Guarapuava, Paraná. Revista Brasileira de Geografia Física, v.14 n.04. p. 2131-2148.2021.

Agradecimentos

139

Ao CNPq pela concessão de Programa de Desenvolvimento Científico e Tecnológico Regional – PDCTR

A Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão pelo financiamento do projeto pesquisa.

A Universidade Estadual do Maranhão pela parceria no desenvolvimento do projeto pesquisa.

A Universidade Federal do Ceará pela oportunidade de realizar o pós-doutorado.

Recebido para publicação em março de 2024.

Aprovado para publicação em agosto de 2024.