

AMBIENTE DE CONFLUÊNCIA: MORFOLOGIA E HIDROSEDIMENTOLOGIA NO PANTANAL MATO-GROSSENSE

Manoel Diego Santos Hurtado¹
Edilaine Moraes de Oliveira²
Vinicius de Souza Silva³
Marcelo Henrique da Silva Souza⁴
Gislaine do Nascimento Menacho⁵
Rinaldo Marques Padilha⁶
Valdirene Marques da Silva⁷
Marcela Bianchessi da Cunha Santino⁸
Leila Nalis Paiva da Silva Andrade⁹

INTRODUÇÃO

De acordo com Souza *et al.* (2017, p. 19) “a bacia hidrográfica corresponde a uma unidade natural, ou seja, uma determinada área da superfície terrestre cujos limites são criados pelo próprio escoamento das águas sobre a superfície ao longo do tempo”.

Silveira *et al.* (2020, p. 2) “No sistema hidrológico, a morfologia fluvial é caracterizada pela sensibilidade frente às variações do contexto ambiental mais abrangente da bacia hidrográfica - seja por fatores evolutivos de ordem majoritariamente natural ou por fatores antrópicos”. Nesse sentido, Souza *et al.* (2017) destaca que tais alterações no meio físico, são decorrentes do processo de ocupação e uso da terra. Alterações que acarretam danos ambientais, sociais e econômicos, e que estão sendo arrolados desde a década de 1970 (Paula *et al.*, 2020).

Às pesquisas em Geomorfologia, conforme Hart (1986) e Leandro (2020) tem enfoque na morfologia (tamanho e forma), materiais superficiais (interações pedogenéticas, formações

¹ Graduando do Curso de Geografia da Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT, diego.hurtado@unemat.br;

² Graduanda pelo Curso de Geografia da Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT, edilaine.oliveira@unemat.br;

³ Graduando do Curso de Geografia da Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT, vinicius.silva1@unemat.br;

⁴ Graduando do Curso de Geografia da Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT, marcelo.henrique1@unemat.br ;

⁵ Graduada em Pedagogia pela Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT, gislaine.menacho@unemat.br ;

⁶ Doutor em Física Ambiental. UFMT, rinaldomarques@hotmail.com ;

⁷ Graduada pelo Curso de Pedagogia da Universidade do estado de Mato Grosso- UNEMAT, Especialista em Metodologias pela Faculdade do Pantanal - Fapan. valdirene.msilva83@gmail.com ;

⁸ Laboratório de Bioensaios e Modelagem Matemática no Departamento de Hidrobiologia, cunha_santino@ufscar.br ;

⁹ Professora Adjunta do Curso de Geografia da Universidade do Estado de Mato Grosso UNEMAT/Campus Jane Vanini. Professora e Orientadora do Programa de Pós-Graduação em Geografia pela Universidade do Estado de Mato Grosso-UNEMAT. Coordenadora do Laboratório de Pesquisa e Estudos em Geomorfologia Fluvial-LAPEGEOF. Líder do Grupo de Pesquisa Recursos Hídricos: Pantanal, Cerrado e Amazônia. leilaandrade@unemat.br ;

superficiais) e análise dos processos endógenos/tectônicos e externos (erosão, transporte e deposição).

Soluzzi e Petry (2008) e Leandro (2020) afirmam que são notórios os efeitos das práticas de uso do território sobre a produção de sedimentos. Assim, os sedimentos, como produtos da interação atmosfera-pedósfera, passam a ser indicadores da pressão do homem no ambiente.

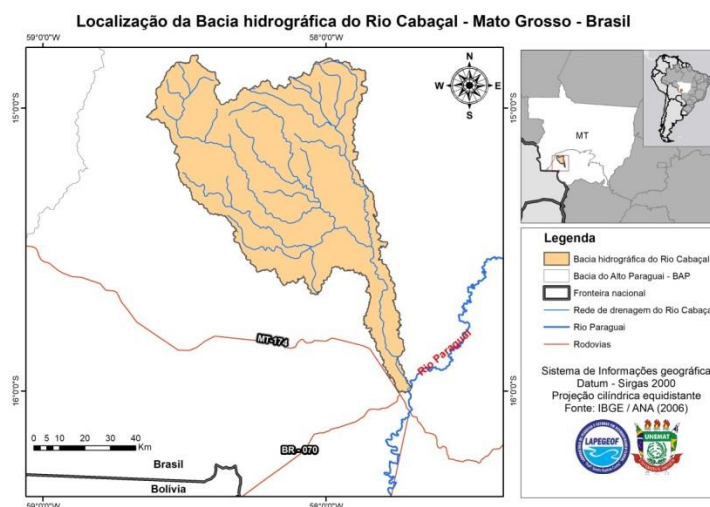
Assim, o trabalho teve como objetivo avaliar a hidrodinâmica no ambiente de confluência dos rios Cabaçal e Paraguai, no Pantanal Mato-grossense, no município de Cáceres.

METODOLOGIA (OU MATERIAIS E MÉTODOS)

Caracterização da área de estudo

A área de estudo compreende a confluência do rio Cabaçal pela margem direita com o Paraguai, no Pantanal Mato-grossense (Figura 1).

Figura 1: Bacia hidrográfica do rio Cabaçal Mato Grosso.



Fonte: Os Autores

Para compreensão dos processos hidrodinâmicos que ocorrem no ambiente de confluência do rio Cabaçal apresenta, foram interpretadas as características geoambientais, tais como a Geologia ocorrem as Formação Pantanal – Qp, constituídas por sedimentos, associados à dinâmica de ambientes flúvio-lacustres, ocasionalmente inundáveis, bem como por Aluviões atuais – Ha, constituídos por depósitos de sedimentos com granulometria variando de argila, areias, conforme ambiente de sedimentação (Camargo, 2011).

Camargo (2011) classificou o baixo curso do rio Cabaçal em Planície Aluvial (Terraços Fluviais, Planície de Inundação e Canal Fluvial). Apfl – Planície fluvial, área aplanada resultante de acumulação fluvial, periódica ou permanentemente alagada. Áreas de acumulação inundáveis com alagamento fraco (RADAM-Brasil, 1982), classificadas como Planícies e Pantanais Mato-grossenses.

O tipo de solo corresponde ao Gleissolo Háplico Tb Eutrófico. São caracterizados como solos de áreas úmidas de textura arenosa em relevo plano. São ambientes de drenagem que, por ocasião das cheias, sempre recebem material, formando solos em camadas, onde os fatores de formação não tiveram tempo suficiente para promover o desenvolvimento de horizontes, como a sequência do tipo A, B e C. A condição incipiente em sua formação tem grande influência sobre sua instabilidade aos processos erosivos (Brasil, 1982; Souza, 2004; Camargo, 2011; Leandro 2012).

Procedimentos metodológicos

E para o desenvolvimento desta pesquisa foram utilizados o trabalho de gabinete, campo e laboratório. Em gabinete realizou o levantamento bibliográfico sobre a temática de bacia hidrográfica, áreas de confluência, hidrossedimentologia nos livros e artigos.

Em campo, em dezembro do ano de 2023, foram selecionados alguns pontos, sendo que 3(A) rio Paraguai, montante do rio Cabaçal, 3(B) foz do rio Cabaçal e 3(C) rio Paraguai, jusante do rio Cabaçal, ambiente de confluência (Tabela 1).

Tabela 1. Seções Monitoradas no baixo curso do rio Cabaçal

Pontos de Coleta	Coordenadas Geográficas
Canal principal rio Cabaçal	15°59'76.5''S 57°42'4.30''O
3A rio Paraguai	15°59'77.5''S 57°42'03.8''O
3B rio Cabaçal	15°59'8.12''S 57°42'24.0''O
3C rio Paraguai (Jusante)	16°00.5'05''S 57°42.4'26''O
Barra de Confluência	15°59'55.98''S 57°42'20.44''O

Legenda: A - montante, B – jusante, C – afluente, ME- Margem Esquerda, CC- Centro do Canal e MD- Margem Direita. **Fonte:** Os Autores

Para os dados batimétricos foi utilizado o ecobatímetro GPSmaps 420s GARMIN para mensurar a profundidade. O molinete fluviométrico modelo CPD-10 verificou a velocidade. E pelo Google Earth com a ferramenta caminho, mediu a largura do canal no mês de dezembro.

Com auxílio do aparelho do tipo Van Veen (amostrador de mandíbulas) foram coletadas amostras de sedimentos de fundo em diferentes pontos no ambiente de confluência no sistema rio-planície de inundação do rio Cabaçal/Paraguai. Para tanto considera-se seções

transversais (margem esquerda, centro do canal e margem direita), de forma para quantificar as porções laterais do canal (Leandro, 2020).

As amostras de sedimentos do depósito foram coletadas no ambiente de confluência no sistema fluvial, sendo assim uma barra de confluência; por exemplo. Para tanto, foram utilizado um trado holandês para a extração do material nas profundidades: 0-20 cm, 20-40 cm, 40-60 cm, 60-80 cm e 80-100 cm (Leandro, 2020).

Método de evaporação (Carvalho, 2000) utilizado para mensurar a quantidade de sólidos em suspensão, onde a amostra de água coletada é levada para laboratório e seca em estufa a 105° C. A fração sólida resultante da pesagem e subtraída de peso do bécker, assim sendo obtida a quantidade de sedimento em suspensão em miligramas por litro.

Para a análise dos sedimentos em laboratório, foram consideradas as propriedades físicas e os percentuais granulométricos. A quantificação e classificação granulométrica foram obtidas por peneiramento. O material é submetido a processo mecânico em um agitador eletromagnético, com uma sequência de peneiras padronizadas, por 30 minutos. As parcelas retidas em cada peneira foram pesadas, permitindo a classificação das frações arenosas e silte/argila (Suguio, 1973). As amostras foram analisadas no Laboratório de Pesquisas e Estudos em Geomorfologia Fluvial da Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus de Cáceres.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Pantanal de Mato Grosso compreende como rio principal, o Paraguai, e os seus afluentes são essenciais para a manutenção anual de sua vazão e conseqüentemente a carga sedimentar, proveniente dessa contribuição tem um dos principais rios, o Cabaçal.

O baixo curso do rio Cabaçal, apresenta um reflexo de suas intensas ações devido a seu uso e ocupação em seu alto e médio curso, tais reflexos são conseqüências dos diversos processos de assoreamento em seus canais e na planície de inundação, cujas mudanças está relacionada à retirada da cobertura vegetal da bacia.

No ambiente de confluência, é possível identificar diversos processos morfodinâmicos que são resultantes da dinâmica fluvial da bacia do rio Cabaçal. Dessa forma, contribuindo para formação de novos ambientes e contribuindo com sua sedimentologia.

É expressivo a contribuição do rio Cabaçal em relação à vazão na seção 3A que registrou 577,48 m³/s⁻¹ e na 3C 1.102,42 m³/s⁻¹ a montante e jusante, respectivamente no ambiente de confluência do rio Cabaçal com o rio Paraguai. A seção 3B na foz do rio Cabaçal apresentou 481,88 m³/s⁻¹ em sua vazão, resultado que está associado a largura, profundidade e velocidade

da área (Tabela 2). Analisando os estudos de Paula *et al.* (2020) que monitorou a mesma área, registrou $223,84 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$ no período de estiagem $257 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$, a mais comparado a 2023 (Tabela 2).

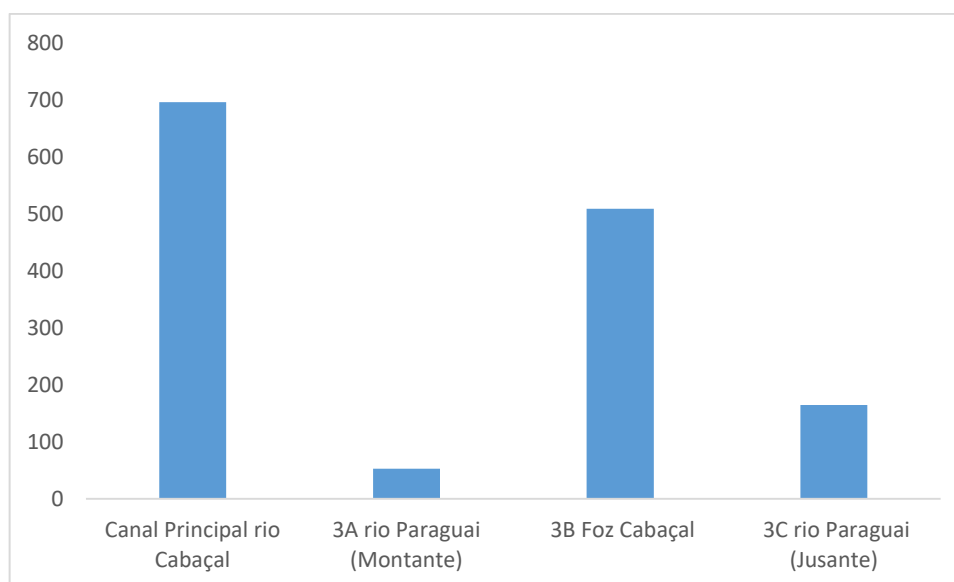
Tabela 2. Quantificação das variáveis hidrodinâmicas no curso rio Cabaçal/Paraguai MT

Seções	Largura (m)	Profundidade média (m)	Velocidade média (m/s)	Área (m ²)	Vazão (m ³ /s)
Canal Principal rio Cabaçal	23,43	3,23	2,01	75,67	152,09
3A rio Paraguai	138,97	6,17	0,67	857,44	577,48
3B Foz Cabaçal	44,9	4,77	2,25	214,17	481,88
3C rio Paraguai (Jusante)	172,2	6,6	0,97	1.136,52	1.102,42

Fonte: Os Autores.

Analisando os dados dos sedimentos em suspensão pode-se quantificar maior quantidade transportada no canal principal do rio Cabaçal $696,28 \text{ mg/L}$. Enquanto no rio Paraguai, a montante do rio Cabaçal registrou $53,14 \text{ mg/L}$ a jusante recebeu influência do afluente $111,52 \text{ mg/L}$ (Figura 2). Os resultados para o rio Cabaçal é preocupante, pois a uma concentração considerada de sedimentos suspensos que pode estar associados com o material de origem, bem como das atividades no entorno que são transportadas pelo escoamento superficial das vertentes, se comparada ao período de monitoramento.

Figura 2. Média dos Sedimentos em suspensão em mg/L



Fonte: Os Autores.

É possível registrar uma heterogeneidade em suas frações arenosas, e de uma forma mais expressiva de areia fina variando de 19% a 74%, duas seções. Duas seções apresentaram resultados acima de 6% de silte e argila 3C centro do canal e a margem esquerda da 3A no rio

Paraguai. Paula (2020) nos estudos no rio Cabaçal também quantificou maior quantidade de granulometria arenosa. Nesse sentido, o rio Cabaçal tem capacidade de transportar materiais grossos no seu canal (Tabela 3).

Tabela 3. Composição granulométrica dos sedimentos de fundo (porcentagem)

Seções	Grânulos	Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Areia Muito Fina	Silte + Argila
ME rio Cabaçal	0,06	4,59	8,74	53,15	33,27	0,1
CC rio Cabaçal	0,1	5,95	11,34	63,53	18,04	0,09
MD rio Cabaçal	0,48	17,03	29,02	47,37	2,48	0,04
3A ME Paraguai (Montante)	0	16,5	15,42	51,24	10,19	6,43
3A CC Paraguai (Montante)	1,72	10,74	16,46	59,26	8,87	0,05
3A MD Paraguai (Montante)	1,94	10,65	21,18	47,61	13,72	0,06
3B CC Foz Cabaçal	0	3,58	16,16	67,58	0,47	6,58
3B MD Foz Cabaçal	0	0	0,05	19,19	80,67	0,16
3C CC Paraguai (Jusante)	0	4,29	17,57	73,1	4,9	0,03
3C MD Paraguai (Jusante)	0,03	6,35	45,01	47,45	0,85	0,05
Barra Confluência rio Cabaçal 0-20cm	1,44	17,26	24,12	49,88	3,43	0,21
Barra Confluência rio Cabaçal 20-40cm	1,24	8,36	15,60	57,06	5,02	6,47

Legenda: ME- Margem Esquerda, CC- Centro do Canal e MD- Margem Direita. Montante e jusante do rio Cabaçal. **Fonte:** Os Autores.

E comparando os estudos ainda de Paula (2020) com os dados atuais, pode-se analisar que a carga sedimentar arenosa do rio Cabaçal está aumentando, influenciando na dinâmica fluvial do rio Paraguai que aumentou a porcentagem na areia média, a jusante registrou pela margem direita, 23,83% se comparada a montante (Tabela 3).

Considerando o regime de chuvas nos últimos anos e associando a formação geológica, a falta de vegetação, os tipos de uso no entorno, como a urbanização, a agricultura, pecuária e outras atividades desenvolvidas na bacia hidrográfica do rio Cabaçal estão colaborando para o resultado da pesquisa, especialmente a contribuição da carga sedimentar que transporta para o rio Paraguai, e depositando ao longo do Pantanal mato-grossense.

Na confluência do rio Cabaçal/Paraguai ocorre o processo de deposição sedimentar no centro do canal. Sua granulometria apresentou uma heterogeneidade em suas frações de sedimentos, sendo mais expressivas a areia fina com 49,88% na profundidade de 0-20 cm, o segundo mais pesado foi de 24,12% areia média e 17,26% areia grossa; ao coletar na profundidade de 20-40 cm resultou 57,06% em areia fina, e de forma expressiva com cerca de 6,47% em silte/argila (Tabela 3).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os trabalhos de campo realizados corroboram com as informações obtidas em gabinete, desta forma sendo possível, e apresentar a sociedade à realidade da bacia hidrográfica.

Foi possível caracterizar e quantificar as frações de sedimentos que estão sendo transportados no baixo curso do rio Cabaçal e também a quantidade expressas no rio Paraguai cujo somado a diversos fatores contribuem para formações de novas feições deposicionais. E diante do exposto, é possível observar também o surgimento e consolidação de uma barra de confluência, assim ao estabilizar será responsável por alterar o curso do rio Cabaçal, desviando e depositando uma quantidade ainda maior de sedimento na margem direita do rio Paraguai.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Universidade do Estado de Mato Grosso, ao Laboratório de Pesquisa e Estudos em Geomorfologia Fluvial UNEMAT/Campus de Cáceres. Aos órgãos de fomento FAESPE, FAPEMAT, CNPq e CAPES pela concessão de bolsas de estudos e financiamento de pesquisa.

REFERÊNCIAS

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

CAMARGO, L. (Ed.). **Atlas de Mato Grosso: abordagem socioeconômico-ecológica**. Entrelinhas, 2011.

CARNEIRO, M. H. **Sub-bacia hidrográfica do córrego Mineiro, Jauru-MT: uso e ocupação da terra, hidrodinâmica e educação ambiental**. 2023. 165 fls. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres, 2023.

CARVALHO, N. O. **Hidrossedimentologia prática**. 2. Ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1994.

CARVALHO, N. O. et al. **Guia de práticas sedimentométricas**. Brasília: ANEEL, 2000.

PAES, R. J.; STEVAUX, J. C.; ETCHEBEHERE, M. L.; LELI, I. T. Dinâmica e morfologia do canal de confluência dos rios Paraná e Paranapanema pelo método de mapeamento temporal. **GEOGRAFIA (Londrina)**, [S. l.], v. 17, n. 2, p. 37–47, 2009. DOI: 10.5433/2447-1747.2008v17n2p37. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/2352>. Acesso em: 13 ago. 2024.

PAULA, W. C.S.; CUNHA, S.B.; SOUZA, C.A. Variáveis Hidrodinâmicas e Sedimentológicas no Baixo Curso do Rio Cabaçal em Cáceres–MT. **REVISTA EQUADOR**, v. 9, n. 1, p. 57-78, 2020.

SILVEIRA, R. M. P.; OLIVEIRA, F. A.. Análise Morfológica Do Baixo Curso Do Rio Cubatão, em Joinville (SC), No Período Entre 1938 e 2015: Impacto de Barragem na Morfodinâmica Fluvial.

SOUZA FILHO, E. E. de. **Aspectos da geologia e estratigrafia dos depósitos sedimentares do Rio Paraná entre Porto Primavera (MS) e Guaira (PR)**. 1993. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 4d e.

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

RESUMO

O trabalho teve como objetivo avaliar a hidrodinâmica no ambiente de confluência dos rios Cabaçal e Paraguai, no Pantanal Mato-grossense, no município de Cáceres. Foi realizado campo no mês de dezembro na área de estudo para quantificação das variáveis hidrodinâmicas (largura, profundidade e velocidade), coleta de sedimentos (fundo e suspensão) e análise em laboratório.

O ambiente de confluência é caracterizado por um conjunto de fatores, o rio Cabaçal é um afluente da margem direita do rio Paraguai, importante rede hídrica de recarga do Pantanal. Foi possível identificar uma heterogeneidade nas frações arenosas e com destaque à Areia Fina que apresentaram quantidades acima de 19% a cada ponto do canal, e sua hidrodinâmica constatou a contribuição do rio Cabaçal na vazão a jusante do ambiente de confluência. Desta forma, o presente trabalho identificou tais processos hidrodinâmicos que ocorrem no baixo curso do rio Cabaçal/Paraguai e sua sedimentologia atual.

Palavras-chave: Ambiente de Confluência; Geomorfologia fluvial; Hidrossedimentologia; Hidrodinâmica; Bacia do Alto Pantanal.