

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM GEOGRAFIA**

**JOSÉ LOURENÇO ALVES DA SILVA**

**ALTERAÇÕES MORFOLÓGICAS ENTRE A BAÍA DA PALHA E  
O SADAO NO CORREDOR FLUVIAL DO RIO PARAGUAI, NA  
ÁREA DE EXPANSÃO URBANA EM CÁCERES – MATO  
GROSSO**

**Cáceres - MT  
2018**

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM GEOGRAFIA**

**JOSÉ LOURENÇO ALVES DA SILVA**

**ALTERAÇÕES MORFOLÓGICAS ENTRE A BAÍA DA PALHA E  
O SADAO NO CORREDOR FLUVIAL DO RIO PARAGUAI, NA  
ÁREA DE EXPANSÃO URBANA EM CÁCERES – MATO  
GROSSO**

Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Geografia para obtenção do título de Mestre.

Orientador (a): Prof. Dra. Célia Alves de Souza  
Coorientador: Prof. Dr. Alfredo Zenem Dominguez Gonzalez

**Cáceres - MT  
2018**

S586a SILVA, José Lourenço Alves da.  
Alterações Morfológicas Entre a Baía da Palha e o Sadao no Corredor Fluvial do Rio Paraguai, na Área de Expansão Urbana em Cáceres-Mato Grosso / José Lourenço Alves da Silva - Cáceres, 2018.

149 f.; 30 cm.(ilustrações) Il. color. (sim)

Trabalho de Conclusão de Curso  
(Dissertação/Mestrado) - Curso de Pós-graduação Stricto Sensu (Mestrado Acadêmico) Geografia, Faculdade de Ciências Humanas, Câmpus de Cáceres, Universidade do Estado de Mato Grosso, 2018.

Orientador: Célia Alves de Souza

Coorientador: Alfredo Zenem Dominguez Gonzalez

1. Expansão Urbana. 2. Morfologia de Canais. 3. Erosão Marginal. I. José Lourenço Alves da Silva. II. Alterações Morfológicas Entre a Baía da Palha e o Sadao no Corredor Fluvial do Rio Paraguai, na Área de Expansão Urbana em Cáceres-Mato Grosso: .

CDU 910.3(817.2)

## FOLHA DE APROVAÇÃO

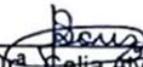
JOSÉ LOURENÇO ALVES DA SILVA

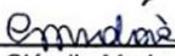
ALTERAÇÕES MORFOLÓGICAS ENTRE A BAÍA DA PALHA E O SADAO NO CORREDOR  
FLUVIAL DO RIO PARAGUAI, NA ÁREA DE EXPANSÃO URBANA EM CÁCERES – MATO  
GROSSO

Essa Dissertação foi julgada e aprovada como partes dos requisitos para obtenção do  
título de Mestre em Geografia.

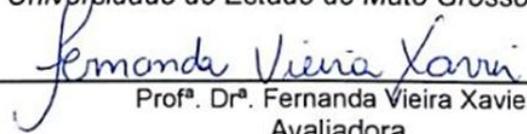
Cáceres, 19 de março de 2018.

### Banca examinadora

  
\_\_\_\_\_  
Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Celia Alves de Souza  
Orientadora  
*Universidade do Estado de Mato Grosso (Unemat)*

  
\_\_\_\_\_  
Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Cláudia Maria Sabóia de Aquino  
Avaliadora Externa  
*Universidade Federal do Piauí (UFPI)*

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Alfredo Zeném Dominguez Gonzalez  
Avaliador Interno  
*Universidade do Estado de Mato Grosso (Unemat)*

  
\_\_\_\_\_  
Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Fernanda Vieira Xavier  
Avaliadora  
*Universidade do Estado de Mato Grosso (Unemat)*

CÁCERES  
MATO GROSSO, BRASIL

2018

## DEDICATÓRIA

*Dedico à memória do meu pai, Nazario Lourenço da Silva.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pois, nos momentos de aflição me confortastes, a ele toda honra e toda glória, agora e para sempre amém, “E não vos conformeis a este mundo, mas transformai-vos pela renovação da vossa mente, para que experimente qual seja a boa, agradável, e perfeita vontade de Deus. Romanos 12:2”.

Ao maior homem que conheci e tive o prazer de conviver, meu pai Nazario e a mulher da minha vida, minha mãe Maria, foram fundamentais no apoio a minha caminhada, o amor que sinto por eles é imensurável. Aos meus irmãos e irmãs em especial as minhas irmãs Vera Lucia e Tatiane Alves, que sempre me incentivaram nos estudos. Aos meus amigos em especial o Sandro e Marco Aurélio pelos incentivos, os do Mestrado Maxsuel, Luciana, Evandro, Valéria nos auxílios aos estudos, aos amigos do Laboratório de Pesquisas em Geomorfologia Fluvial Sandra Baptista Cunha – LAPEGEOF que foram essenciais nos estudos, trabalhos de campo e nas análises laboratoriais, Willian, Vinícius, Carol, Vanilda, Sebastião, Cristiane, Josiane, Tales, Gustavo, Jean, a vocês meu muito obrigado de coração! Sem vocês o caminho seria mais difícil.

Um amigo que agradeço em especial que fiz durante essa caminhada é o Harrison Almeida Martins, foi fundamental pelo incentivo, companheirismo, amizade e sinceridade, muito obrigado pela sua amizade (estamos nessa caminhada desde o primeiro ano do mestrado), “Provérbios 18:24 - há um amigo mais chegado do que um irmão”. Parceiro foi um prazer conhece-lo! Desejo a você todo sucesso do mundo, como diz Rubem Alves sempre é momento de alçar novos voos.

À Universidade do Estado de Mato Grosso, em especial aos professores do Programa de Pós Graduação em Geografia - PPGECEO. A FAPEMAT pelo auxílio na concessão de bolsa e financiamento a presente pesquisa.

Ao meu Coorientador Alfredo Zenen que me deu suporte nos momentos que mais precisei. E finalmente de forma especial quero agradecer a essa pessoa, a minha orientadora que me incentivou nos momentos mais difíceis tanto na minha vida pessoal quanto na pesquisa e me mostrou o verdadeiro espírito de superação, perseverança e resiliência, meu muito obrigado Professora CÉLIA ALVES DE SOUZA, por acreditar em meu potencial nesses um ano e quatro meses como bolsista de mestrado, literalmente sua dedicação com seus orientandos é algo impagável! É um exemplo a ser seguido. De coração obrigado a todos!

*Os grandes feitos são conseguidos não pela força, mas pela perseverança.*

*(Samuel Johnson)*

## SUMÁRIO

Lista de siglas	10
Lista de Tabelas	11
Lista de Quadros	12
Lista de Figuras	13
Resumo	16
Abstract	17
<b>CAPÍTULO I</b>	18
1. Introdução	18
<b>CAPÍTULO II</b>	23
2. Fundamentação Teórica	23
2.1 Espaço Geográfico	23
2.2 Mudanças na Paisagem em Sistemas Fluviais	25
2.3 Morfologia de Canais e Dinâmica Fluvial	30
2.4 Urbanização e Impactos Socioambientais em Recursos Hídricos	34
2.5 Mata ciliar: Degradação e Conservação e os Perigos a Erosão de Margem	39
<b>CAPÍTULO III</b>	45
3. Material e Método	45
3.1 Área de Estudo: Histórico de ocupação e características geoambientais	45
3.2 Procedimentos Metodológicos	52
3.2.1 Atividade de Gabinete	53
3.2.2 Atividade de Campo	56
3.3 Atividade de Laboratório	58
3.3.1 Protocolos de Avaliação Rápida de Rios - PARs	62
3.3.2 Protocolo de avaliação de Perigo a erosão de margem em canais fluviais (erosão fluvial)	63
<b>CAPÍTULO IV</b>	71
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	71

4.1. Processo de ocupação/uso e mudanças espaciais no trecho entre a Baía da Palha e o Sadao (1950-2015)	71
4.1.1 Evolução da Mancha urbana	86
4.2 Morfologia e Hidrodinâmica	91
4.2.1 Aspectos Morfológicos da Planície de Inundação	91
4.2.2 Aplicação dos Protocolos de Avaliação Rápida de Rios (PARs) e Comportamento Hidrodinâmico e no corredor fluvial	96
4.2.3 Avaliação do Perigo de Erosão de Margem	123
4.2.4 Análise do Perigo de Erosão das Margens (PEM) em cada ponto crítico	127
CONSIDERAÇÕES FINAIS	133
REFERÊNCIAS	135
ANEXOS	149

## LISTA DE SIGLAS

AFEMAT - Associação dos Funcionários da Fazenda do Estado de Mato Grosso

APP - Área de Preservação Permanente

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EMPA - Empresa de Pesquisa Agropecuária

EMPAER - Empresa Mato-grossense de Pesquisa Assistência e Extensão Rural

ESMET - Estação Meteorológica

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IFMT - Instituto Federal de Mato Grosso

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia

INPE – Instituto de Pesquisas Espaciais

PARS - Protocolos de Avaliação Rápida de Rios

SEMA - Secretaria de Estado do Meio Ambiente

**LISTA DE TABELAS**

TABELA 1	Produção anual de Produtos Agrícolas no Posto Agropecuário em Cáceres-MT 1955/1959	73
TABELA 2	Produção de areia da Areeira Monte Verde período 2011 à 2015	75
TABELA 3	Porcentagens em Km <sup>2</sup> de urbanização e vegetação	89
TABELA 4	Descrição das feições positivas e negativas no trecho entre o furado da Baía da Palha e o Sadao	92
TABELA 5	Variáveis Hidrodinâmica Seção 01	100
TABELA 6	Variáveis Hidrodinâmica Seção 02	103
TABELA 7	Variáveis Hidrodinâmica Seção 03	105
TABELA 8	Variáveis Hidrodinâmica Seção 04	108
TABELA 9	Variáveis Hidrodinâmica Seção 05	111
TABELA 10	Variáveis Hidrodinâmica Seção 06	114
TABELA 12	Variáveis Hidrodinâmica Seção 07	116
TABELA 13	Variáveis Hidrodinâmica Seção 08	120
TABELA 14	Variáveis Hidrodinâmica Seção 09	122
TABELA 15	Tabela de avaliação do Fator de Susceptibilidade (FS) à Erosão das Margens	126

**LISTA DE QUADROS**

QUADRO 01	Localização das Seções Transversais	53
QUADRO 02	Localização de início e fim dos Trechos na área de estudo	65
QUADRO 03	Localização dos Pontos críticos na Área de Estudo	65
QUADRO 04	Perigo de Erosão associada à Litologia do Trecho	66
QUADRO 05	Perigo de Erosão segundo o Tipo de Margem	67
QUADRO 06	Perigo de Erosão segundo a Declividade da Margem	67
QUADRO 07	Perigo de Erosão segundo a Altura do Barranco	67
QUADRO 08	Agregados dos Solos das Margens (Barrancos)	68
QUADRO 09	Granulometria dos Sedimentos na Seção Inferior	68
QUADRO 10	Matéria Orgânica na Seção Inferior do Barranco	68
QUADRO 11	Perigo de Erosão segundo o Tipo de Fluxo	68
QUADRO 12	Perigo de Erosão associada à Velocidade da Água	69
QUADRO 13	Ocupação e uso nos Pontos críticos	69
QUADRO 14	Medidas Antrópicas de Proteção anti-erosiva	69
QUADRO 15	Perigo de Erosão das Margens (PEM) nos Pontos críticos estudados	125

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Conjunto de atividades em que se utilizam os recursos hídricos no Brasil	38
FIGURA 2	Representação de um perfil transversal de um curso d'água com destaque para mata ciliar	41
FIGURA 3	Localização geográfica do trecho entre a Baía da Palha e a Baía do Sadao	45
FIGURA 4	Média anual dos dados pluviométricos entre os anos de 2004 a 2013, da cidade de Cáceres – MT	48
FIGURA 5	Feições morfológicas positivas e negativas encontradas na área de estudo	50
FIGURA 6	Vegetações aquáticas A - Vitória Régia ( <i>Euryle amazônica</i> ), Agupapé ( <i>Eichornia Crassipes</i> ). B - Floresta aluvial	51
FIGURA 7	Fluxograma das etapas dos procedimentos Metodológicos	52
FIGURA 8	Aparelhos utilizados em campo A - Molinete fluviométrico B - Sonar Garmin	57
FIGURA 9	Equipamentos A - Agitador de Wagner, B - Processo de análise granulométrica (dispersão total).	59
FIGURA 10	A - Amostras B - Sedimentos destorroados sendo peneirados C - tamisação com conjunto de peneiras, D - Sedimentos em béckers	60
FIGURA 11	Equipamentos de calcinação de Matéria orgânica A- Dissecador B- Forno Mufla	62
FIGURA 12	Fluxograma das etapas da Metodologia de perigo a Erosão de Marginal	64
FIGURA 13	Instalações do Posto Agropecuário em julho de 1966, na área entre a Baía Palha e o Sadao	71
FIGURA 14	Planta do terreno destinado instalação do Posto Agropecuário de Cáceres 1950, bairro Jardim das Oliveiras	72
FIGURA 15	Depósito de areia na margem esquerda do trecho entre a Baía da Palha e o Sadao	76
FIGURA 16	Retirada de sedimentos (areia) do leito do rio, Bairro Jardim das Oliveiras	77
FIGURA 17	Ocupação da Margem esquerda por tabladros bairro Jardim das Oliveiras	78
FIGURA 18	Casas de Veraneio/residências A - B (alto padrão); residências C - D (baixo padrão), Bairro Jardim das Oliveiras	80
FIGURA 19	Retirada da cobertura vegetal e construção de muros de arrimo para conter erosões	83
FIGURA 20	Lançamento de efluentes vindos do Bairro Garcês	84
FIGURA 21	Área de “APP” sendo loteada para construções de condomínios	85
FIGURA 22	Evolução da expansão próximo da área de estudo nos períodos de 1986; 1994; 2003 e 2015	87

FIGURA 23	Representação da urbanização e vegetação entre a Baía da Palha e o Sadao	88
FIGURA 24	Bairros Jardim das Oliveiras, área de “APP”, Garcez e o Distrito industrial entre a Baía da Palha e o Sadao	90
FIGURA 25	Feições Morfológicas no trecho entre a Baía da Palha e o Sadao	91
FIGURA 26	Barra de sedimentos laterais no canal secundário (CS10) referente às atividades de campo do mês de Dezembro	95
FIGURA 27	Localização dos pontos de coletas das seções transversais	97
FIGURA 28	Níveis de degradação dos pontos amostrais, através dos parâmetros dos Protocolos de Avaliação Rápida	98
FIGURA 29	Seção monitorada 01 no canal principal e entrada da Baía da Palha	99
FIGURA 30	Perfil transversal no canal Principal do rio Paraguai	101
FIGURA 31	Média da granulometria de sedimentos de fundo da seção 01	102
FIGURA 32	Perfil transversal no canal da Baía da Palha	103
FIGURA 33	Porcentagens da granulometria de sedimentos de fundo	104
FIGURA 34	Perfil transversal no canal principal do rio Paraguai	106
FIGURA 35	Porcentagens da granulometria de sedimentos de fundo da seção 03	107
FIGURA 36	Perfil transversal no canal principal do rio Paraguai	108
FIGURA 37	Porcentagens da granulometria de sedimentos de fundo	109
FIGURA 38	Perfil transversal no canal da Baía da Palha	110
FIGURA 39	Porcentagens da granulometria de sedimentos de fundo	112
FIGURA 40	Perfil transversal no canal da Baía da Palha	113
FIGURA 41	Porcentagens da granulometria de sedimentos de fundo	114
FIGURA 42	Perfil transversal no canal da Baía da Palha	115
FIGURA 43	Porcentagens da granulometria de sedimentos de fundo	117
FIGURA 44	Desembocadura da Baía da Palha no canal principal	118
FIGURA 45	Porcentagens da granulometria de sedimentos de fundo	119
FIGURA 46	Perfil transversal na desembocadura da Baía da Palha no canal Principal	119
FIGURA 47	Ocupação da margem esquerda e produção de sedimentos na entrada da Baía da Palha A-B	121

FIGURA 48	Perfil transversal da Baía dos Passarinhos	122
FIGURA 49	Porcentagens da granulometria de sedimentos de fundo	123
FIGURA 50	Pontos críticos de erosão de margens entre as Baías da Palha e do Sadao	125
FIGURA 51	Desmoronamento do barranco e queda de árvores no Ponto Crítico 02	128
FIGURA 52	Ponto crítico 04: A - Desmoronamento de muros de arrimo; B - Erosão por solapamento basal	129
FIGURA 53	Erosão por solapamento basal ponto crítico 05	131
FIGURA 54	Ponto crítico 06, A - Muros de arrimo e nível d'água no período de seca; B - Nível d'água no período de cheia; C - Residência na área de perigo; D - Desmoronamento da parte inferior do barranco	132

## RESUMO

O rio Paraguai é um dos principais agentes modeladores do ambiente pantaneiro, suas mudanças hidromorfológicas estão vinculadas ao seu regime hídrico e à sua dinâmica fluvial. Sua planície caracteriza-se por diversas feições como: baias, lagoas e barras de sedimentos, que se alteram de acordo com a dinâmica hídrica, com a sazonalidade climática e com as atividades antrópicas. O presente estudo objetivou avaliar as alterações morfológicas entre a Baía da Palha e a Baía do Sadao no corredor fluvial rio Paraguai, com enfoque em alterações na hidrodinâmica associadas à expansão urbana de Cáceres – Mato Grosso. Para o desenvolvimento da pesquisa, algumas atividades foram necessárias. Na etapa gabinete, foram realizadas atividades referentes à construção do referencial teórico, elaboração da base cartográfica e perfis transversais, tabulação de dados e sistematização da dissertação. No trabalho de campo, foram realizadas as seguintes atividades: observação; aplicação de protocolos de avaliação rápida de rios; batimetria e velocidade do fluxo, coleta de amostras de água, sedimentos e solos. Foram realizadas diversas análises: granulométrica (dispersão total e método de peneiramento), método de evaporação (concentração de sedimentos), estabilidade de agregados e teor de matéria orgânica por calcinação. O uso e ocupação das terras concentram-se na margem esquerda, algumas atividades são realizadas: extração de areia, residências, casas de veraneio pousadas clubes de lazer e tablados, além da área destinada ao distrito industrial. Foram diagnosticadas a presença de feições: 19 barras de sedimentos, 04 cordões marginais, 09 diques marginais, e 04 ilhas fluviais, 11 canais secundários, 07 lagoas e 10 baias. Os Protocolos de Avaliação Rápida de Rios indicaram situações regulares para a margem esquerda das seções 1 e 5. Nas seções transversais no rio Paraguai, a velocidade do fluxo variou entre 0,30 a 0,71 m/s, a profundidade média da lamina de água entre 3,5 a 8,16 m, a vazão ficou entre 141,90 a 865,57 m<sup>3</sup>/s. e a descarga sólida variou 245,20 a 1.496, t/dia. Nas seções localizadas na baía da Palha a velocidade do fluxo variou entre 0,09 a 0,97 m/s, a profundidade média da lâmina de água entre 0,46 a 7,06 m, a vazão ficou entre 0,29 a 673,95 m<sup>3</sup>/s. e a descarga sólida variou de 53,74 a 2.329,17 t/dia. A avaliação do perigo a erosão da margem indicou que a categoria dos pontos críticos 1, 3, 4, 5 e 6, apresentaram se alto, e o 2 médio. A morfologia no trecho estudado foi alterada por fatores naturais e condicionantes a expansão urbana, é necessário medidas de controle do avanço do uso urbano em direção as margens, visto que, podem implicar em impactos irreversíveis ao ambiente fluvial.

**Palavras-chave:** Expansão Urbana; Morfologia de Canais; Erosão Marginal

## ABSTRACT

The Paraguay River is one of the main modifying agents of the Pantanal environment, its hydromorphological changes are linked to its water regime and its river dynamics. Its plain is characterized by several features such as bays, lagoons and sediment bars, which change according to water dynamics, climatic seasonality and anthropic activities. The present study aimed to evaluate the morphological alterations between the Bay of Palha and the Bay of Sadao in the river corridor Paraguay, with focus on changes in the hydrodynamics associated to the urban expansion of Cáceres - Mato Grosso. For the development of the research, some activities were necessary. In the cabinet stage, activities were carried out regarding the construction of the theoretical reference, elaboration of the cartographic base and transversal profiles, tabulation of data and systematization of the dissertation. In the field work, the following activities were carried out: observation; implementation of rapid river assessment protocols; bathymetry and flow velocity, collection of water samples, sediments and soils. Several analyzes were carried out: granulometric (total dispersion and sieving method), evaporation method (sediment concentration), aggregate stability and organic matter content by calcination. Land use and occupation are concentrated on the left bank, some activities are carried out: sand extraction, residences, summer houses, leisure and boarding clubs, and the area destined for the industrial district. The presence of features: 19 sediment bars, 04 marginal cords, 9 marginal dikes, and 4 river islands, 11 secondary channels, 07 lagoons and 10 bays were diagnosed. The Rapid River Assessment Protocols indicated regular situations for the left margin of sections 1 and 5. In the cross sections on the Paraguay River, the flow velocity ranged from 0.30 to 0.71 m / s, the average depth of the water between 3.5 and 8.16 m, the flow was between 141.90 and 865.57 m<sup>3</sup> / s. and the solid discharge varied from 245.20 to 1496, t / day. In the sections located in Palha bay flow velocity ranged from 0.09 to 0.97 m / s, the mean depth of the water slide was between 0.46 and 7.06 m, the flow rate was between 0.29 and 673, 95 m<sup>3</sup> / s. and the solid discharge ranged from 53.74 to 2.329.17 t / day. The margin erosion hazard assessment indicated that the critical points category 1, 3, 4, 5 and 6 were high and medium 2. The morphology in the studied section was altered by natural factors and conditioning the urban expansion, it is necessary to control the progress of urban use towards the margins, since they may imply irreversible impacts to the river environment.

**Keywords:** Urban Expansion; Channel Morphology; Marginal Erosion

## CAPÍTULO I

### 1. INTRODUÇÃO

O rio Paraguai é um dos mais importantes do Brasil, “o rio principal e seus afluentes percorrem grandes extensões em planícies e pantanais mato-grossenses, contribuindo para a manutenção das características locais do Pantanal” (SOUZA, 2004 p. 6). Esse rio, além de água, recebe e transporta sedimentos e nutrientes para feições como as baías, canais secundários, lagoas e outras.

As baías são feições encontradas ao longo do perfil longitudinal de um rio, sendo considerada ambientes propícios a sedimentação, devido à redução do volume de água no período de estiagem. Segundo Souza (2004), as baías são áreas deprimidas de formas semicirculares e/ou irregulares sujeitas a impactos, principalmente em áreas urbanas e são amplamente encontradas no rio Paraguai.

Na atualidade muitos estudos voltam-se para a análise de problemas ambientais associados à expansão urbana, que acabam por comprometer o curso natural dos rios. Ao longo dos anos, rios estão sendo impactados por uma urbanização desenfreada, sofrendo alterações em suas morfologias.

Para Coelho (2009), o impacto ambiental é o processo de mudanças sociais e ecológicas causado por perturbações consideradas tanto positivas quanto negativas no ambiente. Diz respeito ainda à evolução conjunta das condições sociais e ecológicas de cada ator social, estimulada pelos impulsos das relações entre forças externas e internas à unidade espacial e ecológica de cada território, histórica ou socialmente determinada.

Associados ao crescimento urbano, rios têm sofrido transformações, perdendo suas características naturais. Para Christofolletti (1977), as atividades humanas podem aumentar ou diminuir a quantidade de água escoada superficialmente, tendo consequências no regime fluvial e na intensidade das cheias. Para se controlar os problemas ligados à sedimentação, é preciso agir na rede dos canais de escoamento e no fluxo das águas sobre as vertentes.

Esse processo de urbanização provoca alterações na dinâmica fluvial (aumento ou diminuição da velocidade, evolução de processos erosivos e aumento no aporte de

sedimentos), na morfologia (diminuição da profundidade e aumento da largura) da calha e na planície de inundação (processo de sedimentação).

É de conhecimento que os recursos hídricos são de extrema importância à sobrevivência humana. Modificações no uso do solo através dos desmatamentos e do aumento das superfícies impermeáveis, bem como as constantes mudanças na morfologia dos canais e alterações espaço-temporais nas seções transversais (formato da calha e capacidade do canal) ao longo da extensão dos rios, modificam toda sua dinâmica fluvial (VIEIRA e CUNHA, 2008).

Nos últimos anos, estudiosos vêm discutindo acerca da dinâmica fluvial dos rios, por possuir grande relevância para os estudos de geomorfologia fluvial e hidráulica. Silva et al. (2012) descreveram que os dados obtidos (batimetria, granulometria dos sedimentos e vazão) auxiliam na compreensão dos elementos que envolvem a rede de drenagem, a fim de elucidar questões relacionadas aos problemas ambientais existentes como a erosão e sedimentação.

Assim sendo, todo rio possui em sua dinâmica um equilíbrio entre a sua descarga, velocidade média, carga sedimentar e a fisionomia de seu leito. Todos esses elementos envolvidos formam a geometria hidráulica de um rio. Uma vez alterados, promovem a desestabilização de todo sistema fluvial (LEOPOLD e MADDOCK, 1953).

Os processos de erosão, transporte e deposição elaboram as fisionomias dos rios de forma natural que, independente da ação antrópica, constroem seu próprio perfil de equilíbrio. Qualquer interferência em seu curso d'água, porém, pode alterar seu equilíbrio dinâmico (BOTELHO, 2011).

A erosão acelerada é o resultado mais perceptível na mudança da paisagem de áreas próximas aos rios destruindo as margens e aumentando a largura dos canais, sobretudo, em áreas as quais ocorre a mudança do canal fluvial pelo desbarrancamento para o interior do leito dos rios, promovendo perigos para essas populações que ocupam as áreas adjacentes aos rios (SILVA, 2012; CASADO et al, 2002).

Para Silva (2012) o processo de erosão fluvial ocorre de forma natural, independentemente da presença do homem, tais processos erosivos na margem dos rios só passam a ser um problema para a sociedade quando o homem ocupa, de modo inadequado estas áreas, acelerando ou barrando a ação erosiva.

Pesquisas sobre mudanças morfológicas nos sistemas fluviais foram realizadas em nível regional, nacional e internacional, dentre as quais se destacaram: Christofolletti, (2002); Souza (2004); Cunha, (2008); Vieira, (2009); Almeida, (2010); Bühler (2011); Poletto, (2011); Silva et. al (2011); Silva (2012); Barros, (2012); Cruz, (2013); Santos, (2013); Bindade (2014); Leandro (2015); Silva et al. (2015); Paula (2017); Leopold e Maddock, (1953); Wolman, (1959); Allen (1964); Wolman (1967); Hill (1973); Undro (1979); Hooke (1980) Ortega e Marin, (2004); Basile, (2005). Esses estudos demonstraram a influência das atividades antrópicas nas mudanças nos canais fluviais como a diminuição do débito fluvial, alterações na qualidade da água, modificações em sua geometria; diminuição e aumento do fluxo de água; erosão de margens e aumento no aporte de sedimentos.

Souza (2004) identificou diferentes alterações morfológicas no rio Paraguai desde a cidade de Cáceres até a Reserva Ecológica da Ilha Taiamã; Bühler (2011) monitorou a qualidade da água e aspectos sedimentológicos da baía do late até a região da Baía do Sadao; Silva (2012) evidenciou evolução nas feições morfológicas na planície de inundação e o processo de sedimentação do trecho entre o Furado do Touro até a Passagem Velha; Bindade (2014) identificou a evolução da navegação no rio Paraguai que contribuiu para as mudanças morfológicas através do aumento na erosão e produção de sedimentos promovidos pelo fluxo de motores das embarcações no corredor fluvial do rio Paraguai; Leandro (2015) avaliou os processos hidrossedimentológicos no rio Paraguai entre a volta do Angical e a cidade de Cáceres – MT. Silva et al. (2015) também se destacaram ao monitorar os aspectos hidrossedimentológicos na baía da Ximbuva no rio Paraguai.

Paula, Silva e Tavares (2017) avaliou a magnitude de erosão e as características das margens e chegou a conclusão que, o avanço do uso urbano em direção ao rio Paraguai promoveu a exposição do solo tornando as margens instáveis, e a forma de controle dos processos de erosão são os muros de arrimo que, ao desmoronar deixa o barranco exposto. Silva et. al (2011) monitorou a erosão marginal através de imagens de satélite e no rio Paraguai e salienta que o monitoramento da erosão é extremamente importante quando se tem áreas urbanas localizadas próximas a rios.

No alto Rio Paraná, Rocha (2009), avaliou os processos geomórficos e o estado de equilíbrio fluvial; Santos et al. (1992) analisaram aspectos evolutivos de feições como

barras de sedimentos no rio Paraná (barras laterais e centrais), enquanto que França (2005) estudou a evolução do sistema fluvial do rio Amazonas e Corrêa e Filho (2009) avaliou os processos de erosão marginal no Arquipélago Floresta Japonesa alto Rio Paraná. No rio Araguaia, importantes estudos avaliaram as alterações morfológicas na planície aluvial, foram os de Bayer (2008), Moraes et al. (2008) e Carvalho (2009).

As bacias hidrográficas são unidades ambientais importantes para os estudos geográficos, especialmente a partir da ótica da paisagem. No que diz respeito a áreas de drenagem, Torres et al. (2012) conceituam como um sistema definido de uma bacia de drenagem. Para os autores, a disposição espacial dos rios é controlada em grande parte pela estrutura geológica, configurando distintos padrões de drenagem.

Portanto, o presente estudo teve como objetivo verificar as alterações morfológicas entre a Baía da Palha e a Baía do Sadao no corredor fluvial rio Paraguai com enfoque em alterações na hidrodinâmica e a capacidade de transporte de sedimentos durante o período de seca e cheia associado à expansão urbana de Cáceres – Mato Grosso. Tendo como objetivos específicos: verificar o processo da expansão urbana em escala espaço-temporal; analisar a hidrodinâmica e as alterações morfológicas entre a Baía da Palha e a Baía do Sadao; identificar áreas de perigo a erosão marginal.

Dessa forma, a pesquisa está estruturada em quatro capítulos. O capítulo I corresponde à introdução, que aborda a temática e problematização da pesquisa, justificativa, objetivo geral e os objetivos específicos que a norteiam.

O capítulo II diz respeito ao referencial teórico acerca da problemática proposta, enfocando o espaço geográfico e paisagem como categoria de análise. Norteia-se a construção do arcabouço teórico a partir dos seguintes subitens: mudanças na paisagem em sistemas fluviais; morfologia de canais e dinâmica fluvial; crescimento das cidades (alterações na morfologia de canais decorrentes do avanço da urbanização); urbanização e rios (ocupação das margens e os impactos socioambientais); mata ciliar (degradação e conservação); abordagem socioambiental e os (perigos a erosão de Margem).

O capítulo III é referente ao material e ao método utilizados. No primeiro momento, apresenta-se a área de estudo e, em seguida, mostram-se os procedimentos metodológicos, distribuídos em atividade de gabinete, campo e laboratório.

O capítulo IV refere-se à discussão dos resultados com enfoque: processo de ocupação/uso e mudanças espaciais no trecho entre a Baía da Palha e a Baía do Sadao

(1950-2015); morfologia e hidrodinâmica; análise do perigo de erosão das margens (PEM) em cada ponto crítico.

## CAPÍTULO II

### 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 2.1 Espaço Geográfico

Desde o primeiro período pré-científico até sua origem no final do século XVIII e início do século XIX, a Geografia passou por diversas transformações, oriundas das contribuições de diferentes ramos. Ao longo de sua consolidação, tornou-se uma ciência social preocupada com a organização do homem com o meio, ramificada por disciplinas de cunho científico (COSTA; ROCHA, 2010).

A Geografia enquanto ciência tem contribuído muito aos estudos das diferentes sociedades, objetivada via cinco conceitos-chave: paisagem, território, espaço, região e lugar. Esse ramo do saber almeja dimensionar a relações da sociedade na superfície terrestre ao longo do tempo histórico (CORRÊA, 2000).

O arranjo do espaço geográfico é composto pela estrutura de uma sociedade. A paisagem geométrica é o plano real dessa estrutura, cujo arranjo espelha uma ordem interna, formando uma organização, despindo-se de neutralidade em um constante movimento organizacional (MOREIRA, 2009).

Dessa forma, para Soja (1993), a organização e o sentido do espaço são produtos da transformação da realidade e da experiência vivida por cada ator social. As ações transformam o espaço, tanto o social como o natural. Mas, afinal, o que é espaço geográfico? Ao longo dos anos, surgiram diversas contribuições epistemológicas que o definem como a categoria central da Geografia, podendo ser concreto ou abstrato e ao mesmo tempo, contraditório.

O conceito de espaço é histórico. Para a Geografia, é definido como categoria filosófica, possuindo um caráter de compreensão da realidade e devendo ser interpretado além da dinâmica do espaço físico. O desafio que se estabelece na atualidade é compreender as relações entre o homem e o meio natural (GIOMETTI; PITTON; ORTIGOZA, 2012).

Nessa perspectiva, Suertegaray (2001) afirma que a Geografia, atuando como um ramo do conhecimento científico tem por obrigação determinar e definir as suas categorias principais a partir do espaço como categoria central, analítica e filosófica.

Partindo desse pressuposto, para entender o espaço é necessário buscar um arcabouço conceitual em todas as categorias operacionais: paisagem, território, região e lugar, ambiente e redes.

Dessa forma e por meio desses elementos, são feitas diferentes leituras do espaço geográfico. Considerando que o espaço é “uno e múltiplo” e dinamizado pelo girar do círculo, cada uma dessas categorias auxiliares está inserida em todas as categorias, ou seja, em paisagens contêm territórios, que contêm regiões, que contêm lugares, que contêm ambientes, podendo ser analisados por diferentes prismas (SUERTEGARAY 2001; MELO 2008).

Nesse sentido, Massey (2008) deixa suas contribuições, ressaltando que o espaço é entendido como um produto de inter-relações no qual a imensidão global interage com o intimamente pequeno, baseado na existência da multiplicidade, pluralidade, simultaneidade, construtividade, reproduzindo-se constantemente, em nenhum momento fechado, sempre inacabado.

O espaço e a paisagem sempre estão em constantes mudanças provocadas pelas transformações das sociedades. Dessa maneira, o espaço é articulado pelas relações humanas, por intermédio das diversas formas de apropriação das áreas do globo terrestre, as povoações passaram a dominar as relações de trabalho e consumo de acordo com suas necessidades sociais. Moraes e Costa (1984 p. 77) ressaltam que é necessário encarar as articulações sociais no espaço a partir das relações manifestadas pela mais valia, pois o mesmo espaço que une separa, pela necessidade de consumo da sociedade que é a própria articuladora do espaço.

A transformação do espaço geográfico vem sendo desenhada através de uma relação historicista e evolutiva do homem com o meio natural. Santos (2008) salienta que, desde as primeiras povoações, havia uma regulação das relações sociais e econômicas por intermédio de ilhas e tribos. Na contemporaneidade, o espaço redefiniu-se dialeticamente pela relação de intercâmbio através da globalização, tornando-se homogêneo, em detrimento das próprias necessidades humanas.

O autor ainda reforça que a organização do espaço geográfico, na atualidade, distingue-se da história passada, porém estabelece funções de continuidade, organizando a superfície terrestre, ou seja, o espaço geográfico é compartimentado e estratificado socialmente.

Assim, o espaço é onde a sociedade encontrará diferenciadas situações de produção em nível político, social, econômico e ambiental, com superações ou decadências, que são transformações em decorrência das atitudes de uma sociedade que, em geral, apresenta grandes probabilidades de uma nova visão. Diante disso, “é preciso considerar o espaço como uma totalidade socioeconômica concreta, formada, historicamente, mediante condições políticas específicas, advindas de ações externas e internas” (SANTOS, 1979, p 48).

Dessa forma, as relações “sociedade e espaço” consolidam-se por meio de relações econômicas, a partir das grandes navegações, época em que o mundo era regulado pelo capital, guiado por vários motores. Atualmente, com o ápice da “globalização”, o que se estabelece é o mesmo sistema, ou seja, mudam-se as formas e permanecem as mesmas funções (uso e troca); porém, atualmente, é denominado de motor único, hierarquizando e fragmentando as paisagens das cidades, através de um único sistema capitalista de produção, que se reproduz nos lugares em diferentes escalas, do global para o local (SANTOS, 2008; CRUZ, 2013).

Finalmente, o espaço é envolvido por elementos que o compõem, sejam esses elementos sociais sejam naturais. Santos (1994) salienta que o espaço geográfico é formado pela interação da ação e dos objetos, definindo-se, assim, como um conjunto indissociável de sistemas de objetos e sistemas de ações, sempre se reestruturando e redefinindo em um determinado espaço-tempo, configurando os territórios e estabelecendo relações sociais e de produção.

## **2.2 Mudanças na Paisagem em Sistemas Fluviais**

A Paisagem sempre se estabeleceu como um dos princípios básicos da Geografia, desde antes de sua origem como ciência. Para Mendonça (2007), paisagem sempre se constituiu como um dos mais antigos conceitos de estudo do meio natural ligado diretamente à geografia, física.

A percepção de paisagem foi introduzida pela geografia alemã a partir das viagens científicas no século XIX, tendo o conceito originado das observações pelos grandes naturalistas da época a partir dos elementos naturais e humanos (SHIER, 2003; MENDONÇA, 2007).

Dessa forma, considera-se que a Geografia tem ligação direta com as escolas geográficas tradicionais da Alemanha, França e Rússia. A partir dos anos 1960, surgiram novas correntes de pensamento, empolgadas por concepções de outros ramos das ciências como a cibernética, ideias que influenciaram as pesquisas geográficas através da teoria geral dos sistemas, criada por Ludwig Von Bertalanfy (MENDONÇA, 2007).

Mendonça (2007) destaca que G. Bertrand adotou o conceito metodológico e redefiniu paisagem como uma proporção do espaço geográfico representada por uma combinação dinâmica, porém instável, envolvida de elementos geográficos desiguais físicos, biológicos, e antrópicos. Para o autor, a interação desses elementos faz da paisagem um conjunto geográfico evolutivo e indissociável tanto pelas interações dos elementos que a compõem, como pela dinâmica própria de cada um desses elementos relacionando-se separadamente.

A análise sistêmica, uma vez inserida em todos os campos científicos, implicou de forma integral nas questões ambientais, influenciando diretamente as ciências humanas e da Terra. Dessa forma, a Geografia alavanca suas discussões relacionando suas variáveis com a análise integrada da paisagem, aderindo de uma vez por todas a análise sistêmica em seus estudos.

O conceito da teoria geral dos sistemas defendido por Bertalanfy influenciou de forma geral todos os campos científicos, principalmente a geomorfologia, que se beneficiou dos estudos sistêmicos. O conceito, portanto, aparece para propor uma maior compreensão e absorção das relações físicas e biológicas de diversos grupos nos diferentes ambientes que compõem a paisagem (BARROS, 2012; STEVAUX; LATRUBESSE 2017).

A ideia da teoria geral dos sistemas na Geografia é de que os fenômenos devem ser organizados como sistemas abertos (troca de matéria e energia), funcionando através de um equilíbrio dinâmico, buscando acabar com a individualização e a particularização dos estudos científicos principalmente na geografia física (TRICART, 1977; BARROS, 2012).

O surgimento das pesquisas sistêmicas, empregadas nos estudos da paisagem, objetivou interpretar a complexidade que explica a organização e as interações que se processam entre os atributos formadores e que lhes confere, e tem por conexão, o caráter

dinâmico e não linear, ou seja, os atributos que compõem a paisagem são tratados de forma conectadas (MARQUES NETO, 2008; MENDONÇA 1997).

Os sistemas permitem uma inter-relação dos estudos ambientais a partir da integração dos elementos biológicos. Para Tricart (1977 p. 19), “sistemas é o melhor instrumento lógico que dispomos para estudar os problemas no meio ambiente”, sendo definido pelo conjunto de fenômenos dinâmicos que se processam através de fluxos de matéria e energia.

Para Stevaux e Latrubesse (2017), sistemas podem ser definidos como um conjunto de partes conectadas que se inter-relacionam através da troca de energia, entrada (*input*) e saída (*output*), abrangendo fenômenos físicos ou concretos. O sistema fluvial é um exemplo de sistemas.

Cabe aqui destacar que as bacias hidrográficas são consideradas exemplos de sistemas fluviais, importantes unidades de planejamento e gestão consideradas como territórios sistêmicos (CUNHA, 2008). O crescimento das cidades promove inúmeras alterações nas características ambientais das unidades geoambientais (geologia, geomorfologia, solo, vegetação, clima) que compõem as bacias hidrográficas.

Os sistemas fluviais atuam como principais modeladores da superfície por onde escoam, erodindo, carreando sedimentos, transformando as paisagens e conseqüentemente construindo planícies aluviais (KUERTEN, 2006).

Diante do exposto, não cabe apresentar aqui uma definição de paisagem a partir de um olhar simplista, fixo ou não. É preciso ter cautela, pois o termo é muito mais abrangente. Para Almeida (2012), o conceito envolve uma inter-relação entendida através da análise dos componentes do meio natural e da formação homogênea dos territórios, uma análise a partir de mudanças no modelado do relevo em um ambiente fluvial.

Portanto, a Geografia é a disciplina envolvida nos estudos da organização espacial, abrange duas linhas de pesquisa: “Geografia humana e Geografia física”. Cabe à geografia física fazer análise integrada dos sistemas ambientais físicos e sua complexibilidade, que se torna bem mais compreensível quando estudada na perspectiva da paisagem (TROPPIAIR, 2004, CHRISTOFOLETTI, 1999).

Cunha (2008) reforça que bacias hidrográficas são importantes unidades de planejamento e gestão em particular as que atravessam áreas urbanas, consideradas

ambientes sistêmicos. No contexto geoambiental espelham uma integração entre outros elementos naturais existentes na paisagem, como seus respectivos estados de equilíbrio.

Dessa maneira, rios são correntes fluviais, definidos como modeladores da paisagem através do seu ciclo hidrológico, são importantes agentes, tanto na formação do modelado do relevo como na própria subsistência do homem. Para Guerra e Cunha (2009), bacia de drenagem tem papel fundamental na evolução do relevo, pois os cursos de água possuem um papel importante na formação da paisagem, através de seu curso permanente ou sazonal contínuo em direção a um exutório.

Logo após o surgimento das primeiras civilizações, rios viabilizaram o estabelecimento das cidades. Esses locais começaram a sofrer com as dramáticas consequências dos impactos hidrológicos e ambientais, concomitantemente perderam seu papel como elemento da paisagem (BAPTISTA; CARDOSO, 2013).

Para Cunha (2012), os rios sempre constituíram fonte de vida, alimento e lazer, promovendo subsistência onde as civilizações sempre buscaram estabelecer relações de cultivo, fonte de energia e recreação. A necessidade de bens, controle territorial, e uso dos recursos hídricos para sobrevivência levaram os primeiros povos a organizarem-se às margens dos rios Tigre e Eufrates (Mesopotâmia) e Nilo (Egito).

Entretanto, naturalmente, os rios modificam sua fisionomia através do trabalho das águas. Os processos fluviais interagem de maneira sistêmica e contínua com os demais componentes ambientais como estrutura litológica, relevo, tipos de solos e sua formação vegetal. As atividades antrópicas alteraram a dinâmica fluvial dos rios contribuindo para diversas mudanças nas paisagens fluviais.

Todavia, desde os tempos remotos, os diferentes aglomerados populacionais núcleos e/ou cidades em margens de rios sempre foram os grandes responsáveis por mudanças na sua paisagem. Dessa maneira, cursos d'água sempre foram fatores importantes para a organização das sociedades e consolidação das cidades, ou seja, as suas margens sempre foram localização preferida para habitação humana em diferentes períodos da história (SUGUIO; BIGARELLA, 1990; CRUZ, 2013).

Para Guerra e Marçal (2006), alterações nas paisagens sempre ocorreram; porém, atualmente, os impactos estão cada vez mais intensos e as modificações no meio físico aumentam constantemente por intermédio das ações humanas influenciadas pelo sistema capitalista de produção, que não é o único, mas o que prevalece.

O aparecimento cada vez mais intenso de novas áreas de exploração próximas aos rios é um dos fatores responsáveis por mudanças nas diversas formas das paisagens dos sistemas fluviais.

As paisagens da bacia hidrográfica do alto Paraguai estão cada vez mais sendo alteradas. Diversos diagnósticos ambientais indicam transformações por ação antrópica onde as mudanças no relevo estão ocorrendo pelo uso inadequado do solo, retirada da vegetação para implemento da atividade agropecuária, urbano e garimpeira, promovendo impactos ambientais indesejáveis como processos erosivos e de assoreamentos (RIBEIRO; VICENS; TOCANTINS, 2017).

Cristofolletti (1973) deixa sua contribuição, afirmando que paisagem morfológica é o resultado da influência exercida por processos morfogênicos, sendo apenas etapas que são inseridas em longa sequência de fases, passadas e futuras. Sendo assim, os processos morfogênicos resultam na formação do relevo e participam do processo de composição da paisagem que ocorre em diferentes escalas espaço-temporais, remodelando-se continuamente. Marques (2008) salienta que as mudanças no relevo permanecem, alterando as paisagens a curto e longo prazo. Sendo assim, através da geomorfologia que esses processos de modelação e remodelação atuam, por erosões, deposições, condições climáticas e/ou ação humana.

Marques (2008) ainda exalta que, assim como recursos hídricos, o relevo sempre estabeleceu relações de sobrevivência ao homem, é nele que as sociedades estabelecem suas relações, através de condições de moradia, caminho de locomoção, cultivo e definição de domínios territoriais. O relevo é o piso onde se fixam as populações humanas e onde desenvolvem suas atividades, portanto é comum restarem marcas antrópicas na paisagem, principalmente nas margens dos rios.

Dessa maneira, a noção de paisagem, para Christofolletti (1999), na concepção da geografia física, parte da ideia da estruturação das formas físicas do relevo com ênfase nas paisagens naturais: “são pinturas elaboradas a partir da natureza, ou seja, é simplesmente uma aparência uma representação do espaço em um golpe de vista”.

O estudo de paisagem sempre esteve atrelado a fins de ações e estratégias políticas e territoriais. Os aspectos do quadro físico, portanto, podem ser visualizados através do relevo, destacando-se as formas topográficas relacionadas com atividades

socioeconômicas, com destaque não só para as paisagens rurais, mas também urbanas (ANTROP, 2004).

Antrop (2000) salienta que a paisagem é sintetizada pela dinâmica entre o ambiente natural e as relações culturais da sociedade de uma determinada região através das expressões das atitudes humanas organizadas em cada lugar, refletindo em uma história única de sua própria identidade.

Na concepção de Ab' Sáber (2003), “paisagem” sempre esteve elencada como um patrimônio da humanidade. De forma que, vem sendo transformada por processos de remodelação dentro das escalas dos tempos históricos; para tanto, diante dessa historicidade espaço-temporal, leva uma longa formação fisiográficas e ecológica.

O autor ainda reforça, ressaltando que paisagens são traços e heranças deixadas através de processos de atuações antiga e recente, tanto nos processos fisiogeográficos quanto biológicos.

Bertrand (2004) deixou claro que paisagem não é a simples soma dos elementos dispersos e distribuídos geograficamente no espaço. É necessário considerar o todo, não só o natural. Na visão do autor, paisagem é também o resultado integral da ação antrópica em diversos outros espaços, chamando atenção não somente para as paisagens urbanas, como também para as naturais. Enfim, as paisagens ditas “físicas” são, com efeito, quase sempre amplamente remodeladas pela exploração antrópica (BERTRAND, 2004).

Portanto, a presente pesquisa empregará a abordagem sistêmica da paisagem, considerando as relações que compõem as mudanças no sistema fluvial. Nesse sentido, como a presente área de estudo é um recorte espacial, será considerada uma análise ambiental com destaque para os componentes que integram o sistema fluvial do rio Paraguai (geomorfologia, clima, hidrologia, vegetação, solo) e os impactos ambientais decorrentes da ação antrópica.

### **2.3 Morfologia de Canais e Dinâmica Fluvial**

Os estudos relacionados à morfologia de canais são indispensáveis para planejamento de bacias hidrográficas, principalmente em áreas urbanas; o alargamento dos canais é resultante da erosão e deposição. Na medida em que esse processo intensifica-se, ocorrem as formas deposicionais de fundo, bancos de confluência, soleira,

e depressões, podendo ser inevitável o surgimento de inúmeros problemas principalmente em áreas urbanas e/ou ribeirinhas (CUNHA, 2008).

Mudanças na morfologia dos canais ocorrem de forma natural ou a partir de impactos relacionados a ações humanas. Ainda segundo Cunha (2008), compreende um papel fundamental para a morfologia fluvial, trabalhar com a natureza e não contra ela, contribuindo para gestão das bacias hidrográficas e para qualidade de vida das pessoas.

No que diz respeito à dinâmica fluvial de rios, o processo de sedimentação ocorre por erosão e transporte de sedimentos. Nos rios de padrão meandrante, a erosão ocorre nas margens côncavas; em seguida, os sedimentos são depositados na margem convexa (SUGUIO; BIGARELA 1990); logo, a morfologia dos canais é alterada pela ação hidráulica das águas correntes. Para Christofletti (1980), após os sedimentos serem retirados pela erosão, são depositados exatamente no mesmo lado da mesma margem a jusante, formando diferentes feições ao longo da planície de inundação.

Os processos de erosão e sedimentação ocorrem de forma natural, em sua maioria, em todos os tipos de canais fluviais. A água é o principal agente modelador do canal, responsável pelo surgimento de novas geformas nos respectivos ambientes de atuação, como os sistemas fluviais. Silva (2012) refere que, em rios meandrantés, a gênese da carga de sedimentos está relacionada com a própria dinâmica do sistema fluvial.

Sugio e Bigarela (1990) reforçam que esse processo de sedimentação fluvial não pode ser analisado de forma isolada, porque ocorre principalmente através dos processos da corrosão, corrasão e cavitação. Os autores salientam que os estudos relacionados à dinâmica fluvial possuem grande importância para a geomorfologia fluvial e hidráulica.

No que diz respeito ao planejamento econômico, há uma grande perda de áreas de cultivo, rodovias, pois, se consolidam às margens de rios e são erodidos ao longo do tempo pelo processo de erosão. Nesse sentido, tais processos ocorrem de forma natural e por ação antrópica, o desmoronamento das margens é ocasionado pelo solapamento da parte inferior dos barrancos, tais fatores são resultantes da corrosão da ação hidráulica da água; o fator antrópico está relacionado ao uso intenso da calha fluvial através de navegações (SILVA et. al, 2011; SUGUIO; BIGARELLA, 1990).

Contudo, o tamanho dos sedimentos transportados influenciam a composição das estruturas das deposições aluviais e a carga de fundo, areia, silte e argila, que são

depositadas por meio de processos fluviais, formando diversas geoformas. Para Christofolletti (1980), também é comum existir a presença de elementos intemperizados das rochas, seixos, pedregulhos, cascalhos ou ainda dissolvida por solução química.

No que diz respeito ao transporte de sedimentos, o trabalho dos rios e sua dinâmica fluvial, Christofolletti (1980) afirma que é preciso não só considerar o transporte, erosão e deposição, mas também distingui-los do material detrítico, pois os sedimentos são transportados por três fatores: solução, suspensão e saltação.

Os elementos intemperizados, transportados em solução química, constituem a carga dissolvida. As partículas de granulometria reduzida (silte e argila) constituem a carga de sedimentos em suspensão e são carregadas pelo fluxo turbulento. As partículas de granulometria maior, como as areias e cascalhos, são roladas, deslizadas e/ou saltam ao longo do leito dos rios. A deposição da carga detrítica carregada pelos rios ocorre quando há uma diminuição da competência ou da capacidade fluvial (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Conforme Suguio e Bigarela (1990), as composições das estruturas dos depósitos aluviais são de grande relevância para os estudos de geomorfologia fluvial de rios. Para tanto, dependem das águas correntes. Após serem arrancados das margens, os sedimentos são transportados por tração, saltação e solução. A primeira etapa está relacionada ao material mais denso e sensível, que sofre variações das correntes, afetando a velocidade em uma maior proporção que no processo em suspensão.

Os processos que envolvem a dinâmica fluvial são fundamentais para formação das características das feições morfológicas em rios, porém é claro que sempre se deve considerar a estrutura geológica da bacia, ou seja, os materiais de origem (SUGUIO e BIGARELLA, 1990).

Guerra e Cunha (2009) associam a erosão, transporte e deposição com processos dinâmicos e hidráulicos, que ocorrem primordialmente influenciados por diferentes fatores em cada trecho, a exemplo da retirada da vegetação das margens, dragagens, exploração de areia, obras de engenharia, e a retificação de canais. Os autores ainda reforçaram que todas essas interferências refletem efeitos na dinâmica dos canais.

Os autores supracitados reafirmam, partindo da ideia de que as mudanças na morfologia dos canais ainda são desconhecidas e provocadas por modificações no leito dos rios e/ou canais (margens e fundo), que as seções transversais de um rio ou canal,

uma vez alteradas, provocam mudanças na capacidade de transporte de sedimentos consequentemente a ocorrência de assoreamento a jusante.

Em particular, rios de planícies têm seu equilíbrio natural desestabilizado quando recebem os efeitos das atividades antrópicas. Rocha (2011) ressalta que, quando a planície de inundação é afetada, modifica-se toda a dinâmica dos processos erosivos e deposicionais. A consequência dessa atividade é o abandono de canais, geração e destruição de ilhas e migração de canais.

No que diz respeito às áreas de inundação, diversos fatores estão relacionados. Diferenças nos regimes sazonais e pela baixa topografia do relevo colaboram para ocorrência de tais problemas (ROCHA, 2011).

Bayer e Carvalho (2008) em seus estudos realizados relacionaram os processos morfológicos de sedimentação ocorridos em canais do rio Araguaia a carga e descarga de sedimentos transportados, pois, a produção está ligada diretamente pelo uso da terra, desmatamentos e urbanização.

Stevaux e Latrubesse (2017) definem planície de inundação como uma área de superfície plana adjacente ao canal do rio, inundada periodicamente pela cheias ordinárias, possui relações hidrológicas, sedimentológicas e ecológicas com a dinâmica fluvial, compreendendo uma grande variedade de fácies sedimentares. Além disso, ocorre em rios meandrantos, multicanais e entrelaçados, apresentando um mosaico variado de subambientes com distintos graus de conexão hidrológica, sofrendo desastrosas interferências no sistema fluvial pela ação antrópica tanto em áreas rurais como urbanas.

Souza (2004) salienta que os canais fluviais migram através das inúmeras mudanças morfológicas resultantes de sua dinâmica. Respectivamente, avançam para as planícies de inundação. A decorrência desse processo é o surgimento de braços, lagoas, baías e canais secundários (furados).

Os processos fundamentais de sedimentação nas planícies aluviais de rios meandrante são a deposição por acréscimo vertical e a deposição por acréscimo lateral, como nos modelos estabelecidos por Allen (1964) e Leopold e Wolman (1960). Os depósitos de acréscimo vertical incluem os sedimentos depositados nas planícies nas épocas dos transbordamentos (*floodplain deposits*) junto às margens fluviais (depósitos proximais), como os diques marginais (*levee deposits*) e os depósitos de rompimento de diques (*crevasse splay deposits*); são aqueles que se depositam no interior da planície

(depósitos distais), como nas bacias de decantação ou pântanos (*backswamp*). Os depósitos de acréscimo lateral são formados nas margens do canal fluvial pela atividade do fluxo, onde os sedimentos são dispostos, frequentemente, em barras inclinadas, originados pela migração lateral do canal, como os cordões marginais convexos (*point bars*) e os depósitos residuais ou de defasagem *channel lag deposits*.

Santos (1994) definiu as barras de sedimentos em rios meandricos como feições, derivadas de múltiplos eventos erosivos e deposicionais. Conforme Santana et al. (2016), a formação de feições como baías, lagoas, barras, de sedimentos e meandros colmatados ou abandonados em rios de planície, a formação está inteiramente ligada por meio de processos como regimes hídrico, estrutura litológica e dinâmica fluvial. Os processos de formação dessas feições ocorrem através da erosão das margens e das geoformas da calha fluvial. Após os sedimentos serem arrancados, são transportados e depositados a jusante, formando novas feições principalmente após os períodos de cheia.

Portanto, no mesmo contexto, Silva et al. (2012) evidenciaram que, no rio Paraguai, ocorre um imenso processo de sedimentação e que, quando esses sedimentos são transportados, esses materiais, além de influenciarem a formação das feições, estabelecem diferentes problemas no âmbito ambiental e socioeconômico, dificultando o escoamento das águas e a navegabilidade, trazendo consequências negativas à biodiversidade (fauna e flora).

## **2.4 Urbanização e Impactos Socioambientais em Recursos Hídricos**

Ao longo do tempo, a água sempre se constituiu como um bem utilizado para inúmeros fins e destinação, partir de experiências acumuladas, com grande expressão em vários elementos sociais e culturais (artes, mitologia, folclore ciência e política). Diferentes épocas, culturas e povos consideram a água como elemento fundamental e vital para o desenvolvimento das gerações futuras (TELLES, 2013).

Quando o homem deixou de ser nômade e passou a estabelecer suas relações de convivência em grupos, surgiram os primeiros núcleos populacionais associados às primeiras civilizações, como a mesopotâmica (entre os rios Tigres e Eufrates). Iniciou-se, assim, a ocupação das margens dos rios como espaço apropriado para garantir a sua subsistência (GIUDICE e MENDES, 2013).

Essas sociedades compreendiam que as áreas de planícies principalmente em margens de rios sofriam com diversos impactos naturais, influenciados pelas condições climáticas. Portanto, as ocupações se estruturavam nas áreas mais altas, distantes daquelas susceptíveis à erosão e/ou inundações, para evitar possíveis impactos negativos provocados pela dinâmica natural dos rios (TUCCI, 2001).

Porem, a dinâmica socioeconômica contemporânea parece ter esquecido a dinâmica natural dos rios. Conforme salienta Tucci, (2001) as populações resolveram ocupar espaços considerados como áreas de risco, se expondo aos diferentes tipos de impactos socioambientais e se tornando vulneráveis aos fenômenos naturais.

O intenso processo de urbanização no final do século XVIII, a partir da Revolução Industrial, promoveu um desequilíbrio nos ambientes integrados pelos rios. Tal processo ocorreu nas margens de rios que atravessam as cidades em todo o mundo e foi impulsionado por novas técnicas de apropriação através das forças de produção, acelerando drasticamente os problemas socioambientais (ARAGÃO, 2013).

Sem embargo, o crescimento urbano desenfreado e frequentemente desordenado, somado à falta de investimentos do poder público e à ausência de campanhas de conscientização da população ou, mais profundamente, à ausência de gestão pública de qualidade, faz com que uma parcela considerável dos rios não receba o tratamento que merece. Assim sendo, essa parte é impactada pela falta de um sistema de saneamento eficiente, a fim de controlar o descarte de resíduos sólidos, que acabam degradando os mananciais, sendo vilões de peso nesse panorama. (TUCCI, 2001; CRUZ, 2013; POLETO, 2014).

Conforme Júnior (2007), Bernardes e Ferreira (2012), os recursos naturais sempre foram tratados como infinitos; porém, sua exploração resultou em problemas de degradação ambiental. Em virtude das consequências desse mau uso, nos últimos anos cresceram as atenções sobre os recursos hídricos.

Ao longo da história, desde o período colonial, as primeiras cidades brasileiras a serem urbanizadas passaram por etapas de planejamento urbano. A atribuição dos estudos que visavam à abordagem científica tecnológica e consciência ecológica para preservação de rios e córregos, contudo, não foi possível. O país adaptou-se a uma drenagem urbana e não a uma hidrologia urbana, portanto não houve planejamento em

longo prazo, a fim de evitar as inúmeras alterações decorrentes de lançamentos de dejetos (SILVEIRA, 1998).

Sendo assim, as cidades estruturaram-se de forma não planejada, no que tange aos sistemas de drenagem para fins de escoamento pluvial. Misturam-se os despejos de esgotos domésticos, além de sedimentos, que são lançados em direção aos rios, promovendo uma série de problemas nos canais, como mudanças morfológicas e alterações na capacidade de transporte dos sedimentos (SILVEIRA, 1998; POLETO, 2014).

Diante do exposto, Almeida (2010) salienta que rios estão sendo negados e marginalizados pela sociedade. O autor afirma que essas riquezas naturais estão sofrendo com mudanças decorrentes de desestabilização em sua dinâmica fluvial.

Nesse sentido, inúmeras alterações nas morfologias de feições estão sendo geradas no âmbito das bacias hidrográficas, como mudanças na forma do leito, aumento de áreas erodidas e assoreamento de canais, colaborando para um número cada vez mais expressivo dos danos ambientais. A ocupação desenfreada e desordenada de uso do solo está promovendo diversas alterações na dinâmica fluvial dos mananciais, como maior produção de sedimentos e aumento do volume de vazão. Conseqüentemente, ocorre a mudança morfológica dos canais (CUNHA, 2010).

A autora ainda reforça que uma das causas que também está comprometendo a morfologia da calha dos canais é a existência de revestimentos de concretos na tentativa de conter erosões de margens. As estruturas após o desmoronamento pela ação hidráulica das águas promovem o entulhamento do leito após serem carregadas para o interior dos canais nos períodos de cheias (CUNHA, 2010).

Os materiais sedimentares produzidos pela ação antrópica, como aterros de diversas espécies e depósitos induzidos, como corpos aluvionares em decorrência de processos erosivos resultados dos tipos de ocupação, carregados para o interior do canal, transportados e depositados em outras áreas através do assoreamento, são os chamados de depósitos tecnogênicos (SOUZA, 2007; JORGE, 2011).

A ação do homem vem produzindo efeitos geológicos e geomorfológicos em áreas urbanas, definidos como período tecnogeno. O desequilíbrio na produção de sedimentos de um rio ou um canal caracteriza-se como um impacto geoambiental, pois está relacionado com os processos decorrentes da ação humana e com as características do

meio físico, propriamente com o uso do solo no entorno de uma bacia hidrográfica (SOUZA, 2007; JORGE, 2011).

Marçal (2013) deixa claro que as morfologias da calha dos canais alteram-se devido às interferências diretas e indiretas, por ações antrópicas ou por processos naturais. As ações antrópicas consideradas diretas alteram a morfologia dos canais através de retificações, construções de pontes, extração de areia; já as indiretas estão relacionadas ao uso e cobertura do solo e também às mudanças naturais, a exemplo de cheias anômalas e secas prolongadas, promovendo desconfiguração fisiológica da calha dos sistemas fluviais.

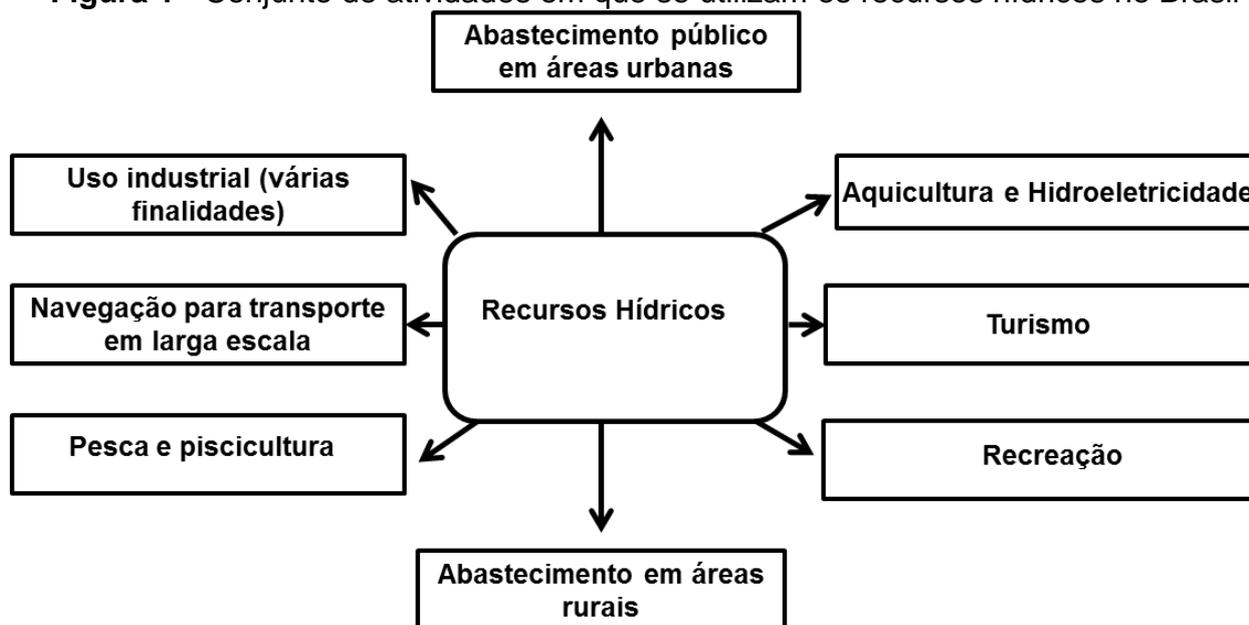
A capacidade de recuperação de um rio em seu equilíbrio dinâmico, ou seja, o canal fluvial, busca ao longo de seu perfil longitudinal alcançar seu verdadeiro estado de equilíbrio ideal, que só é possível alcançar quando a carga de entrada no aporte de sedimentos for a mesma que a de saída, resultando em resposta a uma nova realidade de adaptação (POLETO, 2011).

Considerando as cidades áreas de grandes aglomerações, o homem como um agente da produção e reprodução do espaço urbano promove impactos ambientais em virtude da ocupação do ambiente e também pela necessidade dos recursos hídricos. Como consequência disso, ocorrem as ocupações das áreas adjacentes aos rios, tornando-as ainda mais urbanizadas.

Nesse sentido, os mananciais são de grande relevância para a sobrevivência humana. O avanço da urbanização está comprometendo áreas de preservação ambiental associadas a rios. As atividades humanas desenvolvidas em trechos de canais podem alterar a dinâmica e equilíbrio a partir de mudanças nas formas em diferentes escalas de intensidade, como obras de engenharia, construções de reservatórios, canalizações e a exploração de alúvios (CUNHA, 2012).

Os conjuntos múltiplos de atividades desenvolvidas nos rios brasileiros estão relacionados por um eixo entre sociedade e um sistema de desenvolvimento econômico exploratório (Figura 1). As inúmeras transformações espaço-tempo fazem os mananciais serem utilizados através de diversos tipos de usos, como abastecimento público em áreas urbanas, abastecimento em áreas rurais, aquicultura e hidroeletricidade, turismo e recreação uso industrial (várias finalidades), navegação para transporte em larga escala, pesca e piscicultura.

**Figura 1** - Conjunto de atividades em que se utilizam os recursos hídricos no Brasil



Fonte: adaptado de Tundisi e Tundisi (2011)

Org: autor

Impactos sociais e ambientais são evidenciados em uma intensidade jamais vista nos últimos anos em áreas urbanas, seguindo e avançando em direção aos rios. Na visão de Pedro (2011 p. 154), a população de menor poder econômico, vítima da segregação socioespacial, acaba sendo empurrada e ocupando áreas impróprias para uso, resultando em diversas alterações no sistema ambiental, como erosão dos solos pela retirada da cobertura vegetal, poluição por esgoto, assoreamentos etc.

Para Tundisi e Tundisi (2011), o significativo aumento populacional brasileiro, desde a década de 1970, associado à expansão urbana desordenada e a ocupações de forma irregular nas áreas *peri urbanas* promovem uma deterioração de mananciais, acarretando diversos problemas ambientais nunca antes vistos devido ao nível de impacto que ocasionam.

Para tanto, faz-se necessário um estudo detalhado dos mananciais. Nesse contexto, devem-se estudar os rios urbanos para que se obtenha um manejo adequado bem como a preservação dos recursos naturais em destaque os hídricos (LOPES, 2012).

É explícito que a expressividade de impactos ambientais nesse contexto está mais visível em rios que atravessam cidades, mais notoriamente em áreas aglomeradas e/ou urbanizadas. Os rios que pertencem a esse grupo sofrem impactos perversos, sendo alvos de intermediações, obstruções, impermeabilização do solo despeja de esgoto, além

de padecerem com diversas alterações como a retirada da vegetação ciliar (ARAGÃO, 2013).

Portanto, o crescimento urbano desordenado é a causa dos impactos nos recursos hídricos no Brasil. Sem planejamento, as cidades crescem, avançando e agredindo os rios, tornando-os cada vez mais urbanos.

## **2.5 Mata ciliar: Degradação e Conservação e os Perigos a Erosão de Margem**

As Áreas de Preservação Permanente (APP's) são definidas pela Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, como “área protegida, coberta ou não por vegetação nativa”. Nesse sentido, as APP's têm a função ambiental que visa “preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico da fauna e flora e proteger o solo”, cujo objetivo é o de assegurar o bem-estar das populações humanas, ou seja, o direito previsto constitucionalmente de um meio ambiente equilibrado (BRASIL, 2012).

Por definição legal, matas ciliares compõem as Áreas de Preservação Permanente, tendo a função de preservar os recursos hídricos de acordo com o novo Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012). Esse dispositivo legal propõe para as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene ou intermitente desde a borda da calha do leito regular largura mínima de preservação de:

- 30 (trinta) metros para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
- 50 (cinquenta) metros para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
- 100 (cem) metros para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
- 200 (duzentos) metros para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;
- 500 (quinhentos) metros para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;

Nessa perspectiva, as ocupações das áreas marginais dos rios brasileiros estão em desacordo com a lei, visto que a maioria dessas ocupações não atendem interesse social ou utilidade pública.

Portanto, as coberturas vegetais são importantes para a manutenção dos recursos hídricos, pois são responsáveis pelo abastecimento e disponibilidade de água dos mananciais *matas ciliares*. Segundo Periotto-Filho (2014), a vegetação ciliar, além de auxiliar na preservação e manutenção dos recursos hídricos, desempenha funções significativas porque protege física e biologicamente os habitats, evitando processos erosivos marginais.

As formações vegetais da terra sempre estiveram sob atenção da humanidade em diferentes períodos e vêm sendo estudadas desde o pensamento filosófico ocidental (IBGE, 2012).

Desde as primeiras expedições europeias nos territórios africanos, asiáticos e americanos (a partir das grandes navegações) houve diversas contribuições para percepção da biodiversidade da cobertura vegetal do globo terrestre, através de naturalistas viajantes, cujo objetivo era procurar por diversas espécies vegetais. Dessa forma, o resultado do trabalho dessas pessoas repercutiu significativamente na cultura científica, rompendo com a tradição antiga medieval de distribuição geográfica das plantas e suas ligações com o meio ambiente (IBGE, 2012).

Na atualidade, faixas de mata ciliar às margens de rios estão sendo alteradas e/ou retiradas significativamente em detrimento de novas áreas a serem urbanizadas, por queimadas, extração de areia, além de estarem sendo utilizadas pela agricultura, pecuária (pastagens) e para construções de hidrelétricas (RIBEIRO, 2000; MARTINS, 2007; PERIOTTO; FILHO, 2014).

Na literatura, existem várias denominações para definição da mata ciliar, como floresta ripária, floresta ribeirinha, mata de galeria, e florestas inundáveis e outras. Martins (2007) define que mata ciliar é uma cobertura vegetal remanescente presente nas margens dos cursos d'água encontrada em regiões cobertas por mata. O autor entende como mata de galeria aquela vegetação mesófila que margeia os cursos de água onde a vegetação natural original não é mata contínua.

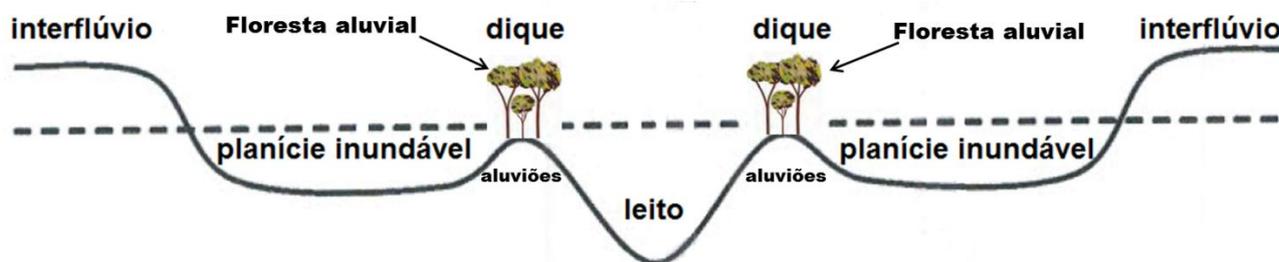
Ainda são poucos os estudos científicos que buscam demonstrar as funções das formações vegetais para a manutenção dos ecossistemas. Nas últimas décadas, houve uma crescente preocupação com a restauração de áreas florestais degradadas no Brasil, com destaque para a mata ciliar, que vem sendo alterada pelo avanço desenfreado do uso do solo em diferentes escalas (BRAGA; MENDES; FONSECA, 2010).

Para Periotto e Filho (2014), a preservação das matas ciliares é de grande relevância para manutenção e preservação das bacias hidrográficas. Essas matas são importantes para a dinâmica natural dos cursos d'água, visto que auxiliam na proteção física e biológica dos sistemas fluviais. Sua retirada promove diversos impactos no meio natural: i) redução da capacidade de retenção e percolação da água das chuvas nos solos; ii) menor reposição hídrica no lençol freático iii); aumento do escoamento superficial iv); transporte de sedimentos para o leito dos canais fluviais nos picos mais altos de cheia v).

Ainda Periotto e Filho (2014), ao analisarem os estudos de Ab'Saber (2000) e Lincoln et. al (1998), salientam que as vegetações ciliares são encontradas na planície inundável e também nos diques próximos ao leito dos rios. Os diques marginais consistem em elevações de terras situadas nas margens dos cursos d'água e resultam no acúmulo dos depósitos aluviais na planície de inundação.

O solo dos diques marginais   considerado jovem e formado principalmente pela deposi o das partículas de silte. Também definidos como aluviões, sua forma o ocorre pelo extravasamento da água na calha nos ciclos de cheia. Os sedimentos são transportados e depositados a uma longa distância, atingindo a planície inundável na margem desses cursos d'água, onde formam esses solos. Desenvolve-se ali uma vegeta o denominada floresta aluvial (Figura 2), a qual   caracterizada como mata ciliar, devendo ser preservada de acordo com a largura da calha para manuten o dos cursos d' gua (PERIOTTO; FILHO, 2014).

**Figura 2** - Representa o de um perfil transversal de um curso d'água com destaque para mata ciliar



Fonte: adaptado de Periotto e Filho (2014)

Org: autor

Nesse sentido, os impactos decorrentes da retirada da vegeta o ciliar em margens de rios têm se intensificado nos últimos anos. Para Harris et al. (2006), a fragmenta o da mata ciliar nos rios   ocasionada por diversos tipos de usos,

principalmente pela agricultura, pecuária e uso urbano, contribuindo significativamente para a perda de qualidade dos habitats e da biodiversidade em rios de planície.

Portanto, independentemente do surgimento das vegetações nas margens dos cursos d'água, é preciso zelar pela sua preservação. Entretanto, a implementação desses dispositivos legais esbarra em questões sociais e econômicas de interesses particulares.

Assim, o intenso processo de urbanização ocorrido ao longo das últimas décadas tem aumentado os problemas ambientais principalmente pelo fato da retirada da vegetação ciliar das margens de rios, expondo do solo. Para Mendonça (2004) a intensificação da urbanização na modernidade provocou problemas muitas vezes irreversíveis no ambiente das cidades, sendo muitas as teorias e concepções metodológicas empregadas na tentativa de entender a problemática socioambiental urbana.

Cunha (2010) salienta que a causa inicial de degradação e alteração na dinâmica fluvial dos canais é a retirada da cobertura vegetal ciliar, especialmente para o objetivo de expansão urbana, já que as matas ciliares são essenciais para manter o equilíbrio dinâmico dos rios.

Cabe destacar que, sempre existiram eventos climáticos de magnitude hidrológica que afetaram e afetam diretamente as populações humanas, afetando de maneira mais intensa as áreas urbanas, onde é frequente a ocorrência de desastres como enchentes, desabamento de imóveis por causa da erosão de margens, e deslizamentos. Portanto “extremos tanto de secas e enchentes aumentarão a vulnerabilidade das populações urbanas e o acesso à água” (TUNDISI, 2015, p. 23).

No Brasil, os estudos hidrológicos são recentes em sistemas fluviais, podendo ser destacados os trabalhos de Une (1988); Herrmann, (1993); Tucci (2002); Guerra e Cunha (2009); Monteiro (2012); Matos (2014); dentre outros.

Em um estudo sobre o processo de erosão nas margens dos rios amazônicos com diferentes tipos de usos (urbano, pastagens, agricultura), Matos (2014) identificou as mudanças que vêm ocorrendo neles por causa da alteração da dinâmica fluvial, especialmente a intensificação da erosão, que por sua vez compromete a disponibilidade de solo agricultável, além de provocar outros prejuízos socioeconômicos.

De outra parte, o trabalho realizado no estado do Ceará por Monteiro (2012), referente aos eventos extremos (climáticos), destaca que estes ocorrem de forma natural,

porém, a sociedade tem a percepção de que são fenômenos catastróficos e, mesmo assim, ocupam áreas consideradas de risco como margens fluviais e encostas promovendo a supressão da mata ciliar de forma constante. Ainda segundo o autor, existe um forte grau de vulnerabilidade sócio ambiental nos municípios do estado, que não difere das outras regiões do país no que diz respeito à sua capacidade de recuperação sócioeconômica.

Isto explica o grande interesse pelo estudo da Ameaça ou Perigosidade, entendida como a probabilidade de ocorrência, para uma área determinada, de um fenômeno com consequências potencialmente destrutivas e o Risco como o resultado da interação entre o Perigo e a Vulnerabilidade daqueles que estão expostos a ele (RAMIREZ, 2009).

Assim, um evento físico não poderia causar dano social se não há elementos da sociedade expostos a seus efeitos. A zonificação de ameaças, se enquadra dentro das estratégias de mitigação dos desastres naturais, orientada a obter informação da natureza e dinâmica do território, considerando os aspectos geográficos físicos e os elementos sociais geradores de riscos para bens e pessoas em situação atual ou potencial, permitindo a predição e prevenção.

Autores como Une, (1988); Herrmann, (1993); Fraga, (2000); Lopes, (2012), demonstraram que em grande parte das regiões do país (norte, nordeste, sul e sudeste) às ocupações em áreas de várzeas também sofrem diversos impactos como inundações, erosão e deslizamentos de terras, fazendo com que a atenção fique voltada para esses impactos por conta das perdas sócioeconômicas que geram.

Por causa disso, as mobilizações orientadas à preservação dos recursos naturais tem se inserido nos diferentes campos do conhecimento, na tentativa de amenizar os impactos ambientais e sua recorrência, bem como para exigir ao poder público a implementação de medidas de mitigação dos impactos gerados por diferentes eventos catastróficos (FRAGA, 2001).

Custódio (2005) reforça que é preciso considerar uma série de relações tanto sociais como naturais, na tentativa de amenizar os impactos de processos como a erosão e as enchentes em ambientes urbanos, levando em consideração fatores com: condições técnicas e circunstâncias ideológicas, políticas e sociais. Para o autor, problemas como a erosão e as enchentes são influenciados pela dimensão “natural e social”.

Nesse contexto, os estudos sobre o processo de erosão nas margens fluviais são imprescindíveis para compreender o risco que eles representam e poder minimizar os impactos resultantes em áreas ocupadas das margens dos rios. Porém, como destacado por autores como Thorne e Tovey (1981) e Leeder (1982), Fernandes, et al (2007); Correa e Souza Filho (2009), são numerosas as variáveis físicas que influenciam na erosão marginal dos canais fluviais, por exemplo: altura do barranco, geometria da margem, propriedades mecânicas do material constituinte (composição granulométrica e grau de coesão dos materiais), características hidrodinâmicas do fluxo, condições climáticas, declividade do barranco e a variação do nível do rio (fator muito importante na erosão marginal, pois controla a atuação de forças de origem fluvial sobre os materiais das margens).

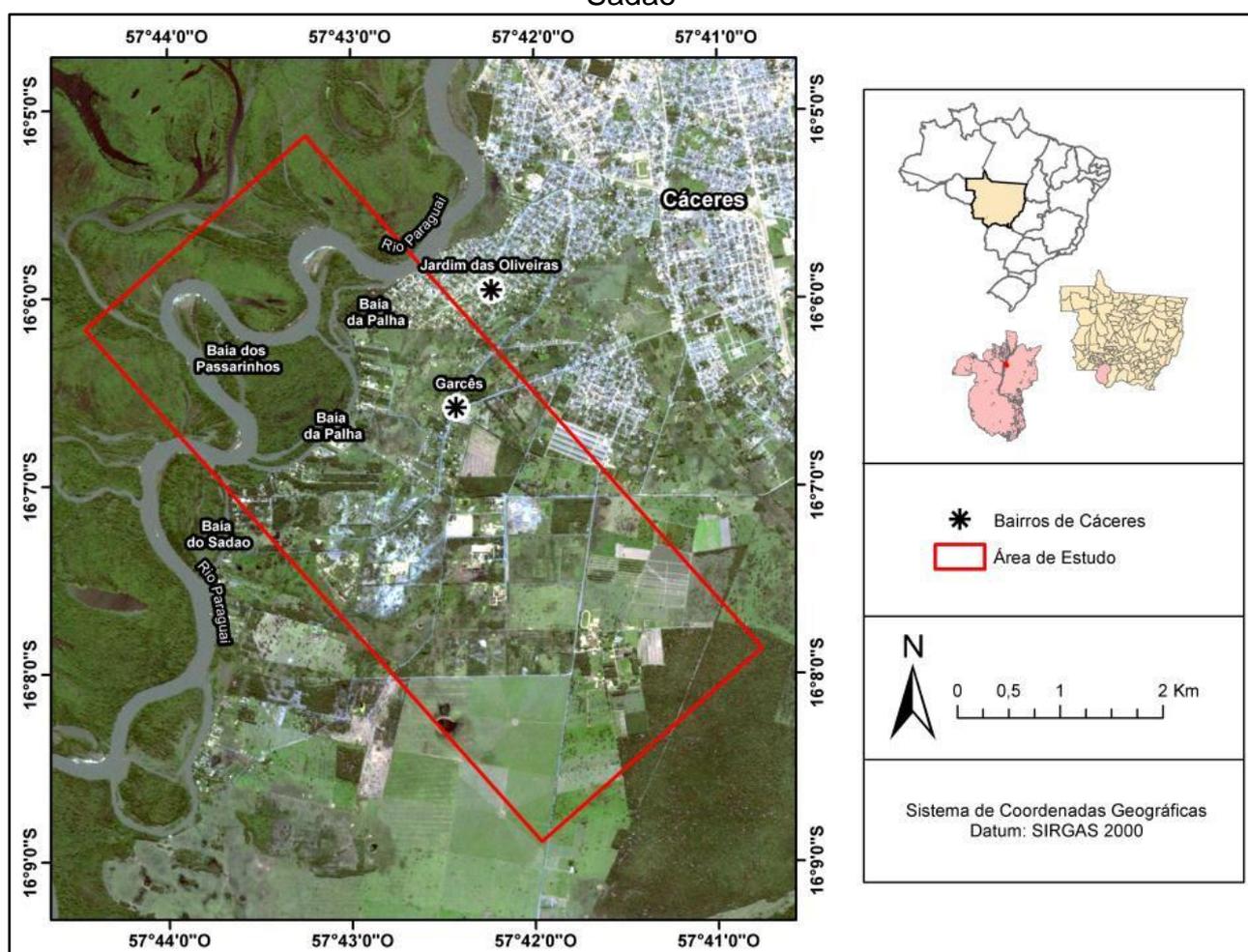
## CAPÍTULO III

### 3. MATERIAL E MÉTODO

#### 3.1 Área de estudo: Histórico de ocupação e características geoambientais

A área de estudo corresponde ao corredor fluvial do rio Paraguai entre a Baía da Palha e a Baía do Sadao na zona de expansão urbana de Cáceres, Mato Grosso. Localiza-se entre as coordenadas geográficas de 16°05'36.10 a 16°06'55.22" Latitude Sul e 57°42'43.84" a 57°44'9.07" Longitude Oeste (Figura 3).

**Figura 3** - Localização geográfica do trecho entre a Baía da Palha e a Baía do Sadao



Fonte: INPE

Org:Thales Ernildo

O surgimento de Cáceres na margem esquerda do rio Paraguai ocorreu como estratégia geopolítica e econômica em 1778. O núcleo ali instalado deu início ao povoado Vila Maria do Paraguai, que posteriormente passou à condição de município, sendo denominado como São Luís de Cáceres, local que hoje é chamado de Cáceres.

O rio Paraguai e seus afluentes tornaram-se a principal via de circulação e rota mercantilista, visando atender à política expansionista colonial. As terras mato-grossenses começaram a ser exploradas nos séculos XVII e XVIII. Dessa maneira, conforme as expedições avançavam, diversos povoados foram surgindo. Como forma de consolidação das fronteiras, os portugueses criaram as primeiras vilas à margem dos rios (HIGA, 2005).

A necessidade de estratégias foi essencial para garantir a política de ocupação da região oeste de Mato Grosso de Cáceres pela coroa Portuguesa. Segundo Zattar (2015), a intenção da ocupação era civilizar um povoado que até então estabelecia suas relações nos sítios, além de organizar a sociedade em vilas e, principalmente, controlar e defender o território. Foi exatamente dessa forma que a cidade de Cáceres surgiu.

A ocupação de Cáceres ocorreu de forma lenta e histórica, atrelada por fios antigos e configurada por fios mais recentes. O município foi fundado pelo então governador e capitão-general Luís de Albuquerque de Mello Pereira e Cáceres, no século XVIII, em 06 de outubro 1778, como parte da política estratégica da coroa lusitana para defesa de fronteira contra invasão dos espanhóis (MENDES, 1992; FANAIA, 2011).

Dessa forma, as atividades econômicas ocorreram durante muitos anos pelo rio Paraguai, via fluvial. Nesse sentido, aspectos ligados a fatores econômicos, estratégicos e geográficos determinaram as várias fases de desenvolvimento de Cáceres, marcados por núcleos rurais que se dedicaram à atividade de exploração animal e vegetal.

Entretanto, foi a partir de 1827 que o município de Cáceres despontou com um grande potencial mercantilista. A região passou a se destacar através aspectos de desenvolvimento econômico pela navegação, por meio de um eixo de ligação sociocultural e econômico em diferentes períodos (NEVES, 2006; SILVA, 2011).

Siqueira et al. (1990) descreveram que foi somente em 1844, através do tratado de Aliança, comércio, navegação e extradição, assinado em 06 de abril de 1856, com o Paraguai, que o rio Paraguai teve a sua abertura definitiva para navegação, efetivando-se, dessa maneira, a “liberdade plena de transito fluvial”. Assim, Cáceres alavancou-se como grande produtor e exportador da poaia, borracha, charque, entre outros produtos, utilizando o rio como meio de acesso ao mercado externo.

Assim sendo, na medida em que a condição econômica da cidade de Cáceres estabelecia-se, tendo sempre o rio Paraguai como um marco de referência em sua rota de comércio, inúmeros problemas socioambientais também foram surgindo ao longo dos

anos. Vale ressaltar que o rio Paraguai foi de extrema importância para a sobrevivência da população que se desenvolvia em suas margens, sendo utilizado para diversos fins. O impacto desse uso era mínimo; contudo, conforme o avanço das ocupações às margens e o uso intenso da calha do rio, tais impactos intensificaram-se.

Dessa forma, o início da navegação também contribuiu para mudanças morfológicas na planície do rio Paraguai através da produção de sedimentos pelo fluxo dos motores das embarcações corredor fluvial (BINDADE, 2014). Entretanto, vale mensurar que a magnitude da produção de sedimentos devido a essas atividades ainda se apresenta como um desafio para os estudiosos dos sistemas fluviais.

Historicamente, a morfologia do rio Paraguai sempre sofreu com intervenções de origem antrópicas, especificamente na área de contato com o perímetro urbano da cidade de Cáceres. Mendes (1998) descreve que o antigo canal principal do rio Paraguai (que percorria o trecho que hoje corresponde à Baía do Malheiros) exercia forte atividade erosiva na margem onde se estabeleceu o perímetro urbano da cidade (margem de erosão, côncava).

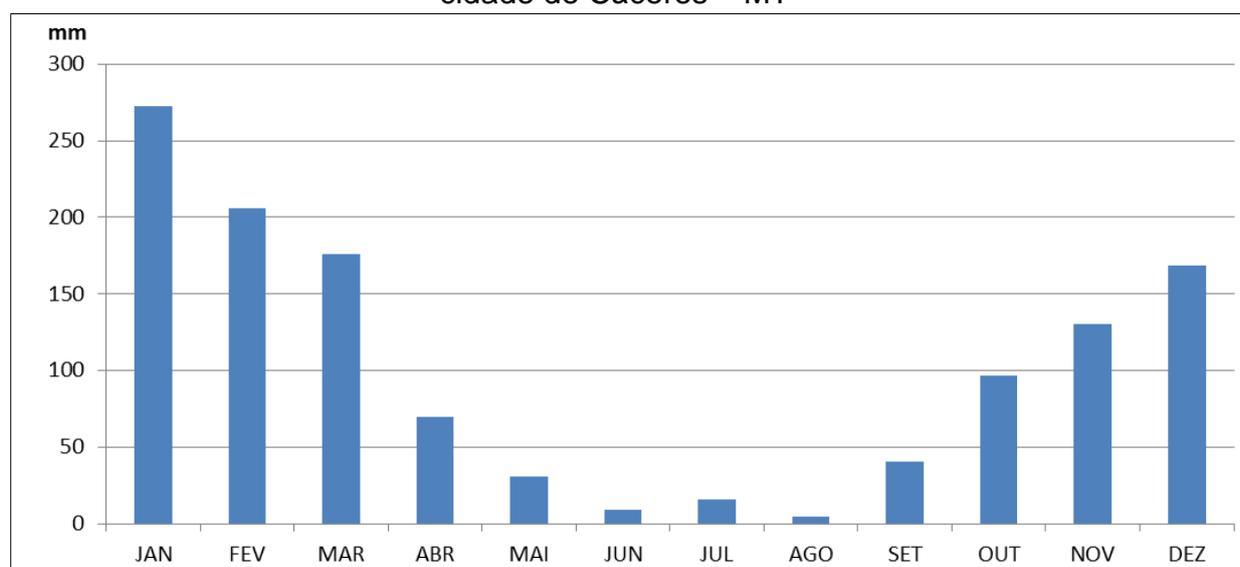
Esse contexto gerou uma preocupação por parte da sociedade local, em função da insegurança que a erosão fluvial provocou nas áreas ribeirinhas. Por conta desse processo, na jusante da Praça Barão do rio Branco, mais precisamente em frente à atual caixa d'água, o autor descreve que havia um estreito de terra que impedia o canal de seguir diretamente para sul. Os gestores da ocasião decidiram romper esse estreito de terra a fim levar o curso de água por um caminho menor ao sul (MENDES, 1998).

Dessa forma, vale salientar que, desde que o povoado de Cáceres era considerado vila, era possível identificar impactos ambientais. Conforme o trabalho realizado por Garcia (2013) eram visíveis, desmoronamentos de casas na margem do rio Paraguai, onde se iniciava o povoamento, mais notoriamente pelas *intensas erosões* provocadas naturalmente pela ação hidráulica das águas correntes e aceleradas pela ação antrópica.

Conforme a cidade crescia, influenciava diretamente o surgimento de diferentes tipos de uso do rio, repercutindo em diversos problemas socioambientais. De acordo com Silva (2011), na medida em que a margem esquerda foi sendo ocupada, formaram-se vários bairros e diferentes empreendimentos, desde a baía do Malheiros, bairro São Miguel, São Luís, (porto de escoamento de grãos); comunidade Carne Seca (Bairro Jardim Paraíso); Bairro Jardim das Oliveiras (Empa) e a região da Baía do Sadao.

O clima da área de estudo é o tropical Megatérmico subúmido (Aw), segundo a classificação de Köppen, com distribuição de precipitação anual de 1500 mm, apresentando dois períodos bem definidos em seu comportamento pluviométrico anual. O período chuvoso, que predomina de outubro a abril, com maior intensidade em janeiro, e o período de estiagem, de maio a setembro, com inverno seco e verão chuvoso (Figura 4).

**Figura 4** - Média anual dos dados pluviométricos entre os anos de 2004 a 2013, da cidade de Cáceres – MT



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET

Org: autor

A Bacia Hidrográfica do rio Paraguai representa grande relevância para o pantanal mato-grossense, porque seu comportamento hidrológico está associado aos pulsos de inundações, garantindo ao Pantanal alternância natural nos períodos de secas e cheias. Existem, porém, poucos pluviômetros instalados na bacia, o que compromete as informações sobre a pluviosidade (COLLISCHONN et. al., 2007).

A Bacia Hidrográfica do rio Paraguai é constituída por diversos depósitos sedimentares pertencentes ao grupo Alto Paraguai, sendo composta por diversas formações como: Araras, Raizama, Sepotuba e Pantanal, localizadas no limite do cráton sul amazônico. O trecho em específico é composto pela presença dos aluviões atuais constituídos por depósitos sedimentares que datam do Quaternário e de materiais inconsolidados depositados nas planícies fluviais. A origem dos aluviões relaciona-se à dinâmica dos períodos de cheia do rio Paraguai, quando transbordam os sedimentos e quando se depositam na planície.

Para Barros et al. (1982), o processo de deposição sedimentar pode ocorrer através dos depósitos de canal, barra em pontal e transbordamento. A variação na composição do material depositado pode ser de areias, silte, argila e cascalho, reconhecendo-se que as camadas depositadas possuem pequena espessura, não atingindo 10 metros.

Quanto à geomorfologia, o trecho estudado encontra-se na planície de inundação do rio Paraguai, sendo uma área plana resultante de acumulação fluvial, periodicamente alagada durante os picos de cheia do rio Paraguai. A baixa declividade é atributo típico de planície inundável. Para Souza et al. (2012), o nível da água do rio Paraguai eleva-se durante o período de cheia, transbordando para os canais secundários, baías, lagoas ou para as planícies marginais, provocando a remoção e a remobilização de sedimentos nesses ambientes.

O trecho possui morfologia peculiar, com feições positivas e negativas na área de planície. As feições positivas correspondem aos diques marginais, cordões marginais e barras laterais e centrais. As feições negativas correspondem às baías e lagoas, ilhas e canais secundários (Figura 5). O rio Paraguai possui padrão meandrante, com erosão na margem côncava e deposição na margem convexa.

**Figura 5** - Feições morfológicas positivas e negativas encontradas na área de estudo

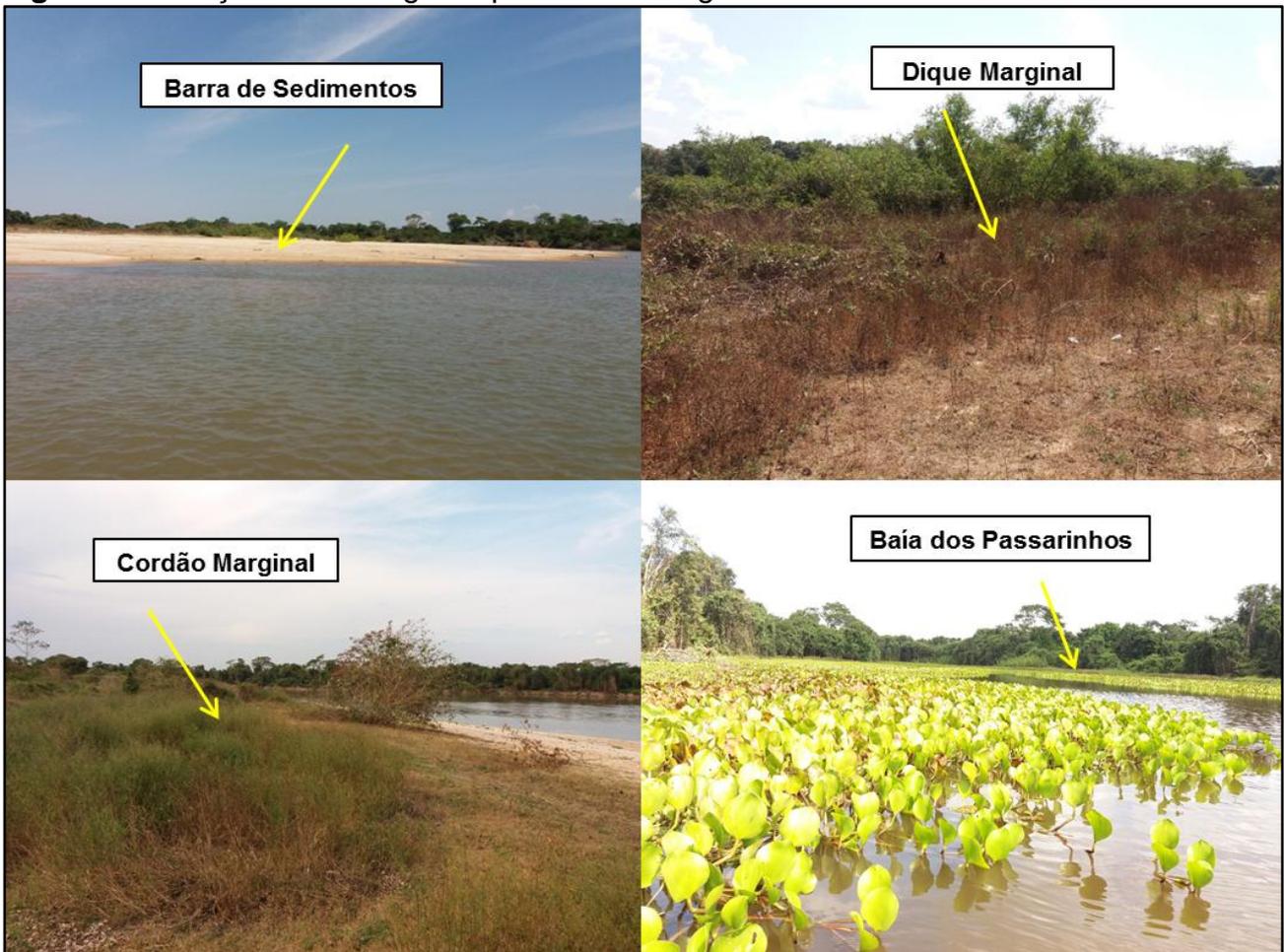


Foto: autor

No que diz respeito ao tipo de solo, a partir de trabalhos de campo realizado na margem, predominou a ocorrência do tipo Gleissolos Háplico Tb Eutrófico. O Gleissolo Háplico Eutrófico é caracterizado por apresentar forte gleização em virtude do regime de umidade redutor que se forma nos meios anaeróbicos originados de encharcamento periódicos ou constantes.

Esse solo apresenta sequência de horizontes do tipo A, Cg, com ou sem descontinuidade litológica, sendo o horizonte A do tipo moderado. Sua ocorrência limita-se às áreas deprimidas sujeitas às inundações e às margens de curso de água, relacionados a sedimentos recentes do período Quaternário (OLIVEIRA et al., 1982).

Em relação à vegetação, registrou-se a ocorrência da Floresta Aluvial (mata ciliar), que é típica de áreas alagadas do pantanal mato-grossense, adaptáveis aos pulsos de cheia. A floresta aluvial é encontrada ao longo do rio Paraguai em ilhas inundadas. De

acordo com RADAMBRASIL (1982), a floresta aluvial ocorre em áreas de planícies quaternárias do rio Paraguai, possuindo uma diversificação nas características foliares de seus indivíduos, com espécies arbóreas baixos, troncos finos e tortuosos.

Através do trabalho de campo, foi possível identificar a presença de diversas espécies na área de estudo, sendo elas o amarelão (*Apuleia molaris*), cariperana (*Licania sp.*), jatobá (*Himenaea sp.*), imbaúba (*Cecropia sp.*), ingazeiro (*Inga sp.*), sarã (*Sapium obovatum.*), sarã de leite, sarã de espinha, cedro (*Cedrela fissilis*), anjico (*Anadenanthera colubrine*), ipê copaíba (*Tabebuia caraíba*), aroeira (*Myracrodruon urundeuva*), cambará (*Gochnatia polymorpha*) e outros.

Registrou-se também a presença de vegetação aquática flutuante próxima à vegetação ciliar, aguapés (*Eichornia Crassipes*) e vitória-régia (*Euryle amazônica*), as quais auxiliam para o equilíbrio sistêmico da dinâmica fluvial, atuando como importantes bioindicadores de qualidade do ambiente (Figura 6).

Essas formações vegetais constituem-se de grande importância para o sistema fluvial da planície do rio Paraguai, as interações dessas composições vegetais auxiliam no equilíbrio dinâmico do ambiente fluvial, além de proteger contra erosões e assoreamentos, e no habitat para animais silvestres e aquáticos, mantendo preservada a biodiversidade, sendo um importante fator de proteção ambiental. Para Souza et al. (2009) e Leandro e Souza (2012), essas vegetações são típicas de águas calmas do Pantanal mato-grossense, encontradas adjacentes às margens do rio, lagoas, baías e canais secundários.

**Figura 6** - Vegetações aquáticas A – Vitória-régia (*Euryle amazônica*), Aguapé (*Eichornia Crassipes*). B - Floresta aluvial

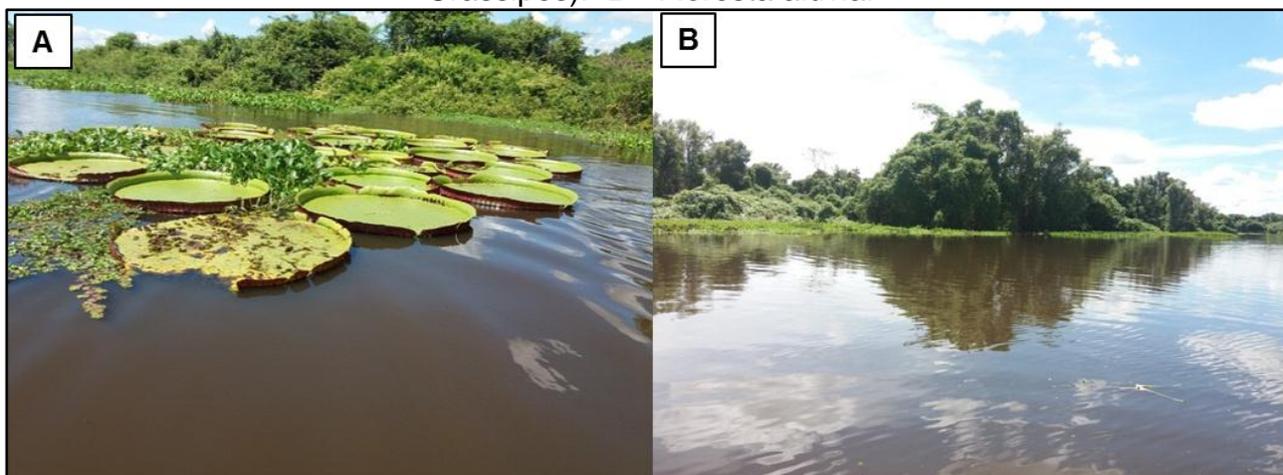


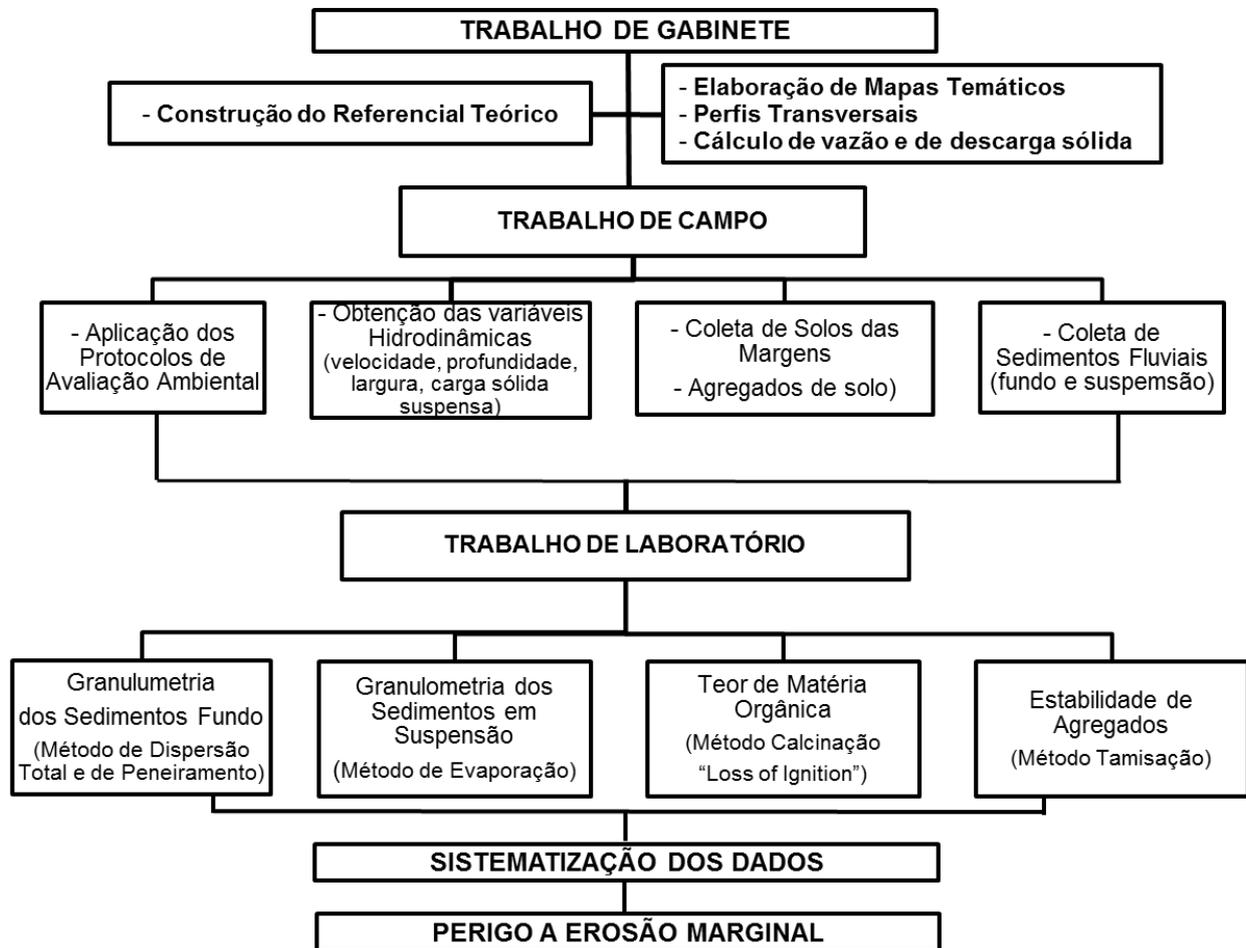
Foto: autor

Na margem direita, a vegetação aluvial encontra-se mais preservada, o que se justifica pela baixa interferência da ação humana; na margem esquerda, essa vegetação apresentou-se de forma fragmentada, em razão da ação antrópica em virtude do uso urbano, evidenciando somente algumas faixas estreitas.

### 3.2 Procedimentos Metodológicos

Para o desenvolvimento da pesquisa, foram adotados alguns procedimentos: atividade de gabinete; atividade de campo e atividade de laboratório que podem ser visualizadas no fluxograma (Figura 7).

**Figura 7** - Fluxograma das etapas dos procedimentos Metodológicos



Org: autor

Foram monitoradas nove seções no rio Paraguai e nas baías, com observação dos aspectos relevantes, realização da batimetria e coletas de amostras de água e sedimentos (Quadro 01).

**Quadro 01 - Localização das seções transversais**

Seção	Localização	
	Latitude	Longitude
1	16° 05'53.5''S	57° 42' 43.3" O
2	16°05'56.94''S	57° 43' 02.89"O
3	16° 05'44.17''S	57° 43' 17.3''O
4	16° 06'11.09''S	57° 43' 17.20''O
5	16°06' 27.5''S	57°42'58.35" O
6	16° 06' 42.9''S	57° 43' 13.4" O
7	16° 06' 27.2" S	57° 43' 36.1''O
8	16° 06' 51.6" S	57° 43' 42.8''O
9	16° 06' 27.2" S	57°43' 36.1" O

Org: autor

### 3.2.1 Atividade de Gabinete

Nesta etapa, foram realizadas atividades referentes à construção do referencial teórico, elaboração da base cartográfica e dos perfis transversais, tabulação de dados e sistematização da dissertação.

#### a) Construção do referencial teórico

Na construção do referencial teórico e conceitual, foram empregadas referências sobre a temática mediante leituras de trabalhos de caráter bibliográfico. Utilizou-se da metodologia proposta Gil (2002) e Marconi e Lakatos (2007), que se constitui de levantamentos de materiais elaborados principalmente por livros e artigos de cunho científico. Uma etapa importante para a construção de um arcabouço teórico conceitual e exploratório, porém não exaustivo, propiciou uma análise das diversas posições acerca da problemática em questão.

Nesta etapa também foi realizada pesquisa documental de arquivos públicos ou particulares, considerados as fontes primárias, chamadas de primeira mão, ou seja: que ainda não receberam diretamente uma análise das informações, as quais foram obtidas a partir de registros fotográficos e documentos da área de estudo. Sendo assim, os dados foram analisados, classificados, comparados e organizados de forma clara e objetiva, empregando a categorização para ampliar a capacidade de análise dos dados qualitativos e quantitativos obtidos e apresentados em forma de mapas, quadros e tabelas.

#### b) Elaboração da base cartográfica

Foram confeccionados mapas de localização e temáticos com utilização do Sistema de Informações Geográficas (GIS / SIG) pelo *software* ArcGis 9.3, licenciado, sendo interpretados e projetados os mapas sobre a escala de 1: 20.000.

#### **- Localização e Perigo a erosão de margens**

Foram utilizadas imagens de satélite LANDSAT 8 OLI com 30 metros de resolução espacial, disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Posteriormente, a imagem (*raster*) passou pela composição de bandas 4, 5 e 6 RGB em falsa cor, procedeu-se redimensionamento do *raster* para 15 metros de resolução por meio da banda 8 (Pan) e função *Pan Sharpen*. Dessa maneira, após a aquisição da imagem, procedeu-se a delimitação da área de estudo e elaboração de layout vetorial sobre a camada *raster*, delimitando a área de estudo e recorte da imagem através da função *Extract by Mask*. Ao término, foi confeccionado um *layout* do mapa.

#### **- Temáticos**

Os mapas temáticos de feições morfológicas e expansão urbana foram confeccionados, utilizando-se de imagens dos anos de 1986, 1994, 2003 e 2015 do Landsat 5 TM (INPE). Para a sua elaboração, foram necessárias algumas etapas como: georreferenciamento, segmentação e classificação e vetorização de feições. Para tanto, utilizou-se dos *softwares* Spring 5.2.7. A vetorização de feições ocorreu sobre as imagens coletadas já supracitadas, sendo referências na construção da base de dados temáticos.

O *layout* foi confeccionado (localização, evolução urbana e feições morfológicas) através do *software* ArcGis 9.3, sendo os dados organizados por meio de padronização cartográfica conforme a “proposta de padronização cartográfica para carta-imagem emergencial de inundação”, sugerida por Silva (2017).

### **c) Elaboração dos perfis transversais**

Os perfis transversais foram elaborados em forma de croquis, confeccionados primeiramente pela compilação dos dados obtidos em campo através das medidas de profundidade e largura dos canais. Para maior precisão dos dados e comparação das informações, utilizou-se a confecção manual em papel milimetrado, por meio de uma única escala para todas as seções. Sendo utilizada a medida para escala vertical 1 cm =

1m; e para a escala horizontal  $0,05\text{cm} = 1\text{m}$ . Por fim, utilizou-se o *software* Corel Draw X4 para a confecção do produto final de cada seção transversal.

Para Guerra e Cunha (2009), as seções transversais são importantes para aferir alterações no formato da calha de um rio ou canal. Uma vez alterado, esse formato provoca mudanças na capacidade de transporte de sedimentos, o que permite à ocorrência de assoreamentos a jusante, desestabilizando o ciclo natural dos mananciais.

#### **d) Aplicação de fórmulas**

##### **- Cálculo de vazão**

O cálculo de vazão é de fundamental relevância para os estudos de geomorfologia fluvial, pois qualquer mudança na morfologia da calha dos canais, ocasionadas por alterações antrópicas ou não, podem alterar os valores da área da seção molhada como: largura e profundidade média resultando em alterações na capacidade do canal. Portanto, para calcular a área na seção transversal (no nível da lâmina da água) e vazão, foram utilizadas, respectivamente, as seguintes fórmulas:  $A = L \times P$  e  $Q = V \times A$  (CUNHA, 2009).

Onde:

A = Área da seção molhada;

L = Largura do canal;

P = Profundidade média.

Q = Vazão;

V = Velocidade do fluxo;

Área da seção  
da molhada:

$$A = L \times P$$

Vazão:

$$Q = V \times A$$

#### **e) Determinação da descarga sólida suspensa**

O estudo da descarga de sólidos de uma determinada bacia hidrográfica é importante para que se possam tomar decisões corretas quanto ao planejamento e gestão de atividades, pois a quantidade produzida de sólidos suspensos está diretamente associada ao uso da terra.

Os valores de descarga sólida em suspensão (QSS) foram determinados pelo somatório do produto entre a concentração de sedimento suspenso da vertical (CSSi) e a respectiva descarga líquida da vertical (QI), na forma da expressão abaixo:

$$Q_{SS} \equiv \sum (C_{SS_i} \cdot Q_{l_i}) \cdot 0,0864$$

Em que:  $Q_{SS}$  = descarga s3lida em suspens3o (t/dia-1);  $C_{SS_i}$  = concentra33o de sedimento em suspens3o da vertical (mg/l-1);  $Q_{l_i}$  = descarga l3quida da respectiva vertical (m<sup>3</sup>/ s-1).

### 3.2.2 Atividade de campo

No trabalho de campo, foram realizadas as seguintes atividades: observa33o; aplica33o de protocolos; batimetria e velocidade do fluxo, coleta de amostras de 3gua, sedimentos e solos; medi33o transectos com coletas de sedimentos e observa33o da vegeta33o. As coletas de materiais e monitoramento foram realizadas no per3odo de cheia e seca.

Foram efetuados registros escritos e fotogr3ficos da 3rea de estudo. Na avalia33o de Cruz Neto (1994), o trabalho voltado 3 observa33o no campo, al3m de propiciar uma aproxima33o referente 3quilo que almejamos conhecer e analisar, tamb3m possibilita a produ33o de um conhecimento.

#### a) Morfologia do Canal e Vari3veis Hidrodin3mica

Para o levantamento da profundidade dos pontos, foi utilizado o sonar Garmin GPSMAP-420S, no sentido transversal do rio, dividindo-se essa dist3ncia em tr3s trechos distintos: margem esquerda, centro do canal e margem direita. Para aferir a largura, foram utilizadas imagens e ferramenta do Google Earth. Para levantamento da velocidade do fluxo, foi utilizado o molinete fluviom3trico MLN – 7 (Figura 8). Em cada se33o transversal foi verificada a velocidade a partir de tr3s setores: margem esquerda, direita e centro do canal. Respectivamente, foram medidas tr3s velocidades em profundidades distintas a 20%, 50% e 80% do total da profundidade local em todos os pontos.

**Figura 8** - Aparelhos utilizados em campo A - Molinete fluviométrico B - Sonar Garmin



Foto: autor

## b) Coleta de Amostras

### • Carga em Suspensão

A carga suspensa foi coletada com a garrafa de Van Dorn. Ao lançar o equipamento ao rio, a água é retida através de canos fixados em suas extremidades. Posteriormente, as amostras coletadas foram inseridas em garrafas de 1L, as quais, anteriormente, foram esterilizadas duas vezes com a água do rio. Após a coleta, os recipientes foram devidamente etiquetados e armazenados em uma caixa térmica com gelo. O material coletado tem um período de repouso de até 24h, após a coleta, para posterior análise em laboratório (LELI, 2010).

### • Sedimentos de fundo

As amostras de sedimentos de fundo foram coletadas nos períodos de cheia e seca. Para tanto, utilizou-se a Draga Van Veen. O aparelho foi lançado no canal; após atingir a superfície do fundo, o material foi retido na draga. Posteriormente, as amostras foram recolhidas e acondicionadas em sacolas plásticas de um litro, etiquetadas para posterior secagem e análise em laboratório.

## c) Agregados de Solos

Foi realizada a coleta de amostras representativa do solo sendo delimitada apenas na parte visível dos barrancos, a coleta foi realizada somente na (base) parte inferior do barranco. Em seguida os agregados, foram colocados em um recipiente de 13x17cm equivalente a 2 litros e levados ao laboratório.

### 3.3 Atividade de Laboratório

Foram realizadas as seguintes análises no laboratório: (granulométrica dispersão total e método de Peneiramento), método de evaporação, estabilidade de agregados e teor de matéria orgânica por calcinação.

#### a) Análise Granulométrica

Para a determinação da argila e do silte, foi utilizado o método da Pipeta, conforme EMBRAPA (1997). Para a determinação das frações grosseiras (areias grossas, médias e finas), utilizou-se o método de peneiramento conforme Carvalho (2008). Cabe destacar que para aferir a granulometria da margem utilizou-se o mesmo método de peneiramento considerando somente a parte inferior do barranco, desconsiderando a parte submersa desconsiderando o silte e argila.

- **Método da Pipeta (Dispersão Total)**

Após as amostras serem coletadas em campo, foram acondicionadas em estufa a 105°C. Após esse processo, foram adicionados 20 g de amostra de cada ponto em béqueres (pesados em balança analítica) contendo 10 ml de solução dispersante (NaOH 0,1M.L-1), mais 100 ml de água destilada. Em seguida, o conteúdo dos béqueres foi agitado com um bastão de vidro, tampado com vidro de relógio e deixado em repouso por uma noite.

Transcorrido o período de repouso, as amostras foram novamente agitadas mecanicamente durante 15 minutos no Agitador de Wagner TE-160 em garrafas de Stohlmann. Na sequência, o material foi lavado em uma peneira de 20 cm de diâmetro e malha de 0,053 (nº 270). O silte e a argila passaram para a proveta de 1000 ml e a areia que ficou retida na peneira foram colocadas em béqueres.

O material da proveta foi agitado com um bastão de vidro por 30 segundos. De acordo com a temperatura do material (obtida por um termômetro), foi deixado em repouso conforme a tabela de temperatura e tempo de sedimentação. Depois de transcorrido o tempo de sedimentação, introduziu-se uma pipeta no interior da proveta a uma profundidade de 5 cm sendo em seguida aspirada a suspensão (fração argila) (Figura 9).

Ao fim do processo, o material da proveta (em suspensão) foi transferido para os béqueres anteriormente pesados, identificados com o ponto de coleta. Em seguida, foram levados à estufa a 120°C. Concluída a secagem, foi feita a pesagem e cálculo das frações

areias (submetidas ao método de peneiramento) e argila para cada amostra, a fração silte equivale ao complemento da soma das areias + argila, subtraídas pelas 20 g iniciais (obtido por diferença das outras frações em relação à amostra). Assim foram realizados três ensaios por amostras coletadas.

**Figura 9** - Equipamentos A - Agitador de Wagner, B - Processo de análise granulométrica (dispersão total).

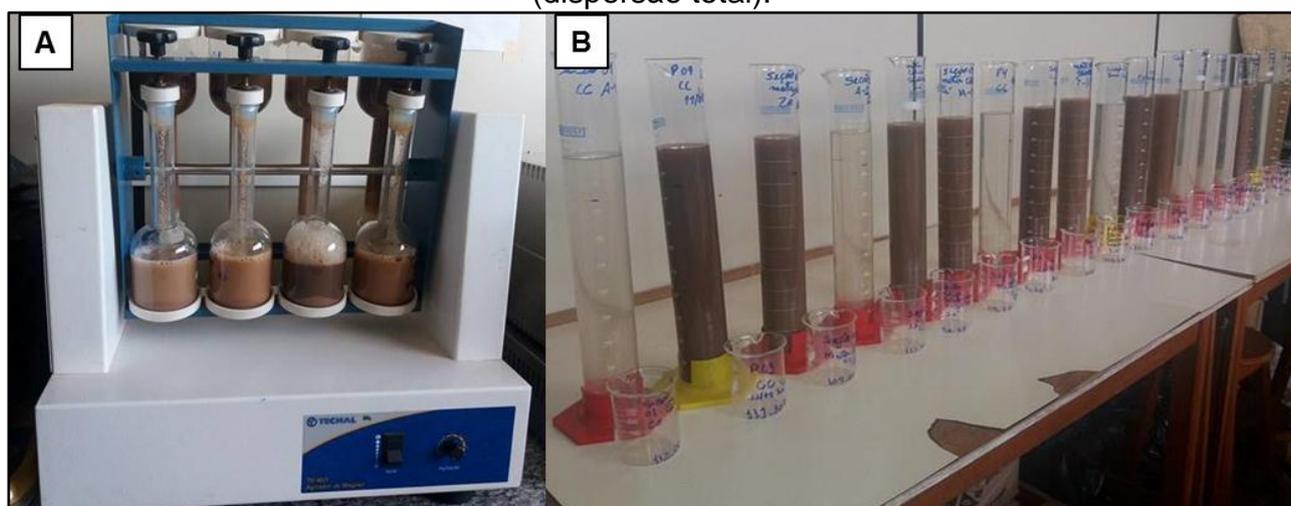


Foto: autor

- **Método de Peneiramento**

Esse processo iniciou-se após a separação, através do método da pipeta, do material grosseiro (que são as areias) do material fino (argila e silte). O material grosseiro foi seco em estufa e, posteriormente, submetido ao processo mecânico de peneiramento no Agitador Eletromagnético, com sequência de peneiras padronizadas por 15 minutos. O material retido em cada sequência de peneiras foi pesado separadamente, quando se determinaram as frações Areia Grossa, Areia Média e Areia Fina (SUGUIO, 1973).

**b) Sedimentos em suspensão (Método de evaporação)**

Após a coleta das amostras no campo, em laboratório, foram inseridas em recipiente adequado para evaporação (béqueres de 1000 ml) e levadas à estufa a 105 °C para secagem. Depois de alguns instantes ou horas, quando a amostra esteve visualmente seca, foi removida para o dessecador, posteriormente foi pesada; a diferença do peso é a carga suspensa (CARVALHO et al., 2000).

**c) Método de Agregados de Solos**

A princípio, os sedimentos foram trazidos para o laboratório e secos ao ar. Após estarem bem secos, foram destorroados cuidadosamente com as mãos, quebrando os

agregados maiores. Posteriormente, as amostras foram peneiradas em uma peneira de 20 cm de diâmetro com abertura de malha de 4 mm e retidas em uma outra peneira de 2mm. Foram bem homogeneizadas, pesadas 50 gramas em triplicata; o restante foi armazenado.

A primeira amostra de 50 gramas foi colocada em um béquer de peso conhecido e levada para a estufa a 105°C por uma noite. Depois, essa amostra foi esfriada em dessecador e pesada. O peso dessa amostra secou a 105°C e foi utilizado para o cálculo do teor de agregados.

Posteriormente, as outras amostras de 50 gramas foram colocadas na parte superior de um conjunto de peneiras de 13 cm de diâmetro, uma em cada jogo, sobre disco de papel de filtro na seguinte ordem: 2mm; 1 mm; 0,50mm; 0,25mm e 106mm de abertura de malha. Esse processo é chamado de tamisação, para aferir a instabilidade dos agregados em água (Figura 10).

**Figura 10** - A - Amostras B - Sedimentos destorroados sendo peneirados C - de tamisação com conjunto de peneiras, D - Sedimentos em béckers



Foto: autor

Logo depois, foi ajustado o nível da água no recipiente, de modo que os agregados contidos na peneira superior fossem umedecidos por capilaridade por quatro minutos, inclinando o papel de filtro por meio de jatos d'água.

Em seguida, foi ligado o aparelho de oscilação vertical graduado para uma amplitude de 4 cm de altura e uma frequência de 32 oscilações por minuto, sendo agitado durante quatro minutos. Os suportes foram retirados, contendo os jogos de cinco peneiras e transferidos. Cada fração foi retida para os béqueres numerados com o peso conhecido. Em seguida, foi eliminado o excesso de água e foram colocados em estufa a 105°C por uma noite. Posteriormente, foram retirados da estufa, esfriados em dessecador e cada fração foi pesada.

Para determinar o cálculo do teor de agregados retidos em cada peneira, foi seguida a seguinte ordem: 4-2mm; 2-1mm; 1-0,50mm; 0,50-0,25mm, foi utilizada a seguinte expressão: teor de agregados =  $1.000 (a / b)$  a = peso do agregado a 105°C b = peso da amostra seca a 105°C Teor de agregados < 0,25 mm = 1.000 – soma dos teores de agregados.

#### **d) Método de Matéria Orgânica por Calcinação Loss of Ignition**

Para determinação dos teores de matéria orgânica, foi selecionada uma fração do mesmo material dos agregados coletados na margem (base) parte inferior do barranco, uma quantidade de 4g de sedimentos que foi colocada em cadinhos de porcelana (Xícaras). Em seguida, cada amostra foi previamente seca a 105°C por duas horas. Logo após o período de repouso em estufa, as amostras foram levadas à mufla aquecida por cinco horas a uma temperatura de 500°C (Figura 11).

**Figura 11** - Equipamentos de calcinação de matéria orgânica A- Dissecador B- Forno Mufla



Fonte: autor

Em seguida, os cadinhos foram retirados da estufa com cuidado e esfriados em dissecador. Para determinação do cálculo, utilizou-se a amostra pesada e a diferença entre o peso inicial (4g), o peso final corresponde ao teor de matéria orgânica (DAVIES, 1974).

### 3.3.1 Protocolos de Avaliação Rápida de Rios - PARs

Por definição, para aferir a qualidade ambiental, foram utilizados os Protocolos de Avaliação Rápida de Rios (PARs), que são referentes aos aspectos físicos e biológicos do ecossistema fluvial, portanto podem ser usados como um instrumento de avaliação dos recursos hídricos. Cabe ressaltar que foi aplicado um protocolo em cada margem (margem e direita), uma vez que a ocupação diferencia-se em ambas as margens: a esquerda sofre maior influência antrópica pela urbanização, enquanto que a margem direita é área de planície de inundação.

Os PARs são documentos de referência que agregam procedimentos metodológicos aplicáveis à avaliação rápida, qualitativa e semi-quantitativa de um conjunto de variáveis representativas dos principais componentes dos fatores geomórficos (erosão) e sedimentológicos (deposição) que condicionam e controlam os processos e funções dos sistemas fluviais (RODRIGUES et al., 2012).

Para aferir o nível de degradação da área de estudo, foi realizada a adaptação do Protocolo de Avaliação das Condições Ecológicas e da Diversidade de Hábitats em Trechos da Bacia Hidrográfica proposto por Rodrigues et al. (2012).

De acordo com Rodrigues et al. (2012), as pontuações foram atribuídas a cada parâmetro com base na observação das condições de habitat nas quais serão avaliadas consequências de alterações antrópicas na bacia hidrográfica em questão e que acabam por comprometer sua integridade. As pontuações finais refletiram no nível de preservação das condições ecológicas, morfológicas e hidrológicas dos trechos da bacia estudada.

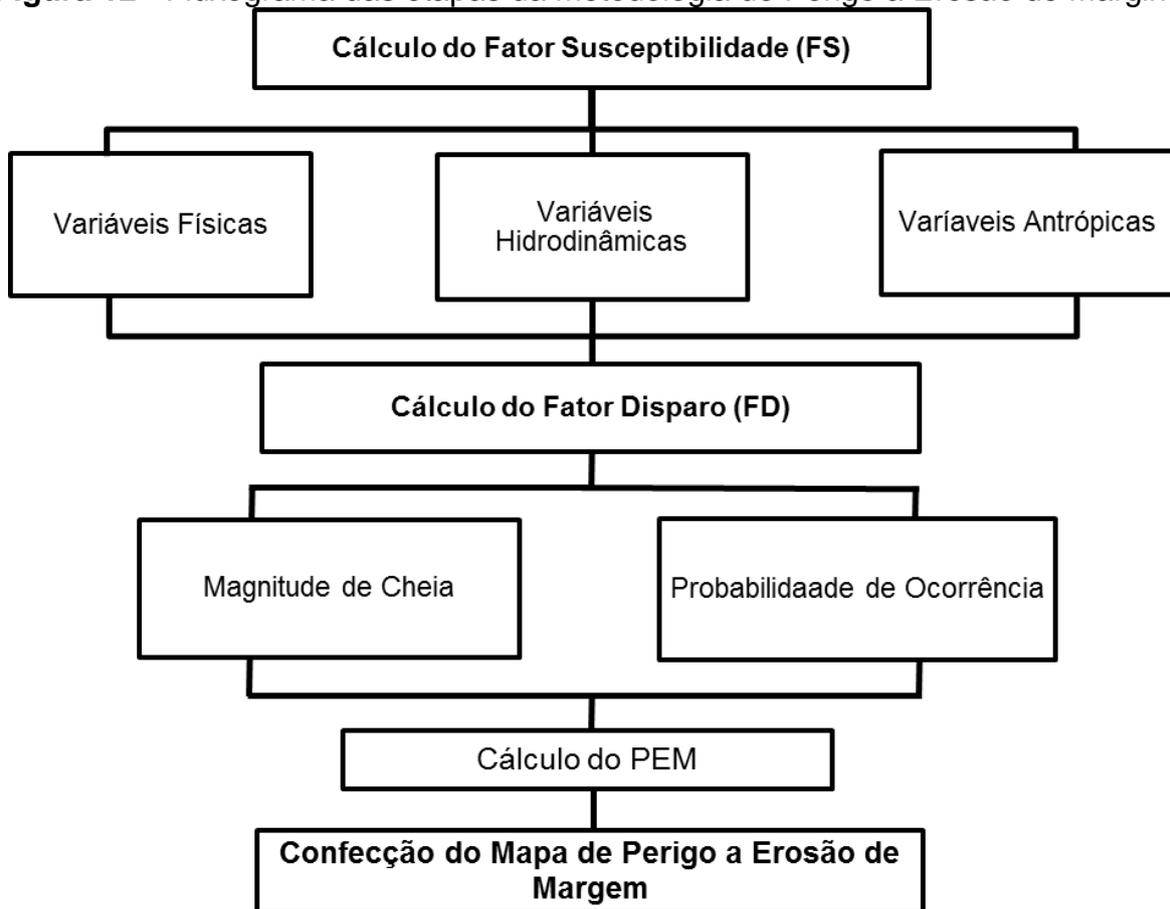
O PAR proposto por Rodrigues et al. (2012) avalia parâmetros morfológicos: deposição de sedimentos, alterações no canal, estabilidade das margens, proteção das margens pela vegetação e estado de conservação da vegetação do entorno. Foram aferidas por uma pontuação que pode variar sendo classificadas como:

- 0 a 1 - Péssima
- 1,1 a 2 - Regular
- - 2,1 a 3 - Boa

### **3.2. Protocolo de avaliação de Perigo a erosão de margem em canais fluviais (erosão fluvial)**

Foi aplicado um Protocolo em todos os pontos críticos, a fim de aferir o grau de perigo a erosão de margem do trecho entre a Baía da Palha e a Baía do Sadao. Para aferir o grau de Perigo a erosão das margens foi necessário parâmetros de variáveis físicas, hidrodinâmicas, antrópicas que seguiram em etapas como pode se visualizadas no fluxograma (Figura 12).

**Figura 12 - Fluxograma das etapas da metodologia de Perigo a Erosão de Marginal**



Org: autor

- **Etapa I:** Levantamento bibliográfico, documental e trabalho de campo, objetivando conhecer tanto os fatores físicos condicionantes (associados à natureza do terreno na área, como litologia, declividade, propriedades do solo e outros), quanto os fatores estimulantes (fatores externos como a ação humana, que estimulam os processos ao modificar o equilíbrio pré-existente).

Também incluiu a consulta dos dados sobre a variação do nível hidrométrico, registrados na estação da Marinha de Cáceres, para conhecer a magnitude das cheias durante todo o tempo de registros (1966-2016) bem como os dados hidrodinâmicos para levantamento da velocidade do fluxo através do molinete fluviométrico MLN – 7 e para o levantamento da profundidade dos pontos, foi utilizado o sonar Garmin GPSMAP-420S, obtidos em campo e a fotointerpretação (fotos aéreas de diferentes épocas) para identificar as mudanças na morfologia fluvial ao longo do tempo.

- **Etapa II: Cálculo do Perigo de Erosão das Margens (PEM):** A metodologia aplicada compreende os seguintes passos:

### II.1) Localização de trechos e pontos críticos

A magnitude e o tipo de erosão que ocorre em um trecho de uma corrente hídrica natural vêm determinado pelas características do leito e as condições ambientais do lugar, únicas para cada tramo do rio Ortega e Marin, (2004); Basile, (2005). Com base nesta realidade foram delimitados inicialmente, utilizando aparelho GPS, os setores ou trechos (diferenciados de acordo com o processo exógeno dominante), bem como os “pontos críticos” de erosão nos trechos erosivos (Quadros 02 e 03). A seguir, os dados de localização foram inseridos em uma base georreferenciada.

**Quadro 02 - Localização de início e fim dos trechos na área de estudo**

Trechos	Coordenadas no início		Coordenadas no final	
1	Lat. 16°05'50.8"S	Long. 57°42'35.6"O	Lat. 16°05'56.6"S	Long. 57°42'47.4"O
2	Lat. 16° 05 56.6"S	Long. 57°42 47.4"O	Lat. 16° 05 57.1"S	Long. 57°42 54.3"O
3	Lat. 16° 05 57.1"S	Long. 57°42 54.3"O	Lat. 16° 06 28"S	Long. 57°42 56.7"O
4	Lat. 16° 06 28"S	Long. 57°42 56.7"O	Lat. 16° 06 55.5"S	Long. 57°43 25.5"O
5	Lat. 16° 06 55.5"S	Long. 57°43 25.5"O	Lat. 16° 06 59.5"S	Long. 57°43 40.6"O

Org: autor

**Quadro 03 - Localização dos pontos críticos na área de estudo**

Pontos críticos	Coordenadas	
1	Lat. 16°05'56.90"S	Long. 57°42'50.17"O
2	Lat. 16° 05'52.92"S	Long. 57°42 53.80"O
3	Lat. 16° 06'28.94"S	Long. 57°42 57.09"O
4	Lat. 16° 42'23"S	Long. 57°42'49.43"O
5	Lat.16°06'38.24"S	Long. 57°43'0.96"O
6	Lat.16°06'54.32"S	Long. 57°43'19.92"O

Org: autor

A seleção dos seis pontos críticos distribuídos nos trechos de erosão identificados na área de estudo, baseou-se no critério de que, em cada um, se manifestem intensos processos erosivos de margem na atualidade.

### II.2) Cálculo do Perigo de Erosão das Margens (PEM):

O Perigo *ameaça natural* consiste na probabilidade de ocorrência, em um momento e lugar determinados, de um evento natural extremo cuja magnitude, intensidade,

frequência e duração possam causar danos severos à vida humana e às atividades socioeconômicas, ao extremo de provocar desastre (UNDRO, 1979).

Assim, o risco constitui o produto da interação entre a Ameaça e as Vulnerabilidades Rydzewski; et.al (2016). No caso estudado, trata-se do Perigo de Erosão das Margens, o qual pode ser obtido a partir da equação seguinte, adaptada de autores como Ojeda (1996); Fernandez e Lutz (2003); García-Chevesich (2010); Cogollo, et.al (2014).

$$PEM = FS \cdot (1/FD)$$

Onde:

**PEM:**Perigo de Erosão das Margens

**FS:**Fator de Susceptibilidade (dada pelas condições geólogo-geomorfológicas, hidrodinâmicas e hidrossedimentológicas, edáficas, incluindo o tipo de utilização).

**FD:**Fator de Disparo (dado pela magnitude da cheia)

A seguir se explicam os procedimentos metodológicos utilizados para a determinação do Fator de Susceptibilidade e do Fator de Disparo: A avaliação do Fator de Susceptibilidade foi realizada a partir das informações obtidas nos levantamentos de campo realizados (tanto nos diferentes trechos como em seus pontos críticos), considerando as seguintes variáveis ponderadas:

#### a) Variáveis físicas

- Litologia: Como se trata de sedimentos aluviais (não há afloramentos de rochas) foram atribuídos os valores seguintes, advindos do grau de consolidação desses sedimentos em cada trecho (Quadro 04).

**Quadro 04 - Perigo de erosão associada à litologia do trecho**

Litologia	Caráter do perigo	Peso
Sedimentos mais antigos medianamente consolidados	Baixo	01
Sedimentos recentes pouco consolidados	Médio	03
Sedimentos atuais não consolidados	Alto	05

Org: autor

- Tipo de margem característico do trecho: No trecho estudado se podem encontrar três tipos de margens, como mostrado no (Quadro 05).

**Quadro 05 - Perigo de erosão segundo o tipo de margem**

Tipo	Caráter do perigo	Peso
Reta	Baixo	01
Convexa	Médio	03
Côncava	Alto	05

Org: autor

- Declividade da margem: referido ao grau de verticalidade do talude, que compromete sua estabilidade (Quadro 06).

**Quadro 06 - Perigo de erosão segundo a declividade da margem**

Declividade	Caráter do perigo	Peso
1 a 5 <sup>0</sup>	Muito baixo	01
5 a 10 <sup>0</sup>	Baixo	02
10a 25 <sup>0</sup>	Médio	03
25 a 50 <sup>0</sup>	Alto	04
>50 <sup>0</sup>	Muito alto	05

Org: autor

- Altura do barranco: que determina a área de exposição ao fluxo erosivo da corrente hídrica (Quadro 07).

**Quadro 07 - Perigo de erosão segundo a altura do barranco**

Altura (em m.)	Caráter do perigo	Peso
<2,0	Muito baixo	01
2,1 a 4.0	Baixo	02
4.1 a 6.0	Médio	03
6.1 a 8.0	Alto	04
>8,0	Muito alto	05

Org: autor

O fato de que a erosão de margens na área estudada do rio Paraguai aconteça, principalmente, a partir do solapamento basal, determina a necessidade de selecionar os valores das variáveis (teor de agregados, matéria orgânica e granulometria) correspondentes à seção inferior do barranco em cada ponto crítico, por ser ela a que permanece o ano todo submetida à ação erosiva advinda tanto da água como das ondas geradas pela navegação fluvial. A seguir se explica o procedimento metodológico adotado para cada variável:

- Teor de agregados: considerando o valor total de agregados retidos nas peneiras (Quadro 08).

**Quadro 08 - Agregados dos solos das margens (barrancos)**

Teor de agregados (g/Kg)	Caráter do perigo	Peso
>800	Muito Baixo	01
600 a 800	Baixo	02
400 a 600	Médio	03
200 a 400	Alto	04
< 200	Muito Alto	05

Org.: autor

- Granulometria: considerando o conteúdo total de areia na seção inferior do barranco (Quadro 09).

**Quadro 09 - Granulometria dos sedimentos na seção inferior**

Granulometria (em %)	Caráter do perigo	Peso
< 20	Muito Baixo	01
20 a 40	Baixo	02
40 a 60	Médio	03
60 a 80	Alto	04
>80	Muito Alto	05

Org.: autor

- Matéria orgânica: considerando o conteúdo de M.O. na seção inferior do barranco (Quadro 10).

**Quadro 10 - Matéria Orgânica na seção inferior do barranco**

Matéria orgânica (em mg)	Caráter do perigo	Peso
>400	Muito Baixo	01
300 a 400	Baixo	02
200 a 300	Médio	03
100 a 200	Alto	04
<100	Muito Alto	05

Org.: autor

## b) Variáveis hidrodinâmicas

- Tipo de fluxo:

**Quadro 11 - Perigo de erosão segundo o tipo de fluxo**

Tipo	Caráter do perigo	Peso
Fluxo laminar	Baixo	01
Fluxo intermediário	Médio	03
Fluxo turbulento	Alto	05

Org.: autor

- Velocidade do fluxo da água: As medições da velocidade do fluxo foram realizadas com auxílio de um molinete, sendo ponderadas da seguinte forma (Quadro 12).

**Quadro 12 - Perigo de erosão associada à velocidade da água**

Velocidade (em m/s)	Caráter do perigo	Peso
< 0,13	Muito Baixo	01
0,13 a 0,27	Baixo	02
0,30 a 0,56	Médio	03
0,59 a 1,15	Alto	04
>1,15	Muito Alto	05

Org: autor

**c) Variáveis antrópicas**

- Ocupação e uso da terra: Consideraram-se, os tipos de uso e ocupação das margens, como fator que influencia na susceptibilidade à erosão em cada trecho crítico (Quadro13).

**Quadro 13 - Ocupação e uso nos pontos críticos**

Ocupação e uso	Caráter do perigo	Peso
Ausência de ocupação (APP)	Muito Baixo	01
Vegetação natural pouco degradada	Baixo	02
Vegetação natural degradada, com manchas de pastagens	Médio	03
Urbanização concentrada, solos exposto com vegetação esparsa	Alto	04
Urbanização total: superfícies aterradas, construções e superfícies impermeáveis (calçamentos).	Muito Alto	05

Org: autor

- Medidas de proteção anti-erosiva implementadas nas margens: segundo o grau de proteção que oferecem (Quadro 14).

**Quadro 14 - Medidas antrópicas de proteção anti-erosiva**

Tipo de proteção	Caráter do perigo	Peso
Reflorestamento com vegetação natural	Muito Baixo	01
Reflorestamento com vegetação artificial	Baixo	02
Blocos de rochas	Médio	03
Muros de arrimo	Alto	04
Não possui	Muito Alto	05

Org: autor

**d) Cálculo do Fator de disparo (Fd):**

O fator de disparo é determinado pela magnitude da cheia do rio Paraguai (registrada diariamente na estação hidrológica da Marinha de Cáceres-MT) durante um período de 50 anos, entre 1966 e 2015. Quanto maior a cheia, maior será a superfície exposta ao fluxo da água nos barrancos marginais. Portanto, ele é representado pela

probabilidade de ocorrência (“**p**”) de cheias acima de 4 m. cuja determinação foi realizada da forma seguinte:

Após agrupar os valores diários da cheia nesse período (disponíveis no registro) nas categorias de: <1 m; 1-2 m; 2,1-3 m; 3,1-4 m e >4 m, foram selecionados aqueles valores superiores a 4.0 m (com base no critério de que a partir desse nível, quase a totalidade do barranco fica exposta ao fluxo da água do rio). A seguir foi calculado “**p**” para o período de 50 anos, segundo a equação:

$$p = m/n$$

Sendo:

“**m**” – número de dias com registro de cheia superior a 4 m

“**n**”- número total de dias compreendidos no registro (série)

Finalmente, para ter uma ideia mais completa da incidência do Fator de Disparo, foi estimado o *intervalo de recorrência* ou *período de retorno* (“**T**”) dessas cheias, ou seja, o intervalo médio entre sucessivas recorrências do acontecimento (cheias acima de 4 m.) no período de 50 anos, pela equação (OMM, 1990):

$$T=1/p$$

O conceito de Ameaça ou Perigosidade se refere à probabilidade de ocorrência para uma área determinada, de um fenômeno com consequências potencialmente destrutivas. Considerando o risco como uma condição latente, que expressa a possibilidade de perdas no futuro, a partir da interação Ameaça – Vulnerabilidade (RYDZEWSKI; MOYA; LANFRANCO, 2016).

Sob esta perspectiva, um evento físico não pode causar dano social se não há elementos da sociedade expostos a seus efeitos. De a mesma falar da existência de vulnerabilidade é possível somente em referencia à presença de uma ameaça particular.

A zonificação de ameaças se enquadra dentro das estratégias de mitigação dos desastres naturais, orientada a obter informação da natureza e dinâmica do território considerando os aspectos geográficos físicos, geológicos, geomorfológicos e sociais geradores de riscos para os bens e para as pessoas, permitindo a predição e prevenção (VEGA RAMÍREZ; VENTURA RAMOS; GÓMEZ WALLACE, 2009).

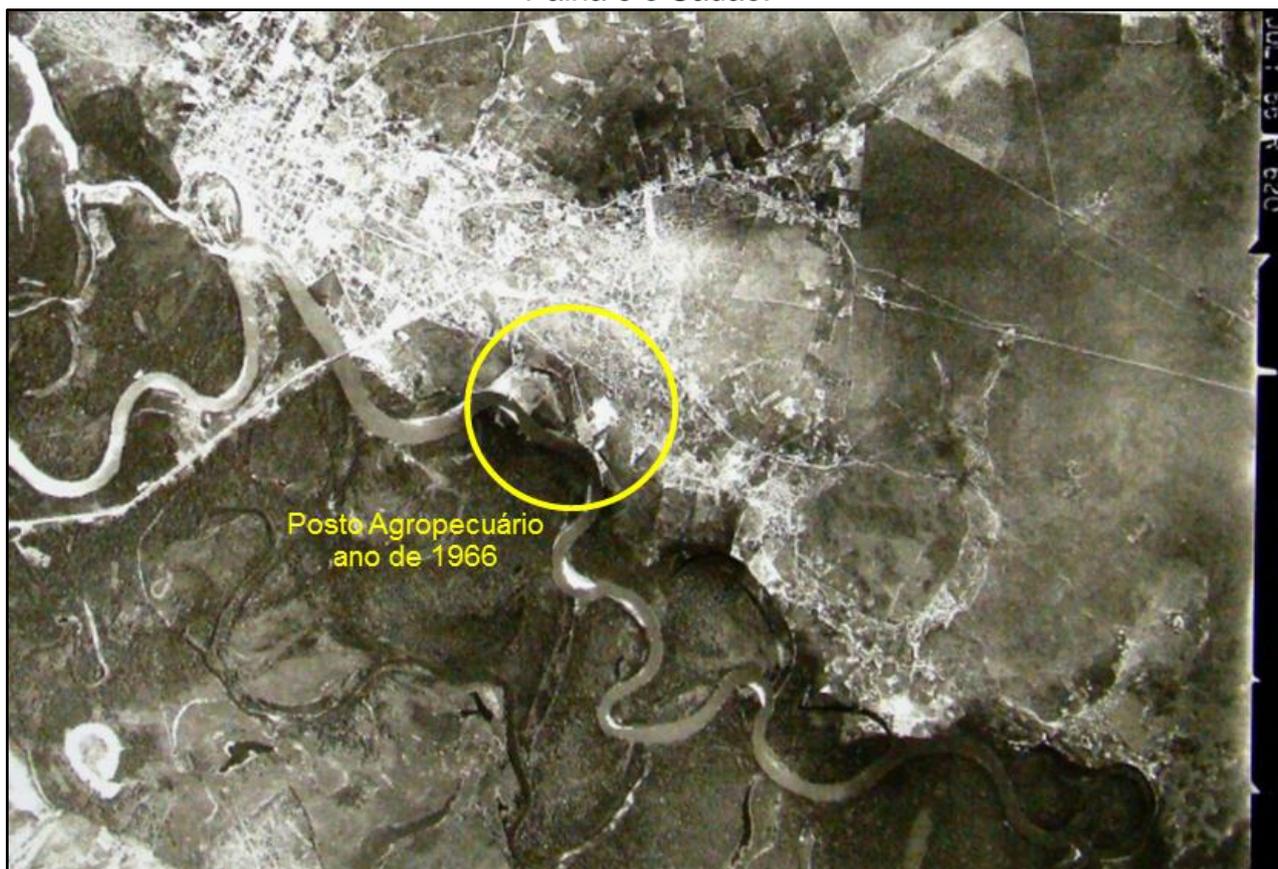
## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 4.1 Processo de ocupação/uso e mudanças espaciais no trecho entre a Baía da Palha e o Sadao (1950-2015)

No que diz respeito ao trecho entre o furado da baía da Palha e o Sadao, a margem esquerda do rio Paraguai sofreu influência direta do projeto de colonização (marcha para o Oeste). No período de 1950, na área que compreende o Bairro Jardim das Oliveiras, ocorreu o início de ocupação através da doação de um terreno pelo prefeito da ocasião, Dr. José Rodrigues Fontes, por intermédio do Decreto nº 13, de 16 de setembro de 1950, em conformidade com a Lei nº 47, de 09 de setembro de 1950. Para a construção do Posto Agropecuário de Cáceres, a área foi cedida pelo governo federal para incentivo do fomento agrícola em Cáceres e região conforme a (Figura13).

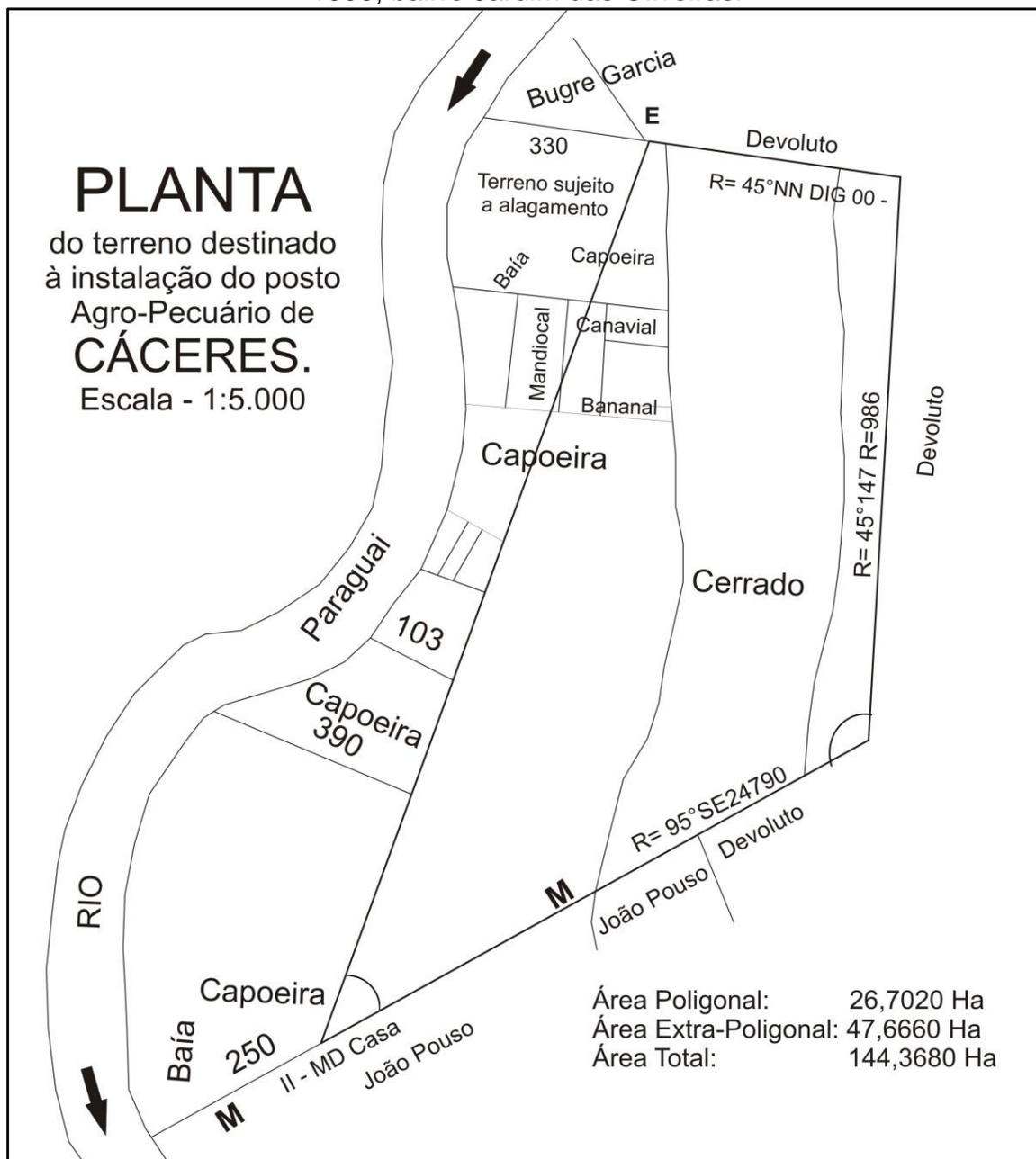
**Figura 13** - Instalações do Posto Agropecuário em julho de 1966, na área entre a Baía Palha e o Sadao.



Fonte: Acervo Engenheiro Adilson Reis

Portanto, conforme o Decreto nº 13 de 1950, analisado no trabalho de Amorim (2003), ficou definido que uma área de 144,3680 ha (hectares), situada na zona suburbana ao sul e a leste da cidade Cáceres na margem esquerda do rio Paraguai, denominada como gleba Cabral, sendo 268.000 m<sup>2</sup> (duzentos e sessenta e oito mil metros quadrados) a 30 (trinta) metros de uma baía e a 330 (trezentos e trinta metros), ao norte na divisa das terras do Sr. Alfredo de Oliveira Garcia popularmente chamado de (Bugre Garcia) e ao sul com as terras do Sr. João Pouso (Figura 14).

**Figura 14** - Planta do terreno destinado instalação do Posto Agropecuário de Cáceres 1950, bairro Jardim das Oliveiras.



Fonte: Ministério da Agricultura (1950)

Ao construir o Posto Agropecuário na margem esquerda, a mata ciliar foi retirada. A planta ainda demonstra que havia terras devolutas no entorno, ou seja, terras públicas sem destinação ao uso não integravam nenhuma propriedade particular. Existiam, contudo, terras particulares, como as dos proprietários Bugre Garcia ao norte e João Pousou ao sul.

O uso da área de estudo inicia-se com instalação do Posto Agropecuário de Cáceres. A ponte Marechal Rondon foi construída posteriormente, o transporte para o outro lado da margem do rio Paraguai era realizado por meio de balsas. Em relação aos impactos da instalação do posto agropecuário no rio Paraguai, iniciou-se com retirada da vegetação ciliar. Posteriormente, foram realizados vários cultivos experimentais.

Para Amorim (2003), o posto agropecuário era destinado para fins experimentais, ou seja, eram realizados diversos experimentos e contava com estruturas para auxiliar na produção, como galpões para armazenar alimentos, maquinários e ferramentas utilizados para produção.

Portanto, houve a produção de mudas, sementes e diversas culturas em fase experimental, tais como: café, limão etc. Mendes (2009) ainda reforça que toda a produção agrícola do posto era voltada para abastecimento do município, servindo de subsídio aos pequenos lavradores de Cáceres e região a preço de custo em forma de incentivo.

Dessa forma, diversos tipos de culturas agrícolas eram produzidos como: arroz, milho, feijão, banana, laranja, mandioca, cana de açúcar. A maior produção de arroz ocorreu em 1956, alcançando 6.000kg. Em 1957, a produção de mandioca foi de 5.500kg (tabela 1).

**Tabela 1** - Produção anual de Produtos Agrícolas em (Kg) no Posto Agropecuário em Cáceres-MT 1955/1959.

Ano	Cana de açúcar	Arroz	Milho	Feijão	Mandioca	Banana	Laranja
1955	-	2.640	1.000	-	-	-	-
1956	2.500	6.000	-	800	-	-	-
1957	-	450	2000	-	5.500	-	-
1958	-	-	-	-	-	3.000	1.900
1959	-	900	1.000	180	1.000	-	-

**Fonte:** Amorim (2003)

O Posto Agropecuário funcionou durante 20 anos, sendo desativado pelo Ministério da Agricultura em 1971. No mesmo ano, foi instalada uma estação Meteorológica –

ESMET, que funcionou durante 21 anos. Posteriormente, a estação foi transferida no ano de 1992 para o Instituto Federal de Mato Grosso – IFMT. O Posto passou a pertencer à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), que não chegou a exercer suas atividades, ficando paralisada por dez anos. Em 1982, a área passou para os domínios do órgão estadual “Empresa de Pesquisa Agropecuária”, antiga EMPA, que funcionou durante 11 anos. Em outubro de 1992, a EMPA encerrou suas atividades, transferindo-se para as proximidades do assentamento Facão, às margens da BR-070, denominando-se como Empresa Mato-Grossense de Pesquisa Assistência e Extensão Rural-EMPAER.

O Bairro Jardim das Oliveiras iniciou quando da invasão da referida área da antiga Empa, em 1992, exatamente quando a Empresa Empa encerrou suas atividades. Conforme descreve Amorim (2003), primeiramente as residências que serviam de apoio para as pesquisas experimentais foram ocupadas. Posteriormente, em 1996, a invasão de toda área concretizou-se, inclusive áreas que eram impróprias para consolidação de uso urbano, ressaltando as Áreas de Preservação de Permanente (APP's), sendo que as margens foram sendo ocupadas respectivamente.

Em 1996, mesmo sem a regularização, a área do bairro Jardim das Oliveiras foi loteada e distribuída para famílias. Nesse sentido, foi constituída uma diretoria para defender os interesses da comunidade *sem teto*, cujo objetivo era buscar junto ao poder público regulamentação dos terrenos.

O último censo do Instituto Brasileiro Geografia e Estatística (IBGE), de 2010, efetivou a contagem populacional dos habitantes dos bairros de Cáceres, no caso do Jardim das Oliveiras, uma vez que não estava regularizado, pois sofria processos judiciais. Devido ao fato de a área anteriormente consistir em terras doadas para fins de utilidade pública, a população do bairro foi inserida no censo juntamente com as do bairro Jardim Imperial e Rodeio. Esses bairros fazem limites com a área de estudo, pois juntos somaram 5.638 habitantes.

Amorim (2003) ainda reforça, salientando que, embora as autoridades busquem diversas formas para regularizar a área do Bairro Jardim das Oliveiras junto ao governo do Estado, a região foi a leilão para quitar dívidas da antiga Empresa de Pesquisa Agropecuária-EMPA; porém, foi inevitável a invasão.

Na década de 1980, a cidade ainda não contava com um plano diretor para organizar seu espaço urbano, contribuindo para ocupações clandestinas, inclusive de áreas impróprias para uso, o que provocou degradação ambiental. O avanço da expansão urbana nas áreas de preservação permanente nas margens do rio Paraguai não foi evitado.

Ao longo dos anos, houve adensamento maior de população e realização de várias atividades: areeira (extração e depósito de areia), residências, casas de veraneio e tablados, além da área destinada ao distrito industrial.

A areeira iniciou suas atividades em 1993, antes do surgimento do bairro Jardim das Oliveiras. A exploração de sedimentos do leito do rio Paraguai tem sua produção voltada para o setor de construção civil em Cáceres (Figura 15 e Tabela 2).

**Tabela 2 - Produção de areia da Areeira Monte Verde período 2011 à 2015**

Produção em M <sup>3</sup>												
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2011	344	603	843	771	541	906	540	864	868	905	804	996
2012	413	587	814	762	537	888	570	889	822	899	788	1004
2013	390	569	797	745	521	849	605	881	705	1112	756	1100
2014	365	620	832	753	541	892	689	899	800	1103	802	1083
2015	403	633	857	779	553	910	665	992	873	1338	791	1134

Fonte: Dados obtidos da Areeira Monte Verde

Org: autor

Schutzer (2012) deixa claro que, na medida em que ocorre a ocupação de novas áreas decorrentes do avanço da expansão urbana nas cidades, aumenta também a exploração dos recursos naturais. A procura por matérias-primas como areia, pedra, argila, água para abastecimento, irrigação, produção de energia, uso do solo para produção de alimentos e madeira impulsiona significativamente a possibilidade de degradação ambiental, como a diluição de resíduos principalmente urbanos e industriais despejados nos mananciais.

A retirada de areia na área de estudo é feita pelo método tradicional, utilizando uma balsa flutuante de estrutura metálica, uma draga que possui a bomba de sucção de 6" (polegadas). O motor, que é movido a óleo diesel, tem potência de 6 seis cilindros (130c.v). Os sedimentos (areia) são transportados por tubos metálicos, que são armazenados no depósito da areeira na margem esquerda da área de estudo (Figura 15).

**Figura 15** - Depósito de areia na margem esquerda do trecho entre a Baía da Palha e o Sadao



**Foto:** autor

Nesse sentido, a extração de areia está contribuindo para alteração no rio Paraguai e canais secundários. As atividades realizadas do leito promovem a remobilização de sedimentos, aprofundamento da calha, a retomada erosiva das margens, além do derramamento de óleo e graxa que é constante no leito do rio. Essas dragas são antigas e precárias, os tubos metálicos apresentam vários buracos que dispersam os sedimentos no rio, provocando a sedimentação de áreas a jusante.

Conforme Souza (2004) descreveu em seu trabalho realizado no rio Paraguai, os problemas decorrentes da dragagem para retirada de areia aumentaram nos últimos anos, intensificando os processos erosivos marginais, além de promoverem contaminação das águas por meio do derramamento de óleo no leito do rio (Figura 16)

**Figura 16** - Retirada de sedimentos (areia) do leito do rio, Bairro Jardim das Oliveiras



Foto: autor

Nessa área, as margens do rio também são ocupadas por residências. A vegetação nativa foi praticamente toda retirada, dando origem a uma vegetação secundária, com as plantas ornamentais. No limite com o rio, para evitar as intensas erosões principalmente em época de cheia, foram construídos aterros, calçamentos e muros de arrimos.

As propriedades, além de servirem como residências, possuem caráter comercial, sendo utilizadas como locais de festas aos finais de semana e feriados, bem como para a atividade pesqueira para fins turísticos. Essas propriedades dificultam o acesso da população ao rio.

As casas da população de baixa renda localizam-se às margens do córrego do Junco, sem nenhum tipo de infraestrutura (água tratada, rede de tratamento de esgoto, pavimentação e iluminação pública). Esgoto, lixo e restos de construções são lançados diretamente no córrego Junco. No período da cheia, esses materiais são transportados para Baía da Palha, canal secundário do rio Paraguai.

Verificou-se a presença de inúmeros tabladados. Essas estruturas, além de facilitar a pesca, são utilizadas para fazer cevas. Na medida em que o nível do rio aumenta, também servem de apoio no embarque e desembarque (barcos de pequeno e médio porte) em épocas de cheia (Figura 17).

**Figura 17** - Ocupação da Margem esquerda por tabladados bairro Jardim das Oliveiras



Foto: autor

Nota-se que maioria dos tabladados é colocada de forma irregular (sem a devida regulamentação), o que motivou a União a mover uma ação civil pública de número nº 1.20.000.000181/2014-20, por parte do Ministério Público Federal em Cáceres. A Marinha do Brasil promoveu identificação dessas estruturas localizadas às margens do rio Paraguai, uma vez que elas “oferecem risco permanente de segurança e à navegação”, bem como perigo à integridade física dos usuários. Dessa maneira, foi determinada a remoção dessas estruturas do leito do rio utilizando-se dos meios necessários: através da demolição e/ou destruição. O parecer possui justificativa na legislação ambiental, na Lei

nº 9.537/97 que diz respeito à segurança da navegação dos rios federais, dentre eles, o rio Paraguai, considerado bem da União.

Dessa maneira, vários tablados localizados na margem foram considerados irregulares, e foram retirados, permanecendo apenas aqueles que se encontravam em conformidade com a legislação. Entretanto, os tablados e as grandes embarcações ancoradas às margens do rio Paraguai, além de causarem a insegurança para navegação, também prejudicam o habitat aquático dos peixes, influenciando na mudança em suas rotas migratórias.

Os tablados estão em conformidade com a legislação e permaneceram com as seguintes especificidades: distância mínima de 20m entre os tablados, com afastamento de 10m nas laterais da área do empreendedor e com as seguintes configurações: dimensão de 15m<sup>2</sup> com 3m de largura e com 5m de comprimento, com a exigência que sua plataforma e parapeito sejam construídos com madeira flutuantes e que haja local para destino do lixo a fim de evitar a poluição do rio Paraguai. Além dessas determinações, é preciso documentação de identificação, que é obtida no processo de cadastramento junto ao órgão de competência ambiental, Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SEMA).

Essa ação do Ministério Público Federal atingiu principalmente os pescadores tradicionais, uma vez que as margens dos rios, especificamente na área em questão, estão ocupadas por vários empreendimentos (casas de veraneio e pousadas) e não sofreram nenhuma ação por parte dos órgãos responsáveis. Contudo, com relação à ocupação irregular em áreas de APP's, alguma ação vem sendo tomada através de audiências públicas, questionando essas construções.

A ocupação da área estudo foi avançando, produzindo duas faces sociais: a primeira está relacionada às famílias de baixa renda que, por sua vez, ocuparam-na para moradia sem fins lucrativos. A segunda é relacionada a construções de casas de veraneio, pousadas e residências de alto valor aquisitivo (Figura 18). Na medida em que essas construções de alto padrão foram expandindo-se ao longo da margem, o acesso ao rio ficou impossibilitado pelas cercas e muros, interrompendo a utilização do rio pelos pescadores para a pesca de barranco.

Dessa maneira, torna-se nítida a essência do processo de valorização e desvalorização desses espaços consolidados ao longo dos anos. Bairros como Jardim

das Oliveiras e Garcês são utilizados por atores que representam dois lados sociais, verificando-se duas lógicas de apropriação e valorização, que unem e separam através da segregação socioespacial, no qual o detentor do capital apropria-se e privatiza um bem coletivo, que necessita de proteção ambiental, negando acesso à população (moradores locais).

**Figura 18** - Casas de Veraneio/residências A - B (alto padrão); residências C - D (baixo padrão)”; Bairro Jardim das Oliveiras



Foto: autor

A relação entre os atores sociais do espaço, conforme Moraes e Costa (1987) torna-se uma relação de “valor-espaço”, impulsionada através da apropriação dos recursos, tanto natural como artificiais, repercutindo diretamente na construção de diversas formas humanizadas. O espaço é reinventado através da perenização e/ou conservação dos construtos, e/ou das modificações naturais, representando sempre uma criação de valor, substantivada pelo trabalho humano.

O surgimento das pousadas, das casas de veraneio e dos clubes de lazer foi impulsionado pelo crescimento da atividade turística ao longo dos anos em Cáceres, que, durante a temporada de pesca, recebe pessoas vindas de diversos lugares do país, do estado e da região, devido à beleza paisagística do rio Paraguai.

O bairro Jardim das Oliveiras faz limite com o bairro Garcês por meio de uma Área de Preservação Permanente. Nesse trecho, a área apresenta contrastes rurais com a presença de pequenas propriedades de terras servindo de criação de gado e animais de pequeno porte, além de residências esparsas.

A atividade agrícola e pecuária às margens do rio Paraguai sempre foi uma característica marcante no município de Cáceres. A expansão agropecuária tornou-se intensa nas décadas de 1970 e 1980. Contudo, não deixa de ser uma atividade impactante. No caso da área em questão, também houve a retirada da cobertura vegetal para o incremento de pastagem e o pisoteio do gado para ter acesso à água, o que promove a compactação do solo e o aparecimento de processos erosivos.

O Bairro Garcês teve seu processo de ocupação diferente do bairro Jardim das Oliveiras (EMPA). Também ocorreu o loteamento de chácaras e sítios, sua ocupação ocorreu até mesmo antes. Distante a cerca de 4 km da área central de Cáceres, o Garcez é o terceiro em tamanho territorial, apresentando baixa densidade demográfica (IBGE, 2010).

Segundo relatos dos moradores mais antigos, a ocupação do bairro Garcês iniciou a partir de 1867. Nesse período, a via que corresponde à atual Avenida Radial I apresentava difícil acesso, existiam somente trilhas por onde circulavam charretes e carros de boi. Desse modo, a avenida é, atualmente, a principal via de acesso para as ocupações na margem do rio Paraguai, principalmente aos fins de semana.

As primeiras famílias residiam em chácaras e sítios, tinham seu cultivo e a criação de animais de pequeno porte voltada para subsistência. Vale ressaltar que, no início da ocupação, áreas que foram loteadas eram terras devolutas e faziam limites com algumas fazendas naquele local e que foram adquiridas por usucapião.

Com o avanço da malha urbana da cidade, o local sofreu influência, segundo Mendes (2009), na década de 1980, da administração municipal do prefeito de Cáceres, Ernani Martins. A cidade passou por profundas mudanças estruturais, algumas áreas verdes foram loteadas e, conseqüentemente, ocupadas, experimentando dessa maneira

algum tipo de crescimento populacional. Posteriormente, nessa mesma perspectiva de promover políticas habitacionais, a administração do prefeito Antônio Fontes construiu uma Cohab por meio de mutirão para atender às demandas de carências habitacionais do local (MENDES, 2009).

Relatos de moradores apontaram que o bairro era sujeito a enchentes, pelas características do lugar, estando próximo à área de planície do rio Paraguai e pela proximidade com o córrego do Junco que desaguava próximo da área onde está localizado o clube da Associação dos Funcionários da Fazenda do Estado de Mato Grosso – AFEMAT. Posteriormente, o córrego do Junco foi desviado para a entrada do canal secundário da baía da Palha. Nesse sentido, durante seu processo de ocupação, os moradores constituíram uma importante relação com o rio, pois dependiam do uso da água bem como da atividade da pesca, praticada pela maioria dos moradores.

Vale ressaltar que havia ocupação por sítios e chácaras, porém não existiam construções de pousadas e clubes de lazer, ranchos nem de as casa de veraneio. A população possuía total o acesso ao rio.

O canal secundário da baía da Palha possuía um fluxo contínuo; porém, a navegação era somente de pequenas embarcações. Segundo Souza et al. (2012), os moradores locais acusaram os proprietários das pousadas de promoverem dragagens através de máquinas, aprofundando a calha para aumentar o volume de água e viabilizar o acesso via fluvial o ano todo, facilitando a navegação de embarcações de grande porte. Essas interferências promoveram o assoreamento de canais a jusante, mais precisamente na área que corresponde ao Sadao.

De maneira concomitante e análoga, na medida em que as margens dos rios começam a ser ocupadas, podem ocorrer diversas interferências no leito do canal como: retificações, estreitamento, alargamento, aprofundamento. Esses fatores comprometem diretamente seu comportamento hidrodinâmico, aumentando e/ou diminuindo o fluxo, afetando também transporte da carga suspensa, podendo aumentar o número de áreas erodidas e, conseqüentemente, o surgimento de assoreamentos a jusante (GUY, 1970).

Cabe destacar que, na medida em que a construções avançaram em direção à margem esquerda, ocorreu o aumento de erosões. A alternativa encontrada foi a construção de muros de arrimos para contenção dos desmoronamentos que se intensificam principalmente no período chuvoso. Optou-se pelos revestimentos de

concreto que, ao desmoronarem, são carreados para o interior do canal no período de cheia, provocando o entulhamento e alterações na morfologia da calha (Figura 19). Os desmoronamentos na margem esquerda estão relacionados à retirada da mata ciliar e ao fato da área ser um ambiente de terraço aluvial.

**Figura 19** - Retirada da cobertura vegetal e construção de muros de arrimo para conter erosões



Foto: autor

Nas proximidades do clube AFFEMAT, foi identificada uma tubulação para o lançamento de águas pluviais vindas do bairro Garcês (Figura 20). Vale salientar que a maioria das galerias pluviais da cidade de Cáceres recebe esgoto residencial sem nenhum tipo tratamento por meio de ligações clandestinas.

Conforme Poletto (2014), a falta de um sistema eficiente de rede de tratamento de esgoto nas cidades brasileiras força a população a lançar esgotos domésticos *in natura* de forma clandestina nas galerias pluviais, que, além de poluição, transportam também sedimentos que conseqüentemente são lançados nos rios.

**Figura 20** - Lançamento de efluentes vindos do Bairro Garcês



**Foto:** autor

Verificou-se a presença de loteamentos, a fim de se construírem-se condomínios de alto padrão, revelando a valorização e a forte pressão que a área tem sofrido atualmente pelo fato de se situar próximo ao rio. Contudo, é preciso analisar as condições em que tais empreendimentos são construídos, uma vez que o desmatamento é inevitável, pois a desocupação da área tornou-se irreversível ao longo dos anos (Figura 21).

Outra questão a ser analisada reflete o acesso ao rio das populações ribeirinhas; pois, conforme discutido, a construção das barreiras dificulta o acesso no rio, que é público e pertencente à União.

**Figura 21-** Área de “APP” sendo loteada para construções de condomínios



**Foto:** autor

Ainda sobre a ocupação e uso da área em questão, dadas às características históricas do local, ao se afastar da margem observa-se a presença de várias chácaras onde a presença do gado é marcante. Algumas dessas propriedades estão em processo de loteamentos pelos proprietários. Essas propriedades limita-se com o conjunto habitacional do Bairro Garcez e com a área do Distrito Industrial, formando uma mancha heterogênea de urbanização e a presença indiciosa do contraste rural.

O desmatamento atua como principal fator de causa da erosão na margem, além dos condicionantes físicos e geomorfológicos que formaram o local. Concomitante a isso, há a estrutura precária do bairro, onde as ruas não são asfaltadas, o intenso fluxo decorrente do acesso às pousadas e clubes de lazer, a destinação incorreta do lixo e despejo de esgoto tanto pelo córrego do junco, quanto pelas galerias pluviais vindas do bairro Garcez. Esses são fatores que contribuem para provocar alterações na área de estudo.

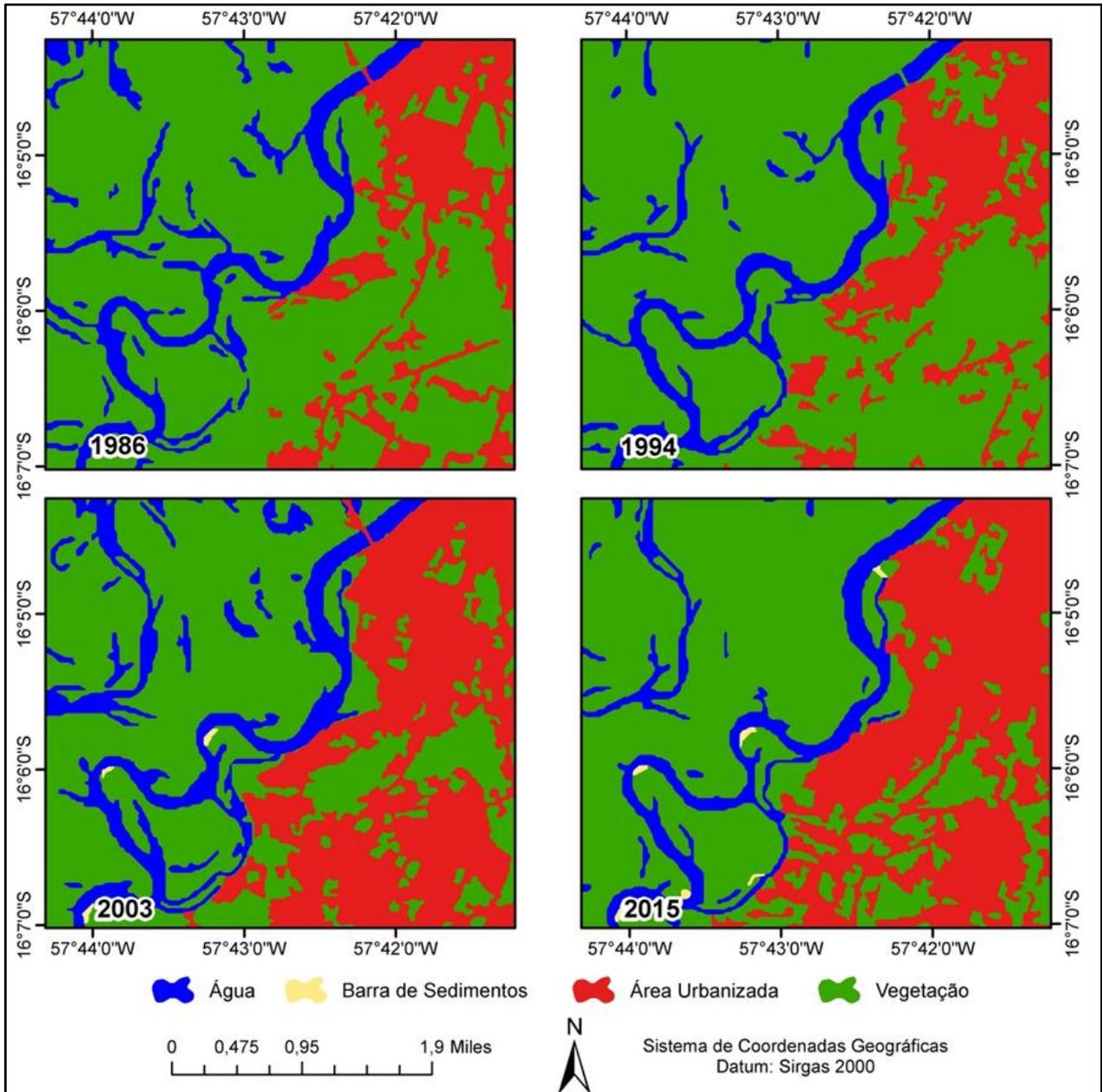
#### 4.1.1 Evolução da mancha urbana

Ao longo da década de 1980, Cáceres sofreu com processo de expansão urbana que avançou nos sentidos leste e sul. A ocupação gerou, além da degradação das margens do rio, a segregação socioespacial dos bairros ao longo do tempo, tornando algumas áreas suscetíveis a diversos tipos de riscos para a população, contribuindo para atual situação de impacto ambiental desde a área central até as mais afastadas neste caso, o trecho que corresponde entre a Baía da Palha e a Baía do Sadao.

Os resultados do processo da ocupação ao longo do tempo foram a impermeabilização do solo; o aumento de erosões de margens impulsionadas pela retirada da cobertura vegetal em áreas de preservação permanente (APPs); os assoreamentos e, conseqüentemente, as mudanças no curso de canais. De acordo com o trabalho realizado por Cruz (2013), ficou explícito que, na medida em que as ocupações foram avançando, influenciaram direta e/ou negativamente as áreas de interesse ambiental.

A evolução da mancha urbana na área de estudo está associada à implantação e ao crescimento dos bairros Jardim das Oliveiras e Garcez, além da área destinada ao distrito industrial. Os mapas temporais (1986, 1994, 2003 e 2015) mostram a evolução da urbanização no período de 29 anos (Figura 22). Nos mapas, destacam-se a rede de drenagem, vegetação da planície conservada, as áreas urbanizadas e a ocorrência de barras de sedimentos.

**Figura 22** - Evolução da expansão próximo da área de estudo nos períodos de 1986; 1994; 2003 e 2015.



Fonte: INPE

Org: Thales Ernildo

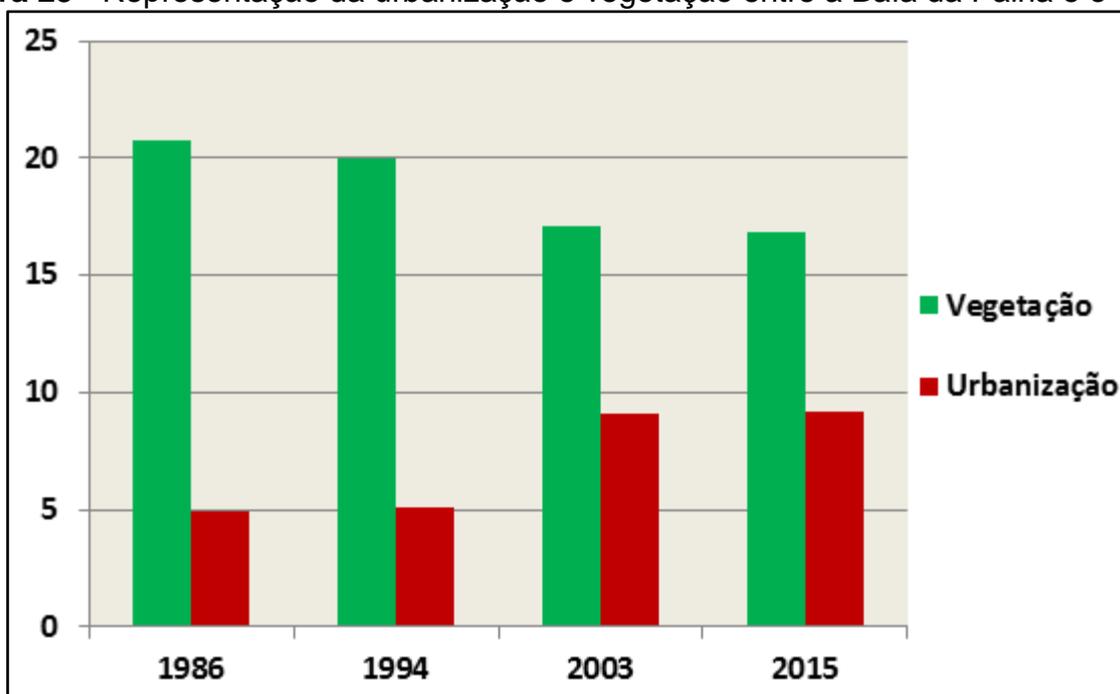
Ao comparar os mapas nos anos de 1994 a 2003, verifica-se o avanço da malha urbana em direção à rede de drenagem. Com maior adensamento urbano nos bairros Garcez e Jardim das Oliveiras, registrou-se a presença de chácaras com ocorrência de vegetação natural fragmentada em manchas.

Os referidos bairros possuem infraestrutura precária, ambos com pouca pavimentação asfáltica, facilitando infiltração e escoamento superficial nas vias. O bairro

Jardim das Oliveiras destaca-se por apresentar situação mais preocupante. Uma vez que não possui saneamento básico adequado, a população usa fossa séptica ou lança esgoto diretamente no córrego Junco. Posteriormente, os dejetos são transportados para o furado da Baía da Palha onde está localizada a foz do córrego.

A planície de inundação é composta pela vegetação ciliar; no sentido leste, onde houve a fragmentação, predominava a Savana/cerrado. A Savana/Cerrado foi totalmente substituída por pastagens e diversos tipos de edificações (industrial e residencial) ao longo do processo de ocupação, que foi avançando também em direção à margem, onde havia o predomínio da mata ciliar. Na medida em que aumentou o número de edificações, diminuiu a composição da vegetação nativa (Figura 23).

**Figura 23** - Representação da urbanização e vegetação entre a Baía da Palha e o Sadao



Org: autor

Comparando a evolução urbana entre os anos de 1986 e 1994, verifica-se que houve pouco crescimento, cerca de 0,19 km<sup>2</sup> em oito anos. O crescimento da urbanização deu-se com mais ênfase a partir de 2003, aumentando 399 km<sup>2</sup>.

Ao se comparar a evolução da urbanização em 1986, a mancha urbana ocupava a área de 4,94 km<sup>2</sup>, evoluindo significativamente em 2015 para 9,21 km<sup>2</sup>. A cobertura vegetal, em 29 anos, diminuiu cerca de 3,92 km<sup>2</sup> entre os anos de 1986 a 2015; sua retirada intensificou-se a partir do ano de 2003, atingindo 17,13 km<sup>2</sup> (Tabela 3).

Quando se cotejam os mapas nos anos de 1994 a 2003, verifica-se o avanço da malha urbana em direção à rede de drenagem, com maior adensamento urbano nos bairros Garcez e Jardim das Oliveiras. Na margem esquerda, registrou-se a presença de chácaras com ocorrência de vegetação natural fragmentada em manchas.

**Tabela 3 - Porcentagens em km<sup>2</sup> de urbanização e vegetação**

Ano	Urbanização	Vegetação
1986	4,94	20,80
1994	5,13	20,04
2003	9,12	17,13
2015	9,21	16,88

Org: autor

Portanto, a malha urbana ainda se encontra em expansão, manifestando-se diretamente em áreas inadequadas para o uso. A falta de políticas efetivas de planejamento urbano é um fator que pode aumentar a degradação ambiental em diferentes escalas, uma vez que a margem do rio vem sofrendo com diversas interferências antrópicas ao longo de seu corredor fluvial. Nesse sentido, Leandro (2015) reforça que o processo de expansão da malha urbana ao longo do corredor fluvial do rio Paraguai em sua margem esquerda “interferiu nos processos morfológicos e hidrossedimentológicos”, desde a baía do Malheiros, seguindo pelo bairro Jardim das oliveiras até a localidade do Sadao.

Com a atual implantação da Zona de Processamento e Exportação (ZPE), na área do Distrito Industrial, poderá haver alterações na dinâmica do rio Paraguai, como consequência das obras estruturais a serem realizadas. Se ocorrer o avanço em direção às margens, poderá implicar em impermeabilização do solo, intensificação da vegetação ciliar, aumento das áreas erodidas, fatores que podem afetar a dinâmica fluvial.

Desse modo, a zona de exportação pode trazer um novo arranjo urbano em detrimento de novas áreas loteadas, impulsionando uma (re)produção do espaço urbano, bem como pela futura especulação imobiliária. Wolman (1967) definiu que o surgimento de novas áreas urbanizadas em fase de construção promove a exposição dos solos, facilitando os processos erosivos e uma intensa produção de sedimentos nas bacias hidrográficas urbanas.

Existem algumas indústrias na área de distrito industrial em funcionamento e outras que fecharam as portas, deixando suas estruturas abandonadas. Bühler (2011) e Silva, (2011) constataram que tais empreendimentos lançavam seus efluentes industriais no rio

Paraguai, o que promoveu alterações na qualidade da água e nos aspectos sedimentológicos, conforme demonstrados em seus trabalhos na área de estudo em questão.

A área de preservação permanente de sete hectares foi delimitada ainda quando se iniciou o processo de ocupação do bairro Jardim das Oliveiras, justamente a fim de evitar o avanço dos loteamentos, restando apenas uma porcentagem dessa área preservada, que atualmente é destinada à pesquisa científica (Figura 24). Já no bairro Garcês, consolidou-se a área destinada ao distrito industrial.

**Figura 24** - Bairros Jardim das Oliveiras, área de APP, Garcês e o Distrito industrial entre a Baía da Palha e o Sadao.



Fonte: Google Earth 2016

Nesse sentido, na margem esquerda do presente estudo, a largura do corredor fluvial do rio Paraguai variou entre 109 a 170 metros, os canais secundários apresentaram larguras entre 40 a 50 metros. Portanto, o avanço decorrente da urbanização por falta de planejamento na área, que deveria ser de preservação permanente, não respeitou à legislação federal.

Os parâmetros propostos pelo Código Florestal Brasileiro não se aplicam em alguns trechos na área que corresponde ao corredor fluvial, devido à largura do canal manter uma situação regular de acordo com a extensa área de vegetação ciliar que se

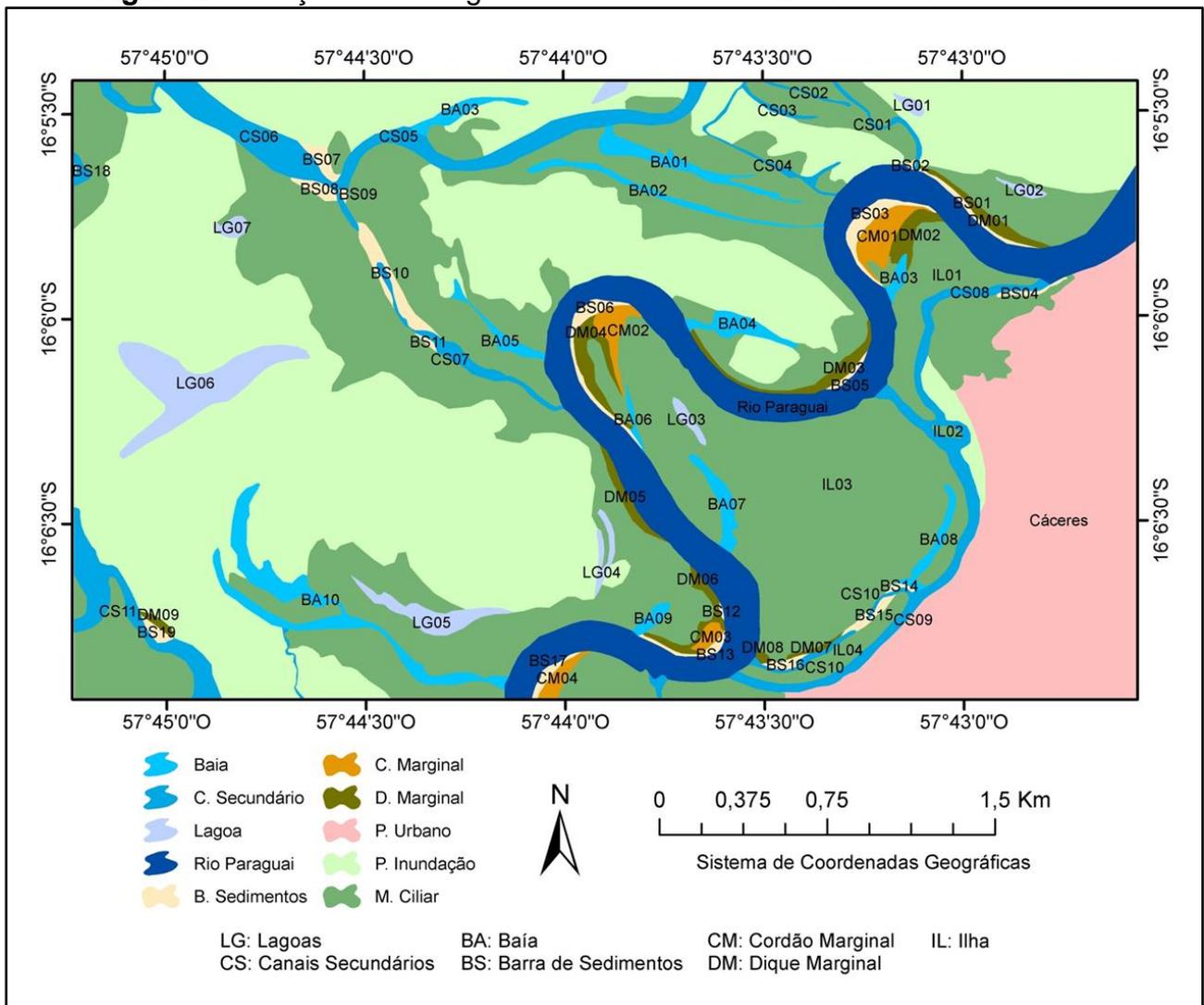
mantém preservada. Aplica-se somente na porção leste, onde se concretizou o uso por pousadas, casas de veraneio e clubes de lazer; na margem esquerda dos canais secundários a legislação ambiental não foi respeitada.

## 4.2 Morfologia e Hidrodinâmica

### 4.2.1 Aspectos Morfológicos da Planície de Inundação

A área de estudo possui tanto feições positivas, quanto negativas. Em relação às positivas: corresponderam a 19 barras de sedimentos, 04 cordões marginais, 09 diques marginais e 09 lagoas marginais e 04 ilhas fluviais; as negativas foram: 11 canais secundários e 07 lagoas e 10 baías (Figura 25, Tabela 4).

**Figura 25 - Feições Morfológicas no trecho entre a Baía da Palha e o Sadao**



Fonte: INPE

Org: Thales Ernildo

**Tabela 4 - Descrição das feições positivas e negativas no trecho entre o furado da Baía da Palha e o Sadao**

<b>Feições negativas</b>	<b>Área M<sup>2</sup></b>	<b>Feições positivas</b>	<b>Área M<sup>2</sup></b>
Baía 01	42,70	Barra de Sedimentos 01	9,66
Baía 02	29,36	Barra de Sedimentos 02	1,37
Baía 03	31,58	Barra de Sedimentos 03	23,03
Baía 04	29,58	Barra de Sedimentos 04	5,38
Baía 05	18,34	Barra de Sedimentos 05	4,20
Baía 06	5,48	Barra de Sedimentos 06	21,19
Baía 07	26,01	Barra de Sedimentos 07	11,62
Baía 08	20,73	Barra de Sedimentos 08	9,58
Baía 09	10,89	Barra de Sedimentos 09	1,63
Baía 10	122,14	Barra de Sedimentos 10	31,21
Canal Secundário 01	12,27	Barra de Sedimentos 11	2,14
Canal Secundário 02	5,36	Barra de Sedimentos 12	0,91
Canal Secundário 03	7,32	Barra de Sedimentos 13	7,98
Canal Secundário 04	16,95	Barra de Sedimentos 14	2,68
Canal Secundário 05	125,04	Barra de Sedimentos 15	8,58
Canal Secundário 06	106,32	Barra de Sedimentos 16	5,87
Canal Secundário 07	35,27	Barra de Sedimentos 17	7,75
Canal Secundário 08	49,44	Barra de Sedimentos 18	0,36
Canal Secundário 09	103,06	Barra de Sedimentos 19	6,34
Canal Secundário 10	15,93	Cordão Marginal 01	40,14
Canal Secundário 11	101,61	Cordão Marginal 02	26,20
Lagoa 01	6,77	Cordão Marginal 03	9,88
Lagoa 02	7,48	Cordão Marginal 04	15,65
Lagoa 03	9,24	Dique Marginal 01	23,04
Lagoa 04	14,98	Dique Marginal 02	23,40
Lagoa 05	44,15	Dique Marginal 03	30,46
Lagoa 06	149,44	Dique Marginal 04	33,85
Lagoa 07	10,20	Dique Marginal 05	16,65
		Dique Marginal 06	21,53
		Dique Marginal 07	4,61
		Dique Marginal 08	2,86
		Dique Marginal 09	5,50
		Ilha 01	255,33
		Ilha 02	4,86
		Ilha 03	1.245,51
		Ilha 04	61,83

**Org:** autor

Foram identificadas quatro barras e dois diques marginais nos canais secundários do furado da Baía da Palha, estando a barra lateral (BS4) na entrada do canal secundário (CS 08), além do registro de dois diques marginais (DM 07 e DM08), três barras localizadas no canal secundário (CS10), uma barra lateral (BS14) e duas barras submersas (BS15, BS16); a maior barra (BS15) apresentou 8,58 m<sup>2</sup> a menor (BS14) mensurou uma área de 2,68 m<sup>2</sup>.

No canal principal, na margem convexa, houve a ocorrência de processos de sedimentação por acresção lateral e a predominância da acumulação de sedimentos por

deposição vertical, ocasionando a ocorrência de seis barras de sedimentos em pontal, as quais surgiram pela perda de velocidade na margem convexa do meandro. O canal principal possui as maiores velocidades na margem côncava, depositando os sedimentos na margem convexa (a jusante, originando as barras de pontal); esse comportamento é típico de canais meandrantos.

As barras BS01, BS03, BS05, BS06, BS13 e BS7 são barras de pontal, variaram de tamanhos entre 9,66 m<sup>2</sup> a 11,62m<sup>2</sup>, não apresentaram presença de vegetação. As deposições ao longo do tempo influenciaram o seu aumento. Predominantemente, os materiais são depositados sucessivamente nas margens convexas, devido à perda da capacidade de transporte do canal. As maiores encontradas foram a BS03, apresentando uma área de 23,03 m<sup>2</sup>, e a BS06, com uma área de 21,19 m<sup>2</sup>.

Em relação aos cordões marginais, registrou-se a presença de quatro cordões marginais (CM 01, CM02, CM3 e CM4) nas margens convexas do canal principal. O maior cordão marginal 01 (CM 01) apresentou área de 40,14 m<sup>2</sup>.

Os cordões marginais CM01, CM02, CM3 e CM04 apresentaram vegetações do tipo fanerofitas lianas (trepadeiras) do tipo rasteiras e gramíneas, sendo compostas também por touceira de pepino de peixe, sendo chamado também de melancia do mato e melancia de pacu (*Cayaponia podantha*). Houve a presença da cabacinha do mato (*Eugenia theodora*), pertencente à família das mirtaças.

Quanto aos diques marginais DM 01, DM 02, DM 03, DM4, DM5, DM06, foram encontrados seis no canal principal, sendo cinco em margem convexa. Somente o dique DM09 foi encontrado na planície de inundação.

O surgimento desses diques marginais está associado às sucessivas fases de depósitos sedimentares, impulsionado pelos transbordamentos e rompimentos ao longo do perfil longitudinal nos períodos de cheia e vazantes, quando ocorre o transbordamento para planície de inundação, a deposição por acresção vertical dos materiais finos que influenciam a formação dos diques. O menor dique marginal (DM 08) apresentou uma área de 2,86 m<sup>2</sup>, o maior (DM 04) mensurou 33,85 m<sup>2</sup>.

Os diques marginais DM02, DM03, DM4 e DM06 apresentaram uma vegetação esparsa composta por gramíneas e arbustos. As vegetações arbustivas encontradas nesses diques marginais foram o sarã (*Sapiu obovatum*), sarã de espinha, sarã de leite

espécie da família Euphorbiaceae, marmelada (*Alibertia rubiaceae*), sendo encontradas nas áreas sujeitas a inundações nas bordas das (ilhas 01 e 03).

No trecho em estudo, foi registrada a presença de quatro ilhas fluviais. A maior ilha (03) abrange uma área de 1.246,51 m<sup>2</sup>, enquanto que a ilha 02 apresentou menor proporção em seu tamanho: 4,86 m<sup>2</sup>. A origem das ilhas está associada à evolução morfológica do canal principal, a partir de processos como o rompimento do colo de meandro.

Castrillon et al. (2011), em estudos realizados em ilhas fluviais em Cáceres, descreveram que as ilhas originadas por rompimento de colo de meandro apresentaram composição fisionômica diversificada no interior e nas bordas. A vegetação presente nas bordas corresponde a espécies rasteiras (gramíneas, arbustivas), e as encontradas no interior das ilhas caracterizam-se por uma vegetação mais densa composta por espécies arbóreas, sofrendo influência do regime de cheias de durante seis meses (de novembro a abril).

As ilhas apresentaram na mata ciliar, uma diversificada vegetação, com a presença de árvores e arbustos com galhos e troncos retorcidos, destacando espécies como: ingazeiro (*Inga sp.*), cambará (*Vochysia divergens Pohl.*), (*Vochysiaceae*), embaúba (*Cecropia sp.*), tarumã (*Vitex cymosa Bert.*), e outras.

As lagoas encontradas possuem características circulares e não são conectadas ao canal principal. Essas lagoas dependem do lençol freático e do ciclo de cheia para seu abastecimento. A quantidade de água acaba oscilando nos períodos de cheia e estiagem. Houve a presença de sete que variaram de tamanho entre 6,77 m<sup>2</sup> (lagoa 01) a 149,44 m<sup>2</sup> (lagoa 06).

Registrou-se a presença de dez baías na área de estudo, sendo que oito (BA02, BA03, BA04, BA05, BA06, BA07, BA08, BA09) possuem conexão com o canal principal. As outras três (BA01, BA10 e B11) não possuem nenhuma conexão direta com o corredor fluvial. As formas dessas baías variaram de semicirculares a circulares; a maior em dimensão (BA10) apresentou uma área de 122,14 m<sup>2</sup> em seu tamanho; e a menor (BA06) ocupa uma área de 5,48 m<sup>2</sup>, ambas possuem conexão com o canal principal.

Os processos atuantes para a formação de feições morfológicas na planície de inundação estão associados à variação do nível da água e da vazão do canal principal. No período de transbordamento do canal, materiais como sedimentos e nutrientes são

transportados para as feições da planície (como lagoas, baías e outras) e depositados à medida que as águas perdem competência de transportá-los, permitindo a formação de barras de sedimentos, como as apresentadas na (Figura 26).

Stevaux e Latrubesse (2017) descreveram que a deposição dos sedimentos é influenciada pela capacidade que o fluxo do canal tem de transportar, ou seja, não havendo competência, o material (sedimentos mais finos) é depositado na lateral dos canais, notoriamente em margens adjacentes as ilhas, ou no centro, formando barras laterais de soldadura e/ou de coalescência. A presença de uma vegetação herbácea indica o processo de estabilização das barras.

**Figura 26** - Barra de sedimentos laterais no canal secundário (CS10) referente às atividades de campo do mês de Dezembro



Foto: autor

Leandro et al. (2014), em estudo na Baía cumprida na planície do rio Paraguai, descreveram que os depósitos e a diminuição do volume de água resultam em mecanismos de deposição em baías e canais secundários, promovendo o surgimento de barras em um único depósito e influenciando o assoreamento com aporte de sedimentos, dificultando a navegabilidade, sendo possível somente no período de cheia.

Dessa forma, o canal secundário (CS 10) é utilizado principalmente no período chuvoso por pescadores, que o utilizam para a pesca por possuir conexão com o canal principal. A sedimentação do canal prejudica o acesso na estiagem.

Em estudos realizados no rio Araguaia, Bayer e Carvalho (2008) salientaram que os processos que envolvem a formação de feições sedimentares estão relacionados com as propriedades de carga e descarga das propriedades dos fluxos, sedimentos e declividade, onde alternam em grande variedade as formas deposicionais.

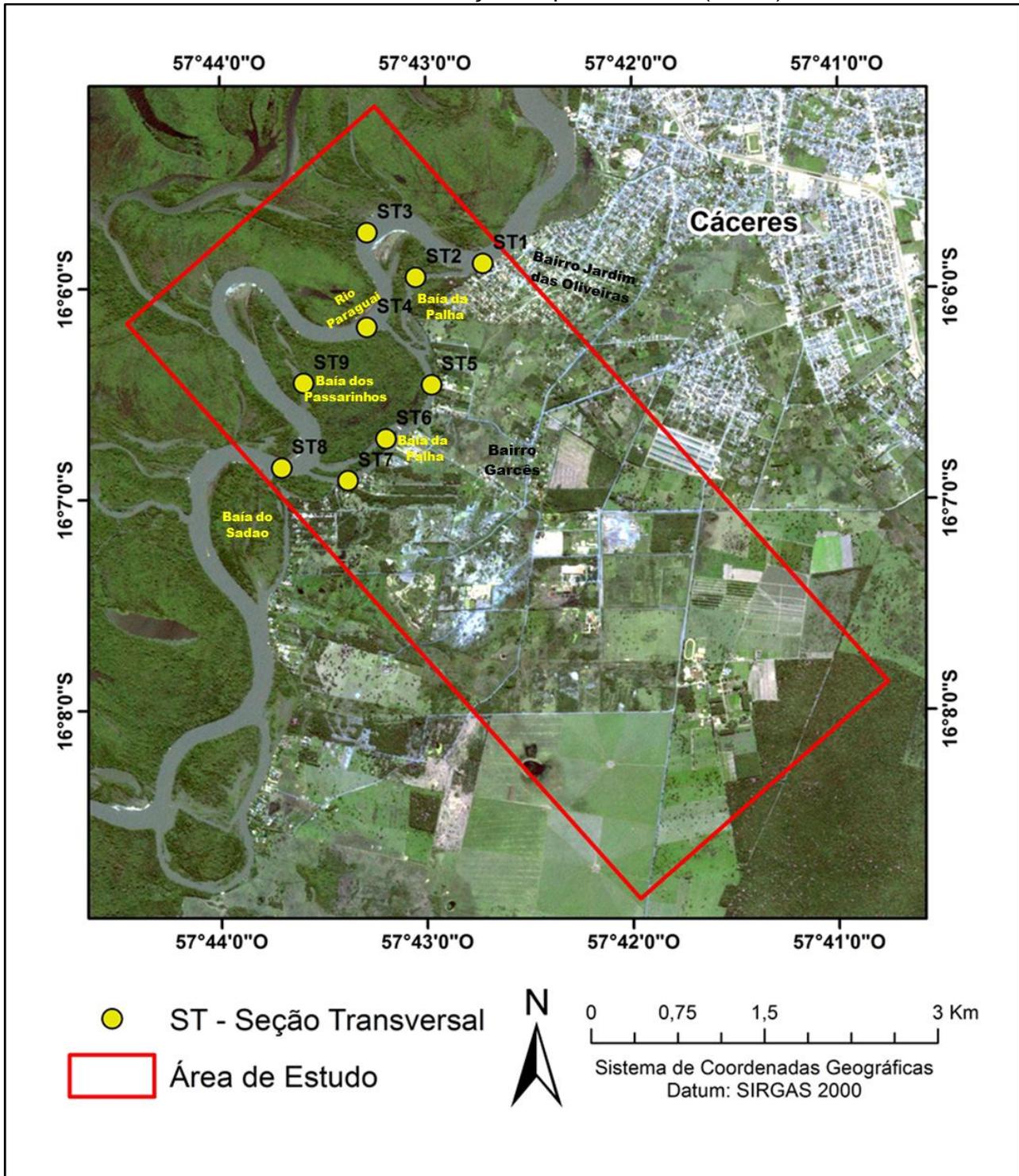
Nesse sentido, a planície do rio Paraguai na área de estudo possui os mesmos processos, devido à atuação conjunta desses elementos, na qual se busca um ajuste em conformidade ao seu equilíbrio dinâmico. A predominância dos materiais mais finos (neste caso, areia fina) indica a conexão do canal principal com canais secundários e baías especialmente no período de cheia, onde o transporte desses materiais ocorre com maior intensidade, evidenciando a troca de matéria e energia.

#### **4.2.2 Aplicação dos Protocolos de Avaliação Rápida de Rios (PARs) e Comportamento Hidrodinâmico no corredor fluvial**

O trecho entre a Baía da Palha e o Sadao está localizado em uma área de relevo plano, com áreas de pastagens e uso urbano, ou seja, uso residencial misto com contrastes rurais, além da área destinada ao distrito industrial. Para Schutzer (2012), essas áreas planas formam um compartimento de relevo muito favorável à utilização urbana e rural, exatamente por apresentar um nível de declividade baixa; porém, na medida em que as ocupações avançam em direção aos corpos d'água, promovem o desequilíbrio na dinâmica fluvial dos rios.

Os dados sobre os protocolos de avaliação rápida e hidrodinâmica foram obtidos em nove seções transversais. As seções 1, 3, 4 e 8 encontram-se no rio Paraguai; as seções 2, 5, 6 e 7 localizam-se na Baía da Palha; a seção 9, na Baía dos Passarinhos (Figura 27).

**Figura 27** - Localização dos pontos de coletas das seções transversais e aplicação Protocolos de Avaliação Rápida de Rios (PARs)



Fonte: INPE

Org: Thales Ernildo

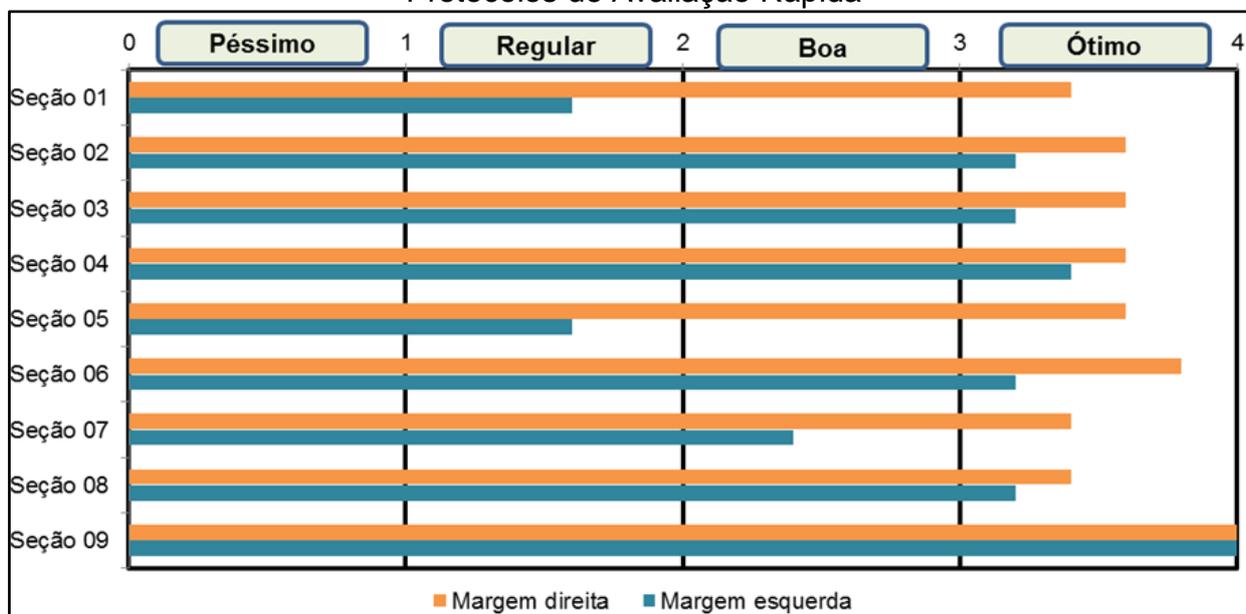
Com a aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PARs), em nove seções, mostraram-se os níveis de degradação dos pontos amostrais. Os tipos de

ocupação evidenciados foram: residencial e residencial misto, além da área destinada para fins industriais. Os parâmetros selecionados foram: erosões de margens, deposição de sedimentos, alterações no canal, estabilidade das margens e estado de conservação da vegetação no entorno.

De acordo com o gráfico dos protocolos de avaliação rápida aplicados no trecho entre o furado da Palha e a Baía do Sadao, as seções selecionadas apresentaram níveis de degradação diferentes tanto na margem esquerda, quanto na margem direita ao longo da área de estudo.

A seção 01 e 05, à margem esquerda, alcançou situação regular em virtude da retirada da cobertura vegetal no entorno da margem esquerda, que ficou evidenciada com intensas erosões, proporcionando transporte de sedimentos para o interior do canal. A seção 09 foi o trecho que apresentou melhor situação em nível de alterações, detectado pela aplicação dos protocolos, devido ao fato de canal não apresentar nenhuma evidência de canalização, conservação da vegetação no entorno, apresentando-se completamente preservada, possuindo características peculiares de baía abastecida pelo canal principal do rio Paraguai nos ciclos de cheia. Cabe ressaltar ainda que houve pouca interferência antrópica, em razão da área estar afastada do perímetro urbano (Figura 28).

**Figura 28** - Níveis de degradação dos pontos amostrais, através dos parâmetros dos Protocolos de Avaliação Rápida



Org: autor

A área entre a Baía da Palha e a Baía do Sadao vem sofrendo com processo de urbanização somado à falta de planejamento e carência em dispositivos de infraestrutura, o que está contribuindo para a degradação e desequilíbrio do sistema fluvial no trecho estudado.

#### a) Seção 01

A seção 01 encontra-se no rio Paraguai a montante da entrada baía da Palha. O canal principal apresenta padrão meandrante, com intensa erosão na margem esquerda côncava e deposição em margem direita convexa (Figura 29).

**Figura 29** - Seção monitorada 01 no canal principal e na entrada da Baía da Palha

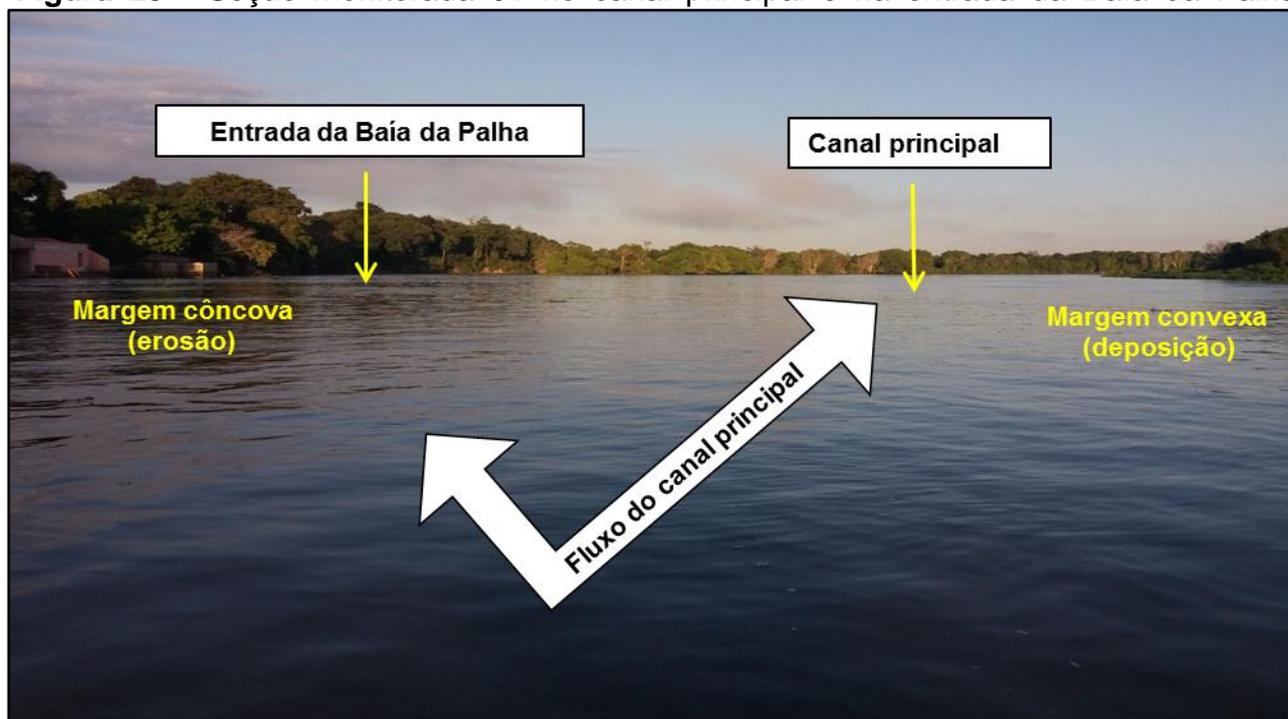


Foto: autor

A margem esquerda da área encontra-se antropizada pela urbanização, com a presença de casas de veraneio e residências. O canal nesse ponto a montante está sendo explorado por dragagem para retirada de areia. De acordo com os resultados do protocolo, constatou-se uma situação regular.

Cabe salientar a solução encontrada na margem esquerda pela maioria dos moradores promovem o uso de revestimento com cimento nas paredes das edificações para contenção da erosão, que é alta no período de cheia. A vegetação ao entorno foi praticamente toda retirada pela urbanização, sendo quase inexistente.

A margem esquerda apresentou situação regular por ter sido modificada pela ação antrópica. A vegetação ciliar foi totalmente retirada, sendo substituídas por construção de residências, casas de veraneio e instalações de uma areeira. No trecho entre a Baía da Palha e a Baía do Sadao, a solução para contenção das erosões são os muros de arrimo.

A retirada da vegetação na margem esquerda implicou na instabilidade das margens, acelerando os processos erosivos marginais e influenciando também na dinâmica fluvial, no aumento do escoamento superficial e em maior transporte de sedimentos, colaborando para assoreamentos a jusante.

As ações antrópicas nessa seção também refletiram para obtenção de índices elevados nas variáveis hidrodinâmicas nos três períodos de monitoramento. Dessa forma, no mês de dezembro de 2017, o canal apresentou uma largura de 145m, com profundidade média de 6,2m; a área da seção transversal era de 899,00m<sup>2</sup>; a velocidade média no fluxo foi de 0,45 m/s e a vazão registrada foi de 404,55 m<sup>3</sup>/s (Tabela 5). A concentração de material suspenso foi de 20 mg/l e a descarga sólida suspensa atingiu 699,06 t/dia.

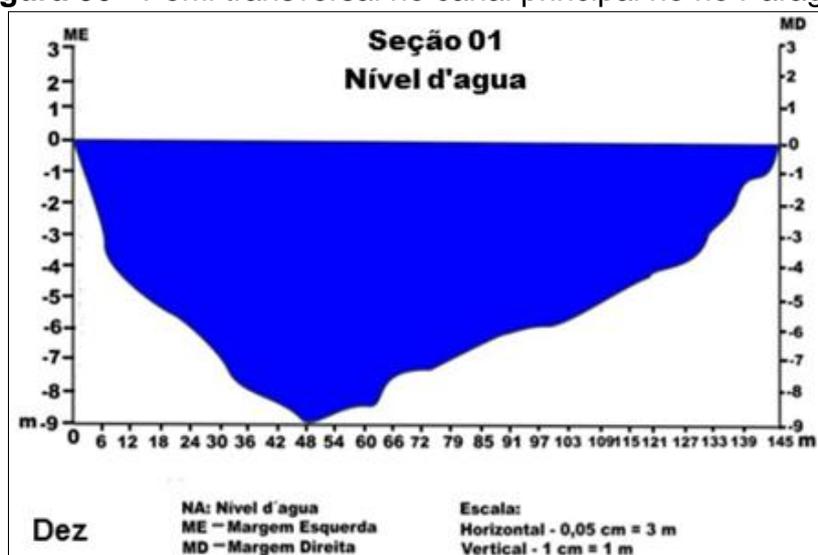
**Tabela 5 - Variáveis Hidrodinâmicas Seção 01**

<b>Campo</b>	<b>Velocidade Média m/s</b>	<b>Profundidade Média</b>	<b>Largura (Metros)</b>	<b>Área da Seção (M<sup>2</sup>)</b>	<b>Vazão (M<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Suspensão (mg/L)</b>	<b>Descarga Sólida (t/dia)</b>
<b>1</b>	0,45	6,2	145,00	898,38	404,55	20	698,57
<b>2</b>	0,71	8,16	149,45	1219,51	865,85	20	1496,19
<b>3</b>	0,33	5,10	135,00	698,70	230,57	40	796,84

**Org:** autor

A margem direita demonstrou-se estável, apresentando situação ótima, com ausência mínima de erosão. Ao traçar-se o perfil transversal a jusante da estrutura da draga que explora o leito, ficou evidente que a morfologia da calha apresenta uma dinâmica de canal meandrante (Figura 30), ou seja, a deposição de sedimentos ocorre na margem convexa. Além disso, houve o processo de formação de uma barra lateral a jusante.

**Figura 30** - Perfil transversal no canal principal no rio Paraguai

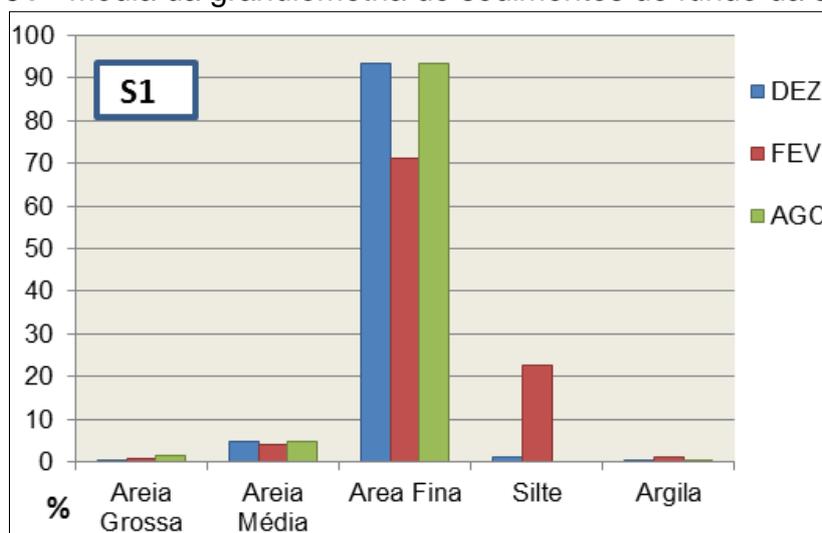


Org: autor

Na margem direita, ainda foi evidenciado que mais de 90% da superfície é coberta por vegetações nativas. A maioria das plantas pode crescer naturalmente. No entorno, a vegetação ainda é composta por espécies nativas remanescentes, arbórea e herbácea em bom estado de conservação, não apresentando sinais de degradação causada por atividades humanas, como pastagens e/ou áreas de cultivos.

No período chuvoso, em fevereiro de 2017, o canal apresentou aumento na largura da lâmina d' água 149,45m; a profundidade média atingiu de 8,16 m, estabelecendo uma velocidade média em seu fluxo de 0,71 m/s e a vazão de 865.85 m<sup>3</sup>/s. Na medida em que a vazão (descarga líquida) aumentou, a descarga sólida também cresceu, alcançando 1496,19 t/dia. A concentração de sedimentos suspensos atingiu 20 mg/l.

O aumento da carga de sedimentos finos está associado à remobilização de sedimentos pelas dragas a montante, onde o leito é explorado pela areeira. Dessa forma, a granulometria de sedimentos de fundo nos três períodos de monitoramento evidenciou predominância de areia fina: 93,40% em dezembro de 2017, 71,30% em fevereiro e 93,80% agosto de 2017 (Figura 31).

**Figura 31 - Média da granulometria de sedimentos de fundo da seção 01**

Org: autor

No período de estiagem, em agosto de 2017, os valores diminuíram em relação ao período de cheia, a largura da seção transversal foi de 137,00m. A profundidade média no nível da água foi de 5,1m em uma área de seção com 698,70 m<sup>2</sup>; a velocidade média do fluxo de 0,45 e a vazão 230,57 m<sup>3</sup>/s; a concentração de material suspenso atingiu 40 mg/l e a descarga sólida alcançou 796,84 t/dia.

### b) Seção 02

Essa seção está localizada na Baía da Palha, na parte superior, apresentou ótima situação em ambas as margens considerando a aplicação dos protocolos, porém, a montante o referido canal, recebe poluição e sedimentos do córrego do Junco, que deságua na entrada do canal. A vegetação na margem esquerda apresentou está em boas condições, está relacionada à área de preservação permanente (mata ciliar), sendo composta pela vegetação nativa, não apresentando sinais de degradação.

Em dezembro, a margem apresentou-se estável, com ausência mínima de erosão, com pouco potencial para problemas futuros. A largura de do canal apresentou 41,00 m, a profundidade média foi de 5,23 m, a área da seção transversal foi de 214,32 m<sup>2</sup>, a velocidade média do fluxo foi de 0,51 m/s e a vazão de 109,30m<sup>3</sup>/s. A margem direita apresentou-se moderadamente estável, cicatrizada ao longo da seção (Tabela 6).

Tabela 06 - Variáveis Hidrodinâmica Seção 02

Campo	Velocidade Média m/s	Profundidade Média	Largura (Metros)	Área da Seção (M <sup>2</sup> )	Vazão (M <sup>3</sup> /s)	Suspensão (mg/L)	Descarga Sólida (t/dia)
1	0,51	5,23	41,00	214,32	109,30	20	188,87
2	0,45	5,33	49,65	264,63	119,09	20	205,78
3	0,45	3,30	39,00	128,70	57,91	20	100,06

Org: autor

Esse canal está em processo de evolução. A morfologia da calha apresentou um formato em “V”, indicando um talvegue bem definido (Figura 32), o que justifica os elevados valores de velocidade do fluxo nos três períodos de monitoramento devido ao formato da calha.

A vegetação na margem direita apresentou-se com mínimas evidências de impactos causados pela atividade humana, mantendo-se bem preservada. A baixa interferência antrópica influenciou para a baixa concentração do material suspenso, que foi de 20mg/l, a carga sólida suspensa foi de 188,87 t/dia.

Figura 32 - Perfil transversal no canal da Baía da Palha



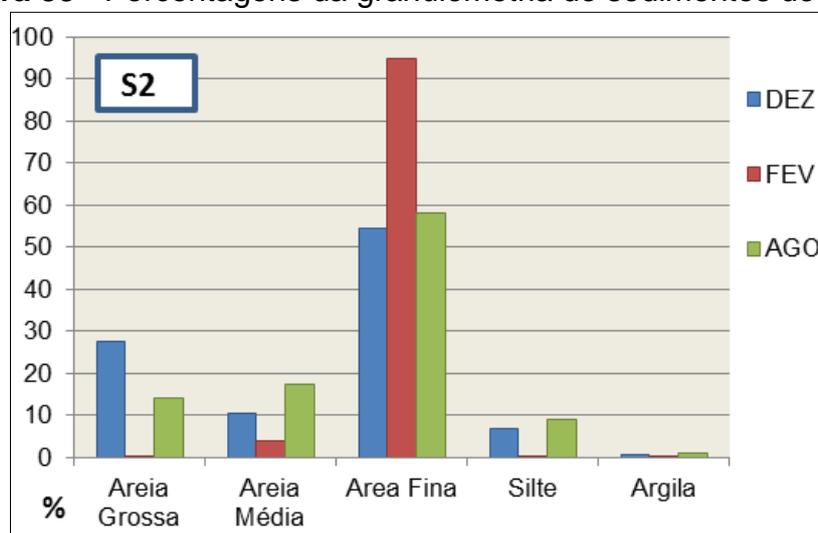
Org: autor

Diante disso, em fevereiro, a profundidade média aumentou: foi de 5,23m para 5,33m; a largura do canal foi 49,65m, com área da seção transversal de 264,63 m<sup>2</sup>. A

velocidade média do fluxo foi de 0,45 m/s, com vazão de 119,09m<sup>3</sup>/s. A concentração de sedimentos suspenso foi de 20m/l, e a carga suspensa atingiu 205,78 t/dia.

Cabe destacar que, nessa seção, houve aprofundamento da calha para facilitar na navegação, o que influenciou para aumento da velocidade do fluxo. Concomitantemente, houve o aumento de carga de sedimentos finos transportados e depositados no interior do canal, além do córrego do junco, que também contribuiu para transportar sedimentos para essa seção, onde nos três períodos houve deposições de materiais finos no leito, as análises granulométricas evidenciaram que em dezembro de 2016 a porcentagem foi de 54,4% de areia fina, 95,05% em fevereiro de 2017 e em agosto foi de 58,10% (Figura 33).

**Figura 33** - Porcentagens da granulometria de sedimentos de fundo



Org: autor

O fato de o canal sofrer com interferências em seu leito justificou-se ao ser constatado que, na margem esquerda, havia trilhas abertas por pescadores ribeirinhos, que utilizam a área para pesca e ancoradouro de pequenas embarcações e pela proximidade da área com o perímetro urbano, por conta das proximidades com os bairros ao entorno Jardim das Oliveiras, popularmente chamado pelos moradores como Empa. Contudo, a margem apresentou-se estável, com ausência mínima de erosão e com pouco potencial para problemas futuros.

No mês de agosto de 2017, os valores hidrodinâmicos obtiveram diferenças em relação aos valores dos meses anteriores, por estar no período de estiagem, demonstrando que o canal mantém sua dinâmica permanente. A profundidade média diminuiu e apresentou 3,30 m, a largura do canal foi de 39 m e a área de seção foi de 128,70 m<sup>2</sup>. A velocidade do fluxo foi de 0,45 m/s e a vazão mensurada foi de 57,91 m<sup>3</sup>/s.

A concentração do material suspenso foi de 20mg/l e a descarga sólida alcançou 100,06 t/dia.

### c) Seção 03

Observou-se, nessa seção que, no canal principal do rio Paraguai, houve a ausência mínima de canalizações e dragagens ou qualquer outra forma de interferência que pudesse afetar o curso d' água, seguindo como padrão natural. Diante disso, no período chuvoso, em dezembro de 2016, a profundidade média apresentou 5,05 m e a largura do canal foi de 166,58m, obtendo a seção transversal de 841,22 m<sup>2</sup>. A velocidade média do fluxo foi de 0,45 m/s e a vazão atingiu 356,78 m<sup>3</sup>/s. A concentração de material em suspensão alcançou 40 mg/l, logo a descarga sólida foi de 554,86 t/dia (Tabela 7).

**Tabela 7 - Variáveis Hidrodinâmicas Seção 03**

Campo	Velocidade Média m/s	Profundidade Média	Largura (Metros)	Área da Seção (M <sup>2</sup> )	Vazão (M <sup>3</sup> /s)	Suspensão (mg/L)	Descarga Sólida (t/dia)
1	0,45	5,05	166,58	841,22	356,78	40	554,86
2	0,56	6,0	171,64	1029,84	576,71	20	996,56
3	0,30	3,50	155,00	542,50	162,75	20	281,23

**Org:** autor

Houve a deposição de materiais finos com a presença de feições morfológicas na margem esquerda, demonstrando a evolução do processo de sedimentação. Esse fato indica a formação de uma barra lateral e de um cordão marginal de areia. A origem dessas feições está relacionada à acumulação de sedimentos transportados pelo rio Paraguai e depositados na margem convexa.

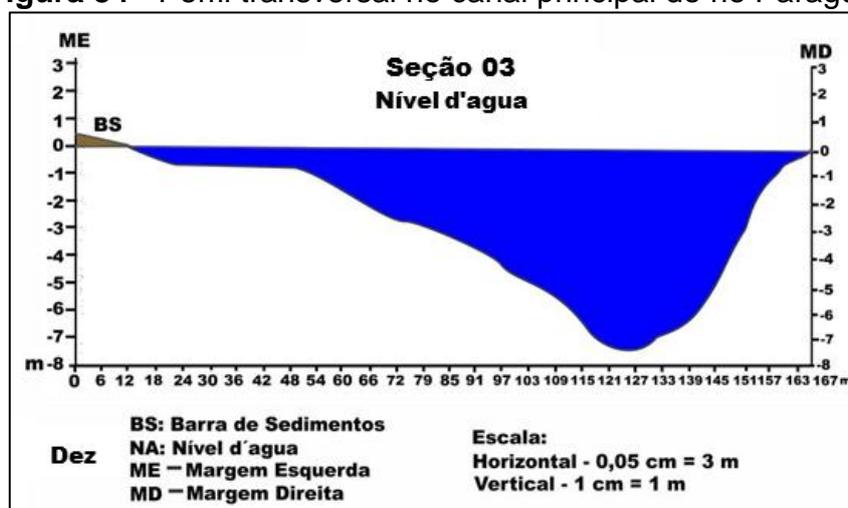
A barra não possui vegetação próxima à água. No entorno, ficou evidente o alargamento de uma Ilha e de uma “mata ciliar”, preservada com mínima evidência de interferência antrópica, com predominância de espécies arbóreas arbustivas e rasteiras típicas de áreas alagadas periodicamente do Pantanal de Mato Grosso. A espécie encontrada foi o sarã (*Sapium obovatum*).

A margem direita apresentou-se moderadamente instável, com a presença de erosões e com potencial alto durante as cheias. Esses elementos justificaram o aumento do material suspenso no primeiro mês de monitoramento que, em dezembro, início do período de cheia, foi de (40 mg/l), não apresentando deposição por ser margem de erosão (côncava).

No que diz respeito à proteção das margens, elas são cobertas por vegetação ribeirinha, as espécies desenvolvem-se naturalmente. Quanto à vegetação no entorno, possui espécies nativas em bom estado de conservação, não apresentando sinais de degradação causada por atividades humanas.

Na margem direita, houve acréscimos de sedimentos finos, formando uma barra lateral, pois a margem é de deposição. Uma extensa barra de sedimentos na margem convexa apresenta extensão de 10,75 metros de comprimento de barra lateral (Figura 34).

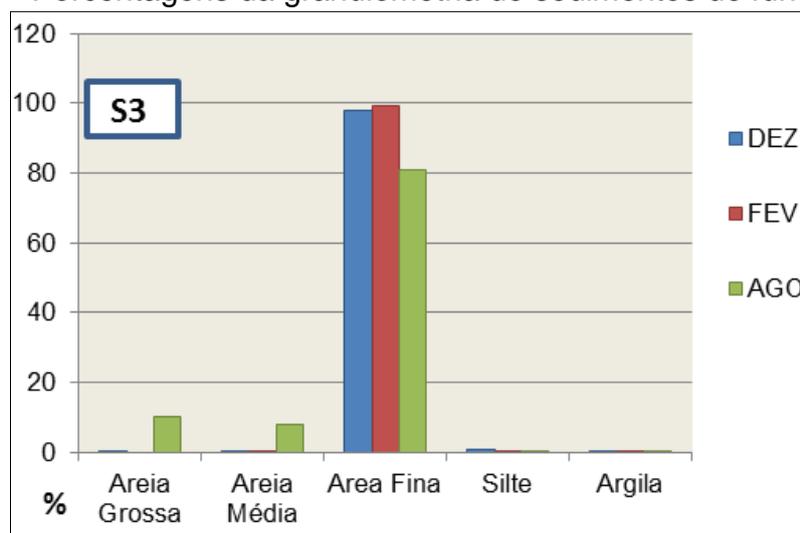
**Figura 34** - Perfil transversal no canal principal do rio Paraguai



Org: autor

No mês de fevereiro 2017, a profundidade média no nível da água foi de 06 metros e a largura do canal foi de 171,64 metros, com a área da seção transversal de 1029,84m<sup>2</sup>. A velocidade média do fluxo foi de 0,56 m/s e a vazão apresentou valor de 576,71 m<sup>3</sup>/s. A concentração de material suspenso foi de 20mg/l e a descarga sólida de 996,56 t/dia.

Em relação à granulometria da carga de fundo do canal, houve a predominância de areia fina, atingindo uma média de 92,78% nos três períodos monitorados, relacionado à própria dinâmica de padrão meandrante que o rio Paraguai possui, ~~essa~~ tendência de transportar uma carga de materiais grosseiros areias: grossa, média e fina, como na maioria dos rios sinuosos de planícies. Os materiais mais finos são depositados na margem de baixa velocidade (convexa) e também no leito, formando feições como as barras e alterando a morfologia da calha. Os materiais mais grosseiros são arrancados e transportados pela alta velocidade fluxo do canal em margem côncava (Figura 35).

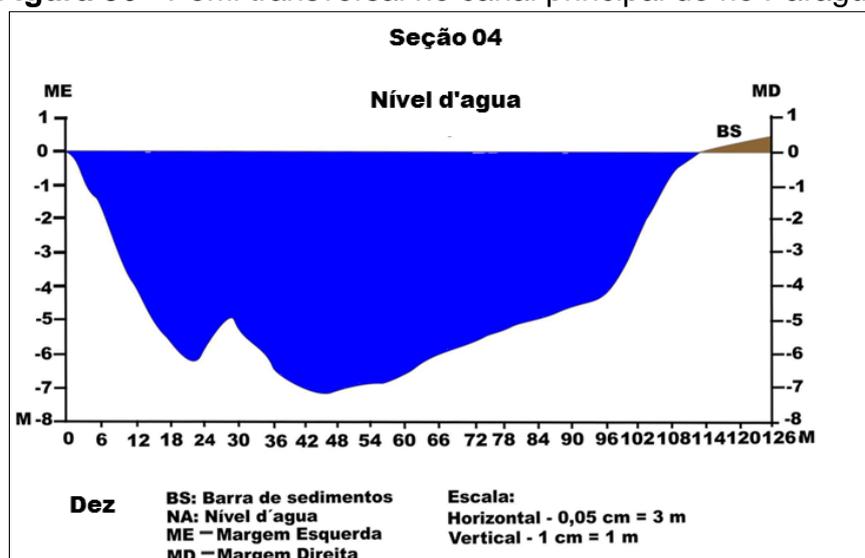
**Figura 35** - Porcentagens da granulometria de sedimentos de fundo da seção 03

Org: autor

Dessa forma, em agosto de 2017, o canal apresentou uma velocidade média de 0,30 m/s, a largura da lâmina d'água foi de 155 metros, mensurando uma área de seção com 542,50 m<sup>2</sup>. A velocidade média do fluxo atingiu 0,30 m/s. A concentração de sedimentos suspensos obteve 20mg/l e a carga suspensa atingiu 281,23 t/dia. A diminuição da lâmina d'água resultou no aumento da barra de sedimentos, que, em agosto de 2017, apresentou maior largura (36 metros) e 454,40 metros de extensão. Essas medidas estão relacionadas à diminuição da lamina d'água em relação à altura da barra que chegou a apresentar 1,31 metros.

#### d) Seção 04

Nesta seção, as margens onde foram aplicados os protocolos apresentaram ótimas situações, o canal não apresentou nenhum tipo de canalização ou qualquer outra forma de interferência que afetou o curso d'água. Neste caso, o curso seguiu como natural. A morfologia da calha indica que o canal possui padrão meandrante (Figura 36). Na margem direita, houve acréscimos de sedimentos finos, formando uma barra lateral, pois a margem é de deposição. A barra de sedimentos apresentou estabilização pela presença de gramíneas com 17 metros de largura. Ainda na margem direita, nesse segmento, houve a presença de ocupações, notoriamente uma casa de apoio para pescadores ribeirinhos. Ao entorno, a vegetação natural apresentou-se em boas condições, estando bem conservada.

**Figura 36 - Perfil transversal no canal principal do rio Paraguai**

Org: autor

Na margem esquerda da área, devido à alta velocidade exercida em margem convexa, ficaram evidenciadas erosões com grande potencial durante as cheias, apresentando-se instáveis.

Dessa maneira, no mês de dezembro, a largura do canal apresentou 119m e profundidade média de 4,06m, com a área da seção transversal de 483,14m<sup>2</sup>. A velocidade do fluxo foi de 0,30 m/s e a vazão registrada foi de 202,91m<sup>3</sup>/s. A concentração de sólidos suspensos foi de 40 mg/l e a carga sólida suspensa foi de 701,25 t/dia (Tabela 8).

**Tabela 8 - Variáveis Hidrodinâmica Seção 04**

Campo	Velocidade Média m/s	Profundidade Média	Largura (Metros)	Área da Seção (M <sup>2</sup> )	Vazão (M <sup>3</sup> /s)	Suspensão (mg/L)	Descarga Sólida (t/dia)
1	0,42	4,06	119,00	483,14	194,39	40	701,25
2	0,45	6,30	140,69	886,35	398,86	40	1.378,45
3	0,30	4,30	110,00	473,00	141,90	20	245,20

Org: autor

A vegetação do entorno permaneceu bem preservada, não apresentando nenhuma interferência antrópica. A única evidência de atividades antrópicas foi a presença de trilhas para a pesca de barranco, mas não comprometeu a desestabilização da margem.

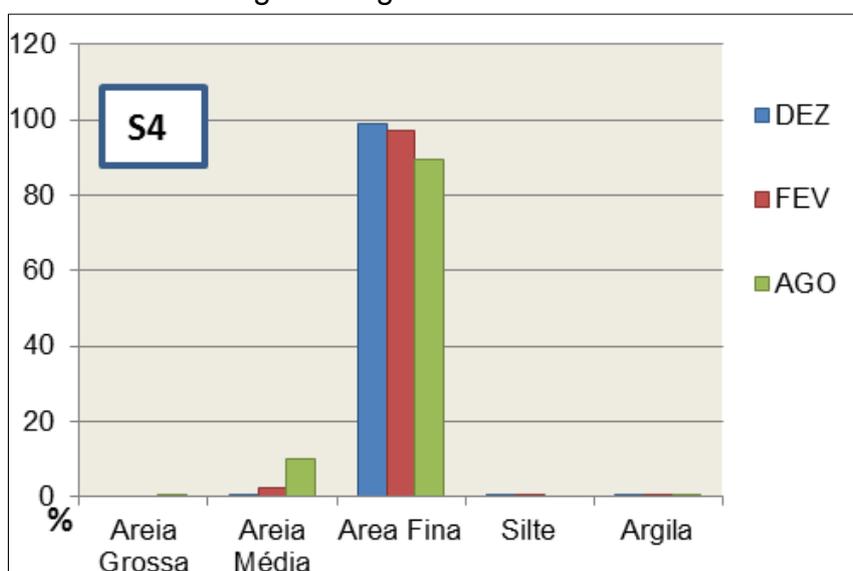
A barra de sedimentos nessa seção também apresentou estabilização pela presença de gramíneas. Ainda na margem direita neste segmento, houve a presença de

ocupações, notoriamente casa de apoio para pescadores ribeirinhos, no entorno a vegetação natural apresentou boas condições, bem conservada ainda na margem direita neste segmento.

Em fevereiro de 2017 o canal apresentou aumento na largura que foi de 140,69m. Concomitantemente, houve aumento na capacidade no transporte de sedimentos devido ao aumento da seção transversal que apresentou 886,35m e da profundidade média de 6,3m<sup>2</sup>. A velocidade média foi de 0,45 m/s e a vazão atingiu 398,86m<sup>3</sup>/s. A concentração do material suspenso foi de 40 mg/l e descarga sólida de 1378,45 t/dia.

Quanto à granulometria da carga de fundo do canal, houve o predomínio de areia fina, atingindo os três períodos de monitoramentos: 98,95 % em dezembro; 89,50% em fevereiro e agosto de 2017. Isso está relacionado à própria dinâmica fluvial e à variação no regime hídrico do rio Paraguai, o que influencia diretamente no transporte de sedimentos arenosos de predominância fina. O padrão de canal corrobora para a formação de feições morfológicas, como barras de sedimentos laterais e centrais, compostas por materiais grosseiros (Figura 37).

**Figura 37** - Porcentagens da granulometria de sedimentos de fundo



Org: autor

Em agosto de 2017, a barra de sedimentos apresentou 18 metros de largura. No canal, devido à diminuição da largura da lâmina d'água, que apresentou 110 m, a profundidade alcançou 4,30m e a área de seção transversal com 473 m<sup>2</sup>. A velocidade média do fluxo diminuiu, sendo de 0,30m/s; a vazão foi de 141,90 m<sup>3</sup>/s; a concentração de sólidos suspenso foi de 40 mg/l, atingindo descarga sólida de 245,20 t/dia.

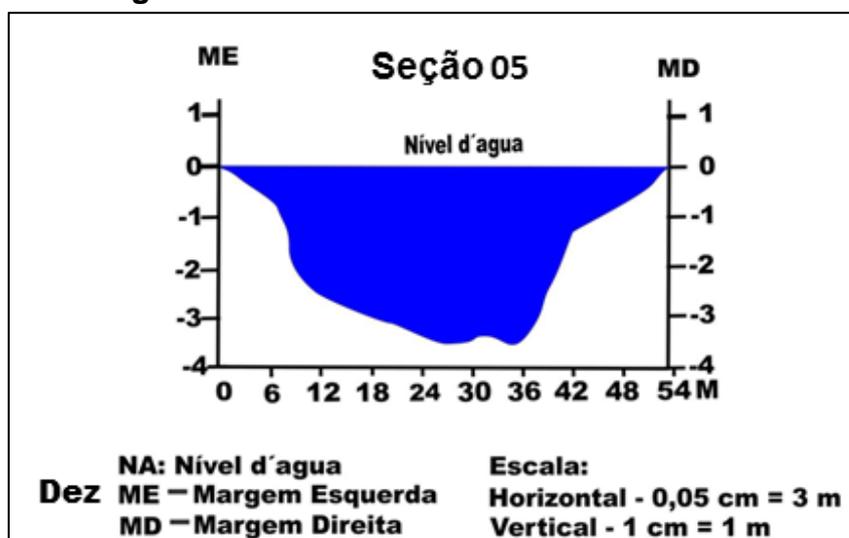
### e) Seção 05

Nessa seção, os parâmetros morfológicos da condição ambiental apresentaram pontuação regular na margem esquerda – ponto localizado na Baía da Palha, em frente ao clube de lazer da Associação dos Funcionários da Fazenda do Estado de Mato Grosso (AFFEMAT).

Esse segmento apresentou ausência de canalizações e dragagens, o curso d'água seguiu como natural. Foram identificadas muitas áreas erodidas ao longo do canal na reta e nas curvas. A margem esquerda nesse ponto foi revestida com concreto (construção de muros de arrimo), para contenção de erosões. Ao término do muro de arrimo, ficaram evidentes intensas erosões.

A morfologia da calha apresentou alta potência hidráulica pelo fato de ter sofrido interferências diretas por ações antrópicas como aprofundamento do leito e alargamento do canal para viabilização da navegação e acesso às pousadas, modificando toda sua dinâmica (Figura 38).

**Figura 38 - Perfil transversal da Baía da Palha**



Org: autor

Dessa forma, a ação humana influenciou para o aumento no fluxo do canal, intensificando também a erosão fluvial. Em todos os períodos de monitoramento, constataram-se altos valores de velocidade média em relação ao rio Paraguai.

No período chuvoso, em dezembro de 2017, a largura do canal foi de 54 metros e a profundidade média alcançou 3,55 metros, obtendo a área da seção transversal de

188,82m<sup>2</sup>. A concentração de sólida em suspensão atingiu 40mg/l e a descarga sólida atingiu 482,87 t/dia (Tabela 9).

**Tabela 9 - Variáveis Hidrodinâmica Seção 05**

<b>Campo</b>	<b>Velocidade Média m/s</b>	<b>Profundidade Média</b>	<b>Largura (Metros)</b>	<b>Área da Seção (M<sup>2</sup>)</b>	<b>Vazão (M<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Suspensão (mg/L)</b>	<b>Descarga Sólida (t/dia)</b>
<b>1</b>	0,74	3,55	53,19	188,82	141,85	40	482,87
<b>2</b>	0,97	5,96	63,62	379,18	367,80	20	635,56
<b>3</b>	0,45	3,55	47,00	131,60	59,22	10	51,16

**Org:** autor

As interferências antrópicas promovidas na calha do canal (aprofundamento) refletiram diretamente na morfologia e na dinâmica do canal, intensificando a potência e eficiência hidráulica, aumentando a velocidade do fluxo e contribuindo para um maior escoamento e aporte de sedimentos transportados. O canal buscou um novo ajuste ao perder seu equilíbrio; em resposta, acabou promovendo o assoreamento de canais a jusante consequentemente, apresentando uma nova morfologia.

Nesse sentido, no mês de fevereiro de 2017 a largura do canal foi de 63,62m e a profundidade média de 5,96m. A área da seção transversal apresentou 379,18m<sup>2</sup>. A velocidade média do fluxo atingiu 0,97m/s e a vazão foi de 367,80m<sup>3</sup>/s. A concentração de sólido suspenso foi de 20 mg/l e a descarga sólida foi de 635,56 t/dia.

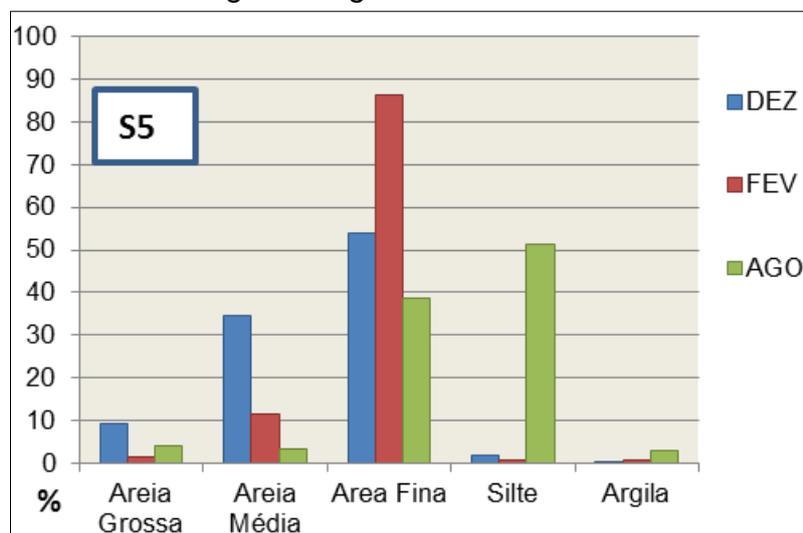
Em agosto de 2017 (período de estiagem), o canal apresentou uma largura na lâmina d'água de 47 m, com profundidade de 2,8 m. A medida da área da seção foi de 131,60 m<sup>2</sup>. A velocidade média foi 0,45 m/s e vazão de 59,22 m<sup>3</sup>/s; a concentração de sólido suspenso foi de 10 mg/l e descarga sólida de 51,16 t/dia. Quando se compara a velocidade do fluxo da Baía da Palha com velocidades obtidas das seções do rio Paraguai, evidencia-se que o canal secundário possui vazão superior.

Cabe ressaltar que a mata ciliar que compõe a superfície da margem esquerda foi totalmente retirada, apresentando exposição do solo. Ficou evidente a descontinuidade da vegetação no entorno, a qual é praticamente inexistente e foi substituída pelo uso urbano e algumas áreas com pastagens, o que acaba favorecendo a atuação dos processos erosivos.

Em relação à granulometria dos sedimentos de fundo (Figura 39), dados obtidos pelas amostras coletadas no centro do canal, houve maior quantidade de areia fina nos

três períodos amostrais: em dezembro de 2017 a porcentagem foi de 54,00 %, em fevereiro 86,25% e em agosto de 2017 foi de 38,50 %, o que pode estar justificado pelo fato da margem exposta facilitar para os sedimentos dos desmoronamentos do barranco ser carregados no período de cheia para o interior do canal nessa seção.

**Figura 39** - Porcentagens da granulometria de sedimentos de fundo



Org: autor

A margem esquerda é íngreme e apresentou-se com 1,30m de altura. Constatou-se a deposição de sedimentos no canal, possuindo as mesmas características do material fino predominante na margem. A deposição no canal próximo à lâmina d'água está justificada pelo processo de erosão da base da margem.

A margem direita foi considerada em situação ótima, entretanto, demonstrou-se instável, porém com nenhuma evidência de deposição. Outro fator importante foi que levou a esse atingir esse parâmetro foi a ótima condição da vegetação da margem, que auxilia na sua estabilização, possuindo uma superfície coberta por espécies nativas. Nessa margem, foi identificada na vegetação a predominância de espécies como embaúba (*Cecropia pachystachya*) e ingá (*Inga sp.*). O entorno não apresentou nenhum tipo de uso por atividades humanas que possa comprometer a preservação da vegetação, não apresentando sinais de degradação.

#### f) Seção 06

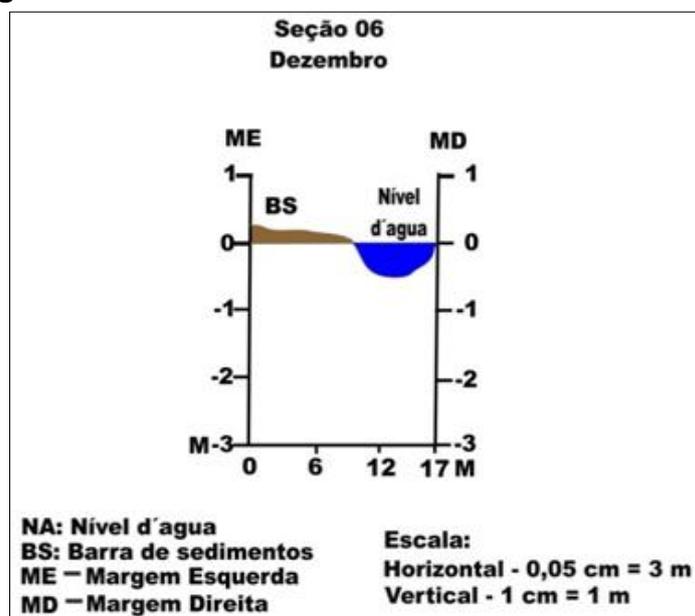
Essa seção apresentou situação ótima em ambas às margens e por diversos parâmetros, pelo canal não apresentar nenhuma evidência de canalizações ou dragagens

que possam interromper o curso do canal. A deposição dos sedimentos foi moderada porém, resultou na origem de feições morfológicas na margem esquerda. Constatou-se a presença de deposição de material fino ou areia.

As margens apresentaram-se estáveis; porém, também foi evidenciado no entorno o predomínio de uma vegetação nativa com árvores de pequeno e grande porte, não apresentando sinais de degradação pela ação humana.

Houve a presença de extensas barras laterais de sedimentos (BS1 e BS2) (Figura 40). As formas deposicionais estão associadas à perda de velocidade do fluxo no canal, onde esses materiais são transportados da Baía da Palha para o interior do canal no período de cheia. A perda do fluxo promove o assoreamento do canal nesse ponto, as barras são compostas por vegetação de gramíneas e mata ciliar.

**Figura 40** - Perfis transversais no canal da Baía da Palha



Org: autor

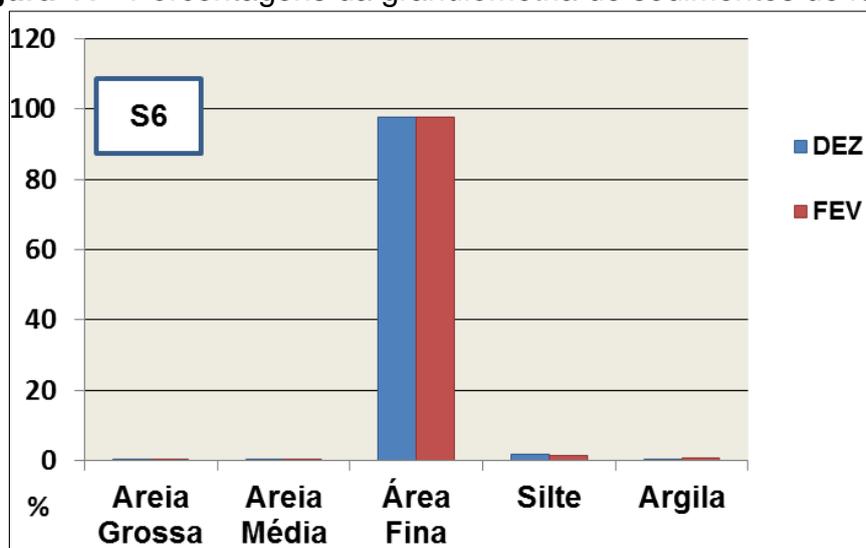
No período chuvoso, no mês de dezembro de 2016, a profundidade média foi de 0,46cm e a largura da lâmina d'água de 7,17 metros com seção transversal de 3,29m<sup>2</sup>. A velocidade média foi de 0,09m/s, atingindo a vazão de 0,29 m<sup>3</sup>/s; a concentração de sedimentos suspenso foi de 40mg/l e carga suspensa atingiu 1,00 t/dia (Tabela 10).

**Tabela 10 - Variáveis Hidrodinâmica Seção 06**

Campo	Velocidade Média m/s	Profundidade Média	Largura (Metros)	Área da Seção (M <sup>2</sup> )	Vazão (M <sup>3</sup> /s)	Suspensão (mg/L)	Descarga Sólida (t/dia)
1	0,09	0,46	7,17	3,29	0,29	40	1,00
2	0,24	2,90	22,34	64,79	15,55	40	53,74
3	-	-	-	-	-	-	-

Org: autor

A baixa declividade do segmento também influenciou a deposição de sedimentos finos no leito do canal, pois as baixas velocidades obtidas nos períodos de coleta indicaram que houve perda de competência no transporte de sedimentos, ou seja, o canal não teve capacidade de transportar os materiais finos, depositando-os no leito e nas margens. Dessa forma, foi constatado, na análise granulométrica de carga de fundo, o predomínio de areia fina: 97,70% em dezembro de 2016 e 97,65% fevereiro de 2017 (Figura 41).

**Figura 41 - Porcentagens da granulometria de sedimentos de fundo**

Org: autor

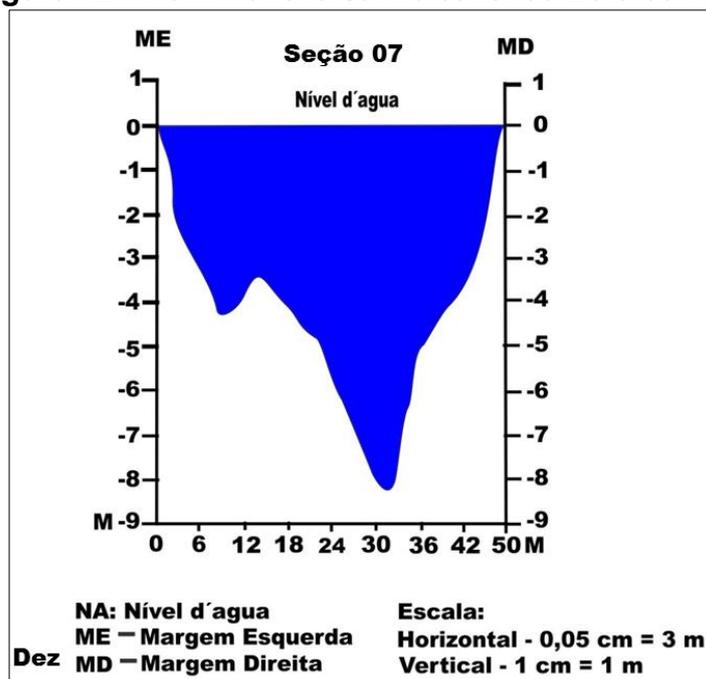
No período chuvoso de fevereiro, o canal é navegável e as barras de sedimentos ficaram submersas. A largura do canal aumentou e foi equivalente a 22,34m; a profundidade média foi de 2,9 m; a área da seção transversal ampliou para 64,79m<sup>2</sup>. A velocidade média do fluxo foi de 0,24m/s e a vazão foi de 15,55 m<sup>3</sup>/s. A concentração de sólido suspenso foi de 40 mg/l e a descarga sólida atingiu 53,74 t/dia. Cabe destacar que,

no mês de agosto de 2017, a água do canal secou, permitindo o aparecimento das barras de sedimentos, com processo intenso de assoreamento ao longo da seção.

### g) Seção 07

Essa seção está localizada nas proximidades da pousada Fordinho (Figura 42). A margem esquerda em certos trechos está revestida por muros de arrimo, construídos com a intenção de conter erosão. Nenhuma evidência de canalizações e/ou qualquer outra forma que possa interromper o curso d'água foi encontrada.

**Figura 42 - Perfil transversal no canal da Baía da Palha**



Org: autor

A margem esquerda apresentou situação boa porém, a cobertura vegetal nativa da do seu entorno foi totalmente retirada para a construção das pousadas, residências e casas de veraneio, dessa forma propiciou a exposição das margens, promovendo a desestabilização. Exatamente onde não há muros de contenção, a erosão é intensa e o potencial é alto no período de cheia. Outro fator que influencia o surgimento de áreas erodidas nesse segmento é o material da margem, que se demonstrou sensível (sedimentos inconsolidados). Portanto, o alto fluxo do canal, demonstrado nas variáveis hidrodinâmicas, principalmente no período de cheia, provoca intensas erosões ao longo do canal.

Dessa forma, em dezembro de 2016, o canal possuía uma média de 4,13 metros de profundidade e 50 m de largura, com uma área de seção de 206,50m<sup>2</sup>. Cabe destacar

que a velocidade média alcançou demonstrou altos valores decorrentes dessas ações antrópicas: 0,62m/s; logo, a vazão mensurada foi de 128,03m<sup>3</sup>/s. A concentração de sólidos suspensos também foi elevada a 60 mg/l e 663,70 toneladas ao dia (Tabela 12).

**Tabela 12 - Variáveis Hidrodinâmica Seção 07**

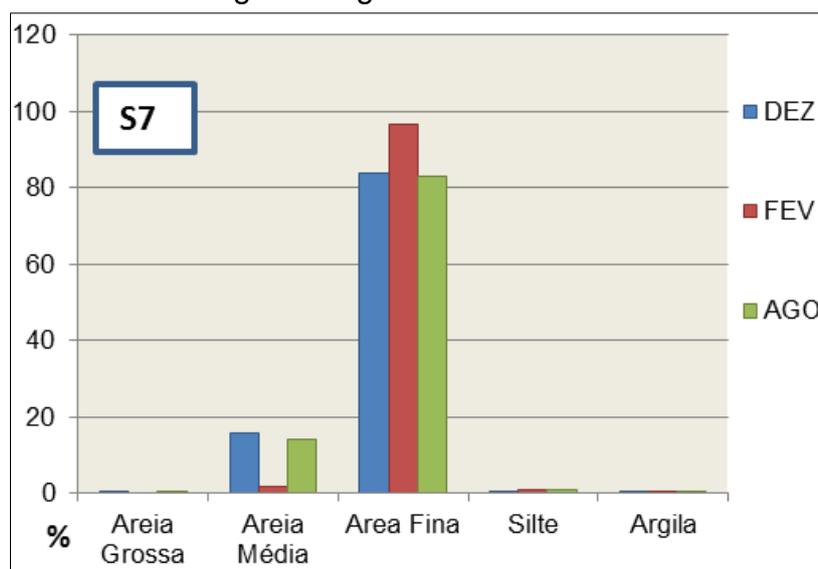
<b>Campo</b>	<b>Velocidade Média m/s</b>	<b>Profundidade Média</b>	<b>Largura (Metros)</b>	<b>Área da Seção (M<sup>2</sup>)</b>	<b>Vazão (M<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Suspensão (mg/L)</b>	<b>Descarga Sólida (t/dia)</b>
<b>1</b>	0,62	4,13	43,91	181,34	128,03	60	582,83
<b>2</b>	0,65	5,73	45,80	262,43	193,67	40	589,49
<b>3</b>	0,51	3,10	43,00	133,30	67,98	10	58,73

**Org:** autor

A margem direita apresentou condições ótimas devido a uma vegetação composta por espécies nativas, bem preservadas, sem exposição e com mínima evidência de ação antrópica. Entretanto, apresentou-se moderadamente instável com intensas erosões, algumas árvores apresentaram raízes expostas e inclinações ocasionadas pela erosão, é notório que o potencial é alto durante as cheias. Nessa margem, ocorre erosão por solapamento basal. Na parte inferior, os sedimentos são transportados, provocando a queda do bloco da parte superior da margem.

Em fevereiro de 2017, a largura do canal foi de 52 metros de largura e a profundidade média foi de 5,73 m, obtendo a área da seção de 297,96m<sup>2</sup>. A velocidade do fluxo alcançou 0,65m/s; logo, a vazão foi de 193,67 m<sup>3</sup>/s. A concentração de sólido suspenso atingiu 40mg/l e carga sólida foi de 669,332 toneladas ao dia.

A concentração elevada de sólido suspenso nos meses de dezembro de 2016 e fevereiro de 2017 está associada ao uso da margem esquerda e à intensidade de chuva que ocorreu nesse período. Quanto ao uso, a mata ciliar foi retirada para usos diversos (pousadas, pastagem e residências com quintais). Nos períodos chuvosos, sedimentos são levados ao leito pelo escoamento superficial. Em relação à granulometria de sedimentos de fundo, predominaram maiores porcentagens de sedimentos finos: 83,07%, 96,06% e 83,17% (Figura 43).

**Figura 43 - Porcentagens da granulometria de sedimentos de fundo**

Org: autor

A erosão das margens contribui para aumentar a carga de sedimentos finos, os quais, após serem arrancados do barranco são transportados e depositados no interior do canal nos períodos chuvosos. Devido a intensas erosões ao longo da seção, alguns trechos foram colocados: os revestimentos de concreto chamados de muros de arrimo para contenção dos intensos desmoronamentos. Cabe destacar que esta seção transporta sedimentos finos para a jusante e para a seção 08.

No período de estiagem, as variáveis apresentaram índices menores que no período de cheia, o que está relacionado a influencia sazonal do rio Paraguai. Em agosto de 2017, o canal possuía 43m de largura e 3,31m de profundidade média; a velocidade média atingiu cerca 0,51 m/s, apresentando vazão de 67,98m<sup>3</sup>/s. A concentração de sólido suspenso foi de 10 mg/l, com uma descarga sólida de 58,73 t/dia.

#### **h) Seção 08**

Essa seção está localizada no canal principal do rio Paraguai, nas proximidades do complexo de pousadas (02 de Ouro, San Marino e Sadao), no fim do perímetro urbano da cidade de Cáceres. Ambas as margens de acordo com a aplicação do protocolo estão em ótimas situações, a margem esquerda apresenta cobertura vegetal preservada, porém apresentou evidências de erosões, mantendo-se instável. Cabe destaca que os processos erosivos no rio Paraguai ocorrem de forma natural.

O canal principal nesse ponto faz confluência com os canais secundários da Palha e apresentou ausência de dragagem, canalização ou qualquer tipo de interferência que possa afetar o curso natural do canal.

A desembocadura da Baía da Palha (Figura 44) exerce influência no canal principal, mantendo um fluxo turbulento na confluência do canal principal com a saída da Baía da Palha. Dessa forma, no início do período chuvoso, em dezembro de 2106, a largura do canal foi de 117m e a profundidade média de 5,40, obtendo uma área de seção transversal 631,80 m<sup>2</sup>, local onde houve maior concentração de sólido em suspensão, que atingiu 60 mg/l e a descarga sólida atingiu 1572,09 t/dia. Ao mesmo tempo, também foi verificado um aumento significativo da vazão que alcançou 303,26m<sup>3</sup>/s.

**Figura 44** - Desembocadura da Baía da Palha no canal principal

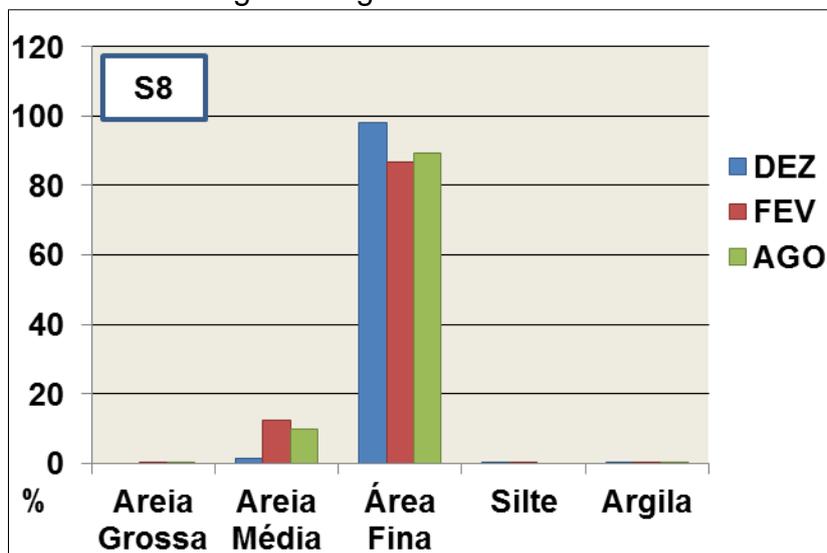


Foto: autor

Na margem direita, mais de 90% da vegetação é nativa, com ausência de qualquer tipo de ocupação que possa interromper o crescimento natural da cobertura vegetal e/ou plantas. Apresenta também deposição moderada de areia ou sedimentos finos em barras recentes e antigas. Há a presença de formação de uma extensa barra de sedimentos na margem direita de 10 metros, cujo material é proveniente de depósitos em margem convexa pela morfologia da calha ser típica de canal de padrão meandrante. As porcentagens de sedimentos finos ficaram constatadas nas análises granulométricas, nos

três períodos de monitoramento, obtendo-se porcentagens de areia fina, sendo em dezembro 98,10 %, em fevereiro 86,95 e em agosto de 2017 foi de 86,95 (Figura 45).

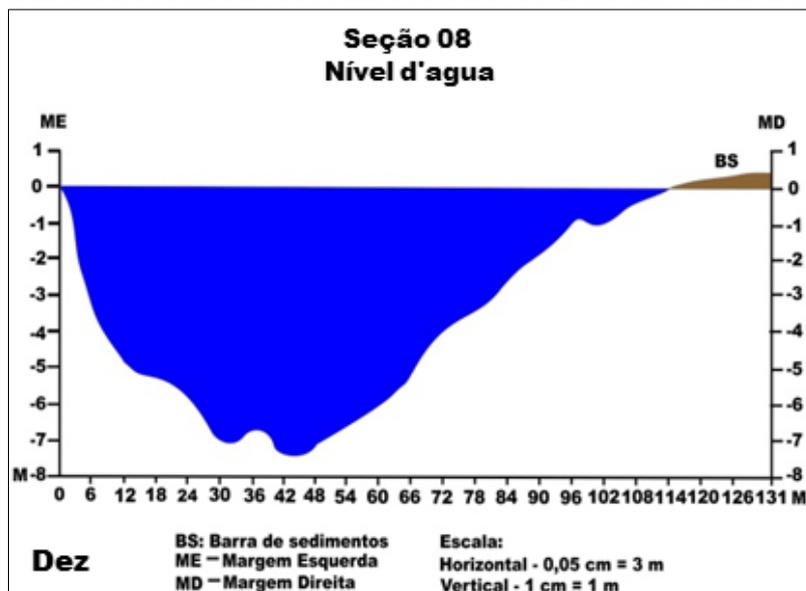
**Figura 45 - Porcentagens da granulometria de sedimentos de fundo**



Org: autor

Em agosto de 2017, o canal apresentou largura em sua lâmina d'água de 109m. Sua profundidade atingiu 5,9m com uma área de seção de 643,10m<sup>2</sup>. O canal mensurou em sua velocidade média de fluxo 0,33 m/s; logo, sua vazão atingiu 212,22 m<sup>3</sup>/s. A concentração de material em suspensão nesse período foi inferior, atingindo 20 mg/l e a carga suspensa foi de 366,71 t/dia. A barra de sedimentos nesse mês apresentou 150 metros de extensão e 21 metros de largura (Figura 46).

**Figura 46 - Perfil transversal na desembocadura da Baía da Palha no canal Principal**



Org: autor

Os canais da Baía da Palha são abastecidos pelo canal principal a jusante e a montante, que nos períodos de cheias apresentaram-se mais ativos, com maiores velocidades no fluxo. Esse fator contribui para transportar sedimentos finos para o interior do canal principal, aumentando a concentração de carga de fundo e materiais suspensos.

Dessa forma, em fevereiro de 2017, a profundidade média do canal foi de 7,06 metros; a largura da lâmina d'água apresentou 117 metros, com a área da seção de 910,94m<sup>2</sup>. A velocidade média do fluxo foi de 0,74m/s e a vazão mensurada foi de 673,95 m<sup>3</sup>/s. A concentração de material em suspensão atingiu 40 mg/l e a carga suspensa 2.329,17 t/dia (Tabela 13).

**Tabela 13 - Variáveis Hidrodinâmica Seção 08**

<b>Campo</b>	<b>Velocidade Média m/s</b>	<b>Profundidade Média</b>	<b>Largura (Metros)</b>	<b>Área da Seção (M<sup>2</sup>)</b>	<b>Vazão (M<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Suspensão (mg/L)</b>	<b>Descarga Sólida (t/dia)</b>
<b>1</b>	0,48	5,40	117,00	631,80	303,26	60	1.572,09
<b>2</b>	0,74	7,06	129,00	910,74	673,95	40	2.329,17
<b>3</b>	0,33	5,90	119,00	643,10	212,22	20	366,71

**Org:** autor

Cabe destacar que o fluxo d'água nessa seção no período de cheia ocorre também em direção ao interior dos canais pelo canal principal, que distribui parte do fluxo, abastecendo os canais na Baía da Palha e tornando-os mais ativos. Esse processo está relacionado a baixa declividade e ao fato da margem esquerda ser (côncava), ou seja a erosão é mais profunda.

Para Stevaux e Latrubesse (2017), nos períodos de cheia, os canais secundários tornam-se mais ativos. Essa dinâmica é importante à distribuição das massas hídricas e ao aporte de sedimentos e nutrientes para o interior dos canais na planície, influenciando também em canais de escoamento.

Vale ressaltar que o tamanho da área da seção, profundidade, vazão, nesse segmento, apresentou valores superiores em relação às seções monitoradas no interior da Baía da Palha. Para Souza e Cunha (2007), a concentração de sedimentos em suspensão também pode variar de acordo com o tamanho da área da seção, velocidade da água, profundidade, vazão e vários fatores provenientes da ação antrópica.

Outros fatores que também podem ter influenciado para que fosse encontrada alta concentração de sedimentos suspensos nessa seção no mês de dezembro estão

relacionados aos diversos tipos de uso a montante, mais precisamente aos materiais vindos da Baía da Palha, provenientes da exposição do solo pelo uso urbano e pastagens.

A retirada da cobertura vegetal (mata ciliar) promoveu a exposição do solo e, conseqüentemente, o aumento de erosões de margem, contribuindo para maior produção de sedimentos, carregados para o interior dos canais (Figura 47).

**Figura 47-** Ocupação da margem esquerda e produção de sedimentos na entrada da Baía da Palha A-B

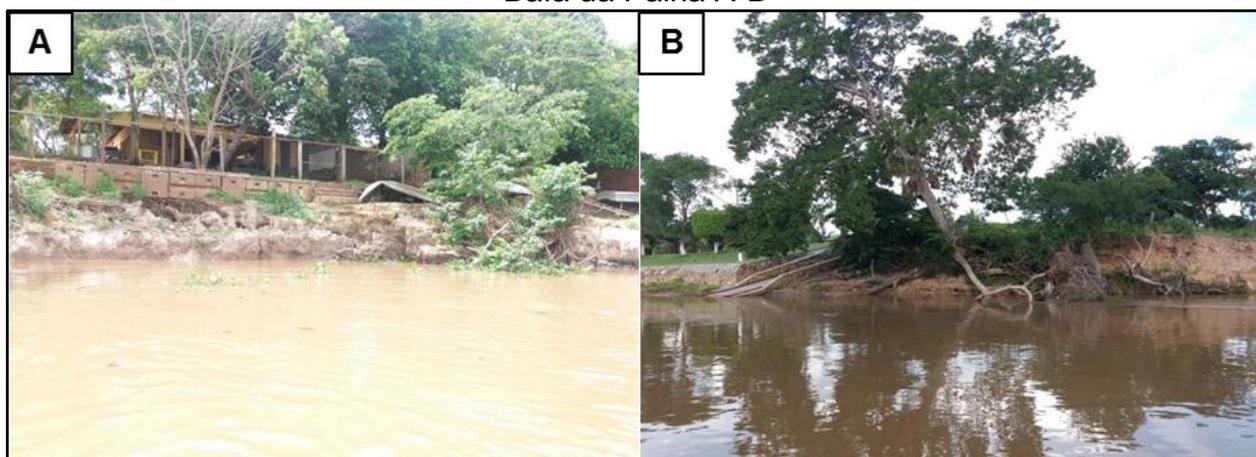


Foto: autor

Para Bayer e Carvalho (2008), o uso e/ou manejo inadequado do solo e o desmatamento da mata ciliar, principalmente para implementação de outros diferentes tipos de uso como (urbano, pastagens), contribuem para intensificar os processos erosivos, pois, na medida em que há menor proteção do solo, cresce significativamente a produção de sedimentos, sendo carregados para o interior do canal, aumentando a carga suspensa.

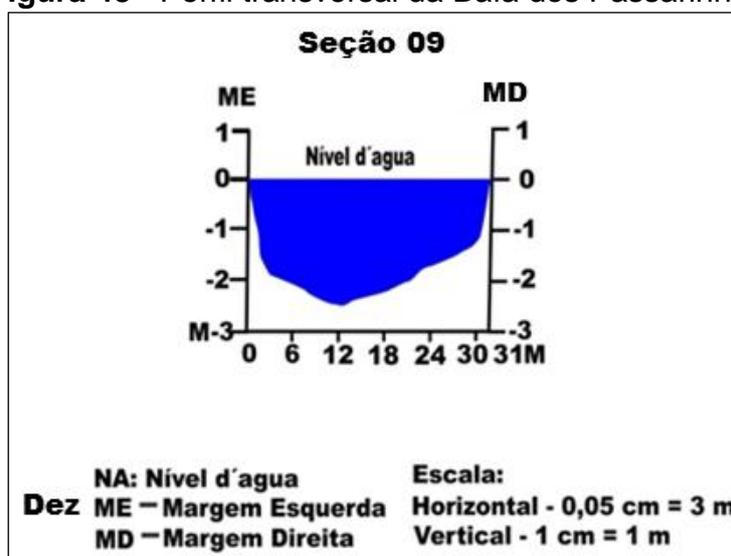
#### **i) Seção 09**

A seção 09 está localizada na Baía dos Passarinhos, afastada das áreas mais antropizada. A área possui características de baía, abastecida pelo canal principal do rio Paraguai nos ciclos de cheia. A baía apresentou baixa influência antrópica e não foi encontrada nenhuma evidência de que o leito tenha sido explorado por atividades humanas, tampouco interferências que afetassem o curso d'água.

Dessa forma, as baixas velocidades indicam que a morfologia da calha da baía possui um fluxo lântico, indicando baixa capacidade de transporte de sedimentos. No mês

de dezembro de 2016, o canal apresentou 31 metros de largura (Figura 48), a profundidade média foi de 2,1m e a área de seção é de 65,10 m<sup>2</sup>. A velocidade média foi de 0,07m/s e a vazão de 4,55m<sup>3</sup>/s. A concentração de sólido suspenso foi de 20m/g e a descarga sólida foi de 7,86 t/dia.

**Figura 48** - Perfil transversal da Baía dos Passarinhos



Org: autor

Em fevereiro de 2017, o canal aumentou para 32,82 m. Sua largura e profundidade média foram de 4,90 m, obtendo a área da seção de 160,82m<sup>2</sup>. A velocidade média do fluxo foi de 0,21m/s e a vazão de 33,77 m<sup>3</sup>/s, a carga suspensa atingiu 20 mg/l, a descarga sólida perfez 58,36 t/dia (Tabela 14).

**Tabela 14** - Variáveis Hidrodinâmica Seção 09

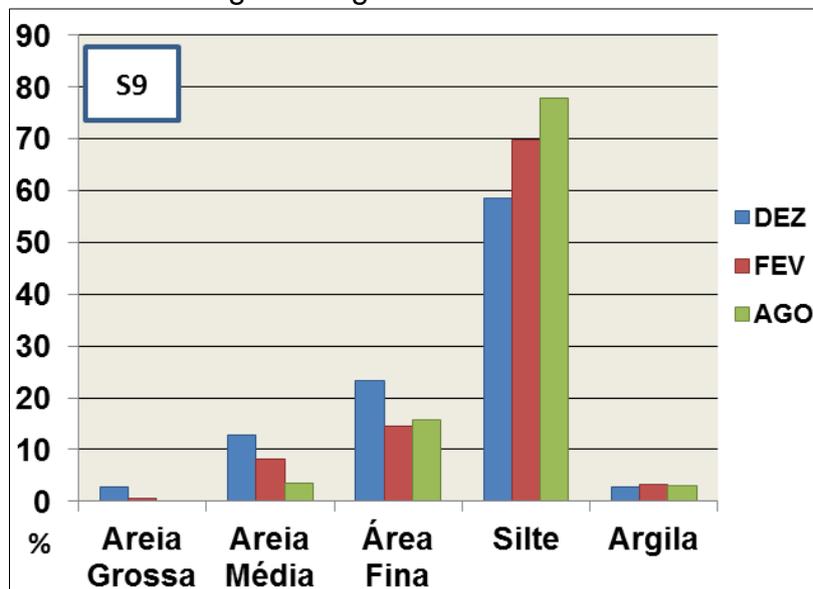
Campo	Velocidade Média m/s	Profundidade Média	Largura (Metros)	Área da Seção (M <sup>2</sup> )	Vazão (M <sup>3</sup> /s)	Suspensão (mg/L)	Descarga Sólida (t/dia)
1	0,07	2,10	30,45	63,94	4,55	20	7,72
2	0,21	4,90	32,82	160,82	33,77	20	58,36
3	0,09	1,12	27,00	30,24	2,72	10	2,35

Org: autor

No período monitorado de agosto de 2017, a largura do canal diminuiu para 27 metros, a profundidade foi de 1,12 metros e a área da seção foi de 30,24 metros. A velocidade média do fluxo foi de 0,09 m/s, enquanto a vazão foi de 2,72m<sup>3</sup>. A concentração de sólidos suspensos foi 10mg/l e a carga suspensa foi de 2,35 t/dia. Quanto à carga de fundo na análise granulométrica de material de fundo, demonstrou alta

predominância de silte em dezembro (58,55%), fevereiro (69,7%). O maior valor foi identificado, contudo, foi em agosto (77,80%). Os sedimentos de fundo possuem semelhança com o material da margem acinzentado (Figura 49).

**Figura 49 - Porcentagens da granulometria de sedimentos de fundo**



Org: autor

A vegetação do entorno das margens influencia para as ótimas condições ecológicas e morfológicas dessa seção, pois praticamente não sofreu influência antrópica, mantendo-se bem preservada, demonstrou-se composta por espécies nativas sem nenhuma evidência de pastagens e/ou presença de áreas para cultivo. Vale ressaltar que, em certos trechos, o canal apresentou presença de plantas aquáticas como aguapé (*Eichornia crassipes*), na entrada do canal, dificultando o escoamento superficial e o acesso. Portanto esse ponto de acordo com aplicação dos protocolos e das variáveis hidrodinâmicas apresentou em ótimas condições.

#### 4.2.3 Avaliação do Perigo de Erosão de Margem

##### a) Fator de Susceptibilidade (FS)

As variáveis utilizadas para determinar o grau de susceptibilidade à erosão das margens (Tabela 15) são pertinentes para a compreensão dos processos erosivos marginais em rios meandricos (CHRISTOFOLETTI, 1980). De acordo com a citada Tabela 15, cada ponto crítico poderia ter uma pontuação total entre 11 e 55 pontos. Portanto, o valor real obtido em cada caso foi dividido entre o número de variáveis consideradas,

obtendo-se os valores médios de susceptibilidade. Para determinar as categorias, esses valores médios foram levados para um histograma de frequência com intervalos proporcionais, permitindo definir as categorias de susceptibilidade:

- < 2,00 ----- Muito Baixa
- 2,00 a 2,49 ----- Baixa
- 2,50 a 2,99 ----- Média
- 3,00 a 3,49 ----- Alta
- > 3,49 ----- Muito Alta

Na Tabela 15 percebe-se que o ponto crítico 02 apresenta Baixa susceptibilidade à erosão, enquanto no ponto 01 esta é Média; já nos pontos 03, 05 e 06 a susceptibilidade é Alta e no ponto 04 resulta Muito Alta (associada especialmente às peculiaridades das variáveis consideradas na análise).

#### **b) Fator de Disparo (Fd)**

Como explicado nos procedimentos metodológicos, o Fator de disparo foi determinado a partir do cálculo da probabilidade “p” de ocorrência de cheias superiores a 4 m durante o período de 50 anos (1966-2015): de um total de 18.263 dias na série, aconteceram cheias com essa magnitude em 4.736 dias o que faz com que essa probabilidade seja de 25,93%. Paralelamente, o Tempo de retorno (intervalo médio entre sucessivas recorrências dessas cheias) é reduzido, pois elas acontecem a cada 3,85 anos.

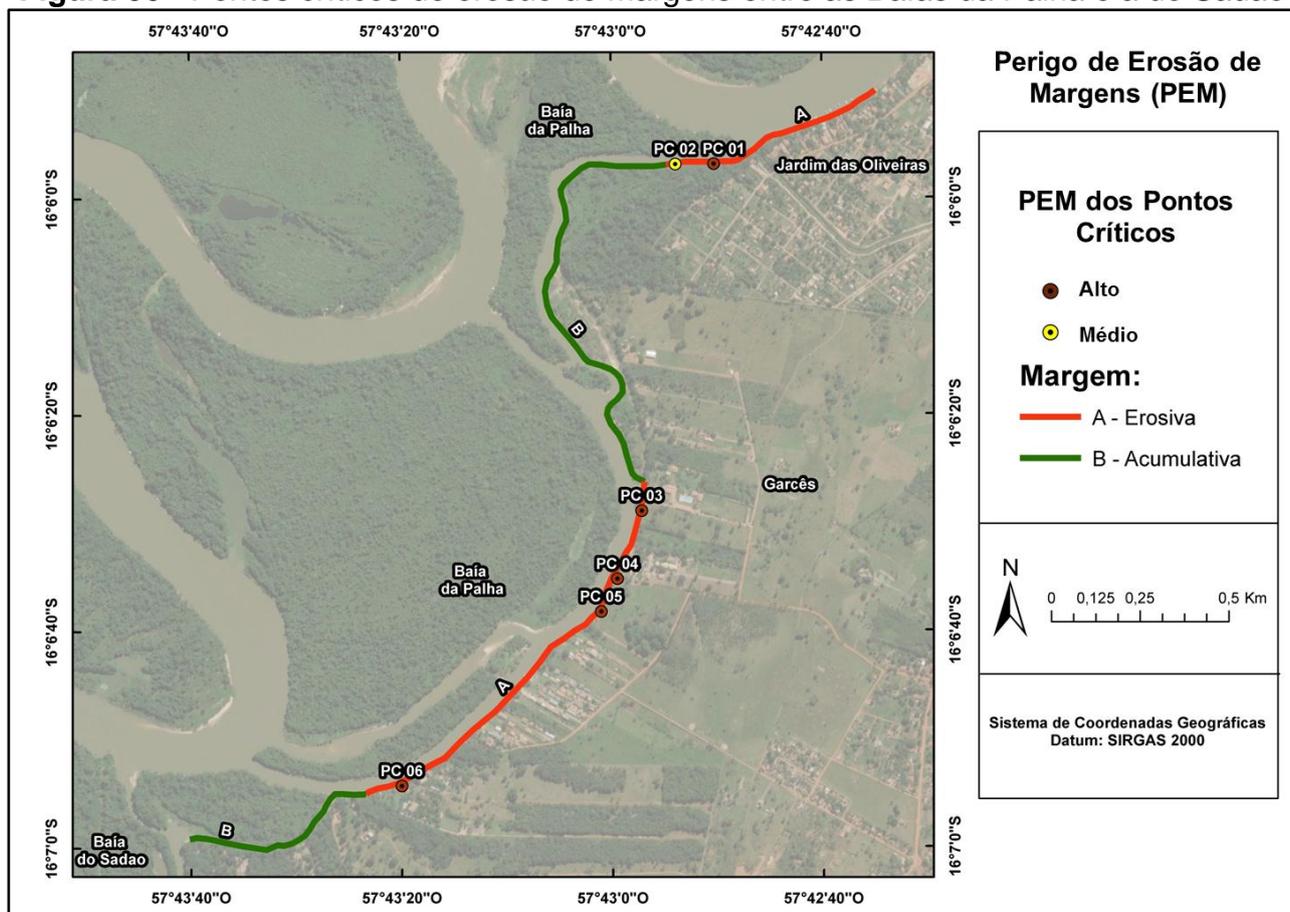
#### **c) Perigo de Erosão das Margens (PEM)**

O (Quadro 05 e a Figura 50), mostram o Perigo de Erosão de Margens (relação entre os fatores de Susceptibilidade e de Disparo) nos pontos críticos estudados. Para determinar as categorias do PEM, os valores obtidos foram colocados em um histograma de frequências, sendo identificadas as seguintes categorias do PEM: < 0,05 (PEM Baixo); 0,05 - 0,1(PEM Médio); > 0,1(PEM Alto).

**Quadro 05 - Perigo de Erosão das Margens (PEM) nos pontos críticos estudados**

Pontos críticos	FS	FD	PEM= FS . (1/FD)	Classificação
1	2,91	25,93	0,110	Alto
2	2,45	25,93	0,093	Médio
3	3,27	25,93	0,124	Alto
4	3,64	25,93	0,138	Alto
5	3,00	25,93	0,114	Alto
6	3,00	25,93	0,114	Alto

Org: autor

**Figura 50 - Pontos críticos de erosão de margens entre as Baías da Palha e a do Sadao**

Fonte: INPE

Org: Thales Ernildo

**Tabela 15** - Tabela de avaliação do Fator de Susceptibilidade (FS) à erosão das margens

<b>Variáveis Ponderadas</b>														
<b>Ponto crítico</b>	<b>Físicas</b>							<b>Hidrodinâmicas</b>		<b>Antrópicas</b>		$\Sigma$	Média	Categorias de Susceptibilidade
	Litologia	Tipo de margem	Declividade e da margem	Altura do barranco	Teor de agregados	Matéria Orgânica	Granulometria	Tipos de fluxo	Velocidade do fluxo da corrente	Ocupação e uso	Medidas de proteção			
<b>1</b>	3	1	5	1	2	4	4	3	3	1	5	32	2,91	Media
<b>2</b>	1	1	4	3	1	3	3	1	3	3	5	27	2,45	Baixa
<b>3</b>	1	1	5	4	1	5	5	2	4	4	4	36	3,27	Alta
<b>4</b>	5	5	5	3	1	3	2	3	3	5	5	40	3,64	Muito Alta
<b>5</b>	1	5	5	2	1	4	3	1	3	3	5	33	3,00	Alta
<b>6</b>	5	1	5	2	1	1	5	1	4	4	4	33	3,00	Alta

Fonte: autor

#### **4.2.4 Análise do Perigo de Erosão das Margens (PEM) em cada ponto crítico**

##### **a) Ponto crítico 01**

Localizado na entrada da Baía da Palha, dentro do perímetro urbano (bairro Jardim das Oliveiras), este ponto apresentou perigo de erosão Alto devido a fatores físicos, hidrodinâmicos e antrópicos, não tendo sido implementadas medidas antrópicas de proteção contra a erosão, mesmo com moradias a 30 m de distância do ponto.

A margem apresenta materiais recentes pouco consolidados, com declividade maior de 50° e predomínio (77,7%) de materiais grosseiros como areia média e grossa nos sedimentos que compõem a base do barranco. Em relação ao teor de matéria orgânica, mesmo que o ponto estando no início da Área de Preservação Permanente (APP), apresentou valores baixos (110 mg), indicando instabilidade da margem, como mostrado na.

Neste trecho os intensos desmoronamentos de solo do barranco e de árvores devido a erosão ocorrida na margem esquerda (côncava), é exatamente onde houve a migração do canal principal ocorrido pela forte influencia da dinâmica fluvial do canal principal e por interferências antrópicas (aprofundamento da calha para navegação) ao longo do processo de ocupação aumentou, na medida em que a energia do fluxo da água que ao atingir 0,56 m/s no período de cheia, contribui para que ocorra maiores desmoronamentos, pois o material arenoso que compõe o barranco é coeso.

##### **b) Ponto crítico 02**

Localizado no interior da APP, no final do trecho erosivo, com residências distantes 45 m da margem, apresentou perigo de erosão Médio. O ponto serve de ancoradouro para os pescadores locais, e não possui nenhum tipo de obra de defesa que possa amenizar os processos erosivos marginais.

A exposição deste barranco oscila entre 5,4 m no período de seca e 1,03 m no período de cheia, abrangendo uma exposição de 4,37 m entre um período e outro. No lugar a margem é rampeada, com um angulo de 25° a 50°, apresentando desmoronamento de árvores da APP por causa do intenso solapamento basal (Figura 51).

**Figura 51** - Desmoronamento do barranco e queda de árvores no Ponto Crítico 02



Foto: autor

Quanto à velocidade da água no ponto, oscilou entre 0,27 m/s no período de cheia e 0,65 m/s no período de seca. A velocidade juntamente com a variação do nível da água colabora para intensificar a erosão, especialmente porque ali a morfologia do barranco é rampeada.

O teor de matéria orgânica do barranco é de 210 mg, conforme a (Figura 54), um valor considerado médio, porém, é possível identificar a pouca contribuição para controlar processos erosivos, pois a exposição do solo (pela ausência das árvores) facilita a desagregação mecânica do barranco

Em relação à granulometria a porcentagem atingiu 47,08 de areia na base inferior, um valor considerado médio; porém, facilita uma maior corrosão do material que compõe o barranco, através de um processo lento de erosão gerado pelo atrito mecânico, geralmente associado ao impacto das partículas carregadas pelas águas.

### c) Ponto crítico 03

Encontra-se no início do bairro Garcês, ao lado do clube de lazer AFEMAT, onde a urbanização é concentrada. Apresentou perigo de erosão Alto, pelo solo exposto, alternando com vegetação esparsa e pastagens, bem como uma declividade da margem com ângulo maior que 50°, outro fator deve ser considerado que é o fato da margem ser rampeada facilita o deslocamento do gado (que utiliza a água do rio para dessedentação) o qual compacta o solo, favorecendo a erosão em um contexto onde o material grosseiro solto (areia) apresentou uma porcentagem de 80,55%.

O barranco nesse ponto apresenta uma altura de 7,59 m no período de seca e 1,03 no período de cheia, tendo uma área de exposição ao fluxo de 6,49 m. Esse fluxo da água do rio atinge velocidades de 0,74 m/s na cheia e 0,51m/s na estiagem, esses valores são

considerados altos que atingem a parte inferior do barranco, desde onde arranca os materiais que auxiliam na sua estabilidade (matéria orgânica e sedimentos soltos). Silva (2011) ao monitorar os processos erosivos de margem no rio Paraguai salienta, que as margens com altas taxas de erosão estão todas situadas em locais de alta velocidade de fluxo que em sua maioria apresentam face íngreme, e contato direto com a água. Cabe destacar que o teor de matéria orgânica é inferior a 50 mg indicando instabilidade do barranco.

Paralelamente, o grande fluxo de embarcações, principalmente aos fins de semana, também colabora para promover a retirada de material da margem, intensificando a sua erosão.

#### d) Ponto crítico 04

Também está localizado no bairro Garcês, com residências situadas a uns 25 m da margem, neste ponto não existem medidas para conter a erosão apenas na sua periferia, o muro de arrimo existente se está desmoronando, como indica a inclinação do Bambu ou Taquara (*Bambusa tuldoides Munro*) devido à erosão da parte inferior do barranco (Figura 52).

O desmoronamento do barranco se explica pela influencia de variáveis físicas como litologia (sedimentos atuais não consolidados), declividade (maior que  $50^\circ$ ), velocidade média do fluxo e tipo de margem, o que determina a classificação do perigo como Alto.

**Figura 52** - Ponto crítico 04: A - Desmoronamento de muros de arrimo; B - Erosão por solapamento basal.

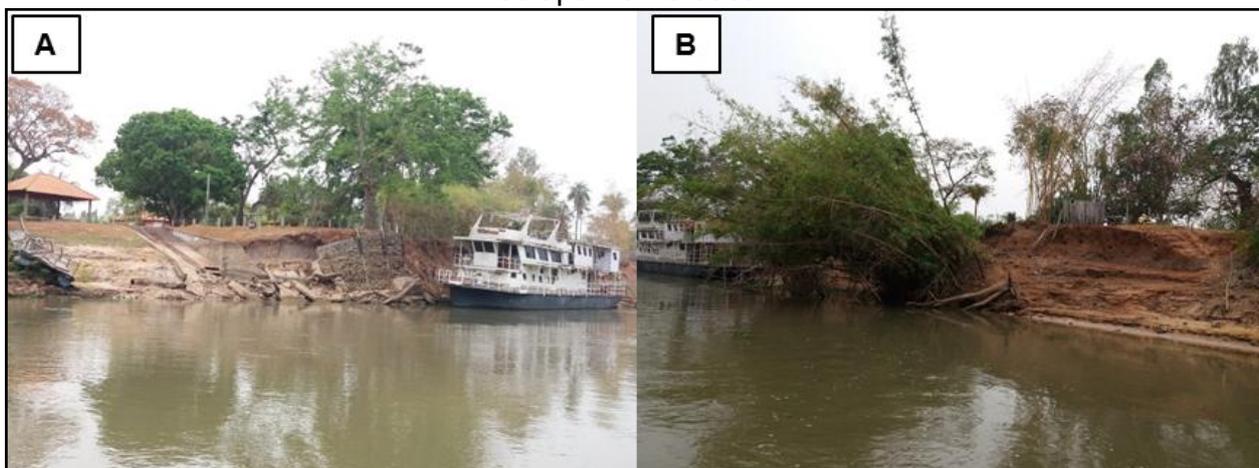


Foto: autor

A erosão é também intensa na base do barranco: embora esteja constituída por uma camada acinzentada de materiais mais consolidados, com baixo teor de areia (31,85%) isto não é suficiente para promover a sua estabilidade. Paralelamente, a velocidade média do fluxo (0,53 m/s) exerce forte influencia na erosão neste ponto, mostrando pouca variação entre os períodos de cheia (0,56 m/s) e estiagem (0,51 m/s).

Para Corrêa e Filho (2009) a velocidade média de fluxo é o principal fator de controle das taxas de processos erosivos marginais, mostrando uma estreita relação entre o débito e a velocidade da água em canais de fluxo livre, removendo os materiais do barranco de forma mais rápida ou mais lenta de acordo á sazonalidade.

#### **e) Ponto crítico 05**

Localizado em uma área sem residências, ocupada apenas por pastagens e sem medidas para enfrentar os processos erosivos, a litologia deste ponto é composta por sedimentos antigos medianamente consolidados e hidromorfizados, promovendo pouca influencia na erosão marginal (durante a época da seca, o material argiloso é duro e resistente, oferecendo maior estabilidade).

Porém, diversos fatores determinam que este ponto crítico apresente um perigo de erosão alto por causa do solapamento basal (Figura 53). Dentre eles se destacam: a declividade da margem (barranco íngreme com inclinação maior que  $50^{\circ}$  na parte inferior e de quase  $90^{\circ}$  na superior); o tipo da margem (côncava, recebendo forte impacto da velocidade da água); o baixo teor de matéria orgânica (160 mg) e o considerável teor de areia (44,0%).

**Figura 53** - Erosão por solapamento basal ponto crítico 05



Foto: autor

A retirada da vegetação nesse ponto para o a implementação da pastagem tendem a oferecer pouca proteção ao solo, o que colabora para aumentar o desmoronamento que ocorre devido a energia da velocidade da água promovendo a queda por blocos de solo do barranco.

#### **f) Ponto crítico 06**

Localizado no final do bairro Garcês, com uma urbanização concentrada, solo exposto e vegetação esparsa, este ponto crítico apresenta perigo Alto (Figura 54), o que explica a construção de muros de arrimo (revestimento de concreto) para conter a erosão.

Mesmo sendo o ponto crítico com os maiores teores de matéria orgânica, outros fatores influenciam nos processos erosivos marginais, como a litologia (composta por sedimentos atuais não consolidados); a velocidade média da água, que varia pouco entre

os períodos da seca (0,56 m/s) e da cheia (0,62 m/s); a declividade do barranco (acima de 50°); e a granulometria (constituída em 83,5% por areia).

**Figura 54** - Ponto crítico 06, A - Muros de arrimo e nível d'água no período de seca, B - Nível d'água no período de cheia, C - Residência na área de perigo, D - Desmoronamento da parte inferior do barranco



Foto: autor

Cabe aqui destacar que nesse ponto existe uma residência com a distância de 15 metros da área erosiva. A erosão ocorre por solapamento basal promovendo o desmoronando da parte inferior do barranco que facilita o recuo da margem implicando em perigo aos moradores.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para fundamentar a pesquisa com conceitos e métodos apropriados, empregou-se um referencial teórico a partir de livros, artigos de cunho científico, dissertações e teses, o que permitiu compreender o processo de mudanças nas paisagens fluviais associados às interferências antrópicas, bem como os efeitos dessa ingerência na morfologia dos canais e no comportamento hidrodinâmico. As metodologias empregadas foram pertinentes para mensurar e avaliar os processos hidrossedimentológicos, e a atual condição ambiental das margens. Para análise das alterações morfológicas na presente área de estudo, utilizou-se do monitoramento a partir de variáveis hidrodinâmicas e seções de batimetrias, protocolos de avaliação rápida de rios, mapeamento de feições morfológicas e da expansão urbana a partir de imagens de satélite dos anos de 1986 a 2015, e a avaliação de perigo à erosão de margem.

Dessa maneira, o trecho entre a Baía da Palha e a Baía do Sadao no corredor fluvial do rio Paraguai sofreu alterações morfológicas decorrentes do crescimento urbano da cidade de Cáceres, em função do processo de urbanização que avançou em direção à margem esquerda.

Os produtos para a análise da evolução urbana mostraram que o trecho em estudo encontra-se na zona de expansão urbana de Cáceres e a mancha urbana da cidade evoluiu no sentido sul. Ficou evidente, também, que as ocupações intensificaram-se a partir dos anos de 1994; 2003 e 2015 devido ao maior adensamento dos bairros Jardim das Oliveiras e Garcez. Na margem esquerda, foi identificada a presença de residências fixas, casas de veraneio, pousadas e clubes de lazer. Essas construções, em virtude dos loteamentos, têm gerado efeitos na rede drenagem devido à quantidade maior de pessoas que para lá se dirigiram se, na medida em que essas edificações avançaram em direção a margem, estando expostas aos perigos de erosão de margem.

Houve predominância de areia fina na maioria seções, exceto na seção 9, na qual predominou silte. Os processos formadores das feições positivas (barras de sedimentos, cordões marginais, diques marginais e ilhas) e negativas (baías, canais secundários e lagoas) estão associados a interferências antrópicas e à própria dinâmica fluvial do rio Paraguai e às suas características geoambientais, como padrão do canal (meandrante), regime hídrico (precipitações), declividade (área plana), composição granulométrica do material da margem.

Os resultados obtidos a partir do monitoramento dos processos hidromorfológicos mostraram que o leito fluvial foi alterado pelas interferências antrópicas (retirada das matas ciliares, uso das margens, aprofundamento da calha,). Essas intervenções influenciaram na velocidade do fluxo, principalmente nas seções 2, 5 e 7, contribuindo para evolução lateral e intensificação dos processos erosivos. A diminuição da competência do fluxo no período de estiagem contribuiu para formação de barras laterais.

As características geoambientais do trecho analisado (físicas, hidrodinâmicas e antrópicas) foram decisivas para avaliar o grau de perigo a erosão de margem. Os pontos críticos 1, 3, 4, 5 e 6, apresentaram perigo alto, somente ponto crítico 2 demonstrou perigo médio. As variáveis que influenciaram para a erodibilidade do barranco na margem foram: litologia, alto teor de material grosseiro (areia, média, grossa e fina) na parte inferior do barranco, baixos teores de matéria orgânica, declividade do barranco e tipo de margem côncava (trecho erosivo) e a velocidade da água. Os processos erosivos na margem do rio Paraguai ocorrem de forma natural, influenciado diretamente pelo fator de disparo da cheia através da elevação do nível fluviométrico, que exerce controle efetivo na erosão marginal promovendo os desmoronamentos principalmente quando a base do barranco é atingida pela velocidade de fluxo.

Diante disso, caracteriza-se uma situação preocupante. Constata-se não ter havido planejamento ao se tratar de políticas para controlar o avanço urbano em direção ao trecho entre a Baía da Palha e a Baía do Sadao. Dessa forma, para diminuir os impactos socioambientais, deve-se repensar o planejamento de uso urbano na margem esquerda. Portanto, recomendam-se estudos científicos mais detalhados, relacionados à dinâmica fluvial e à interface da ocupação urbana com a qualidade ambiental do rio Paraguai, a fim de subsidiar futuros planejamento e gestão socioambientais, tanto no âmbito regional quanto local.

## REFERÊNCIAS

AB' SABER, A. N.; O suporte geológico das florestas beiradeiras (ciliares). In: RODRIGUES, Ricardo Ribeiro; LEITÃO-FILHO, Hermógenes de Freitas (Orgs.). **Matas Ciliares: Conservação e recuperação**. EDUSP/ FAPESP. 2000. p. 15-25.

AB' SABER, A. N.; **Os Domínios da Natureza no Brasil: Potencialidades Paisagísticas**. São Paulo: Atelie editorial, 2003.

ALLEN, J. R. L. Studies in fluvial sedimentation: six cyclothem from the Lower Old Red Sandstone, Anglo-Welsh basin. **Sedimentology**, vol. 3, n. 3, 1964. p. 163-198.

ALMEIDA, N. V. **Ordenamento geoambiental territorial da bacia hidrográfica do rio Taperoá/ Semiárido Paraibano**. 2012. 238 f. Tese (Doutorado em Geografia), Instituto de Geociências, Universidade Federal Fluminense – UFF. Niterói – RJ. 2012.

ALMEIDA, Q. L.; **Vulnerabilidades socioambientais de rios urbanos: bacia hidrográfica do rio Maranguapinho. Região Metropolitana de Fortaleza, Ceará**. 278 p. Tese (Doutorado em Geografia física-aspectos ambientais). Universidade Estadual paulista, Instituto de Geociências e Ciências exatas. Rio Claro-SP, 2010.

AMORIM, I. A.; **Proposta de sensibilização de educação ambiental no bairro Jardim das Oliveiras, para redução dos impactos ambientais na margem esquerda do rio Paraguai**. 94 f. Trabalho de conclusão de curso (Especialização em Turismo) Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres, 2003.

ANTROP, M.. Geography and landscape Science. **Revue belge de géographie**. Special issue 29th intern, 2-3, 2004, p.1-11.

ANTROP, M.. Geography and landscape science. **Revue belge de géographie**. Special issue 29th Intern, 1-4, 2000, pp. 9-36.

ARAGÃO, J.P.G.V. Análise do plano diretor municipal de limoeiro Pernambuco face os problemas ambientais urbanos às margens do rio Capibaribe. **Ambiência** Guarapuava (PR) v.9 n.3 p.529-544 Set./Dez. 2013.

ARAGÃO, J.P.G.V.; **Margens De Rios Em Cidades: Análise De Dilemas Ambientais A Partir De Recortes De Paisagens Na Cidade De Limoeiro – Pernambuco**. 124 f. de Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) Universidade Federal de Pernambuco Recife, 2013.

AYALA CARCEDO, F. J. **Introducción a los riesgos geológicos**. I Curso de Riesgos Geológicos. IGME, Madrid, 1987, p. 3-19.

BAPTISTA, M.; CARDOSO, A.; Rios e cidades: uma longa e sinuosa história. Rev. **UFMG**, Belo horizonte, v. 20, n.2, p. 124-153, jul./dez. 2013.

BARROS, A. M.; SILVA, R. H.; CARDOSO, O. R. F. A.; FREIRE, F. A.; SOUZA JUNIOR, J. J.; RIVETTI, M.; LUZ, D. S.; PALMEIRA, R. C. B.; TASSINARI, C. C. G. Geologia. In: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. **Projeto RADAMBRASIL. Folha SD. 21** – Cuiabá; Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1982. p. 25 –192.

BARROS, L. R.; SOUZA, C. A.; Avaliação do grau de degradação e impactos associados na bacia Hidrográfica do Córrego Sangradouro, Cáceres-MT. **Revista Eletrônica da Associação de Geógrafos Brasileiros-Seção Três Lagoas-MS**, n 16. 21p, 2012.

BARROS, M. G. L. O Uso dos Sistemas na Geografia – Esboço Metodológico **Revista Geonorte**, Edição Especial, V. 1, N.4, p. 59-68, 2012.

BAYER, M.; CARVALHO, M.T. Processos Morfológicos e sedimentos no canal do rio Araguaia. **Revista de estudos ambientais** v.10, n. 2, p. 24-31, jul./dez. 2008.

BERNARDES, A. J. Sociedade e Natureza. In.; CUNHA, S. B. da. GUERRA. A. J. T.; (Orgs.). **A Questão Ambiental Diferentes Abordagens**. Rio de Janeiro: Editora Bertrand do Brasil, p.17-41, 2012.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global. **Esboço metodológico**, Editora UFPR, Curitiba, n. 8, p. 141-152, 2004.

BINDANDI, N. M. **Evolução da navegação, morfologia e sedimentação no rio Paraguai no município de Cáceres, Mato Grosso, Brasil**. 2014. 125 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Instituto de Ciências Naturais e Tecnológicas, Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT, Cáceres - MT, 2014.

BOTELHO, A. **O urbano em fragmentos**. São Paulo: Annablume, FAPESP, 2007.

BOTELHO, R. G. M.; Bacias Hidrográficas Urbanas. In: GUERRA, A. J. (Org). **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil, 2011, p. 70-115.

BRAGA, F. A.; MENDES, A. O.; FONSECA, A. R. Avaliação de áreas ciliares regeneradas naturalmente às margens do rio Itapeperica em Divinópolis, MG. **Revista científica eletrônica de engenharia florestal**. F., v.15, n.1, Fev, 2010.

BASILE, P. A. Modelación de la erosión de márgenes por mecanismo de colapso masivo asociado a falla plana. **Memorias del XX Congreso Nacional del Agua** – Mendoza, Argentina – Mayo 2005.

BRASIL, **Lei Nº 12.651** de 25 de maio de 2012. Revoga as Leis nº 4.771, de 15 de setembro de 1965 e dá outras providências. Disponível em <<http://www.planalto.gov.br/ccivil>>. Acesso em: 30 maio 2017.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. **Projeto RADAMBRASIL. Folha SE. 21** – **Corumbá**: Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso potencial da terra. Secretaria Geral. Rio de Janeiro, 1982, 544 p.

BÜHLER, B. F. **Qualidade da água e aspectos sedimentares da bacia hidrográfica do rio Paraguai no trecho situado entre a baía do late e a região do Sadao, município de Cáceres (MT), sob os enfoques quantitativos e perceptivos.** 140 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Instituto de Ciências Naturais e Tecnológicas, Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT, Cáceres - MT, 2011.

CÁCERES Mato Grosso. Decreto nº 13, de 09 de setembro 1950. Autoriza a doar à União Federal uma área de terreno à margem esquerda do rio Paraguai, para ser instalado um Posto Agropecuário. Usando suas legais atribuições e autorizado pela lei nº 47 de Setembro de 1950. **Lex:** Cartório do segundo ofício, v. a 100 n. 47 comarca de Cáceres, MT, 1950.

CARVALHO, N. O. **Hidrossedimentologia Prática.** Rio de Janeiro: 2ª ed. Interciência 2008.

CARVALHO, N.O.; FILIZOLA JÚNIOR, N.P.; SANTOS, P.M.C.; LIMA, J.E.F.W. **Guia de Práticas Sedimentométricas.** Brasília: ANEEL. 2000. 154p.

CARVALHO, T. M. Avaliação do transporte de carga sedimentar no médio rio Araguaia. Revista **Geosul**, v. 24, n. 47, p. 1-14, 2009.

CHRISTOFOLETTI, A.; Impactos no meio ambiente ocasionado pela urbanização no mundo tropical. In; SOUZA, A. A. M.; SANTOS.; SCARLATO, M.; C. F.; ARROYO. M.; O **Novo Mapa do Mundo, Natureza e Sociedade de Hoje, Uma Leitura Geográfica.** 4ª edição, São Paulo 2002. Editora Hucitec 127-138 p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia (51): a mecânica do transporte fluvial.** Universidade de São Paulo – USP, São Paulo: Instituto de Geografia, 1977.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia.** São Paulo: Edgard Blucher, 1980.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais.** 1ºed.- São Paulo Blucher, 1999 p. 236.

CLARKE, R. T; TUCCI, C. E. M; COLLIISHONN, W. Variabilidade Temporal no Regime Hidrológico da Bacia do Rio Paraguai. RBRH - Revista Brasileira de **Recursos Hídricos** Volume 8 n.1 Jan/Mar 2003, p. 201-211.

COELHO, M. C. N; Impactos Ambientais em Áreas Urbanas Teorias, Conceitos e Métodos de Pesquisa. In: **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil.** (Org.) GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 24-25 p, 2009.

COGOLLO, Oscar M.; et al. **Informe sobre las amenazas de erosion fluvial e inundaciones em la cuenca del rio Sinú, Departamento de Córdoba.** Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge. 2014.

COLLISCHONN, D. A.; ALLASIA, D.;COLLISCHONN, W.; TUCCI, C. E. M.; Desempenho do satélite TRMM na estimativa de precipitação sobre a Bacia do Paraguai Superior. **Revista Brasileira de Cartografia.** Nº 59/01, Abril 2007.

CONFALONIERI, Ulisses E. C. "Global environmental change and health in Brazil: review of the present situation and proposal for indicators for monitoring these effects". In: Hogan, H.J and M.T. Tolmasquim. **Human Dimensions of Global Environmental Change. Brazilian Perspectives**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2001.

CORRÊA, R. L. Espaço um conceito chave da Geografia. In: **Geografia: Conceitos e Temas**. (Org.) CASTRO, I. E.; GOMES, P. C. C.; CORRÊA, R. L. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000, 15-49 p.

COSTA, F. R; ROCHA, M. M. Geografia: Conceitos e Paradigmas – Apontamentos Preliminares. Rev. **GEOMAE** Campo Mourão, PR v.1n. 2 p.25 - 56 2ºSem 2010 ISSN 2178-3306.

CRUZ, J. S. **Ordenamento territorial urbano e suas implicações nos canais de drenagem em Cáceres** – Mato Grosso. 114 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais). Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres, 2013.

CUNHA, B. S; FREITAS, D. W. M. Geossistemas e gestão ambiental na bacia hidrográfica do rio São João-RJ **GEOgraphiu** - Ano. 6 – Nº 12, p 87-110, 2004.

CUNHA, S. B. da. Canais Fluviais Urbanos In.; CUNHA, S. B. da. GUERRA. A. J. T.; (Org). **A Questão Ambiental Diferentes Abordagens**. Rio de Janeiro: Editora Bertrand do Brasil, p 219-239, 2012.

CUNHA, S. B. da. Geomorfologia Fluvial. In: GUERRA. A. J. T.; CUNHA, S. B. da (Orgs.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Editora Bertrand do Brasil, p 211-252, 2009.

CUNHA, S. B. da. Morfologia dos Canais Urbanos, In: **Ambientes e Sedimentos**. (Org) POLETO, C. Porto Alegre: ABRH, p 329-360, 2008.

CUNHA, S. C. Canais Fluviais e a Questão Fluvial. In.; CUNHA, S. B; GUERRA, A. J. T.. (ORG.) **A questão Ambiental: Diferentes abordagens**. 6ª Ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p 219-238, 2010.

CUSTÓDIO, V. Inundações no espaço urbano: as dimensões natural e social do problema. **Terra livre**, Goiania, ano 21, v, 1, n. 24 p. 193-210, Jan/Jun 2005.

CUTTER, S. L. "Vulnerability to environmental hazards". **Progress in Human Geography**, v.20, n. 4, p 529-539, 1996.

DAVIES, B. E. Loss-on-ignition as an Estimate of Soil Organic Matter. *Soil Sci. Soc. Am. Proc*, v. 38 p 347-353, 1974.

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

FANAIA, M. de L. Olhar dos Vereadores sobre a cidade de Vila Maria do Paraguai nos anos de 1859-1880. In: **História e Memória Cáceres** (ORG) CHAVES, O. R.; ARRUDA, E. F.. Cáceres-MT: Editora UNEMAT, 2011.

FERNÁNDEZ, Diego S y. LUTZ, María A 1 . Procesos de remoción en masa y erosión fluvial en la quebrada del río Los Sosa, provincia de Tucumán. **Revista de La Asociación Geológica Argentina**, 58 (2): p 255-266, 2003.

FERREIRA, E.; **Cáceres: Capital regional no contexto de Mato Grosso**. (Tese de Doutorado em Geografia). Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal Fluminense. Niterói-RJ. 2014.

FRAGA, N.C.; As Enchentes no Vale do Itajaí-Açú/SC: das obras de contenção à indústria da enchente a problemática ambiental e a relação homem/natureza na busca de soluções. **RA`EGA**. Curitiba, n.5, p 125-148,2001.

FRANÇA, A. M. S. **Aplicação de sensoriamento remoto no estudo da influência da dinâmica sazonal do Rio Amazonas sobre a morfologiadados sistemas lacustres**. 2005. 134 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, São José dos Campos, 2005.

FREITAS, A. A.; TREVELIN, C. C.; ALMEIDA, L. F. R.; MANOEL, P. S.; GUIMARÃES, E.. Clima. In.: GUIMARÃES, C. C. T.; MANOEL, P. S. (Org.). **Pantanal: paisagens, fora e fauna**. 1. Ed., São Paulo: Cultura Acadêmica, 2014.

GALBIATI, C. Evolução das feições morfológicas do rio Paraguai no Pantanal de Cáceres - Mato Grosso. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. v. 13, n. 4, p 435-442, 2012.

GARCIA, D. D.; De vila a cidade: impactos da abertura da navegação do rio Paraguai em uma povoação da Fronteira Oeste. XXVII Simpósio Nacional de História: conhecimento Histórico e diálogo social. **Anais**. Natal: ANPUH, 2013.

GARCÍA-CHEVESICH, Pablo A. “Metodología de medición de la erosión y sedimentación”. In: BREA, José Daniel e BALOCCHI, Francisco (eds.). **Procesos de erosión - sedimentación en cauces y cuencas**. Volumen 1. PHI-VII / Documento Técnico N° 22. ISBN 978-92-9089-152-9. UNESCO 2010.

GIL, ANTONIO CARLOS. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002. 173p.

GIUDICE, S.L.; MENDES, J. A. R.; **Ações Antrópicas e seus Impactos nos cursos de água**. (Org.). Dirceu D'Alkmin Telles São In: Ciclo Ambiental da Água da chuva à Gestão. São Paulo: Blucher, 2013, 391-412 p.

GIOMETTI, A. B. R.; PITTON, S. E. C.; ORTIGOZA, S. A. G. **Leitura do espaço geográfico através das categorias: lugar, paisagem e território**. (Org.). Ana Lúcia Bueno dos Reis Giometti In: Caderno de formação: formação de professores didática de conteúdos. 1º ed. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2012, v. 1, p. 33-41.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M.S. **Geomorfologia Ambiental**. Bertrand Brasil. Rio de Janeiro, p 17-92, 2006.

GUERRA, T.J.A; CUNHA, B.S. Relações entre Meio Ambiente e Geomorfologia. In: GUERRA, T.J.A; CUNHA, B.S. (Org). **Geomorfologia e Meio Ambiente**. 7ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand, 337- 371, 2009.

GUY, H. P.; Sediment Problems in Urban Areas. U. S. **Government Printing office**: p 397-595, 1970.

HARRIS, M. B.; Arcângelo, C.; Pinto, E. C. T.; G, Camargo.; Neto, M. B. R.; Silva, S. M.; Estimativa da perda de cobertura vegetal original na Bacia do Alto Paraguai e Pantanal brasileiro: ameaças e perspectivas. **Natureza & Conservação** - vol. 4 - nº2 - Outubro - p. 50-66, 2006.

HERRMAN, M. L. P.; MENDONÇA, M.; CAMPOS, N.J.; São José-SC: Avaliação da enchentes e deslizamentos ocorridos em novembro de 1991 e fevereiro de 1994. **Geosul** n 16, ano VIII-2º semestre de 1993, p 46-78.

HIGA, Teresa C, S; MORENO, Gislaïne (Org). **Geografia de Mato Grosso**. Cuiabá, Entrelinhas, 2005.

HILL, A.R. Erosion of river bank composed of glacial till near Belfast, Northern Ireland *Zeitschrift für Geomorphologie*, v. 17, p. 428-442, 1973.

HOOKE, J. M. An analysis of the processes of river bank erosion. *Journal of Hydrology*, v. 42, p. 38-62, 1980.

IKEDA CASTRILLON, S.K.; Da Silva, C.J.; Fernandez, J.R.C.; Neves, R. & Leite, I. Avaliação da diversidade de espécies arbóreas e correlação entre a distribuição das espécies e características do solo entre as ilhas do rio Paraguai, trecho entre Cáceres e Estação Ecológica de Taiaí, Pantanal, Brasil. **Geografia 36** (Número Especial): 2011. 119-134.

JORGE, M. C. O.; Geomorfologia Urbana: Conceitos, Metodologia e Teorias. In: GUERRA, A. J. (Org). **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil, p 117-145, 2011.

JUNIOR, M. P.; **A Indicadores Ambientais e Recursos hídricos**. Realidade e Perspectivas para o Brasil a partir da experiência Francesa. Rio de Janeiro: Bertrand, 2007 p.688.

KUERTEN, S. **Variação longitudinal das características sedimentares e hidrológicas do rio Ivaí-PR em seu curso inferior**. 76 f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade do Estado de Maringá, 2006.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5ª edição, São Paulo: Editora Atlas S. A. 310 p, 2007.

LEANDRO, G. R. S.; **Dinâmica Ambiental e Hidrossedimentológica no rio Paraguai entre a volta do Angical e a cidade de Cáceres – MT** (Dissertação em Geografia). Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal Fluminense. Niterói-RJ. 2015.

LEANDRO, G. R. S.; SOUZA, C. A.; Pantanal de Cáceres: composição granulométrica dos sedimentos de fundo no rio Paraguai entre a foz do rio Cabaçal e a cidade de Cáceres, Mato Grosso, Brasil. Revista **Ambiente & Água** - An Interdisciplinary Journal of Applied Science: v. 7, n.2, 2012.

LEANDRO, G. R. S.; SOUZA, C. A.; NASCIMENTO, F. R.; Processo de deposição fluvial na baía Comprida, rio Paraguai, município de Cáceres – Mato grosso, Brasil. R. **Ra'e Ga** - Curitiba, v.31, p.296-316, Dez/2014.

LEITE, B. F.; **Expansão urbana e seus efeitos sobre a mobilidade e acessibilidade avaliada com o auxílio dos sistemas de informação geográfica (SIG) em Teresina-PI**. 2013. 162 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, 2013.

LELI, I. T.; STEVAUX. J. C.; NÓBREGA. M. T.; Produção e transporte da carga suspensa fluvial: teoria e método para rios de médio porte. **Boletim de geografia**, Maringá, v. 28, n. 1, p. 43-58, 2010.

LEOPOLD, L.B.; WOLMAN, M.G.; River meanders. Bull. **Geol. Soc. Am.**, 71: p. 769 -794, 1960.

LEOPOLD, L. B. MADDOCK, J. T.; The hydraulic geometric os stream channels and some physiographic implications.13.S. **Geol. Surv. Prof.** Paper 252: 57 p, 1953.

LIMBERGER, L. Abordagem sistêmica e complexidade na geografia. **Geografia** - v. 15, n. 2, jul./dez. 2006, p. 95-109.

LINCOLN, R.; BOXSHALL, G.; CLARK, P. **A dictionary of ecology, evolution and systematics**. 2. Ed. Cambridge University Press, 1998.

LOPES, L. F. C. L.; Análise ambiental da bacia do rio sul Castelo (ES), com ênfase nos problemas das inundações. **Braslian Geographical jornal: Geociencies ande humanities research médium**, Ituitaba,v.3,n.2,529-552 jul./dec.2012.

MACEDO de Lima, M; CAVALCANTI Confalonieri, U. E. (Coord.). **Mapa de vulnerabilidade da população do Estado do Rio de Janeiro aos impactos das mudanças climáticas nas áreas social, saúde e ambiente**. IV Relatório técnico do projeto “Vulnerabilidade da população do Estado do Rio de Janeiro aos impactos das mudanças climáticas nas áreas social, saúde e Ambiente”. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2011.

MARÇAL, M.S.; Análise das Mudanças Morfológicas em seções transversais ao rio Macaé/RJ. Revista Brasileira de **Geomorfologia**, v.14, n.1, (Jan-Mar) p.59-68, 2013.

MARQUES, S. Ciência Geomorfológica. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da. (Orgs.). **Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos**. Rio de Janeiro: Editora Bertrand do Brasil, 2008, p 23-45.

MASSEY, D. B.; **Pelo espaço: Uma Nova Política da Espacialidade**. Tradução: Hilda Pareto Maciel, Rogério Haesbaert. - Rio de Janeiro: Bertrand, Brasil, 2008.

MARTINS, S. V.: **Recuperação de matas ciliares**. 2ª Ed. Revista e ampliada. Viçosa: Editora Aprenda Fácil, 2007. 255p.

MATO GROSSO, **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. IBGE, 2ª ed. Rio de Janeiro 2012.

MATOS, J. A.; NOGUEIRA, A. R. B.; As Terras-caídas no Careiro de Várzea e as implicações para os moradores da comunidade Miracauera no Paraná do Careiro (CAREIRO DA VÁRZEA-AM). Revista **Geonorte**, Edição Especial 4, V.10, N.1, p.128-134, 2014.

MELO, M. E. Leituras da paisagem: Jardim do Seridó/RN em foco **Ateliê Geográfico** Goiânia-GO v. 2, 2008 p. 77-102.

MENDES, F. N.; **História da Administração municipal de Cáceres**. Cáceres MT, editora Unemat, 2009, 224p.

MENDES, N. F.; **Efemérides cacerenses**. Vol. II, Brasília: Ed. Centro Gráfico do Senado Federal, 1992.

MENDES, Natalino Ferreira. **Memória Cacerense**. Cáceres: Carlini & Caniato, 1998.

MENDONÇA, F. Geografia física: ciência humana? **Repensando a Geografia** 5.ed. São Paulo Contexto, 1997 p.72.

MONTEIRO, J. B. O Desastre natural como Fenômeno induzido pela sociedade: Abordagens teóricas e metodologias operacionais para identificação/mitigação de desastres naturais. **Revista de Geografia** – v. 2, n 1, p. 1-9, 2012.

MORAES, A. C.R.; COSTA, W. M.; **A Valorização do espaço**. São Paulo, Hucitec, 1987.

MORAIS, R. P.; AQUINO, S.; LATRUBESSE, E. Controles hidrogeomorfológicos nas unidades vegetacionais da planície aluvial do rio Araguaia, Brasil. Revista **Geosul**, v. 24, n. 47, p. 1-11, 2008.

MOREIRA, R.; Para **onde vai o pensamento geográfico? Por uma epistemologia crítica** l.ed., 2a reimpressão. - São Paulo: Contexto, 2009.

MORENO, G.; HIGA, T. C. S. **Geografia de Mato Grosso: Território Sociedade Ambiente**. Cuiabá – Mato Grosso: Editora Entrelinhas, 2005.

MOSER, C. **The asset vulnerability framework: reassessing urban poverty reduction strategies**. World Development, New York, v.26, n. 1, 1998.

NASCIMENTO, M. W.; **O processo de ocupação da cidade de Cáceres MT, com a caracterização geoambiental da área do canal do Renato e suas implicações socioambientais no período entre 1960-2008**. 130 f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2008.

NETO, M. R. A abordagem sistêmica e os estudos geomorfológicos: algumas interpretações e possibilidades de aplicação. **Geografia** - v. 17, n. 2, jul./dez. 2008, p. 67-87.

NEVES, S. M. N.; **Modelagem de um banco de dados geográficos do Pantanal de Cáceres/MT: estudo aplicado ao turismo**. Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal do rio de Janeiro. Rio de Janeiro-RJ. 2006.

OJEDA, A. Ollero. Dinámica de meandros y riesgos hidrogeomorfológicos em Alcalá de Ebro y Cabañas de Ebro (Zaragoza). In: **D'Anglade G. e Valcarlos P. (eds.). Memorias de la IV Reunión de Geomorfología**. Sociedad Española de Geomorfología. La Coruña, 1996.

OLIVEIRA, R. N. C. O Domínio dos terrenos marginais e seu impacto na requalificação fluvial. In: XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2011, Maceió. **Anais...** Maceió, Associação Brasileira de recursos hídricos, ABHR, p. 1-20, 2011.

OLIVEIRA, V. A.; AMA dissertação de AL FILHO, Z. P.; VIEIRA, P. C. Pedologia: levantamento exploratório de solos. In: BRASIL. **Ministério das Minas e Energia**. Secretaria Geral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SD. 21 – Cuiabá: Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1982. p. 257 - 400.

ORTEGA, J. M. G.; MARÍN, E. M. **Análisis de procesos de erosión local en márgenes de cauces fluviales con curvatura en planta**. Volumen 1. Tesis (Doctorado). Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Madrid, España, 2004.

PAULA, W. S.; SILVA, J. A.; TAVARES, C. C. Magnitude de erosão, características das margens do rio Paraguai entre o porto da Marinha a Baía Carne Seca em Cáceres. Semana de Geografia, Cáceres/MT, Brasil: **Anais** Vol. 17, 2017.

PANIZZA, M. “Geomorfologia applicata. Metodi di applicazione ala pianificazione territoriale e ala valutazione ambientale”. **Nuova Italia Scientifica**, Roma, 1988, 342 p.

PEDRO, L. C.; Geomorfologia urbana: Impactos no ambiente urbano decorrente da forma de apropriação, ocupação do relevo. **Revista Geografia em questão**. V. 4, N. 01, 2011, p. 153-172, 2011.

PERIOTTO, F.; FILHO, C. R.; A Mata Ciliar: Conceituação, Considerações sobre Conservação, Ecologia e Recuperação (Org.). In: POLETO, C. **Bacias Hidrográficas e Recursos hídricos**. 1. Ed. Rio de Janeiro. Interciência, 2014, 73-87.

PIRES, J. R. S.; SANTOS, J. E.; PRETTE, M. E. D. A Utilização do Conceito de Bacia Hidrográfica para a Conservação dos Recursos Naturais In: PENTEADO, M. M. **Fundamentos de Geomorfologia**. 3. Ed. Rio de Janeiro, IBGE, p. 17-36, 2002.

POLETO, C. Alterações morfológicas em um canal fluvial urbano no contexto antrópico, social e ambiental: um estudo de caso. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 33, n. 4, p. 357-364, 2011.

POLETO, C. **Bacias Hidrográficas e Recursos hídricos**. 1. Ed. Rio de Janeiro. Interciência, 2014.

POP, J. H.; **Geologia Geral**. 6º ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2010.

RAMÍREZ J. I. V.; RAMOS E. J.R.V.; WALLACE, E.G. **Evaluación de la erosión hídrica por flujo concentrado utilizando un colchón flexible de concreto Facultad de Ingeniería Universidad Autónoma de Queretário**. Disponível em: <<http://www.uaq.mx/investigacion/difusion/veranos/memorias2009/3Veranointroccion12/11VegaRamirez>>. Acesso em: 21 de julho de 2017.

RIBEIRO, J. A.. Flora e vegetação ribeirinha. **Douro – Estudos & Documentos**, vol. V (9), 2000 (1º), 39-45.

RYDZEWSKI, A.; MOYA, D.; LANFRANCO, M. **Aplicación del criterio geomorfológico para evaluación y zonificación de la amenaza por crecientes repentinas**. IFRH 2016. 3. Encontro de Investigadores em Formação em Recursos hídricos. Disponível em: [http://www.ina.gov.ar/legacy/ifrh2016/trabajos/IFRH 2016 Paper 102.pdf](http://www.ina.gov.ar/legacy/ifrh2016/trabajos/IFRH%2016%20Paper%20102.pdf)

ROCHA, P. C. Geomorfologia e Áreas Inundáveis na Planície Fluvial do Alto rio Paraná. **Rev. Geogr. Acadêmica** v.5, n.1, 2011, p. 98-117.

ROCHA, P. C. Os processos geomórficos e o estado de equilíbrio fluvial no alto Rio Paraná, centro sul do Brasil. **Geosul**, Florianópolis, v. 24, n. 48, p 153-176, jul./dez. 2009.

ROCHA, P. C; FILHO, E. E. S; Interações dinâmicas entre um canal secundário com o canal principal no trecho multicanal rio Paraná, Brasil. *Revista brasileira de Geomorfologia*, ano 6, Nº (2005) p. 19-32.

ROCHA, Y. T.. Vegetação Urbana: caracterização e planejamento. (In TANGARI, V. R.; SCHLEE, M. B.; ANDRADE, R.; DIAS, M. A.. (Org.) (Org.). **Águas Urbanas: uma contribuição para a regeneração ambiental como campo disciplinar integrado**. Rio de Janeiro: Proarq/UFRJ 2007.

RODRIGUES, A. S. L.; MALAFAIA, G.; COSTA, A. T.; JUNIOR, H. A. N.; Adequação e avaliação da aplicabilidade de um Protocolo de Avaliação Rápida na bacia do rio Gualaxo do Norte, Leste-Sudeste do Quadrilátero Ferrífero. MG, **Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**. v. 7, n.2, 2012, p. 231-244.

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

ROSS, S. L. J. **Ecogeografia do Brasil: Subsídios para Planejamento Ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

ROWE, W. D. **An anatomy of risk**. New York: Wiley, 1977, 488 p.

SANTANA, A. M. P.; CASTRO, S.S. STONE, L.F. SILVA, S.C, Chuvas, erosividade, erodibilidade, uso do solo e suas relações com focos erosivos lineares na alta bacia do rio Araguaia. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, 19 (2): 103-121, dez. 2007.

SANTANA, F. S.; RAIMUNDY, V. O. M.; ROCHA, E.; SOUZA, C. A.; Análise ambiental e o processo de assoreamento no rio Paraguai – Pantanal Mato – Grossense. In: XI SINAGEO – Simpósio Nacional de geomorfologia Maringá. **Anais eletrônicos...** Maringá – PR 2011. Disponível em: <<http://sinageo.org.br/2016/trabalhos/8/8-403-1094.html>> Acesso em: 07 Nov. 2016.

SANTOS, M. L.; FERNANDEZ, O. V. Q.; STEVAUX, J. C.; Aspectos Morfogenéticos das Barras do Canal Rio Paraná, Trecho de Porto Rico, PR. **Boletim de Geografia -UEM-** Ano 10- número 01. Ano 1992, p. 11-24.

SANTOS, L. **Pluviosidade, impactos naturais, percepção humana e as inundações em Cáceres/MT-1971 a 2010. 2013**. 133 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT, Cuiabá, 2013.

SANTOS, M. **Por uma outra globalização: do pensamento único à consciência universal**. 16. ed. Rio de Janeiro: Editora Record, 2008.

SANTOS, M. **Técnica espaço tempo: globalização e meio técnico-científico informacional**. São Paulo. Editora HUCITEC, 1994.

SANTOS, Milton. **Espaço e sociedade: ensaios**. Petrópolis: Vozes, 1979.

SCHIER, R. A.; Trajetórias do conceito de Paisagem na Geografia. Revista: **RA'EGA**, Curitiba, n. 7, p. 79-85, 2003. Editora UFPR.

SCHUTZER, J. G. **Cidade e Meio Ambiente: a Apropriação do Relevo no Desenho Ambiental**. Edição 1 – São Paulo: Edusp, 2012 328 p.

STEVAUX, J. C.; LATRUBESSE, E. M.; **Geomorfologia fluvial**. São Paulo: Oficina de Textos 2017 336 p.

SILVA, A.; FILHO, S. E. E.; NEVES, S. A .M, S.; Erosão marginal e sedimentação no rio Paraguai no município de Cáceres (MT). *Revista Brasileira de Geociências* 41(1): p. 76-84, março de 2011.

SILVA, V. A. **Geomorfologia antropogênica: mudanças no padrão de drenagem do canal principal e delta, no baixo curso da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha - Bahia**. 209 f. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2012.

SILVA, E. S. F.; SOUZA, C. A.; LEANDRO, G. R. S.; ANDRADE, L. N.P.S.; GABIATI, C.; Evolução das feições morfológicas do rio Paraguai no Pantanal de Cáceres - Mato Grosso. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v.13, n.4, (Out-Dez) p.435-442, 2012.

SILVA, E. S. F.; **Dinâmica Fluvial Do Rio Paraguai No Segmento Entre Furado Do Touro E Passagem Velha, Cáceres- Mato Grosso**. 2012. 113 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais), Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT. Cáceres – MT. 2012.

SILVA, L. A.; Souza, C. A.; Leandro, G. R. S.; González, A. Z. D. Baía da Ximbuva, rio Paraguai, Cáceres – Mato Grosso: Aspectos Hidrossedimentológicos *Ciência Geográfica - Bauru - XIX - Vol. XIX - (1): Janeiro/Dezembro – 2015, p. 77-92.*

SILVA, G. C. D. Proposta de padronização cartográfica para carta-imagem emergencial de inundação. *Geografia, Ensino & Pesquisa*, Vol. 21, n.3,130-141 p, 2017.

SILVA, R. V. **Uso e ocupação da margem esquerda do rio Paraguai e a percepção ambiental de usuários do município de Cáceres, Mato Grosso**. 2011. 110 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais), Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT. Cáceres – MT. 2011.

SILVEIRA, A.L.L. **Hidrologia Urbana no Brasil**, in : Braga, B.; Tucci, C.E.M.; Tozzi, M., 1998, *Drenagem Urbana, Gerenciamento, Simulação, Controle*, ABRH Publicações nº 3, Editora da Universidade, Porto Alegre, 1-22 p.

SIQUEIRA, E. M.; DA COSTA, L. A.; CARVALHO, C. M. C.; **O Processo Histórico de Mato Grosso**. Cuiabá: UFMT, Guaicurus, 1990.

SOJA, Edward W. **Geografias Pós-Modernas: a reafirmação da teoria social crítica**. Tradução: Vera Ribeiro. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1993.

SOUZA, C. A. **Dinâmica do corredor fluvial do rio Paraguai entre a cidade de Cáceres e a Estação Ecológica da ilha de Taiamã-MT**. 2004. 173 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza, Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, Rio de Janeiro, 2004.

SOUZA, C.A. e CUNHA, S. B. Pantanal de Cáceres – MT: **Dinâmica das margens do rio Paraguai entre a cidade de Cáceres e a Estação Ecológica da Ilha de Taiamã-MT**. Revista Eletrônica da Associação de Geógrafos Brasileiros – Seção Três Lagoas. Três – Lagoas – MS, V1 – n. 05 – ano 4, maio de 2007;

SOUZA, O. **Produção de Sedimentos em Áreas Urbanas. O Caso da Microbacia do Córrego Pau d' Alho. Guarulhos, SP**. 2007. 149 f. Dissertação (Mestrado em Análise Ambiental). Universidade Guarulhos, 2007.

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

SOUZA, C. A.; VENDRAMINI, W. J.; SOUZA, M. A.; **Assoreamento na baía do Sadao no rio Paraguai – Cáceres – Mato Gross**. Cadernos de Geociências, v. 9, n. 2, novembro 2012. [www.cadernosdegeociencias.igeo.ufba.br](http://www.cadernosdegeociencias.igeo.ufba.br).

SUERTEGARAY, D. M. A. Espaço geográfico uno e múltiplo. **Scripta Nova revista electrónica de geografía y ciencias sociales**, n.93, p. 1-10, 2001.

SUGUIO, K.; BIGARELLA, J. J. **Ambientes fluviais**. 2 ed. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1990.

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

RIBEIRO, J. C.; VICENS, R. S.; TOCANTINS, N.; Paisagens Tipológicas do rio Itiquira na Bacia Hidrográfica do Alto rio Paraguai/MT: uma análise das condições ambientais como suporte ao Ordenamento. **Ciência Geográfica - Bauru - XXI - Vol. XXI - (1): Janeiro/Dezembro – 2017**.

TELLES, D. D.; A Água e o Ambiente In: **Ciclo Ambiental da Água da chuva à Gestão**. São Paulo: Blucher, 2013, p. 27-54.

TORRES, F. T. P.; NETO, M. R.; MENESES, S. O.; **Introdução à Geomorfologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2012, 154 p.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Recursos Naturais e Meio Ambiente, Rio de Janeiro, IBGE, diretoria técnica, SUPREEN, 1977, p. 97.

TROPMAAIR, H. **Biogeografia e Meio Ambiente físico e social**. 8º edição- Rio Claro: divisa, 2008.

TROPMAAIR, H. **Sistemas Geossistemas Paulistas Ecologia da Paisagem**. Rio Claro-SP 2004.

TUCCI, M. E. C. Gerenciamento da Drenagem Urbana. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos** volume 7 n.1, 5-27 p, jan/mar de 2002.

TUCCI, M. E. C. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2.ed. Porto alegre: Editora da UFGS, ABRH, 2001.

TUNDISI, j. G. As múltiplas dimensões da crise hídrica. **Revista USP** São Paulo n. 106 p. 21-30 julho/agosto/setembro 2015.

TUNDISI, j. G. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. **Estudos avançados** 22 (63), p. 6-16, 2008.

TUNDISI, J.G.; TUNDISI, T. M.; **Recursos Hídricos no século XXI**. São Paulo, Oficina de textos, 2011.

UNDRO - Office of the United Nations Disaster Relief Co-ordinator. **Natural Disasters Vulnerability Analysis**. Report of Expert Group Meeting (9-12 July 1979). Boston Public Library, 2009.

UNE, M. Y.; ALVES, P. S. P. F.; CUNHA, I. V. R.; As enchentes na bacia do Mearim na década de 70 uma avaliação das causas e suas consequências, **revista brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, 60 (S): p 5-40, jul/set 1988.

VEGA RAMÍREZ, J. I.; VENTURA RAMOS, E. JR.; GÓMEZ WALLACE E. **Evaluación de la erosión hídrica por flujo concentrado utilizando un colchón flexible de concreto**. Facultad de Ingeniería Universidad Autónoma de Querétaro. Disponível em: <http://www.uaq.mx/investigacion/difusion/veranos/memorias2009/3VeranoIntroduccion12/11VegaRamirez.pdf>.

VIEIRA, V. T.; CUNHA, S. B.; Mudanças na Morfologia dos canais urbanos: Alto curso do rio Paquequer, Teresópolis. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.9, n.1, p.3-22, 2008.

VIEIRA, V. T.; Mudanças na Rede de Drenagem Urbana de Teresópolis (Rio de Janeiro). In: **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil**. (Org.) GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009, p. 111-145.

WOLMAN, M. G. A. Cycle of sedimentation and erosion in urban river channels. **Geographical annular (serie A)**, v. 49, p. 385-395, 1967. <http://dx.doi.org/10.2307/520904>

WOLMAN, M. G. Factors influencing erosion of cohesive River Bank. **American Journal Science**, v. 257, p. 204-216, 1959.

ZATTAR, N. **Do Sítio à margem do Paraguai à cidade de Cáceres: 237 anos**. Cáceres: Editora UNEMAT, 2015.

## ANEXOS

## Parâmetros morfológicos dos Protocolos de Avaliação Rápida de rios

ÓTIMA	BOA	REGULAR	PÉSSIMA
<b>Parâmetro 1: “Deposição de sedimentos”</b>			
Ausência ou pequeno alargamento de ilhas ou barras de pontal.	Alguns acréscimos recentes na formação de barras, predomínio de cascalho, areia ou sedimento fino.	Deposição moderada de cascalhos novos, areia ou sedimento fino em barras recentes e antigas. Sobreretudo, de origem antrópica.	Elevada deposição de material fino ou cascalho e aumento no desenvolvimento de barras devido, principalmente, às atividades antrópicas.
<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
<b>Parâmetro 2: “Alterações no canal”</b>			
Ausência de canalizações e dragagens ou qualquer outra forma de interferência que possa afetar o curso d'água. Nesse caso, o curso d'água segue com padrão natural.	Presença de pequenas canalizações, em geral em área para apoio de pontes ou evidência de canalizações antigas e de dragagem, mas com ausência de canalizações recentes. Não há evidências de que o leito tenha sido explorado por atividades antrópicas.	Presença de diques, terraplanagens, aterros, barragens ou estruturas de escoramentos em ambas as margens. Há evidências antigas de que o leito já foi explorado ou ainda por dragagem para retirada de areia/cascalho.	Margens revestidas com gabiões ou cimento e o curso d'água encontra-se canalizado ou pode ser observado forte evidência de revolvimento das margens para exploração recente.
<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
<b>Parâmetro 3: “Estabilidade das margens”</b>			
Margens estáveis, ausência ou mínima evidência de erosão ou falhas nas margens; pouco potencial para problemas futuros.	Margens moderadamente estáveis, com presença de áreas com erosões cicatrizadas.	Margens moderadamente instáveis. As margens apresentam-se erodidas e o potencial à erosão é alto durante as cheias.	Margens instáveis e muitas áreas erodidas. A erosão é frequente ao longo da seção reta e nas curvas.
<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
<b>Parâmetro 4: “Proteção das margens pela vegetação”</b>			
Mais de 90% da superfície das margens e imediata zona ripária é coberta por vegetação nativa. A maioria das plantas pode crescer naturalmente.	De 70 a 90% da superfície marginal é coberta por vegetação nativa; não sendo observadas grandes descontinuidades.	De 50 a 70% da superfície das margens está coberta pela vegetação, havendo uma mistura de locais onde o solo está coberto e locais onde não há presença de vegetação nativa.	Menos de 50% da superfície das margens está coberta por vegetação nativa. É evidente a descontinuidade da vegetação do entorno sendo esta praticamente inexistente.
<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
<b>Parâmetro 5: “Estado de conservação da vegetação do entorno”</b>			
A vegetação do entorno é composta por espécies nativas em bom estado de conservação e não apresenta sinais de degradação causada por atividades humanas, como pastagens ou áreas de cultivo.	A vegetação é composta não só por espécies nativas, mas também por exóticas, contudo está bem preservada. Mínima evidência de impactos causados por atividades humanas.	A vegetação presente é constituída por espécies exóticas e há pouca vegetação nativa. É possível perceber impactos de atividades humanas sobre a vegetação do entorno.	A vegetação nativa do entorno é praticamente inexistente e as atividades humanas, tais como pastagens e áreas de cultivo são intensas. Além disso, o solo pode estar exposto às intempéries naturais.
<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>

Fonte: Adaptado de Rodrigues et al. (2012).