

**DINÂMICA FLUVIAL DO RIO PARAGUAI NO
SEGMENTO ENTRE FURADO DO TOURO E PASSAGEM
VELHA, PANTANAL DE CÁCERES - MATO GROSSO**

EDENIO SEBASTIÃO FARIA DA SILVA

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

**CÁCERES
MATO GROSSO, BRASIL
2012**

EDENIO SEBASTIÃO FARIA DA SILVA

**DINÂMICA FLUVIAL DO RIO PARAGUAI NO SEGMENTO
ENTRE FURADO DO TOURO E PASSAGEM VELHA, CÁCERES-
MATO GROSSO**

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

Orientadora: Prof^a. Dr^a Célia Alves de Souza

**CÁCERES
MATO GROSSO, BRASIL
2012**

EDENIO SEBASTIÃO FARIA DA SILVA

**DINÂMICA FLUVIAL DO RIO PARAGUAI NO SEGMENTO
ENTRE FURADO DO TOURO E PASSAGEM VELHA, CÁCERES-
MATO GROSSO**

Essa dissertação foi julgada e aprovada como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Cáceres, 26 de março de 2012.

Banca examinadora

Profª Drª Carla Galbiati
Universidade do Estado de Mato Grosso

Profª Drª Cleusa Aparecida Gonçalves Pereira Zamparone
Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT

Profª Drª Célia Alves de Souza
Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT
(Orientadora)

**CÁCERES
MATO GROSSO, BRASIL
2012**

AGRADECIMENTOS

- Agradeço ao professor e amigo MSc. Joaquim Correa Ribeiro pelo incentivo a fim de que eu me titulasse Mestre visando minha evolução profissional;

- Agradeço a minhas filhas Lise Marine, Amanda e minha ex-esposa Francina pela força recebida ao longo desta caminhada;

- Agradeço a força recebida dos amigos: Rubens de Campos, Gilson Kury, Ricardo Boi, Clévio (Alemão), Puca Sales, Bartolomeu Freire, Marcão Figueiredo, Marisol Viegas, Adriana, Adrienne Amaral, Claudinha Pestre, Yara, Pelezinho, Luizinho Dito Gato, Mário Viegas, Lécio, Zé Gato, Sérgio Sandin, Emanuel Campos, Lalau Boi, Aroldo, Chiquinho do fórum, Mané Metralha, Parreira, Luiz Carlos Faria, Nelinho, Marino do Incra, Odilon Viegas dentre outros;

- Agradeço a Kiui, Peretto e Luciano pela confecção dos mapas temáticos apresentados nesta pesquisa;

- Agradeço a minha família: meus pais Nazareno e Nelly (in memorian) pela dedicação a mim dispensada enquanto vivos, a minhas irmãs Edna, Sebastiana (Batana) e Nadir, ao meu irmão Sebastião (Batão), as minhas sobrinhas e sobrinhos (são tantos), aos cunhados Lila e Clodomiro;

- Agradeço aos colegas de Mestrado pela amizade a mim dispensada e em especial a Gilmar e Sebastião, aos professores das disciplinas que de forma decisiva me ajudaram na elaboração deste trabalho;

- Agradeço a Prof^a Dr^a Carla Galbiati, Maria Aparecida (Dedé) e Cleusa Aparecida Gonçalves Pereira Zamparone que ao participarem de bancas avaliadoras e foram decisivas para conclusão deste trabalho;

- Agradeço ao Prof^o Dr^o Manoel (Diretor do programa de Mestrado em Ciências Ambientais) pela amizade e orientação nesta pesquisa;

- Agradeço a UNEMAT, instituição que proporciona esta qualificação a diversos pesquisadores a muitos anos;

- Agradeço aos bolsistas do projeto do LAPEGEOF que ao longo desta caminhada muito me auxiliaram em campo e no laboratório;

- Agradeço em especial a Prof^a Dr^a Célia Alves de Souza, minha orientadora, pela paciência e objetividade de sua orientação nestes dois anos;

- Agradeço a Dr. Adilson Reis e Cláudio Duarte (SEMATUR) pelos dados fornecidos e utilizados neste trabalho;

- Agradeço também de forma especial minha namorada Marina Vicente que acompanhou toda esta caminhada me auxiliando de forma decisiva para conclusão desta pesquisa.

Muito obrigado

ÍNDICE

Lista de tabelas	08
Lista de quadros	09
Lista de figuras	10
Resumo	12
Abstract	13
Introdução Geral	14
Referências	18

1° CAPÍTULO

FATORES AMBIENTAIS E USO NA CALHA E NA PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO DO RIO PARAGUAI NO TRECHO ENTRE FURADO DO TOURO E PASSAGEM VELHA – CÁCERES-MT

Resumo	20
Abstract	21
1. Introdução	22
2. Metodologia	24
2.1 Área de Estudo	24
2.2 Materiais e Métodos	25
2.3 Elementos Ambientais	25
2.4 Uso e Ocupação da área	26
3. Resultados	26
3.1 Elementos Ambientais	26
3.1.1 Geologia	27
3.1.2 Geomorfologia	28
3.1.3 Solos	29
3.1.4 Vegetação	29
3.1.5 Bacias Contribuintes	29
3.1.6 Clima	31
3.2 Precipitação Atmosférica e nível da régua fluviométrica do rio Paraguai	32
3.2.1 1° Período (1973/1978)	33

3.2.2 2º Período (1979/1992)	35
3.2.3 3º Período (1993/2007)	38
3.2.4 4º Período (2008/2010)	40
3.3 Uso e Ocupação da área	42
4. Considerações Finais	49
5. Referências	51

2º CAPÍTULO

EVOLUÇÃO DA CALHA E DAS FEIÇÕES MORFOLÓGICAS DO RIO PARAGUAI NO TRECHO ENTRE O FURADO DO TOURO E PASSAGEM VELHA-CÁCERES-MT.

Resumo	55
Abstract	56
1. Introdução	57
2. Materiais e Métodos	61
2.1 Área de Estudo	61
2.2 Procedimentos Metodológicos	62
2.2.1 Morfologia do canal	63
2.2.2 Evoluções das feições morfológicas	64
2.2.3 Mudanças nos canais fluviais	64
2.2.4 Geoformas deposicionais	65
2.2.5 Análise de laboratório	67
3. Resultados	69
3.1 Morfologia do canal	69
3.2 Migração lateral do canal	77
3.3 Evoluções das feições morfológicas	80
3.3.1 Feições morfológicas do corredor fluvial em 1973	85
3.3.2 Feições morfológicas do corredor fluvial em 1981	86
3.3.3 Feições morfológicas do corredor fluvial em 1991	87
3.3.4 Feições morfológicas do corredor fluvial em 2001	89
3.3.5 Feições morfológicas do corredor fluvial em 2010	91
3.4 Processos de sedimentação	93

3.4.1 Composição granulométrica dos sedimentos de fundo	94
3.4.2 Barras laterais	99
3.4.3 Deposição de sedimentos na planície de inundação	103
4. Considerações Finais	105
5. Referências	107
6. Considerações Finais Gerais	111

LISTA DE TABELA

1° CAPÍTULO

Tabela 01	Mensuração da área de uso e ocupação	45
-----------	--------------------------------------	----

LISTA DE TABELA

2° CAPÍTULO

Tabela 01	Dados referente evolução da migração lateral do canal	79
-----------	---	----

LISTA DE QUADROS

1° CAPÍTULO

Quadro 01	Elementos ambientais	26
Quadro 02	Feições Geomorfológicas	28
Quadro 03	Média de Pluviosidade e Fluviosidade	33
Quadro 04	Demonstrativo de número de embarcações – Cáceres-MT	49

LISTA DE QUADROS

2° CAPÍTULO

Quadro 01	Escala de Wentworth (análise granulométrica)	69
Quadro 02	Dados de velocidade, largura, profundidade, área e vazão	70
Quadro 03	Coordenadas Geográficas dos pontos de coleta	71
Quadro 04	Mudanças nas feições Geomorfológicas das lagoas	82
Quadro 05	Mudanças nas feições Geomorfológicas das Baías	84
Quadro 06	Análise de sedimentos de fundo (Rio, Furado e Meandro)	95
Quadro 07	Composição granulométrica das Barras Laterais	100
Quadro 08	Acumulação de sedimentos nas caixas e pinos	105

LISTA DE FIGURAS

1° CAPÍTULO

Figura 01	Localização da área de estudo	24
Figura 02	Gráfico de Pluviosidade (1973/1978)	34
Figura 03	Gráfico de Fluviosidade (1973/1978)	35
Figura 04	Gráfico de Pluviosidade (1979/1985)	36
Figura 05	Gráfico de Pluviosidade (1986/1992)	36
Figura 06	Gráfico de Fluviosidade (1979/1985)	37
Figura 07	Gráfico de Fluviosidade (1986/1992)	37
Figura 08	Gráfico de Pluviosidade (1993/2000)	38
Figura 09	Gráfico de Pluviosidade (2001/2007)	39
Figura 10	Gráfico de Fluviosidade (1993/2000)	39
Figura 11	Gráfico de Fluviosidade (2001/2007)	40
Figura 12	Gráfico de Pluviosidade (2008/2010)	41
Figura 13	Gráfico de Fluviosidade (2008/2010)	41
Figura 14	Mapa temático de uso e ocupação	45
Figura 15	Área de uso e ocupação (pasto)	46
Figura 16	Área de uso e ocupação (turismo/recreação)	47

LISTA DE FIGURAS

2° CAPÍTULO

Figura 01	Área de estudo e pontos de coleta de amostras	62
Figura 02	Instrumentos utilizados em campo	63
Figura 03	Caixa coletora de sedimentos (Planície)	66
Figura 04	Pinos para monitoramento de sedimentação (Planície)	67
Figura 05	Instrumentos utilizados em laboratório	68
Figura 06	Estirão à montante do Furado do Touro	72
Figura 07	Recuo do barranco do rio no Retiro Velho	73
Figura 08	Leito do rio à montante do Meandro abandonado	75
Figura 09	Boca superior do Meandro abandonado	76
Figura 10	Boca inferior do Meandro Abandonado	77
Figura 11	Mapa temático referente migração lateral do canal	79

Figura 12	Imagem das feições Geomorfológicas da área (1973/2010)	81
Figura 13	Imagem das feições Geomorfológicas da área (1973)	85
Figura 14	Imagem das feições Geomorfológicas da área (1981)	87
Figura 15	Imagem das feições Geomorfológicas da área (1991)	89
Figura 16	Imagem das feições Geomorfológicas da área (2001)	80
Figura 17	Imagem das feições Geomorfológicas da área (2010)	93
Figura 18	Barra lateral I (área de influência do rio Paraguai)	101
Figura 19	Barra lateral II (área de influência do rio Paraguai)	102
Figura 20	Barra lateral III (área de influência do Meandro)	103

RESUMO

SILVA, Edenio Sebastião Faria. **Dinâmica fluvial do rio Paraguai entre Furado do Touro e Passagem Velha Pantanal de Cáceres – Mato Grosso.** Cáceres: UNEMAT, 2011. 79 p (Dissertação – Mestrado em Ciências Ambientais)¹

Esta pesquisa de dissertação foi realizada no rio Paraguai entre Furado do Touro e Passagem Velha, Cáceres – Mato Grosso. O estudo foi estruturado em dois capítulos. O primeiro capítulo tratou dos elementos ambientais e do uso na calha e na planície de inundação do rio Paraguai no trecho entre Furado do Touro e Passagem Velha tendo como objetivo apresentar os elementos ambientais que compõem o trecho estudado e evidenciar o uso e ocupação da planície e uso do canal e do corredor fluvial do segmento do rio Paraguai. O estudo mostrou que o segmento possui sedimentos característicos da formação Pantanal, oriundos do período Quaternário, onde foram identificados variedades de formas geomorfológicas as quais podem ser denominadas positivas (depósitos de barra em pontal, diques marginais e ilhas fluviais) e negativas (lagoas, baías, braços e furados). A distribuição da precipitação atmosférica apresenta dois períodos bem definidos, isto é, estação de chuvas intensas (outubro a março) e estação de seca (abril a setembro). Pedologicamente registra-se a ocorrência do Gleissolo Háplico Tb Eutrófico. Registrou-se a ocorrência de Floresta Aluvial que pode ser observada ao longo das margens do rio Paraguai, nas ilhas, em áreas inundáveis ou sujeitas à inundação. Quanto ao uso observa-se na margem direita sua utilização para atividade de pecuária extensiva e a calha do rio é utilizada principalmente por pequenas embarcações voltadas para turismo, pesca e lazer. O segundo capítulo da Dissertação tratou-se da evolução da calha e das feições morfológicas do rio Paraguai no trecho entre o Furado do Touro e Passagem Velha -Cáceres-MT. O estudo objetivou verificar alteração no corredor fluvial (calha e planície de inundação) do rio Paraguai entre a Boca do Furado do Touro e a Passagem Velha, no município de Cáceres, no Estado Mato Grosso. Os resultados evidenciaram que a vazão do rio Paraguai variou entre 156,2 e 288 m³/s e nos canais secundários (Furado e Meandro) variou entre 5.5 a 86.3 m³/s. A evolução da calha (migração lateral) no período entre 1967/2010 (44 anos) variou entre 48,5 metros em áreas não alagáveis e 198,16 metros em áreas que sofrem alagamento sazonal. O mapeamento em escala temporal de (1973, 1981, 1991, 2001 e 2010) possibilitou o acompanhamento das transformações durante 38 anos e mostrou alteração nas feições morfológicas tais como surgimento de novas lagoas e baías; redução e aumento na área de lagoas e baías, desaparecimento de lagoas e baías. Nos sedimentos de fundo predominou a sedimentos grosseiros (areia média), quanto à sedimentação da planície houve maior sedimentação próxima ao meandro abandonado, em áreas mais afastadas do leito principal do rio, variando entre 4.267,87 a 5.066,89kg com predomínio de silte, e próximo do leito principal do rio Paraguai ocorreu menor deposição de sedimentos (3.850,13kg), com predominância de areia média.

Palavras-chave: modificações, feições, transformações, aspectos ambientais

¹ Professor Orientador – Célia Alves de Souza, UNEMAT

ABSTRACT

SILVA, Edenio Sebastião Faria. **Fluvial dynamics of the Paraguay River between the Furado do Touro and the Passagem Velha Pantanal of Cáceres – Mato Grosso**. Cáceres: UNEMAT, 2011. P 106 (Dissertation – Master in Environment Science)²

The dissertation research was conducted in the Paraguay River between the Furado do Touro and the Passagem Velha Pantanal of Cáceres – Mato Grosso. The study was structured in two chapters. The first chapter is about environmental factors and the use of the gutter and in the floodplain of the Paraguay River in the stretch between the Furado do Touro and the Passagem Velha, aiming to present the environmental elements that make up the stretch studied and demonstrate the use and occupation of plain and channel use and this corridor of the Paraguay River. The study showed that the segment has sediments characteristic of the Pantanal Formation from the Quaternary period, which were identified varieties of geomorphological forms which may be called positive (point bar deposits, dikes and river islands) and negative (lagoons, bays, arms and stuck). The rainfall distribution has two well-defined periods, with the season of heavy rains (from october to april) and the dry season (from may to september). About its pedological formation we may record the occurrence of Alluvial Forest that can be observed along the Paraguay River, in the islands or in areas subject to flooding or flood. Regarding the use of the land it is observed the active and intensive livestock in the right margin; the river channel is mainly used by small boats. The second chapter it is the evolution of the gutter and the morphological features of the Paraguay River in the stretch between the Furado do Touro and the Passagem Velha, Cáceres – MT. The study aimed to determine changes in the river corridor (channel and floodplain) of the Paraguay River between the Furado do Touro and the Passagem Velha, in Cáceres – Mato Grosso State. The results showed that the flow of this river ranged between 156.2 and 288 m³ s⁻¹; in secondary channels ranged from 5.5 to 86.3 m³ s⁻¹. The evolution of the gutter (side migration) in the period 1967/2010 (42 years) ranged from 48.5 to 198.16 meters. The temporal scale mapping (1973, 1981, 1991, 2001 and 2010) allowed the monitoring changes during 37 years and showed changes in morphological features such as the appearance of lakes and bays; reduction and increase in area lakes and bays; the disappearance of ponds. In the bottom sediments predominated coarse sediments (sand), and the sedimentation of the plain there was a higher rate near the abandoned meander in areas farthest from the main river bed, ranging from 4,267.87 to 5,066.89 kg with a predominance of silt. And near of the main channel occurred less deposition of sediments (3,850.13 kg) with a predominance of medium sand.

Keywords: changes: changes features, changes, environmental aspects.

²Major Professor – Célia Alves de Souza, UNEMAT

INTRODUÇÃO GERAL

O reconhecimento da importância e da fragilidade de ambientes alagados viabilizam cada vez mais propostas para estudo de gestão ambiental dessas áreas. No rio Paraguai o padrão de inundação (cheia e seca) é responsável por manter a estrutura e o funcionamento do ambiente. O corredor fluvial do rio Paraguai está localizado em área de transição entre os biomas do Cerrado e Pantanal. Áreas úmidas ou alagadas são ambientes altamente diversos que ocupam zonas de transição entre ambientes, mais altos, bem drenados e ambientes que permanecem sempre alagados ou sofre alagamento sazonal.

A região sudoeste do mato-grossense sofreu nas últimas décadas, degradação de seus recursos florestais e hídricos, devido às atividades que envolvem criação de gado e plantio para subsistência e agricultura mecanizada (cana de açúcar e milho) e implementação de núcleos urbanos (RIBEIRO, 2001).

Na década de 70, o governo Federal redefiniu o desenvolvimento da região Centro-Oeste, com objetivo de modernizar e incentivar a economia regional, sendo definida pelo governo como área de Integração Regional. As bacias hidrográficas situadas no sudoeste do Estado de Mato Grosso sofreu processo de ocupação intensa, inicialmente pelo desmatamento, em seguida pela agricultura de subsistência, pecuária e implantação dos núcleos urbanos (SOUZA, 2004).

Compõem a pesquisa de Dissertação dois capítulos: o primeiro capítulo tratou dos elementos ambientais relacionados com a precipitação atmosférica do período e o uso e ocupação na calha e na planície do rio Paraguai no trecho entre Furado do Touro e a Passagem Velha. O segundo capítulo refere-se à evolução da calha e das feições morfológicas relacionados aos processos de sedimentação do rio Paraguai e de sua planície de inundação no trecho entre o furado do Touro e Passagem Velha no município de Cáceres-MT.

A bacia de drenagem é uma unidade geomorfológica importante pelo fato de nela interagirem os fatores bióticos, abióticos, econômicos e sociais. As bacias hidrográficas integram uma visão de conjunto do comportamento das condições naturais e das atividades humanas nelas desenvolvidas. Mudanças significativas em qualquer parte dessa unidade podem gerar alterações, como impactos a jusante e nos fluxos energéticos (CUNHA 1998).

O Paraguai é um rio de planície, possui padrão meândrico com curvas sinuosas, largas e harmoniosas que através de um trabalho contínuo de escavação na margem côncava esse material é depositado na margem convexa onde o canal possui menor velocidade de suas águas. De acordo com Christofletti (1981), essa condição está altamente relacionada com a carga sedimentar do leito, pois o mesmo não tem capacidade de transporte de materiais sedimentares grosseiros até a base final, depositando-os no próprio leito.

O perfil longitudinal em toda sua extensão resulta do trabalho que o rio executa, para manter o equilíbrio entre a capacidade e a competência, com a quantidade e a granulometria da carga detrítica. Se a capacidade e a competência do rio forem maiores do que as requeridas para o transporte de sedimentos, possivelmente, ocorrerão modificações na morfologia do canal. (SUGUIO e BIGARELLA, 1979).

Os processos de sedimentação que ocorrem no rio Paraguai acontecem no canal ou na planície de inundação. Para Kellerhald et al. (1976) e Dietrich (1985), as características da calha estão, em sua maioria, associadas aos processos de erosão e deposição. Os depósitos de sedimentos pertencem a diferentes categorias, como os que se desenvolvem no eixo central, ou seja, os bancos ou barras centrais (*mid channel bar*), as barras laterais (*channel side bar* e *point bars*), barras submersas e ilhas fluviais.

De acordo com Souza e Cunha (2007), os canais fluviais são dinâmicos, pois, envolvem mecanismos de remoção de materiais, alterando suas margens, devido, principalmente, aos processos erosivos. O fenômeno de alargamento dos canais fluviais é provocado pelos processos de erosão das margens que estão entre os elementos mais dinâmicos dos canais fluviais. O entendimento

sobre seu mecanismo de atuação e a quantificação da magnitude é importante para compreender a evolução dos diversos elementos da dinâmica fluvial.

Segundo Suguio e Bigarella (1979), um rio pode adotar diferentes configurações ao longo do seu curso, podendo exibir os canais retilíneos, anastomosados ou meandantes. Nos leitos lineares podem-se notar as formações de barras, alternando-se de um lado a outro do leito. Quanto às barras de meandro, de canais e ilhas aluviais, estas resultam do processo de acresção lateral da carga do canal. É através do acúmulo de sedimentos relativamente grosseiros no lado convexo do curso meandrante que se formam as barras de meandros.

Os processos de sedimentação, que acontecem no canal ou na planície de inundação, provenientes da atividade do canal, compreendem os depósitos residuais do canal, barras de meandros, barra de canais e do preenchimento de canais (SUGUIO e BIGARELLA, 1979).

Os sedimentos depositados no canal fluvial podem dificultar o escoamento das águas, contribuindo para inundação de áreas próximas ao canal fluvial, perda da capacidade de armazenamento e alteração da biodiversidade local ou regional, gerando, assim, vários problemas ambientais, sociais e econômicos (SOUZA, 2007).

O transporte do material detrítico ocorre em uns poucos anos somente nas regiões úmidas. No entanto, os impactos morfológicos dos eventos (descargas) são parcialmente um problema tanto em relação ao intervalo de tempo quanto da magnitude dos picos para qualquer forma de relevo. Obviamente, tanto a água quanto o transporte de sedimentos são muito importante para o entendimento da morfologia do canal. (CHORLEY et al. 1985).

A planície de inundação é uma feição deposicional do vale do rio associada com um regime climático ou hidrológico particular da bacia de drenagem. Os sedimentos são temporariamente estocados na planície de inundação ao longo do vale e, sob condição de equilíbrio, sem aumento ou diminuição por um longo tempo (anos), a taxa de entrada de sedimentos é igual à de saída. Porém, uma alteração das condicionantes do equilíbrio, através de

processos tectônicos ou por mudanças no regime hidrológico, incluindo mudanças no aporte de sedimentos e de água, poderá resultar na alteração da planície de inundação e levar a degradação e formação de terraço, ou por outro lado levar à nova agradação (LEOPOLD et al., 1964).

A morfologia da calha de um rio é formada pelo movimento da água e dos sedimentos, em relação aos materiais disponíveis no leito e nos bancos. Os canais mudam de forma através dos processos de erosão e sedimentação. O escoamento superficial e a carga de sedimentos podem variar, em resposta às mudanças ocorridas no uso da terra, assim um canal considerado estável pode, naturalmente, erodir os leitos e bancos, sendo mais expressivo após o maior pico de descarga (BROOKS, 1981).

Vários estudos foram realizados sobre as mudanças temporais nos canais fluviais (migrações laterais e feições fluviais). Lawler et al. (1995) sintetiza várias questões sobre o assunto e propõe novas técnicas de monitoramento. Goswami et al. (2000) obtêm bons resultados, utilizando alguns recursos como mapas, fotografias aéreas e imagem de satélite para monitorar as mudanças temporais no rio Subanssiri, em Assam, Índia.

No Brasil destacando-se as pesquisas realizadas por: Fernandez (1990) sobre as mudanças no canal fluvial do rio Paraná; Rocha (1996) sobre a erosão marginal em canais fluviais associados ao rio Paraná; Souza (1998) sobre a dinâmica atual do córrego Piraputanga MT; Rocha (2002) sobre a dinâmica dos canais no sistema rio – planície do alto rio Paraná; Fontes (2002) sobre o baixo curso do rio São Francisco; e Moraes (2002) sobre mudanças históricas na morfologia da calha do rio Araguaia (MT). No rio Paraguai, são poucos os estudos sobre o tema podendo ser citados os estudos na bacia do Alto Paraguai, os relatórios do Departamento Nacional de Obras e Saneamento - DNOS (1978); Souza (2004), Silva (2006) e Justiniano (2010).

Este estudo objetivou avaliar a evolução morfológica da calha e da planície de inundação no corredor fluvial do rio Paraguai entre a Boca do Furado do Touro e Passagem Velha no Pantanal do município de Cáceres no Estado Mato Grosso verificando também a influencia dos elementos ambientais e do uso e ocupação da terra na dinâmica fluvial do rio Paraguai.

REFERENCIAS

BROOKES, B. C. The foundations of information science. Part IV. Information science: The changing paradigm. *Journal of Information Science*. v.3, n.1,1981.

CHORLEY, R.J.; SCHUMM, S.A. & SUGDEN, D.E., *Geomorphology*. Methuen, Inc., New York, 1985, 607p.

CHRISTOFOLETTI, A. *Geomorfologia fluvial*. São Paulo: Edgard Blucher, 1981, 313 p.

CUNHA, S. B. Bacias Hidrográficas. *In: CUNHA, S. B., GUERRA, A. J. T. (orgs) Geomorfologia do Brasil*. Ed. Bertrand do Brasil. Rio de Janeiro, 1998, 229-265.

DIETRICH, W. E. Mechanics of flow and sediment transport in river bends. *In: PETTS, G. (Ed.) Rivers a landscape*. Edward Arnold, 1985, p. 158-174.

DNOS. Estudos hidrológicos da Bacia do Alto Paraguai. Rio de Janeiro: Programa das Nações Unidas para Desenvolvimento, 1978. 284 p. (Relatório Técnico).

FERNANDEZ, O. V. Q. Mudanças no canal fluvial do Rio Paraná e processos de erosão nas margens: Região de Porto Rico, PR. Dissertação de Mestrado, UNESP, Instituto de Geociências e Ciências Naturais. Rio Claro. 1990, 85 p.

FONTES, L.C.S. Erosão marginal no baixo curso do Rio São Francisco: um estudo de caso de impactos geomorfológicos à jusante de grandes barragens. Dissertação de Mestrado. Curso de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente Universidade Federal de Sergipe, 2002, 249 p.

GOSWAMI, Amit; REED, Richard E.; GOSWAMI, Maggie. *O Universo Autoconsciente. Como a Consciência cria o mundo material*. 2. ed. Rio de Janeiro: Rosa dos Tempos. 1998.

JUSTINIANO L. A. A. Dinâmica fluvial do rio Paraguai entre a foz do Sepotuba e a foz do Cabaçal. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais UNEMAT. 2010, 73p.

KELLERHALD, R.; CHURCH, M.; BRAY, D. Classification and analysis of river processes. *American Society of Civil Engineers Proceeding. Journal of the Hydraulics Division*, 1976, p. 813-829.

LAWLER, E, S. MOHRMAN e G. LEDFORD. *Creating High Performance Organizations*. San Francisco, Cal.: Jossey Bass, 1995. 186 p.

LEOPOLD, L.; WOLMAN, M.G.; MILLER, J.P. Fluvial process in Geomorphology. San Francisco: Editora H.W. Freeman. 1964, 201p.

MORAIS, R. P. Mudanças históricas na morfologia do canal do rio Araguaia no trecho entre a cidade de Barra do Garças (MT) até a Foz do rio Cristalino na Ilha do Bananal no período entre as décadas de 60 e 90. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Goiás, 2002, 176 p.

RIBEIRO, J. C. Morfopedologia aplicada ao diagnóstico e prevenção dos processos erosivos lineares da bacia hidrográfica do Alto Rio da Casca. Cuiabá/MT. Dissertação apresentada à faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade Federal do Estado de Mato Grosso. 2001.

ROCHA, P. C. Erosão marginal em canais associados ao rio Paraná, na região de Porto Rico-PR. Tese de Mestrado. Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais UEM. Maringá, 1996.

ROCHA, P. C. Dinâmica dos canais fluviais no sistema Rio - Planície Fluvial do Alto Rio Paraná, nas proximidades de Porto Rico-PR. Tese de Doutorado. Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais UEM. Maringá. 2002, 169 p.

SILVA, A. J. Avaliação da erosão na margem direita do rio Paraguai a jusante da praia do Julião no município de Cáceres – MT. Monografia em licenciatura em Geografia. Universidade do Estado de Mato Grosso – MT, 2006.

SOUZA, C. A. Bacia hidrográfica do córrego Piraputanga MT: Avaliação da dinâmica atual. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 1998.

SOUZA, C. A. de. Dinâmica do Corredor Fluvial do Rio Paraguai entre a Cidade de Cáceres e a Estação Ecológica da Ilha de Taimã-MT. Tese (Doutorado em Geografia) Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2004.

SOUZA, C.A; 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 Taimã –MT. REAGB – Seção Três Lagos, v. 1, n.5, 2007, p.18-43. Disponível em: http://www.ceul.ufms.br/revista-geo/artigo_celia_sandra_2.pdf. Acesso: 10.08.2010.

SUGUIO, K.; BIGARELLA, J. J. Ambientes fluviais. 2. ed. Florianópolis: Ed.UFSC/ UFPR, 1979, 183 p.

CAPITULO 1 - FATORES AMBIENTAIS E USO NA CALHA E NA PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO DO RIO PARAGUAI NO TRECHO ENTRE FURADO DO TOURO E PASSAGEM VELHA DO PANTANAL MATO-GROSSENSE NO MUNICÍPIO DE CÁCERES-MT

RESUMO

SILVA, Edenio Sebastião Faria. **Dinâmica fluvial do rio Paraguai entre Furado do Touro e Passagem Velha do Pantanal Mato-grossense no município de Cáceres – Mato Grosso**. Cáceres: UNEMAT, 2011. 79 p (Dissertação – Mestrado em Ciências Ambientais)¹

O objetivo deste estudo foi apresentar os elementos ambientais que compõem e evidenciam o uso e ocupação da planície e do canal no corredor fluvial do rio Paraguai no segmento do rio Paraguai entre o Furado do Touro e a Passagem Velha no município de Cáceres-MT. Os procedimentos metodológicos utilizados para levantar os aspectos ambientais consultou-se a literatura disponível e mapas temáticos (geologia, geomorfologia, bacias contribuintes, solo, cobertura vegetal, uso e ocupação e clima) do projeto RADAMBRASIL (1982) e SEPLAN (2000); trabalhos de campo com observações presenciais e consolidação das informações referentes às características ambientais e o modo de utilização da área (uso/ocupação). Foram analisados os dados da fluviosidade e pluviosidade entre o período de 1973 a 2010 separando-se os dados coletados em quatro períodos distintos 1973/1978, 1979/1992, 1993/2007 e 2008/ 2010 de acordo com o volume de precipitação. Para mapear o uso e ocupação foram utilizadas imagens orbitais LANDSAT – 2010 da área de estudo a qual foi sobreposta sobre carta DSG-Cáceres (fotografia aérea) de 1967 e georreferenciada através de software ARCGIS 9.3. O trecho em estudo possui sedimentos característicos da formação Pantanal, oriundos do período Quaternário, onde foram identificados variedades de formas geomorfológicas, as quais podem ser denominadas positivas (depósitos de barra em pontal, diques marginais e ilhas fluviais) e negativas (lagoas, baías, braços e furados). A distribuição da precipitação apresentou dois períodos bem definidos, isto é, época de estação chuvosa (outubro a março) e estação seca (abril a setembro). Pedologicamente registra-se a ocorrência do Gleissolo Háptico Tb Eutrófico que são solos característicos de áreas alagadas ou sujeitas a alagamentos sazonais. Registrou-se a ocorrência de Floresta Aluvial que pode ser observada ao longo do rio Paraguai, nas ilhas, em áreas inundáveis ou sujeitas à inundações. Quanto ao uso, observa-se na margem direita atividade pecuária e no leito do rio é utilizado por embarcações de pequeno e médio porte voltadas principalmente para recreação e pesca.

Palavras-chave: elementos ambientais; uso e ocupação; mapeamento temático.

¹Orientadora – Célia Alves de Souza, UNEMAT.

SILVA, Edenio Sebastião Faria. Cáceres: **Environmental factors and use in the gutter and in the flood plain of the Paraguay River between the Furado do Touro and the Passagem Velha of Pantanal de Cáceres – MT.** UNEMAT, 2011. P 106 (Dissertation – Master in Environmental Sciences)¹

ABSTRACT

The aim of this study was to present the environmental elements that make up and show the use and occupation of the plain and the river channel in the fluvial corridor of the Paraguay River, in the segment between the Furado do Touro and the Passagem Velha, in Cáceres – Mato Grosso State. Procedures: to prospect environmental aspects was consulted the available literature and thematic maps (geology, geomorphology, contributing watershed, soil and vegetation) in RADAMBRASIL (1982) and SEPLAN (2000), field work, observation and consolidation of the information regarding the environmental characteristics and, finally, use/occupation. Were analyzed the flows and rainfall data between the period from 1973 to 2010. The data collected were distributed in four distinct periods: 1973/1978, 1979/1992, 1993/2007 and 2008/2010, according to the amount of precipitation. To map the use and occupation of the area were used 2010 LANDSAT satellite images which was superimposed over 1967 DSG Cáceres map (aerial view) and georeferenced using the software ARCGIS 9.3. The stretch in study has characteristic sediment of the Pantanal Formation, from the Quarternary period, which are identified varieties of geomorphological forms, which can be called positive (point bar deposits, marginal dikes and river islands) and negative (lagoons, bays, arms and stucks). The distribution of the precipitation shows two well-defined periods, ie. intense rain season (from october to april) and dry season (from may to september). In pedological therms we observe the presence of Gleysoil Haplic eutrophic, which are soils characteristic of wetlands or subject to seasonal flooding. We observed the occurance of Alluvial Forest that can be observed along the Paraguay River, in the islands, in areas subject to flooding or flood. As for the use, livestock cattle is observed in the right bond of the river; in this stretch of the river is used from small to medium boats manly to recreation and fishing.

Key words: environmental elements; use and occupation; thematic mapping.

¹Major Professor – Célia Alves de Souza, UNEMAT

1. INTRODUÇÃO

O Rio Paraguai escoar de suas cabeceiras na Serra de Tapirapuã no município de Alto Paraguai-MT, na região médio-norte mato-grossense até seu escoadouro com o rio Apa no rio Paraná, fluindo em geral na direção sul até divisa do Brasil com a Argentina, próximo a cidade de Corrientes, percorrendo uma distância de 1.270 Km. É o principal formador da Bacia do Alto Paraguai (BAP). Seus principais afluentes na margem direita são os rios Cabaçal, Jauru e Sepotuba, e na margem esquerda, os rios Cuiabá, São Lourenço, Piquiri, Taquari, Negro, Miranda e Apa (CARVALHO, 1986).

A drenagem de uma região não depende somente da pluviosidade e topografia, mas também da cobertura vegetal, do tipo de solo, da litologia e estrutura das rochas. Os fatores ambientais como clima, geologia, geomorfologia, vegetação e solo podem refletir as características e o comportamento dos sistemas fluviais, definindo o tipo e distribuição do sistema fluvial, além de contribuir para mudança no regime das águas e na produção de sedimentos nos canais fluviais e planície de inundação (SOUZA, 2004)

A utilização do rio Paraguai, bem como de todo o Pantanal Mato-grossense transcende em muito a época dos descobrimentos. Sua utilização conhecida foi primeiramente através dos castelhanos (espanhóis) que o denominaram de “Mar de Xaraés”, porém, antes disso, diversos povos dominavam sua grande área (JUSTINIANO e OLIVA, 2003).

O corredor fluvial do rio Paraguai está localizado em área de transição entre os biomas do Cerrado e Pantanal. Neste sentido, faz-se necessário a realização de uma abordagem e contextualização histórica de uso e ocupação, que possa permitir a identificação das principais atividades humanas desenvolvidas na área de estudo e que dão origem a situação atual, possibilitando ainda, perspectivas futuras (RIBEIRO, 2001).

Nos estudos realizados no corredor fluvial do rio Paraguai podemos evidenciar algumas pesquisas direcionadas principalmente para área geomorfológica com ênfase na dinâmica fluvial como os trabalhos realizados

por Souza (2004), Souza e Cunha (2007), Silva et al., (2007), Silva (2009), Justiniano (2010).

As atividades humanas interferem nos cursos de água, e dessa forma é necessário entender a ocorrência do processo de uso e ocupação do solo para auxiliar em estudos sobre os fatores que interagem e contribuem para a transformação no conjunto das drenagens que integram a bacia hidrográfica do Alto Paraguai.

Na área deste estudo registra-se nas margens do rio Paraguai o uso e ocupação por propriedades voltadas principalmente a pecuária extensiva e em seu leito a navegação é bastante intensa principalmente para pescarias e recreio. Vários tipos de embarcações são encontrados em seu leito, tais como canoas a remo, barcos a motor, chalanas de pequeno, médio e grande porte, e comboios comerciais (SOUZA, 2004).

O objetivo do estudo foi apresentar os elementos ambientais que compõem e evidenciar o uso e ocupação da planície e do canal no corredor fluvial do rio Paraguai no segmento do rio Paraguai entre o Furado do Touro e a Passagem Velha no município de Cáceres-MT.

2. METODOLOGIA

2.1 Área de Estudo

O estudo foi realizado na região Sudoeste, micro região do Alto Paraguai no segmento do rio Paraguai entre o Furado do Touro e a Passagem Velha no Pantanal Mato-grossense correspondentes as coordenadas geográficas $16^{\circ}10'24''$ à $16^{\circ}13'26''$ de latitude Sul e $57^{\circ}44'26''$ à $57^{\circ}46'18''$ de longitude Oeste. Com a área de estudo correspondente a 101.06 Km² (Figura 01).

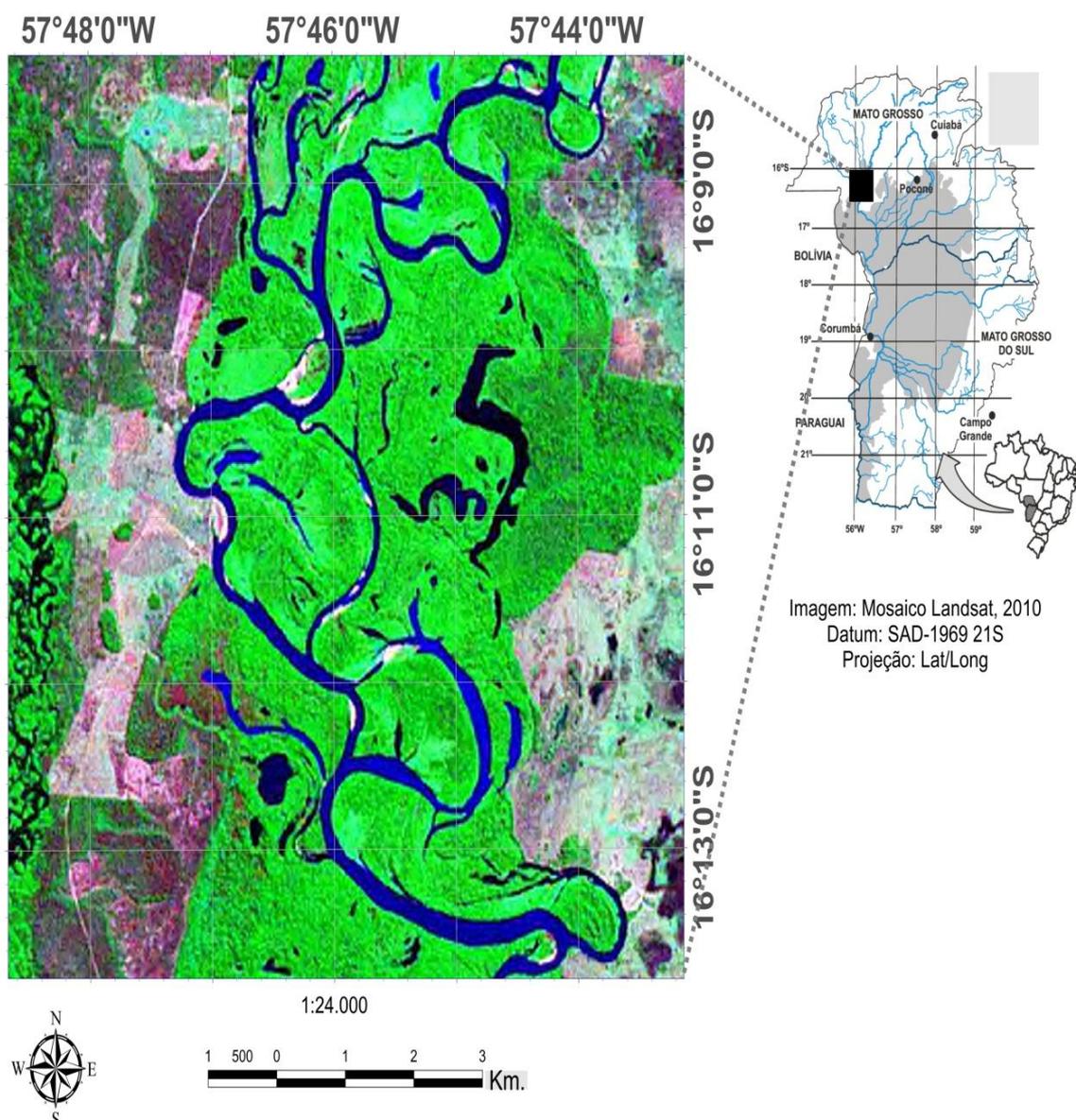


Figura 01 – Localização da área de estudo no rio Paraguai, encontra-se entre o Furado do Touro e a Passagem Velha/Cáceres-MT (Fonte: Wilkson/2010).

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Elementos Ambientais

Realizou-se a análise dos elementos ambientais (geologia, geomorfologia, bacias contribuintes, solo, clima, vegetação e uso e ocupação): consultando a literatura disponível, (EMBRAPA, 1999) bem como cartas topográficas e mapas temáticos da DSG (1973), projeto RADAMBRASIL (1982), SEPLAN (2000) - (escalas 1:100.000, 1:250.000, e 1:1.000.000), imagens orbitais LANDSAT (2010) e imagens orbitais do satélite sino-brasileiro SPOT de julho/2010. Trabalhos de campo, observação, monitoramento e consolidação das informações referentes às características ambientais foram compilados através de comparações e sobreposições em SIG (ARCGIS 9.3) da carta topográfica (1973), mapas temáticos (1982) e (2000) com as imagens orbitais de (2010).

A metodologia utilizada para levantamentos sobre os elementos ambientais foram baseadas em: geologia (Projeto RADAMBRASIL, 1982 e SEPLAN 2000); geomorfologia (Carta Topográfica confeccionada através de fotografia aérea de 1967 sobreposta a imagem orbital do satélite LANDSAT de 2010); bacias contribuintes (imagem orbital SPOT 2010); solo (Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, 1999); clima (Projeto RADAMBRASIL, 1982 e PCBAP, 1997) e uso e ocupação da área foi delimitado e mensurado através da confecção de mapa temático resultante da sobreposição da Carta Topográfica DSG (1968) e Imagem orbital LANDSAT 2010.

Para análise do elemento clima (regional) foram compilados os dados de fluvidosidade e pluviosidade entre o período de 1973 a 2010 (38 anos), separando-se os dados coletados em quatro períodos distintos tendo como parâmetros o nível mínimo do rio em período de estiagem (set/out) sendo: primeiro período 1973/1978 (nível mínimo: 1.00/2.00 metros), 1979/1992 (nível mínimo: acima de 2.00 metros), 1993/2007 (nível mínimo: 1.00/2.00 metros) e 2008/2010 (nível mínimo: abaixo de 1.00 metros).

Os dados de precipitação foram obtidos na Estação Meteorológica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso – Campus de Cáceres e os dados fluviométrico foram obtidos na Estação Fluviométrica de Cáceres, sendo a Marinha Brasileira responsável pelo registro.

2.2.2 Uso e Ocupação da Área

A análise do uso e ocupação foi realizada por meio de consulta à bibliografia existente da área de estudo e dados sobre a ocupação hidroviária da região fornecidos pela Capitania dos Portos e levantamentos efetuados através do INVENTÁRIO TURÍSTICO (2007/2008) desenvolvido em parceria entre a PREFEITURA MUNICIPAL DE CÁCERES-MT/UNEMAT/SEDTUR/SEBRAE/SEMATUR.

Os trabalhos de campo para consolidar as informações (diferentes tipos uso) ocorreram ao longo de todo o segmento do rio para mapeamento de áreas ocupadas por empreendimentos agrícolas e a utilização das margens e do leito do rio para fins de pesca e recreação.

Para mapear o uso e ocupação e quantificação das áreas com diferentes tipos de uso foi utilizada imagem orbital LANDSAT – 2010 da área de estudo cedidas gratuitamente pelo INPE e georreferenciada através de software AUTOCAD LAND DESEK TOP 2009.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Elementos Ambientais

Quadro 01 – Elementos ambientais do seguimento do rio Paraguai entre o Furado do Touro e Passagem Velha em Cáceres-MT– 2010

Geologia	Geomorfologia	Bacias Contribuintes	Classes de Solos	Cobertura Vegetal	Precipitação Atmosférica
Sedimentos da Formação Pantanal	Planície Fluvial Feições Peculiares Positivas e Negativas	Córrego Facão Córrego Sapezal	Gleissolo Háplico Tb Eutrófico	-Floresta Aluvial Pastagem cultivada	Sub-tropical com dois períodos: cheia e seca

Fonte: Elaborado a partir dos mapas de temáticos de Souza, 2004.

3.1.1 Geologia

O trecho estudado possui sua gênese associada aos eventos de abatimentos estruturais, provavelmente reflexos da orogênese andina. Seu modelado ocorre sobre os sedimentos da Formação Pantanal, do período Quaternário (Quadro 1), com aspectos semiconsolidados e inconsolidados constituídos, basicamente, por sedimentos de textura argilosa e intercalações com textura mais grosseira (arenosos, siltico-argilosos, argilo-arenosos e areno-conglomeráticos) (RADAMBRASIL, 1982).

Nos trabalhos realizados por Figueiredo e Olivatti (1974) e Luz et. al. (1978), foram classificados três diferentes níveis para a Formação Pantanal. O primeiro, topograficamente mais elevado, seria constituído por areia inconsolidada, de granulometria fina a média, intercalada por materiais siltico-argilosos. O segundo nível seria formador dos terraços aluviais sub-recentes, constituídos por silte, argila e areia fina. O último nível, constituído por uma planície mais rebaixada, teria como formadores os depósitos irregulares siltico-argilosos e grosseiros, depositados recentemente pelo rio Paraguai.

As observações de campo permitiram verificar que os sedimentos da Formação Pantanal são erodidos com facilidade, sendo que, no período de cheias, são removidos e acumulados em outros segmentos da planície e do canal, contribuindo para mudanças do sistema fluvial.

A intensidade da erosão das margens pode estar também relacionada à geologia local, principalmente tratando-se da Formação Pantanal (sedimentos do Quaternário), onde ocorreram vários períodos de deposição. A permeabilidade desses sedimentos que afloram nas margens, dependente de sua natureza mais fina ou mais grosseira, o que dificulta ou ajuda a acelerar a erosão nas margens.

3.1.2 Geomorfologia

A planície fluvial do rio Paraguai apresenta uma variedade de formas geomorfológicas, quais podem ser denominadas formas positivas e negativas do terreno. As formas negativas são representadas por pequenas lagoas, baías (meandros abandonados), ou por antigos leitos de rios, braços e furados. Quanto às formas positivas do terreno, destacam-se os bancos de sedimentos, depósitos de barra em pontal, diques marginais e ilhas fluviais, que são registros da dinâmica atual dos rios. No período das cheias, ocorre a conexão entre lagoas, enquanto no período de estiagem as lagoas e as baías são independentes (Quadro 2).

Quadro 02 – As formas positivas e negativas do terreno encontradas no corredor fluvial do rio Paraguai – Fonte: ESFS/2011.

Formas positivas	Formas negativas
Depósitos de barra em pontal	Lagoas,
Diques marginais	Baías (meandros abandonados)
Ilhas fluviais	Braços
Bancos de sedimentos	Furados

As lagoas constituem áreas deprimidas, contendo água e não possuindo ligação direta com o leito do rio sua origem e manutenção dependem do lençol freático para existirem. As baías constituem áreas deprimidas, contendo água, delineando formas circulares, semicirculares ou irregulares, com dimensões que variam de dezenas a centenas de metros. Os braços correspondem a pequenos cursos, geralmente perenes. Os furados foram caracterizados como pequenos canais, originados pelo rompimento do colo do meandro, podendo evoluir para canal principal (SOUZA, 2004)

A baixa declividade topográfica da área que de acordo com Ponce (1995) é de 6.54 cm/km e mantendo apenas pequenos desníveis entre o canal

principal e seu entorno, torna propícia a inundação nas planícies. O baixo gradiente no canal influencia o escoamento das águas também através da planície em razão da reduzida capacidade de escoamento.

No que se refere à organização dos canais, existem dentre outros, os conceitos de “pulso de inundação” (JUNK et al, 1989) e “pulso hidrológico” (NEIFF, 1990) dando enfoque às interações entre rio e sua planície de inundação levando em consideração o regime das águas em suas duas fases sazonais (cheia/seca). É através desse pulso que a planície recebe nutrientes carregados pelas águas que são de fundamental importância para a fauna, flora e as comunidades humanas envolvidas na região.

3.1.3 Solos

Os levantamentos do RADAMBRASIL (1982), Jacomine et al. (1995), SEPLAN (2000), EMBRAPA (1997) e Souza (2004) apresentaram a ocorrência de Gleissolo Háplico (Tb eutrópico) na área de estudo. São solos rasos, pouco desenvolvidos, orgânico-minerais, com características de locais planos e abaciados, sujeitos a alagamentos constantes ou periódicos, marcados por uma série de terraços e planícies fluviais e recobertos por vegetação de várzea (RADAMBRASIL, 1982).

A ocorrência deste solo de baixa impermeabilidade dificulta infiltração da água contribuindo para manter a inundação por maior período. A granulometria predominantemente fina, associada às baixas declividades inferiores a 1% (SEPLAN, 2000), favorece maior retenção e acúmulo de água por um período maior na planície de inundação. No período de estiagem, a concentração elevada de argila resseca e formam-se fendas, tornando as margens do canal fluvial vulnerável à erosão mecânica.

3.1.4 Vegetação

Registrou-se a ocorrência de Floresta Aluvial (mata ciliar), também denominada por Gregory (1992) como Zona Ripária:

Está intimamente ligada ao curso d'água, mas os seus limites não são facilmente demarcados. Em tese, os limites laterais se estenderiam até o alcance da planície de inundação. Todavia, os processos físicos que moldam continuamente os leitos dos cursos d'água, que vão desde intervalos de recorrência curtos das cheias anuais, até fenômenos mais intensos das enchentes decenais e seculares, impõem, também, a necessidade de se considerar um padrão temporal de variação da zona ripária (GREGORY et al., 1992)

Em ambas as margens correspondendo à totalidade do corredor fluvial do rio em todo o trecho pesquisado e que pode ser observada também ao longo do rio Paraguai, nas ilhas, em áreas inundáveis ou sujeitas à inundação (SOUZA 2004). Esta formação florestal ribeirinha é diversificada, sendo que suas principais características variam de acordo com sua localização na formação aluvial. São vegetações de pequeno porte, adaptáveis ao encharcamento do solo durante o período de cheia do rio.

Nas áreas não sujeitas ao alagamento sazonal, no entorno do corredor fluvial, onde originalmente a vegetação era composta inteiramente por vegetação de cerrado de acordo com Carta Topográfica Cáceres elaborada pelo Serviço Geográfico do Exército (DSG, 1973) e (RADAMBRASIL, 1982). Na atualidade as imagens de satélites (2010) mostram que a margem direita e esquerda do corredor fluvial foram totalmente retiradas sendo substituída por pasto para alimentação de bovinos.

3.1.5 Bacias Contribuintes

O córrego Facão, único tributário no trecho de estudo, nasce na Província Serrana (serra do Facão) com cota altimétrica de 627 m e deságua na planície do rio Paraguai na cota de 112 m, proporcionando um desnível de 515 m, apresentando, em seu percurso, corredeiras, cachoeiras e vários níveis de bases locais. Pertence a uma bacia hidrográfica de 420 km². O córrego Facão possui como afluente principal o córrego Sapezal, que deságua em sua

margem esquerda, no baixo curso próximo a desembocadura deste com a planície do rio Paraguai.

Estes dois cursos e seus afluentes nascem nas áreas mais elevadas da Província Serrana (serra Ponta do Morro, serra do Quilombo e serra do Facão) e drenam vasta área nos vales anticlinais e sinclinais, desaguardo na planície de inundação do rio Paraguai, conhecida regionalmente como Pantanal do Retiro Velho, contribuindo, assim, com água e sedimentos, para a manutenção da planície submersa mesmo durante o período de estiagem como observado por (SOUZA, 2004).

3.1.6 Precipitação Atmosférica

O clima do Pantanal Mato-Grossense é do tipo faixa de transição, ou seja, apresenta caracteres transacionais entre domínios ou mesmo apresenta características peculiares (AB'SABER, 1970), existem diferenças de precipitação atmosférica no âmbito local e regional.

Nimer (1989) comenta que a região do Pantanal Mato-Grossense é a menos chuvosa no Estado de Mato Grosso, com precipitação total anual em torno de 1.100 mm. Tal distribuição deve-se ao sistema de circulação perturbada do Oeste, que é influenciado pela baixa altitude em relação ao planalto circundante.

Porém, a correlação das variáveis no sistema pantaneiro (local) é melhor explicado por Ponce (1995): a precipitação média anual varia de 1800 mm na Chapada dos Parecis, na parte mais ao norte da bacia (com maior altitude) até 800 mm no cone aluvial do rio Taquari, perto do centro da bacia.

De acordo com (RADAMBRASIL, 1984), a região da Depressão do Pantanal (Cáceres-MT), a média de precipitação apresenta-se em torno de 1.100 mm anual.

A distribuição da precipitação apresenta dois períodos bem definidos, isto é, época de chuvas intensas (outubro a março) sendo geralmente os meses de dez/jan/fev/mar os meses mais chuvosos podendo a precipitação atmosférica variar a intensidade dentre estes e período de estiagem (maio a

setembro), sendo os meses de jul/ago/set geralmente os meses de maior estiagem sendo o mês de julho, quase sempre, o mês de menor precipitação. As diferenças acentuadas entre os dois períodos e o fato de a precipitação atmosférica se concentrar praticamente em quatro meses do ano contribuem para o rápido aumento no nível de água do rio Paraguai na estação chuvosa provocando seu transbordamento para a planície, além de acelerar a erosão nas margens, o transporte e deposição de sedimentos no canal, nas margens e em sua planície de inundação.

As precipitações mensais estão sujeitas a flutuações, por exemplo, nos meses de dezembro a março (período de picos de cheia) as máximas diárias de precipitação, em alguns dias, ultrapassaram 50 mm, enquanto que, nos meses de julho a setembro (período de estiagem), foi verificado através de dados da Estação Pluviométrica de Cáceres 0.00 mm de precipitação atmosférica mensal.

3.2 Relação entre Precipitação Atmosférica e nível da Régua Fluviométrica do rio Paraguai em Cáceres-MT

Através da comparação dos dados de Pluviosidade obtidos na Estação Meteorológica do IFMT-Cáceres-MT e do nível do rio Paraguai registrado pela Capitania dos Portos através da régua Fluviométrica de Cáceres-MT foi possível acompanhar e mensurar o comportamento do rio Paraguai entre a cidade de Cáceres-MT e a Barra do rio Jauru em seus dois regimes sazonais, Estação de cheia e Estação de seca no período de 1973 a 2010 dividindo-se esse espaço temporal em quatro períodos distintos de acordo com a cota de precipitação atmosférica e o nível mínimo do rio Paraguai na Estação seca: 1º período 1973/1978; 2º período 1979/1992; 3º período 1993/2007 e 4º período 2008/2011.

No estudo realizado pelo DNOS (1972), foram analisados os dados de precipitação de 36 estações pluviométricas localizadas na bacia do rio Paraguai entre 1960 até o início da década de 1970 comprovando-se que o

regime hidrológico na bacia se diferenciou sobremaneira de um período para o outro. Entre os anos de 1960 e 1972 (dez anos) foi verificado o aumento da precipitação em todas as estações analisadas.

Este estudo é, coincidentemente, a partir do início da década de 1970, (1973 a 2010) no seguimento do rio Paraguai entre o Furado do Touro e Passagem Velha no município de Cáceres-MT. Nesse período verificou-se o viés de alta da pluviosidade e conseqüentemente do nível do rio Paraguai que perdurou entre 1973 até 1992 conforme tendência do estudo anterior (DNOS, 1972).

A partir de 1993 até 2010 ocorre a inversão dessa tendência de alta com a diminuição da pluviosidade média e conseqüentemente do nível do rio Paraguai como demonstrado no quadro 03.

Quadro 03 - Média Pluviométrica e Fluviométrica dos períodos analisados na Estação Pluviométrica e Régua Fluviométrica de Cáceres-MT

Período	Pluviosidade média (mm)	Média nível máximo da régua (m)	Média nível mínimo da régua (m)
1973/1978	1,295	4,83	1,62
1979/1992	1,429	5,43	2,14
1993/2007	1,298	5,17	1,41
2008/2010	1,224	5,03	0,95

Fonte: IFMT e CAPITANIA DOS PORTOS-Cáceres-MT

3.2.1 Primeiro Período (1973/1978)

Os dados da pluviosidade no período de 1973 a 1978, como também nos períodos subsequentes, mostraram que os maiores valores de precipitação ocorrem entre os meses de dezembro a março diminuindo após o mês de maio até setembro e voltando a aumentar em outubro. A precipitação média nesse período foi de 1.295 mm apresentando os maiores índices nos meses de dez/mar e os menores índices entre os meses de jun/set.

A régua fluviométrica confirma através dos dados constantes referentes à pluviosidade dos anos de 1973 a 1978, onde há maiores valores de precipitação nos meses de dezembro a março em que o nível do rio registrou média de 4.83 m em período de pico de cheia (out/mar) e 1.62 m de média nos períodos de estiagem (abr/set).

Os dados obtidos do primeiro período (1973/1978) demonstram que no ano de 1973 foi o ano de maior seca registrada, a média do nível do rio Paraguai de janeiro a abril, variou entre 3.32 m e 3.93 m. A partir de maio, o nível do rio recuou alcançando no setembro seu nível mais baixo do ano com a régua marcando 0.87 cm (menor nível em 38 anos) e com variação anual entre 0.87 cm a 1.96 metros no período. A partir de outubro o nível do rio começa aumentar dando início a um novo ciclo de cheia (Figuras 02 e 03).

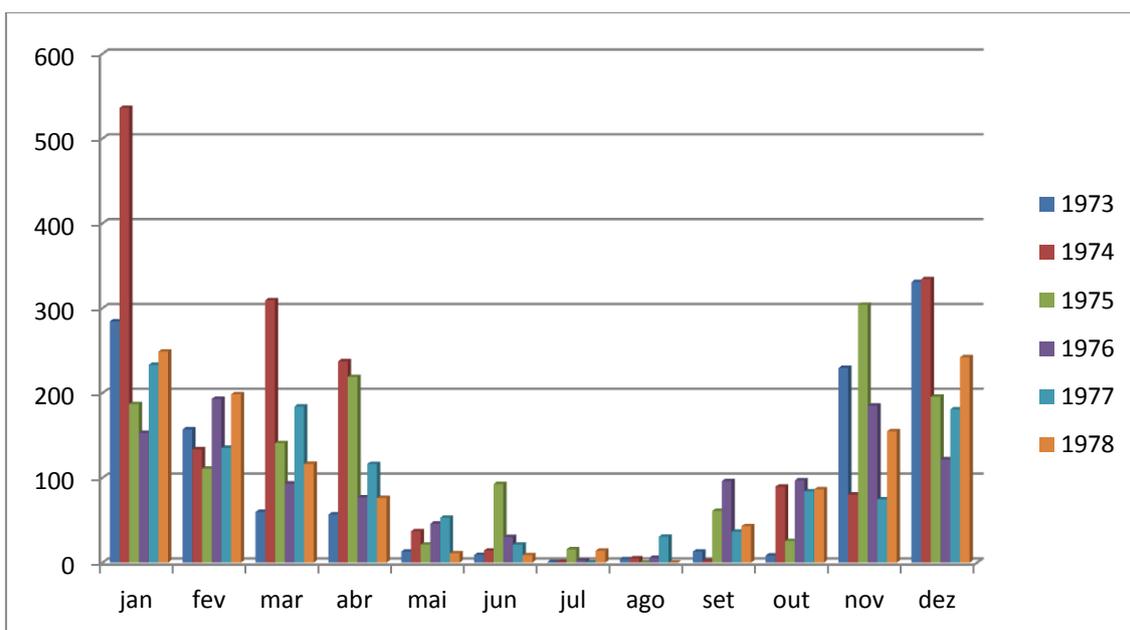


Figura 02- Dados de pluviosidade no período de 1973/1978 em Cáceres-MT (Fonte: ESFS/2010).

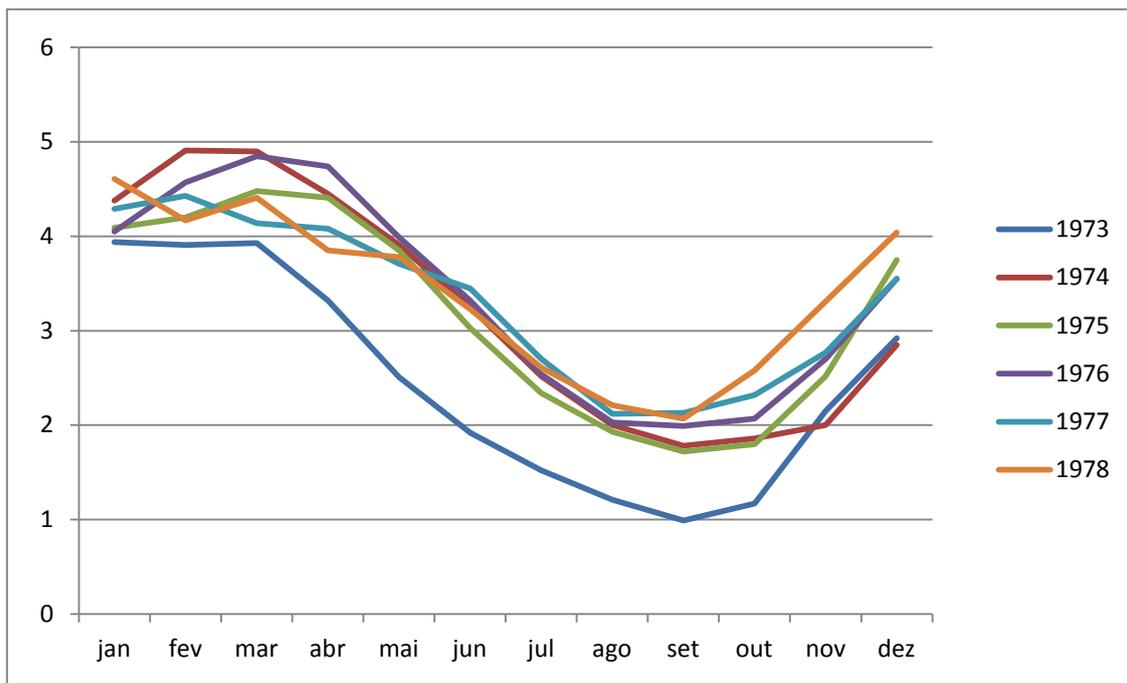


Figura 03 - Dados de fluvidade no período de 1973/1978, rio Paraguai em Cáceres-MT (Fonte: ESFS/2010).

3.2.2 Segundo Período (1979/1992)

As figuras 04, 05, 06 e 07 (1979/1992) apresentam o viés de alta no nível do rio Paraguai acompanhando os estudos realizados pelo DNOS até o ano de 1972. A média pluviométrica do período foi de 1.429 mm, muito acima da média de 1.100 mm anuais. Este período, dentre todos os analisados neste estudo foi o mais chuvoso e com isso alcançou o nível médio de pico de cheia de 5.43 m e de estiagem de 2.14 m. O nível mínimo variou entre 2.00 a 2.55 metros ao longo do período alcançando a maior cota de cheia do rio Paraguai dentre todos os períodos analisados neste estudo.

Neste período ocorreu um diferencial em relação a toda a história conhecida do Pantanal Mato-grossense. No ano de 1982 (março) foi registrado o maior pico de cheia da história quando o nível do rio Paraguai alcançou a marca inédita de 6.58 metros, sendo que a média geral de pico de cheia neste estudo foi de 5.35 m, causando imensos prejuízos ao estado de Mato Grosso

como rompimento de estradas, alagamentos de cidades, etc podendo-se considerar como estado de calamidade pública a cota de 6.00 metros do rio Paraguai (Figura 06).

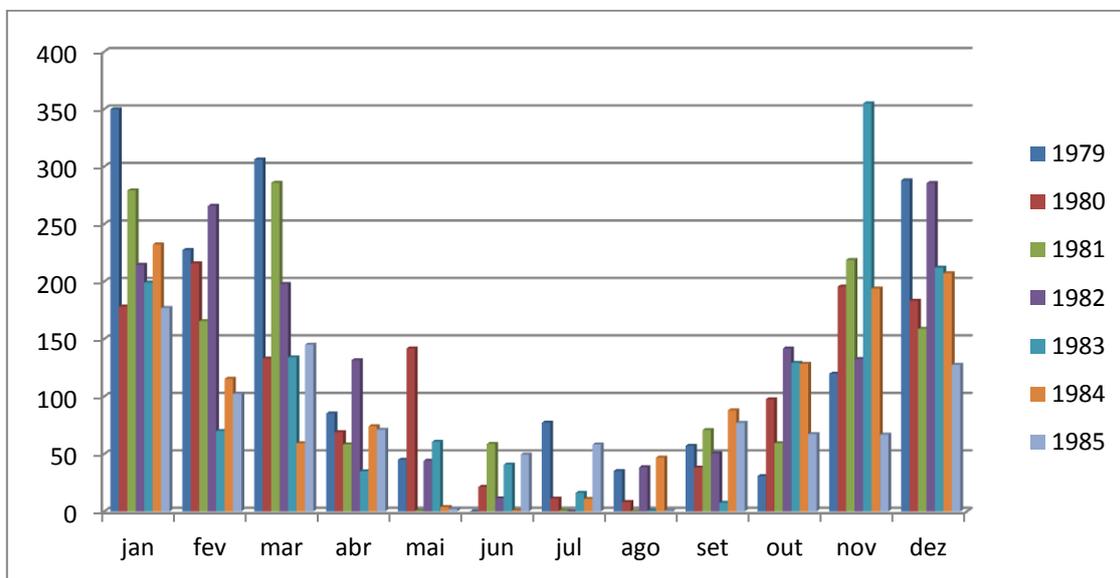


Figura 04 - Dados de pluviosidade no período de 1979/1985 – Cáceres-MT (Fonte: ESFS/2010).

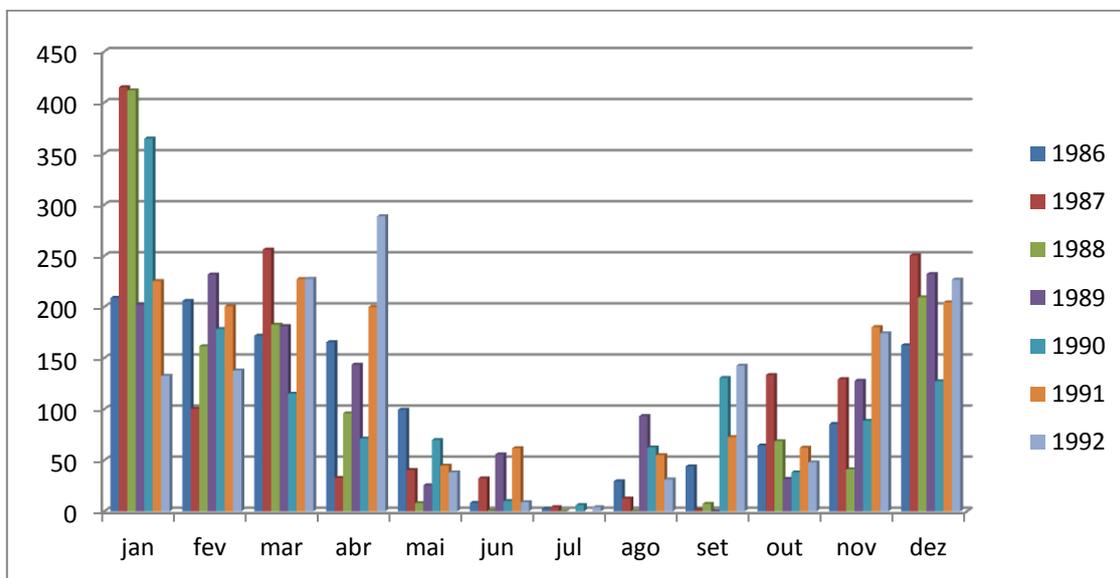


Figura 05 - Dados de pluviosidade no período de 1986/1992 – Cáceres-MT (Fonte: ESFS/2010).

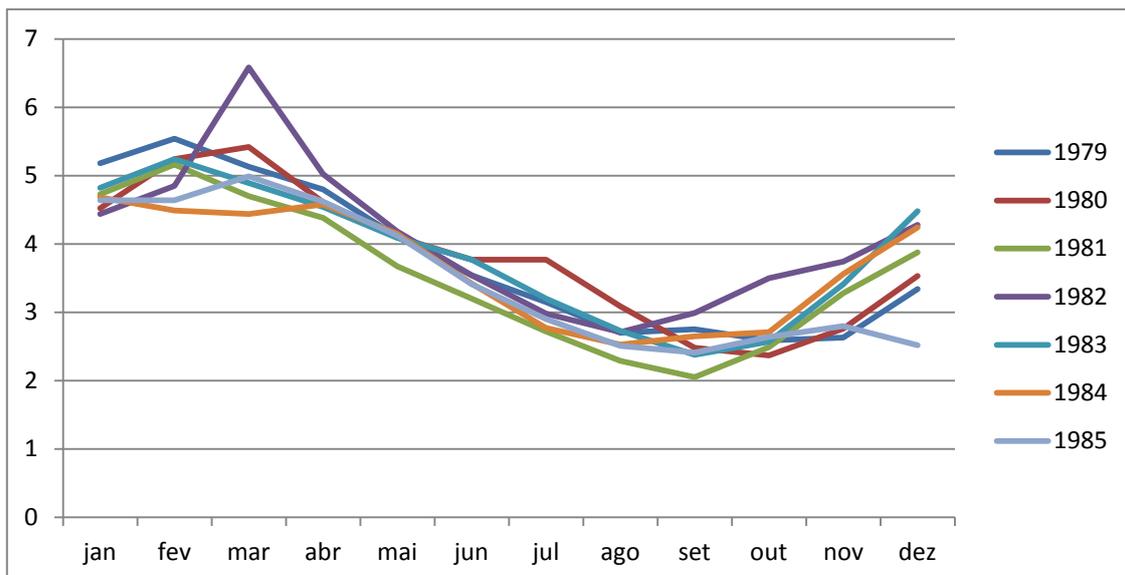


Figura 06 - Dados de fluviiosidade no período de 1979/1985 – Cáceres-MT (Fonte: ESFS/2010).

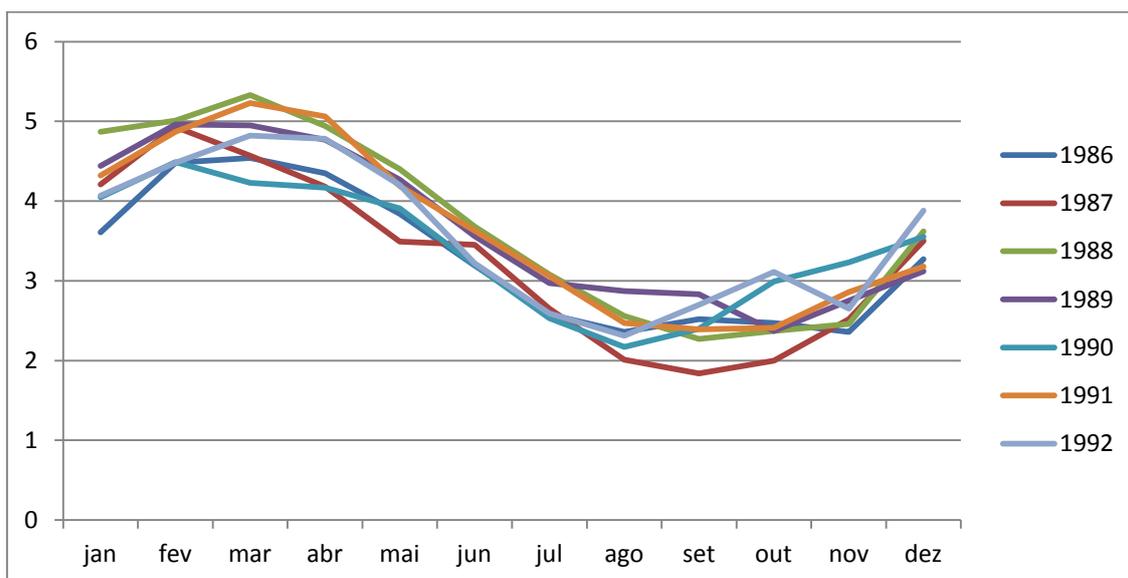


Figura 07 - Dados de fluviiosidade no período de 1986/1992 – Cáceres-MT (Fonte: ESFS/2010).

3.2.3 Terceiro Período (1993/2007)

A partir deste período (1993/2007) ocorre uma inversão na tendência de alta no nível mínimo do rio, resultado da diminuição da precipitação aproximando-se da marca histórica de 1.100 mm. Os dados de precipitação no período de 1993/2007 registraram a média de 1.298 mm, bastante próximo da marca do 1º período (1973/1978) que foi de 1.295 mm.

Como resultado o nível mínimo do rio em época de estiagem apresentou a marca média de 1.41 m, também bastante próxima a marca do 1º período que foi de 1.62 m.

Os maiores índices pluviométricos registrados foram nos meses de novembro 412.5 mm no ano de 1998, porém, os meses de janeiro a março apresentaram dados pluviométricos consideráveis com 388.5 mm a 323 mm. Enquanto os anos anteriores o período chuvoso reiniciava-se em setembro, neste período os dados registram a partir de outubro novo período de chuva com 329.1 mm, porém, ao longo de todo período a média da pluviosidade (1.298 mm) se comportou bem abaixo do período anterior (1.429 mm) (Quadro 03 - Figuras 08, 09, 10 e 11).

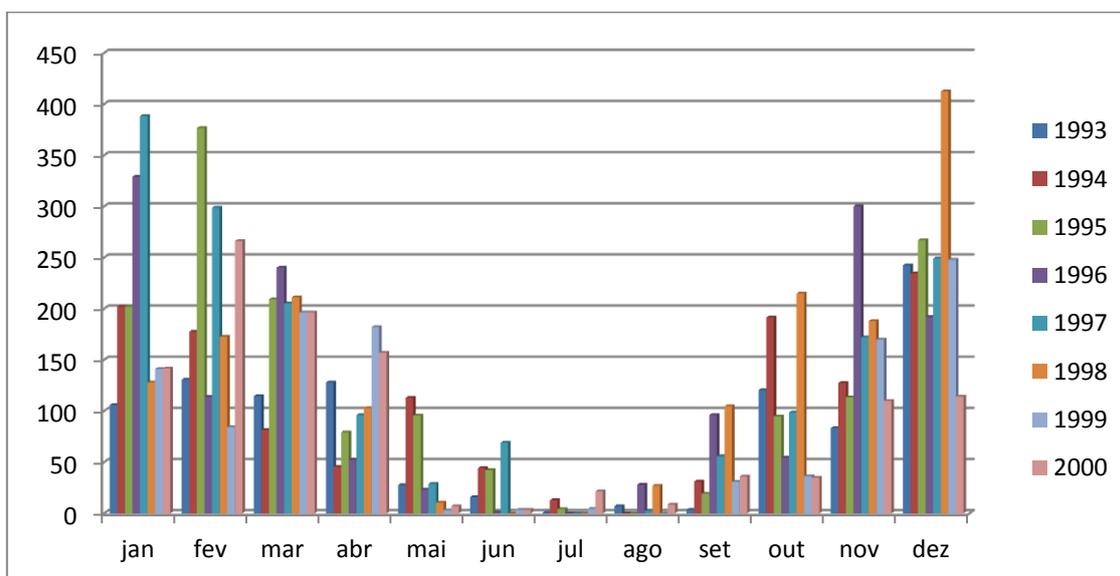


Figura 08 - Dados de pluviosidade no período de 1993/2000 – Cáceres-MT (Fonte: ESFS/2010).

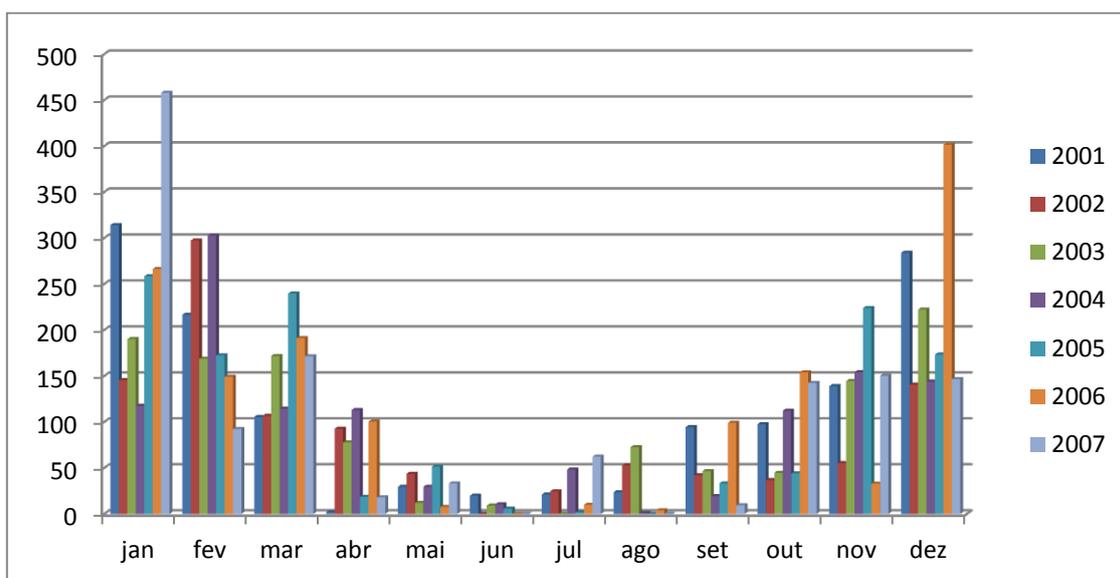


Figura 09 - Dados de pluviosidade no período de 2001/2007 – Cáceres-MT (Fonte:ESFS/2010).

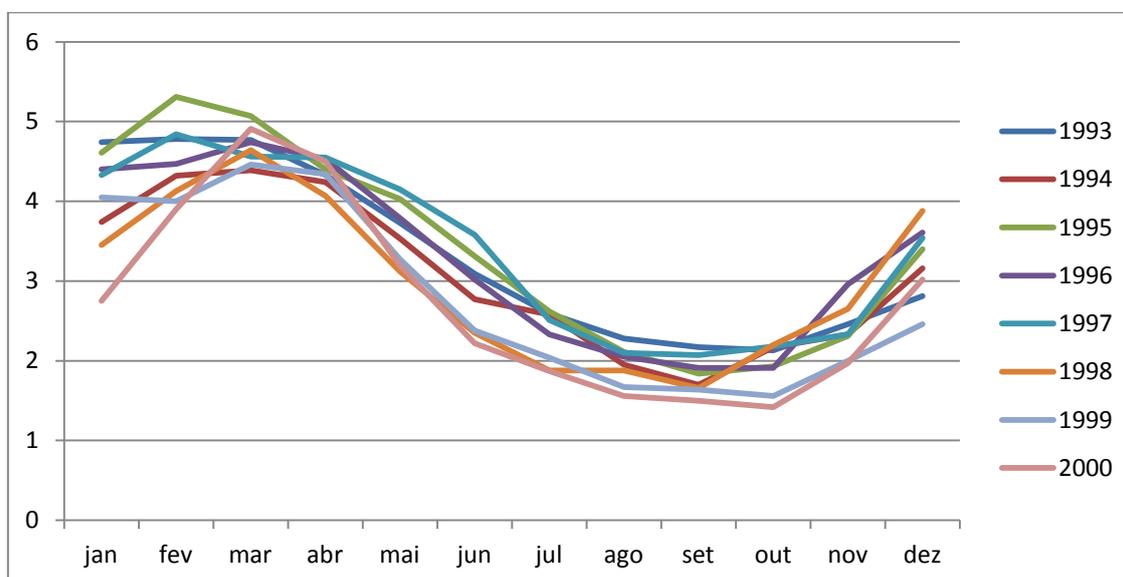


Figura 10 - Dados de fluviosidade no período de 1993/2000 – Cáceres-MT (Fonte: ESFS/2010).

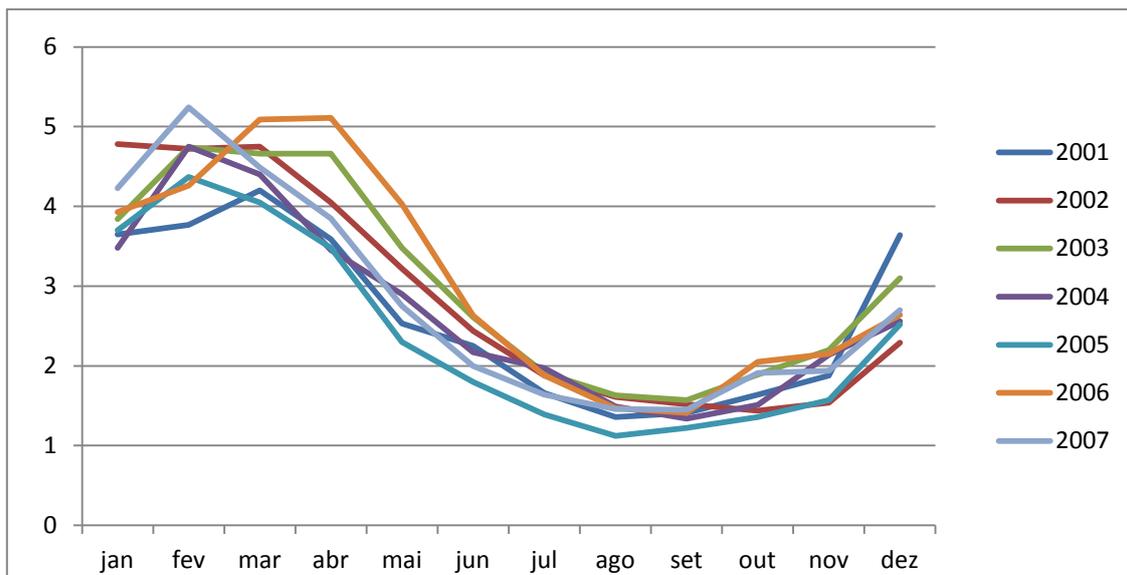


Figura 11 - Dados de fluviiosidade no período de 2001/2007 – Cáceres-MT (Fonte: ESFS/2010).

3.2.4 Quarto Período (2008/2010)

Neste período a cota média de pluviosidade apresentou-se na marca de 1.224 mm (Quadro 03 – Figura 12) continuando sua tendência de baixa e alcançando a média o nível de pico de cheia em 5.03 m e em período de estiagem a média de 0.95 cm (Quadro 03 - Figura 13).

O período de 2008 a 2010 apresenta a frequência do período chuvoso de janeiro a março 458.1 mm a 302.5 mm retomando a precipitação em outubro com maior índice de 401.4 mm em 2006. A média do índice de pluviosidade deste período (2008/2010) foi a mais baixa de todo os períodos analisados (Quadro 03 - Figuras 12 e 13).

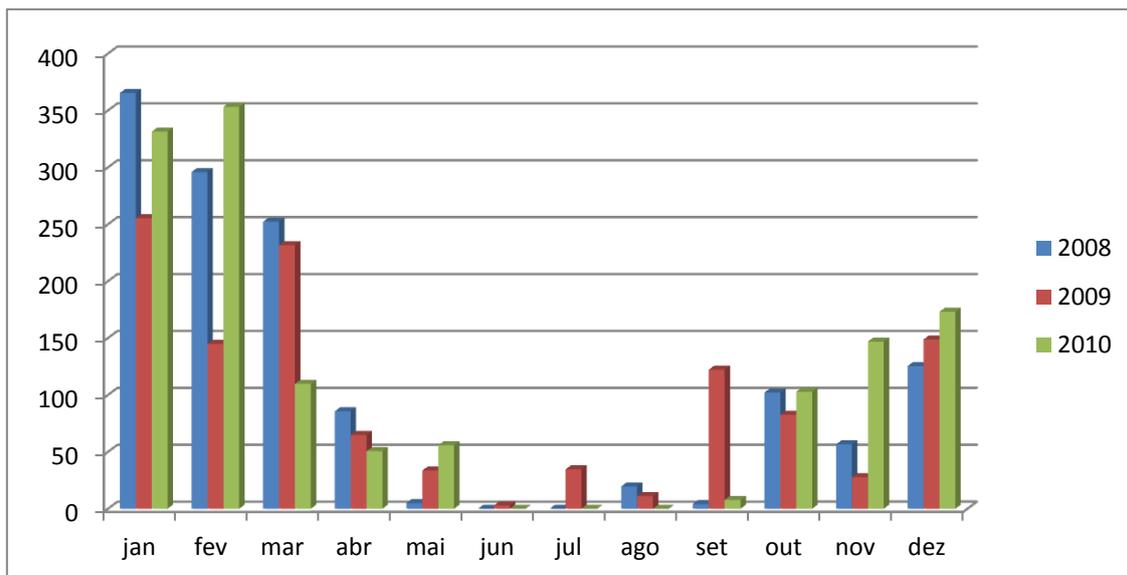


Figura 12 - Dados de pluviosidade e no período de 2008/2010 – Cáceres-MT (Fonte: ESFS/2010).

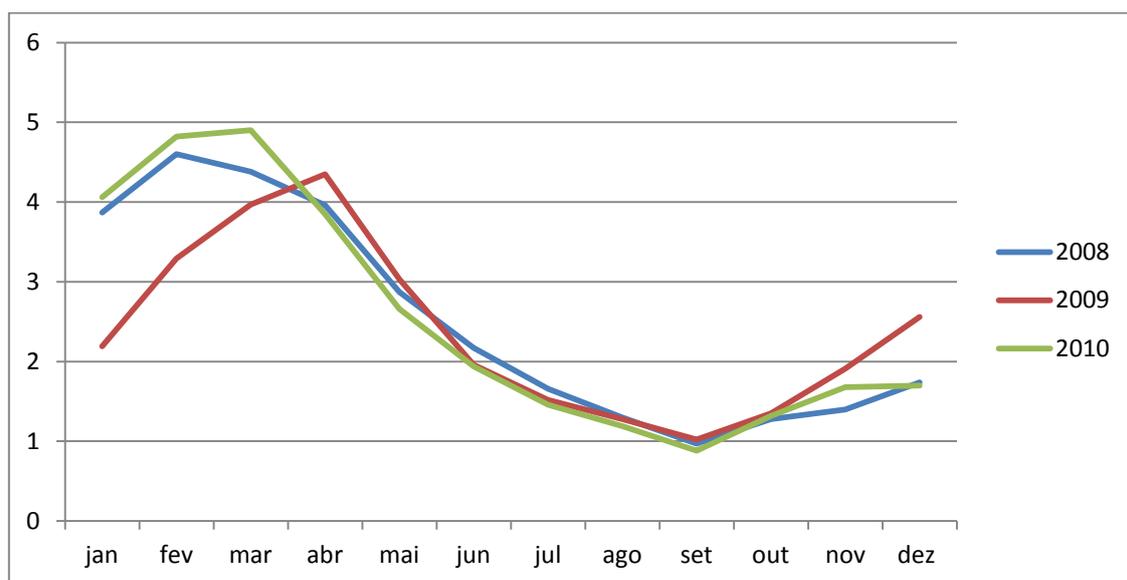


Figura 13 - Dados de fluviosidade e no período de 2008/2010 – Cáceres-MT (Fonte: ESFS/2010).

Fazendo-se uma analogia desde 1966 (primeiro registro da régua fluviométrica em Cáceres-MT) até o ano de 2010, pode-se verificar duas situações distintas onde o rio Paraguai apresenta um viés de alta e um viés de baixa de seu nível mínimo em período de estiagem.

De 1966 a 1978, o rio Paraguai apresentou um aumento gradativo de seu nível mínimo partindo de 0.01 cm até 1.96 m.

A partir de 1979 até 1992, continuando com a tendência de alta, seu nível mínimo entra na casa de 2.00 m até o máximo de 2.55 m, o que classificamos aqui como ciclo de cheia.

Após esse período de subida gradual do nível mínimo, com duração de 27 anos, o rio Paraguai, a partir do ano de 1993 até 2010, entra em novo ciclo, ao qual classificaremos aqui como ciclo de seca. A partir de 1993 o nível mínimo de cada ciclo (cheia/seca) passa a apresentar diminuição gradativa em seu nível (em período de estiagem) na ordem de 1.84 m em 1993 para 1.00 m em 2007, num total de 14 anos.

De 2008 até 2010, o nível mínimo do rio entra na casa dos centímetros, voltando aos níveis dos anos 1960 e início dos anos 1970 como consequência da diminuição da precipitação no período. Se esse padrão for mantido até o ano de 2017 poderemos afirmar que os ciclos de cheia e seca do rio Paraguai se alternam de 27 em 27 anos (Quadro 03 – Figura 13).

Nesses períodos de menor intensidade da precipitação atmosférica, de acordo com Junk et al. (1989), o rio Paraguai apresenta menor fluxo hidrológico sobre a planície de inundação o que representa menor quantidade de nutrientes que são de fundamental importância para a fauna, flora e as comunidades humanas envolvidas.

3.3 Uso e Ocupação da Área

A utilização do rio Paraguai, bem como de todo o Pantanal Mato-grossense transcende em muito a época dos descobrimentos. Sua utilização conhecida foi primeiramente através dos castelhanos (espanhóis) que o denominaram de “Mar de Xaraés” (JUSTINIANO e OLIVA, 2003).

Os povos indígenas (Guaranis, Bororo, Paiaguás, Guató, Guaikuru) viviam no pantanal (Mar de Xaraés). Especificamente a área de estudo era habitada pelos índios (Bororo) que foram extintos.

Esses povos utilizavam o rio Paraguai e seus afluentes como meio de subsistência. Na atualidade (2010), descendente dos povos indígenas vivem

em Cáceres com várias características dos seus antepassados e com uma ligação profunda com a água fabricando sua canoa, tomando banho no rio, buscando na pesca sua subsistência e até mesmo a contemplação e rituais.

A ocupação do rio Paraguai e de sua planície fluvial, iniciou-se no século XVIII com a abertura de fazendas e o surgimento do núcleo urbano da cidade de Cáceres à margem esquerda do rio Paraguai. Em meados do século XIX até início do século XX ocorreu, nas margens do rio Paraguai, o desenvolvimento da pecuária extensiva como as grandes fazendas de charqueadas (Descalvados e Barranco Vermelho), para industrialização de carne e couro que eram exportados para a Europa (MENDES, 1992).

A fundação da Vila Maria do Paraguai, mais tarde denominada Cáceres, aconteceu em 1772. Sua fundação ocorreu durante a administração do 4^o Governador Geral da Capitania de Mato Grosso, com o propósito de impedir a evasão de imposto (SOUZA et al., 2001), considerada um ponto estratégico para escoamento do ouro através do rio Paraguai, cuja jazida encontrava-se na capital do Estado, Vila Bela da Santíssima Trindade.

Na década de 70, o Governo Federal redefiniu o desenvolvimento da região Centro-Oeste a fim de modernizar e incentivar a economia regional. A região foi definida, pelo governo, como área de “Integração Regional” promovendo várias mudanças no município de Cáceres, decorrentes da implementação de alguns projetos, tais como a construção da ponte Marechal Rondon sobre o rio Paraguai e pavimentação da BR 364 e BR 070, cuja consequência foi à diminuição da navegação (SOUZA et al., 2001).

Na década de 70, o índice populacional de Cáceres aumentou para 85.472 habitantes, como resultado do fluxo migratório atraído pela expansão das atividades econômicas básicas (agricultura, pecuária e extrativismo). Em meados da década de 80 a população do município de Cáceres diminuiu para 76.844 habitantes, em razão do desmembramento de sua área para criação de novos municípios (EMPAER, 1996).

Na década de 90 até 2010, houve algumas tentativas de implementação de políticas voltadas para o desenvolvimento regional de Cáceres, visando à integração latino-americana. Essa fase vincula-se ao “vetor tecno-industrial,

herdeiro da economia de fronteira” (BECKER, 1997) com vários projetos voltados para o desenvolvimento regional, tais como o projeto da hidrovía Paraguai-Paraná, para implementação do sistema fluvial, abrangendo cinco países da Bacia do Prata (porto em Cáceres ao porto de nova Palmira) para escoamento da soja; implantação da Zona de Livre Comércio (zona de processamento para exportação), visando à integração latino americana e ligação com o Oceano Pacífico por via terrestre.

No trecho em estudo (leito do rio e planície de inundação), existem várias formas de uso e ocupação tanto doméstico como externo, sendo as principais a criação de gado de corte e o turismo embarcado, resultado de parte da movimentação de suas 4.052 embarcações registradas na Capitania dos Portos sediada em Cáceres e relacionadas no Inventário Turístico de Cáceres 2007/08), praticado pela população urbana da cidade de Cáceres e outras cidades vizinhas, que frequentam as praias existentes para fins de recreio e pescaria (Quadro 04).

Outras formas de turismo encontradas são: o turismo pesqueiro, realizado no rio e nas baías por turistas de outros estados e pescadores profissionais, geralmente com a utilização de Chalanas e o turismo de contemplação e ou ecoturismo, que possibilita a integração do homem com a natureza através de passeios fluviais.

A área total de estudo corresponde a 101.06 km². Atualmente existem 64.54 km² da área com cobertura vegetal natural (Floresta Aluvial), ou seja, área correspondente ao corredor fluvial possuindo vegetação de médio e pequeno porte, adaptadas ao encharcamento, além de vegetação rasteiras, registrando pouca interferência humana. Nas áreas localizadas em ambas as bordas do corredor aproximadamente 36.25 km², a vegetação original (Cerrado) foi retirada sendo substituída por pastagem para a pecuária e pequenas lavouras. Vale resaltar que na localidade conhecida como “Barranco do Touro”, área ocupada por empreendimentos agropecuário, na margem direita do rio Paraguai, a vegetação nativa (Cerrado) foi retirada totalmente e introduzido pastagem para criação de bovinos (Tabela 01 e Figura 14).

Tabela 01 – Mensuração da área de uso e ocupação – dados da imagem orbital LANDSAT/2010 – Fonte: Favero/2010.

Localização	Área em km ²	Área em %
Área nativa (Floresta Aluvial)	64.54	63
Área de uso e ocupação (pecuária/turismo/recreação)	36.52	36
Área Total	101.06	100

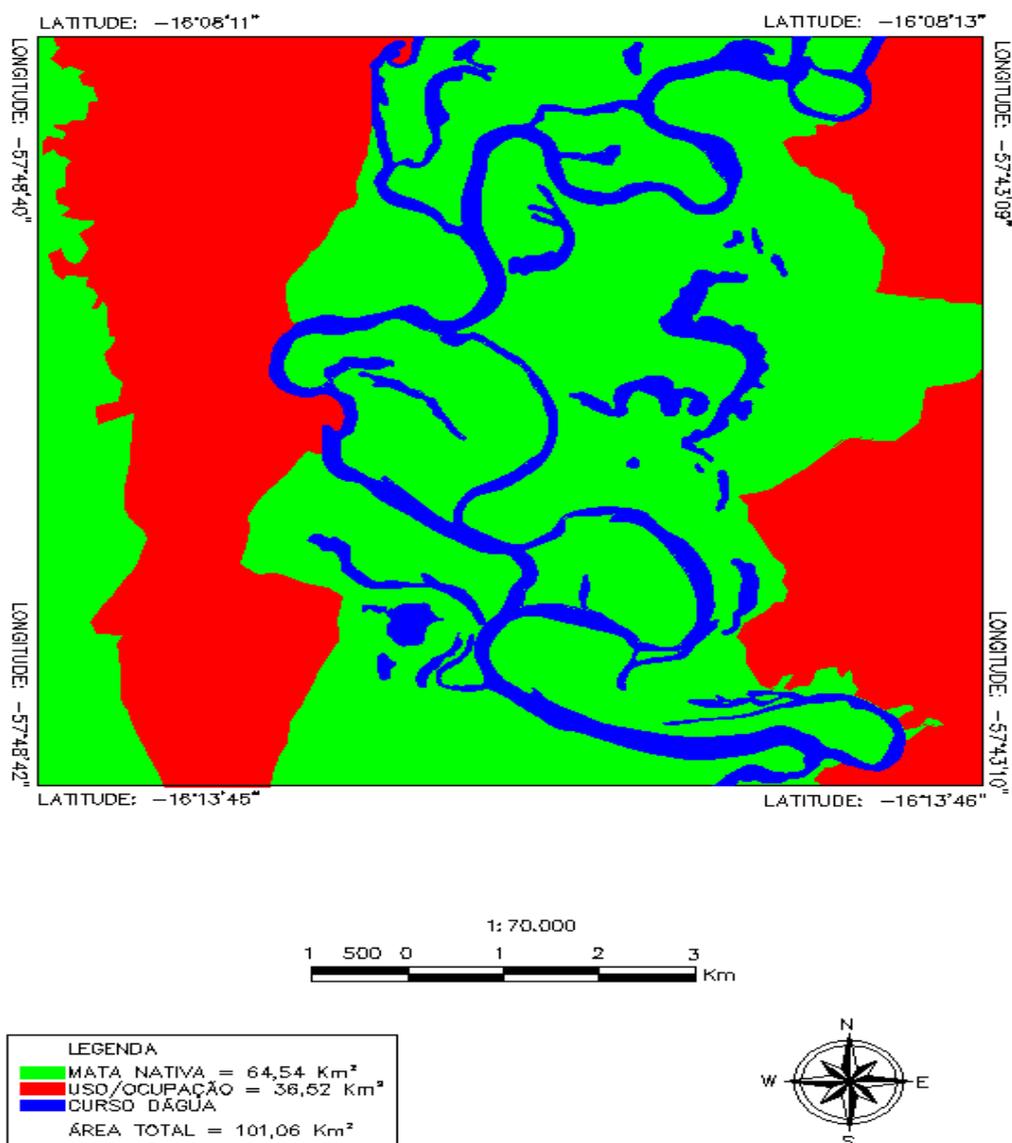


Figura 14 – Mapa temático de uso e ocupação da área do rio Paraguai entre o Furado do Touro e a Passagem Velha/Cáceres-MT – Área em vermelho: pastagem - Imagem Orbital LANDSAT/2010 (junho). Acervo: Luciano Favero/2010.

Na atualidade (2010) a área de estudo é usada para algumas atividades como a pecuária na planície de inundação e nos terraços fluviais. Na margens direita e esquerda do corredor fluvial a vegetação original foi retirada totalmente e substituída por pastagem. Os barrancos e as praias são usados para instalação de acampamentos de pescadores, banhistas e turistas (Figura 15).



Figura 15 – Área de uso e ocupação (pasto) - (Barranco do Touro) localizada entre o Furado do Touro e a Passagem Velha/Cáceres-MT voltada para pecuária. (Fonte ESFS - mar/2010)

A pecuária extensiva é desenvolvida na planície fluvial nas duas Estações (seca e cheia), utilizando, principalmente no período de estiagem (Estação seca) as pastagens naturais nas áreas que inundam na Estação de cheia e se mantém úmida na Estação seca. Na Estação de cheia do rio, a utilização da planície é possível apenas nas áreas que não inundam através da substituição da vegetação natural (Cerrado) pelo pasto mecanizado ocasionando através do pisoteio do gado próximo ao leito até a borda do

barranco a compactação do solo, podendo iniciar processos erosivos nas margens pelo processo de ravinamento (Figura 15).

As praias (barras laterais) aparecem na Estação de Seca (período de estiagem). Seu tamanho pode variar de um ano para outro, devido à quantidade de sedimentos transportados e depositados. Ali os cacerenses e visitantes instalam acampamentos nos finais de semana e feriados. Essas praias também são usadas para desova e reprodução de pássaros e tartarugas (Figura 16).



Figura 16 – Praia às margens do rio Paraguai utilizada principalmente para fins de recreação (Fonte ESFS - mar/2010)

Documentos etnográficos sobre a região mostram que a navegação do rio Paraguai iniciou-se com o uso de pequenas canoas feitas de troncos de árvores e movidas a remo, utilizadas pelos índios para se locomoverem para outros locais (SOUZA, 2004).

O desenvolvimento da navegação ocorreu a partir do século XVI, no momento em que os europeus iniciaram a colonização na América, época em

que expedições espanholas navegaram com embarcações maiores pelo rio Paraguai.

No século XVIII, o rio Paraguai foi utilizado para o transporte de produtos necessários ao abastecimento das fazendas e do núcleo urbano (Cáceres), bem como para o escoamento da produção das fazendas ribeirinhas (carne bovina, couro) e do ouro proveniente da capital do Estado, Vila Bela da Santíssima Trindade (MENDES, 1992).

Em meados do século XIX, até início do século XX, a navegação fluvial foi intensificada, em decorrência da necessidade de escoamento de carne e derivados provenientes das fazendas de charqueadas Descalvados e Barranco Vermelho, bem como de produtos extrativistas como a poaia (*Cephaelis ipecacuanha*) e pele de animais, garantindo, assim, a exportação destes produtos (SOUZA, 2004).

Em 1950, o transporte de carga e de pessoas para Corumbá foi realizado via fluvial, ao passo que as mercadorias oriundas de várias partes do País e de países estrangeiros eram, geralmente, transportadas via aéreas até Corumbá e, depois, via fluvial até os entrepostos de Descalvados, Barranco Vermelho e o porto de Cáceres (MENDES, 2009).

Nos últimos anos (dec. de 1990, 2000), ocorreu crescimento significativo da navegação no rio Paraguai principalmente para o transporte de carga e a atividade turística, aumentando conseqüentemente, o número de barcos de pequeno e médio porte, bem como a navegação de grandes embarcações e comboios de chatas, durante todo o ano, transportando soja dos ancoradouros de Cáceres até Corumbá.

A implantação da hidrovia Paraguai-Paraná possibilitou a navegação de embarcações de grande porte durante todo o ano (PONCE, 1995). A construção da hidrovia proporcionou o desenvolvimento de um complexo sistema de navegação ao longo dos rios Paraguai e Paraná, desde Cáceres, Mato Grosso, no Brasil, até o porto de Nueva Palmira, no Uruguai, permitindo a circulação de chatas ao longo do rio, durante todo o ano e diminuindo os gastos no transporte da produção regional. Atualmente esse tipo de navegação

(transporte de carga) encontra-se paralisado frente a demandas judiciais visando à defesa e proteção do meio ambiente.

A utilização de embarcações no rio Paraguai acontece de diversas formas: transporte de cargas, de turismo, para recreação, para pesca profissional e amadora e para o transporte até as propriedades rurais em suas margens, assim como para pesquisa (Inventário, 2007/2008).

Atualmente, a navegação no rio Paraguai é bastante intensa. Vários tipos de embarcações são encontrados em seu leito, tais como: canoas a remo, barcos a motor, lanchas, chalanas, barcos de passeio e esporadicamente comboios de carga (Quadro 04).

Quadro 04 – Demonstrativo de número de embarcação por categoria em Cáceres-MT: Inventário Turístico de Cáceres 2007/08. Fonte: SEMATUR.

Barco	Quantidade	Utilização
Barcos Hotéis – de 12 a 42 passageiros	32	Turismo e diversão
Chalanas – até 11 passageiros	20	Pesca amadora, profissional e eventualmente turismo
Barcos de alumínio e afins – 4 passageiros	3800	Turismo, esporte e recreio, pescarias: amadora ou profissional
Canoas – 3 passageiros	200	Pesca profissional

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A área registra a ocorrência de sedimentos da Formação Pantanal, com predomínio de sedimentos predominantemente aluviais de granulometria fina inconsolidados ou semiconsolidados.

Em relação aos aspectos geomorfológicos na planície fluvial, registraram-se feições peculiares (positivas e negativas), como baías, lagoas, furados, braços, diques, terraços, ilhas e barras. Nesse trecho recebe água e

sedimentos do córrego Facão que deságua na planície de inundação na margem esquerda do rio Paraguai. Ocorre domínio do Gleissolo Háplico Tb Eutrófico sob contato de Floresta Aluvial (Mata Ciliar).

A geologia da área de estudo apresenta areias inconsolidadas e materiais siltico-argilosos representando os sedimentos da Formação Pantanal que são erodidos com facilidade, sendo que, no período de cheias, são removidos e acumulados em outros segmentos da planície e do canal contribuindo para mudanças do sistema fluvial. A permeabilidade desses sedimentos que afloram nas margens, dependendo de sua natureza mais fina ou mais grosseira, dificulta ou ajuda a acelerar a erosão nas margens.

As análises dos dados da Estação Pluviométrica e da Régua Pluviométrica demonstraram que mesmo que os dados pluviométricos se mantiveram dentro de uma média histórica na ordem de 1.100 a 1.300 mm, com nível médio máximo do rio Paraguai entre 4.00 e 5.30 metros em época de cheia durante o período deste estudo (1973/2010), seu nível mínimo apresentou dados diferenciados.

No período entre 1973 a 1978 (6 anos), o rio Paraguai apresentou um aumento gradativo de seu nível mínimo partindo de 0.87 m até 1.96 m. A partir de 1979 até 1992 (14 anos), seu nível mínimo entra na casa de 2.00 m até o máximo de 2.55 m. Já a partir de 1993 o nível mínimo de cada ciclo (cheia/seca) passa a apresentar diminuição gradativa de seu nível na ordem de 1.84 m em 1993 para 1.00 m em 2007, (15 anos). A partir de 2008 até 2010, o nível mínimo em época de estiagem do rio entra na casa dos centímetros (média de 0.95 m), voltando aos níveis dos anos 1960 até início dos anos 1970 (Quadro 03).

A formação florestal ribeirinha é bastante diversificada, sendo que suas principais características variam de acordo com sua localização na formação aluvial. Na área da Planície de Inundação, composta por vegetação original, apresenta vegetações de pequeno porte, adaptáveis ao encharcamento do solo durante o período das cheias. Nas partes mais altas onde o solo não alaga no período das cheias praticamente toda a vegetação original composta de

Cerrado foi retirada e substituída pelo plantio de pasto para pecuária e pequenas lavouras de subsistência.

Na margem direita a mata ciliar e a vegetação original (Cerrado) foram retiradas sendo substituídas por pastagens para criação de bovinos e na margem esquerda a vegetação mantém-se conservada, porém os pescadores retiram a vegetação de menor porte para construção de acampamentos para fins de pesca e lazer. Quanto ao uso do rio para navegação ocorre o predomínio de pequenas embarcações voltadas principalmente para a atividade de pesca, lazer e turismo.

5. REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. Províncias geomorfológicas e domínios morfoclimáticos no Brasil. São Paulo: Instituto de Geografia/USP. Geomorfologia, v. 20, 1970, p. 1-26.

BECKER, B. K. A. Novos Rumos da Política Regional de Desenvolvimento Sustentável da Fronteira. In: BECKER B. K.; MIRANDA M. (Org). A Geografia Política do Desenvolvimento Sustentável. Rio de Janeiro: Ed. UFRJ, 1997.

CARVALHO, N.O. Hidrologia da Bacia do Alto Paraguai. In: Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-Econômicos do Pantanal, n 1, 1984, Corumbá. *Anais do Primeiro Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-Econômicos do Pantanal*. Brasília: Departamento de Difusão de Tecnologia, 1986. p 43-50.

DNOS - DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS E SERVIÇOS PÚBLICOS. Estudos Hidrológicos da Bacia do Alto Paraguai. Rio de Janeiro: Programa das Nações Unidas para Desenvolvimento, 284 p. 1972. (Relatório Técnico).

EMBRAPA-CNPS. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: Embrapa Produção de Informação. Rio de Janeiro: Embrapa-Solos, 1999, 412 p.

EMPAER – Empresa Mato-Grossense de Pesquisa, assistência e Extensão Rural. Anuário Agropecuário e Agroindustrial de Mato Grosso. Ano 1 (1978/1996). Cuiabá: EMPAER-MT. 429 p.

FIGUEIREDO, A. J. A.; OLIVATTI, A. Projeto Alto Guaporé – Relatório final. Goiânia: DNPM/CPRM. 11 v. 1974. (Relatório do Arquivo Técnico da DGM, 323).

GREGORY, K. J.; DAVIS R. J.; DOWNS P. W. Identification of river channel change to due to urbanization. Southampton UK: applied Geography, 1992.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MATO GROSSO – Campus de Cáceres-MT – Estação Pluviométrica - Cáceres-MT (1973/2010). INPE: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>. Acesso em junho 2010.

JACOMINE, P. K. T.; CASTRO FILHO, C.; MOREIRA, M. L. C.; VASCONCELOS, T. N. N.; SOBRINHO J. B. P. L.; MENDES A. M.; SILVA V. Guia para identificação dos principais tipos de solos de Mato Grosso. Cuiabá: PNUD-PRODEAGO, 1995. 50 p.

JUNK, W.J.; BAYLEY, P.B. & SPARKS, R.E., The Flood Pulse Concept in River-Floodplain Systems. In: D.P. Dodge (Ed) Proceedings of the International Large River Symposium. *Can. Spec.Public. Fish. Aquat. Sci.* 1989, 106. 110-127 pp.

JUSTINIANO L. A. A. Dinâmica fluvial do rio Paraguai entre a foz do Sepotuba e a foz do Cabaçal. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais UNEMAT. 2010, 73p.

LUZ, J. S.; OLIVEIRA, A. M.; LEMOS, D. B.; ARGOLO, J. L.; SOUZA J. O.; TONNO L. C.; SOUZA N. B.; ABREU FILHO W. Projeto Província Serrana – Relatório final. Goiânia: Ministério das Minas e Energia, Departamento Nacional da Produção Mineral - Convênio DNPM/CPRM, 1978, 105 p.

MARINHA DO BRASIL – Capitania Fluvial do Pantanal – Agência Cáceres-MT: Régua Fluviométrica de Cáceres-MT. 2010.

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

Ministério do Exército - Diretoria de Serviços Geográficos do Exército (DSG). Serviços Aerofotogramétricos Cruzeiro do Sul S.A. – Carta Cáceres - Fotografia aéreas de 1967 do AST – 10/USAF. Apoio suplementar em 1973.

NEIFF, J.J., Ideas Para la Interpretacion Ecologica del Parana. *Interciencia*, vol 15, n. 6. 1990, 424- 440 pp.

NIMER, E. Clima. In: Geografia do Brasil – Região Centro Oeste. Vol 1, Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Diretoria de Geociências, 1989. p. 23-35.

PCBAP. Plano de conservação da Bacia do Alto Paraguai-Pantanal. Brasília: Diagnóstico do Meio Físico e Biótico. Ministério dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Vol. II, 1. 1997. 349 p.

PONCE, V. M. Impacto hidrológico e ambiental da hidrovía Paraguai/ Paraná no pantanal matogrossense: Um estudo de referência. San Diego, California: San Diego State University. 1995.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CÁCERES-MT. Inventário Turístico – UNEMAT, SEDTUR, SEBRAE, SEMATUR – 2007/2008.

RADAMBRASIL. Levantamentos dos Recursos Naturais. Folha Corumbá, Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SE 21. 1982, 448 p.

RIBEIRO, J. C. Morfopedologia aplicada ao diagnóstico e prevenção dos processos erosivos lineares da bacia hidrográfica do Alto Rio da Casca. Cuiabá/MT. Dissertação apresentada à faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade Federal do Estado de Mato Grosso. 2001.

SEPLAN. Zoneamento socioeconômico-ecológico: Levantamento de reconhecimento de baixa intensidade dos solos do Estado de Mato Grosso. Nível compilatório. Cuiabá-MT, 2000, 121 p.

SILVA, L. C.; SOUZA, C. A. Estudo do Processo de Assoreamento do Rio Branco no Município de Salto do Céu-MT. In: JORGE, A. C.; FERREIRA, Z. S. Eco-pantanal Matogrossense: Gestão Ambiental. Cáceres: Editora UNEMAT. 2010, 305 p.

SOUZA, C. A.; SOUSA, J. B. Pantanal Mato-grossense: Ocupação das margens e uso do canal fluvial do rio Paraguai entre Cáceres e a Ilha de Taiamã. In: 8º Simpósio de Geografia Física Recife. 2001.

SOUZA, C. A.; AVELINO P. H. M.; SOUZA, J. B. Cáceres: importância no contexto regional e atuação do Estado, n. 20, p. 17-19, set/dez. Bauru-SP. 2001.

SOUZA, C. A.; CUNHA, S. B. Dinâmica das águas no Pantanal Mato-Grossense Pantanal. Mato-grossense. In: Revista Ação Ambiental. Pró-Reitoria de Extensão e Cultura – Universidade Federal de Viçosa. Ano VI. Nº 26 (janeiro/fevereiro de 2004). Viçosa. 2004.

SOUZA, C. A. Dinâmica do corredor fluvial do Rio Paraguai entre a cidade de Cáceres e a Estação Ecológica da Ilha de Taiamã-MT. Tese (Doutorado em Geografia) Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2004.

SOUZA, C. A.; 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. In: Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros – Seção Três Lagoas. Três Lagoas - MS, v 1 – n.º 5 - ano 4, Maio de 2007 p. 18-42. Disponível em: http://www.ceul.ufms.br/revista-geo/artigo_celia_sandra_2.pdf. Acesso em: novembro de 2011.

WENTWORTH, C.K. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal of Geology*, 1922, 30: p. 377-392.

CAPÍTULO 2 - EVOLUÇÃO DA CALHA E DAS FEIÇÕES MORFOLÓGICAS DO RIO PARAGUAI NO PERÍODO DE 38 ANOS NO TRECHO ENTRE O FURADO DO TOURO E PASSAGEM VELHA DO PANTANAL DE CÁCERES-MT.

RESUMO

SILVA, Edenio Sebastião Faria. **EVOLUÇÃO DA CALHA E DAS FEIÇÕES MORFOLÓGICAS DO RIO PARAGUAI NO PERÍODO DE 38 ANOS NO TRECHO ENTRE O FURADO DO TOURO E PASSAGEM VELHA DO PANTANAL DE CÁCERES-MT.** Cáceres: UNEMAT, 2011. 79 p (Dissertação – Mestrado em Ciências Ambientais)¹

O estudo teve como objetivo verificar alteração no corredor fluvial (calha, planície de inundação, barras laterais e centrais, furados e meandros abandonados) no rio Paraguai entre a Boca do Furado do Touro e a Passagem Velha, município de Cáceres, Estado Mato Grosso, no período de 38 anos (1973/2010). O desenvolvimento do estudo seguiu algumas etapas: trabalhos de campo para instrumentação (caixa coletora de sedimentos e estacas), monitoramento, confirmação *in locu* de informações e coleta de sedimentos (leito, barras laterais e planície de inundação); levantamento de dados batimétricos e velocidade do fluxo, para obter a vazão, com uso de ecobatímetro e molinete fluviométrico; mapeamento espaço temporal das feições morfológicas da calha e da planície do rio Paraguai; análise granulométrica dos sedimentos. A vazão do rio Paraguai variou entre 156.2 e 288 m³/s, e nos canais secundários variou entre 5.5 a 86.3 m³/s. A evolução da calha (migração lateral) variou entre 48.5 a 198.16 m. O mapeamento em escala temporal através de imagens orbitais nos anos de 1973, 1981, 1991, 2001 e 2010, mostraram alterações importantes nas feições morfológicas tais como surgimento de lagoas e baías, redução e aumento na área de lagoas e baías, desaparecimento de lagoas e baías, transformações de lagoas em baías e o aparecimento de novas baías. Nos sedimentos de fundo predominou a sedimentos grosseiros (areia média) na calha do rio Paraguai e areia fina nas áreas da planície de inundação, quanto à sedimentação da planície houve maior sedimentação próxima ao meandro abandonado (variou 4.267,87 a 5.066,89 kg) com predomínio de Silte. E próximo do leito do rio Paraguai ocorreu menor deposição de sedimentos (3.850,13 kg), com predominância de areia média demonstrando que as áreas da planície recebem anualmente maior quantidade de sedimentos que as áreas próximas ao leito do rio Paraguai.

Palavras-Chave: escala temporal, sedimentação, transformações.

¹Orientador – Célia Alves de Souza, UNEMAT

ABSTRACT

SILVA, Edenio Sebastião Faria. **Gutter development and morphological features of the Paraguay River between the Furado do Touro and the Passagem Velha, Cáceres – MT.** UNEMAT, 2011. P 106 (Dissertation – Master in Environmental Sciences)¹

The study aimed to determine changes in river corridor (channel and floodplain) in the Paraguay River between the Furado do Touro and the Passagem Velha, Cáceres – Mato Grosso, in the period of 38 years (1973/2010). The development of the study followed a few steps: field work for instrumentation (collector box and cuttings), monitoring, confirmation “*in locus*” of information and collection of sediments; bathymetric survey with the use of eco souder and fluvimetric reel, to collect flow velocity data to determine the out flow; space-time mapping of morphological features and of the gutter and the plain of the Paaguay River; analysis of sediments size. The Paraguay River flow varied between 156.2 and 288 m³ s⁻¹ and the secondary channels ranged from 5.5 to 86.3 m³ s⁻¹. The evolution of the gutter ranged from 48.5 to 198.16 meters. The temporal scale mapping using satellite images for the years 1973, 1981, 1991, 2001 and 2010 show important changes in morphological features such as the appearance of lakes and bays, reduction and increase in area of lakes and bays, disappearing lakes, transformation of the lagoons in bays and emergence of new bays. In the bottom sediments predominated coarse sediments (medium sand) and in the sedimentation of the plain there was a higher sedimentation near the abandoned meander (it ranged from 4,267.87 to 5,066.89 kg) with a predominance of silt. And near the bed of the Paraguay River occurred less deposition of sediments (3,850.13 kg) with predominance of medium sand demonstrating that the lowland areas annually receive much sediment that the areas close to the Paraguay River.

Key words: time scale; sedimentation; changes.

¹Major Professor – Célia Alves de Souza, UNEMAT

1. INTRODUÇÃO

A bacia de drenagem é uma unidade geomorfológica importante pelo fato de nela interagirem os fatores bióticos, abióticos, econômicos e sociais. As bacias hidrográficas integram uma visão de conjunto do comportamento das condições naturais e das atividades humanas nelas desenvolvidas. Mudanças significativas em qualquer parte dessa unidade podem gerar alterações, como impactos a jusante e nos fluxos energéticos (CUNHA 1998).

O rio Paraguai caracteriza-se por possuir uma planície de inundação sazonal, seu canal fluvial na forma meândrica com curvas sinuosas, largas e harmoniosas que através de um trabalho contínuo de escavação na margem côncava esse material é depositado na margem convexa onde o canal possui menor velocidade de suas águas.

Essa condição está altamente relacionada com a carga sedimentar do leito, pois o mesmo não tem capacidade de transporte de materiais sedimentares grosseiros até a base final, depositando-os no próprio leito à jusante fazendo com que o rio se ramifique (CHRISTOFOLETTI, 1981)

O trecho em estudo entre a Boca do Furado do Touro e a Passagem Velha no Pantanal de Cáceres-MT, o rio Paraguai possui canal com padrão meândrico. Os canais meandrante são encontrados com mais frequência nas áreas úmidas. Eles representam um estado de estabilidade do canal de acordo com um ajuste certo entre todas as variáveis hidrológicas: declividade, largura e profundidade do canal, velocidade dos fluxos, rugosidade do leito, carga sólida e vazão (CUNHA, 1995).

O perfil longitudinal em toda sua extensão resulta do trabalho, que o rio executa, para manter o equilíbrio entre a capacidade e a competência, com a quantidade e a granulometria da carga detrítica. Se a capacidade e competência do rio forem maiores do que as requeridas para o transporte de sedimentos, possivelmente, ocorrerão modificações na morfologia do canal. Inversamente, quando a capacidade e competência são menores do que as requeridas para o transporte de sedimentos, ocorrem modificações na forma e declividade do canal (SUGUIO e BIGARELLA, 1979).

Os processos de sedimentação que ocorrem no rio Paraguai acontecem no canal ou na planície de inundação. Para Kellerhald et al. (1976) e Dietrich (1985), as características da calha estão, em sua maioria, associadas aos processos de erosão e deposição. Os depósitos de sedimentos pertencem a diferentes categorias, como os que se desenvolvem no eixo central, ou seja, os bancos ou barras centrais (*mid channel bar*), as barras laterais (*channel side bar* e *point bars*), barras submersas e ilhas fluviais.

Segundo Souza e Cunha (2007) os canais fluviais são dinâmicos, pois envolvem mecanismos de remoção de materiais, alterando suas margens, devido, principalmente, aos processos erosivos. O fenômeno de alargamento dos canais fluviais é provocado pelos processos de erosão das margens que estão entre os elementos mais dinâmicos dos canais fluviais. O entendimento sobre seu mecanismo de atuação e a quantificação da magnitude é importante para compreender a evolução dos diversos elementos da dinâmica fluvial.

De acordo com Suguio e Bigarella (1979) um rio pode adotar diferentes configurações ao longo do seu curso, podendo exibir os canais retilíneo, anastomosado ou meandrante. Nos leitos lineares podem-se notar as formações de barras, alternando-se de um lado a outro do leito. Quanto às barras de meandro, de canais e ilhas aluviais, estas resultam do processo de acresção lateral da carga do canal. É através do acúmulo de sedimentos relativamente grosseiros no lado convexo do curso meandrante que se formam as barras laterais.

O transporte do material detrítico ocorre em uns poucos anos somente nas regiões úmidas. No entanto, os impactos morfológicos dos eventos (descargas) são parcialmente um problema tanto em relação ao intervalo de tempo quanto da magnitude dos picos para qualquer forma de relevo. Obviamente, tanto a água quanto o transporte de sedimentos são muito importante para o entendimento da morfologia do canal (CHORLEY et al., 1985).

A planície de inundação é uma feição deposicional do vale do rio associada com um regime climático ou hidrológico particular da bacia de drenagem. Os sedimentos são temporariamente estocados na planície de

inundação ao longo do vale e, sob condição de equilíbrio, sem aumento ou diminuição por um longo tempo (anos) a taxa de entrada de sedimentos é igual à de saída. Porém, uma alteração das condicionantes do equilíbrio, através de processos tectônicos ou por mudanças no regime hidrológico, incluindo mudanças no aporte de sedimentos e de água, poderá resultar na alteração da planície de inundação e levar a degradação e formação de terraço, ou por outro lado levar à nova agradação. (LEOPOLD, et al., 1964).

A morfologia da calha de um rio é formada pelo movimento da água e dos sedimentos em relação aos materiais disponíveis no leito e nos bancos. Os canais mudam de forma através dos processos de erosão e sedimentação. O escoamento superficial e a carga de sedimentos podem variar, em resposta às mudanças ocorridas no uso da terra, assim um canal considerado estável pode, naturalmente, erodir o leito e bancos, sendo mais expressivo após o maior pico de descarga (BROOKES, 1996).

Vários estudos foram realizados sobre as mudanças temporais nos canais fluviais (migrações laterais e feições fluviais). Lawler (1995) sintetiza várias questões sobre o assunto e propõe novas técnicas de monitoramento. Goswami et al. (2000) obtêm bons resultados, utilizando alguns recursos como mapas, fotografias aéreas e imagem de satélite para monitorar as mudanças temporais no rio Subanssiri, em Assam, Índia.

No Brasil destacando-se as pesquisas realizadas por: Fernandez (1990) sobre as mudanças no canal fluvial do rio Paraná; Rocha (1996) sobre a erosão marginal em canais fluviais associados ao rio Paraná; Souza (1998) sobre a dinâmica atual do córrego Piraputanga MT; Rocha (2002) sobre a dinâmica dos canais no sistema rio – planície do alto rio Paraná; Fontes (2002) sobre o baixo curso do rio São Francisco; e Morais (2002) sobre mudanças históricas na morfologia da calha do rio Araguaia (MT).

No rio Paraguai são poucos os estudos sobre o tema, podendo ser citados os estudos na bacia do Alto Paraguai, os relatórios do Departamento Nacional de Obras e Saneamento - DNOS (1978); Souza (2004), Silva (2006) e Justiniano (2010).

Os reconhecimentos da importância e da fragilidade de ambientes alagados viabilizam cada vez mais, propostas para estudo e gestão ambiental dessas áreas, sendo que nessas, o padrão de inundação é responsável por manter a estrutura e o funcionamento do ambiente. O corredor fluvial do rio Paraguai está localizado em área de transição entre os biomas do Cerrado e Pantanal (RIBEIRO, 2001). Áreas úmidas ou alagadas são ambientes altamente diversos que ocupam zonas de transição entre ambientes, mais altos, bem drenados e ambientes que permanecem sempre alagados (SOUZA, 2007).

Na realização do trabalho de erosão, transporte e deposição, os rios desenvolvem e continuam a desenvolver uma grande variedade de trabalhos e formas de canais. A deposição nos canais fluviais ocorre quando há diminuição da competência. Esta pode ser causada pela redução da declividade e volume ou pelo aumento da carga de sedimentos. (CHISTOFOLETTI, 1981).

A região sudoeste mato-grossense sofreu nas últimas décadas, degradação de seus recursos florestais e hídricos, devido às atividades que envolvem criação de gado e plantio para subsistência e agricultura mecanizada (cana de açúcar e milho) e implementação de núcleos urbanos (RIBEIRO, 2001). Os sedimentos depositados no canal fluvial podem dificultar o escoamento da água, contribuindo para inundação de áreas próximas ao canal fluvial, perda da capacidade de armazenamento e alteração da biodiversidade local ou regional, gerando, assim, vários problemas ambientais, sociais e econômicos.

Na década de 70, o governo federal redefiniu o desenvolvimento da região Centro-Oeste, com objetivo de modernizar e incentivar a economia regional, sendo definida pelo governo como área de Integração Regional. As bacias hidrográficas que se encontram no sudoeste de Mato Grosso sofreu processo de ocupação intensa, inicialmente pelo desmatamento, em seguida pela agricultura de subsistência, pecuária e implantação dos núcleos urbanos. (SOUZA et al, 2007)

Ao propor o estudo nesta área considerou-se a necessidade de quantificar o volume de sedimentos e mapear em escala temporal a evolução

dos bancos de sedimentos dos principais contribuintes do rio Paraguai em sua margem direita, propondo algumas medidas de uso e preservação das sub-bacias.

O estudo propôs identificar e registrar as alterações (evolução do canal e formas de deposição de sedimentos) no corredor fluvial, calha e planície de inundação do rio Paraguai entre a Boca do Rio Velho (Furado do Touro) e Passagem Velha, no Pantanal do município de Cáceres no Estado Mato Grosso ocorridos no período de 1973 a 2010, correspondente a 38 anos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de Estudo

O estudo foi realizado no segmento do rio Paraguai entre o Furado do Touro e a Passagem Velha em Cáceres-MT, a área de estudo encontra-se localizada na região Sudoeste, micro região do Alto Paraguai do Estado de Mato Grosso entre as coordenadas geográficas de 16°10'24" à 16°13'26" de latitude Sul e 57°44'26" à 57°46'18" de longitude Oeste.(Figura 1)

Foram selecionados 10 pontos para coleta de sedimentos de fundo, determinação de largura, profundidade, área e vazão, sendo seis (06) pontos na calha do rio Paraguai, dois (02) pontos no furado em formação e dois (02) pontos no meandro abandonado.

Para coleta de sedimentos na planície de inundação foram selecionados quatro (04) pontos sendo, dois (02) deles em área de influência da calha principal do rio e dois (02) em área de influência do meandro abandonado, e, para coleta de sedimentos nas barras laterais foram selecionados três (03) pontos sendo, dois (02) em área de influência do rio Paraguai e um (01) em área de influência do meandro abandonado (antigo leito principal do rio Paraguai) (Figura 01).

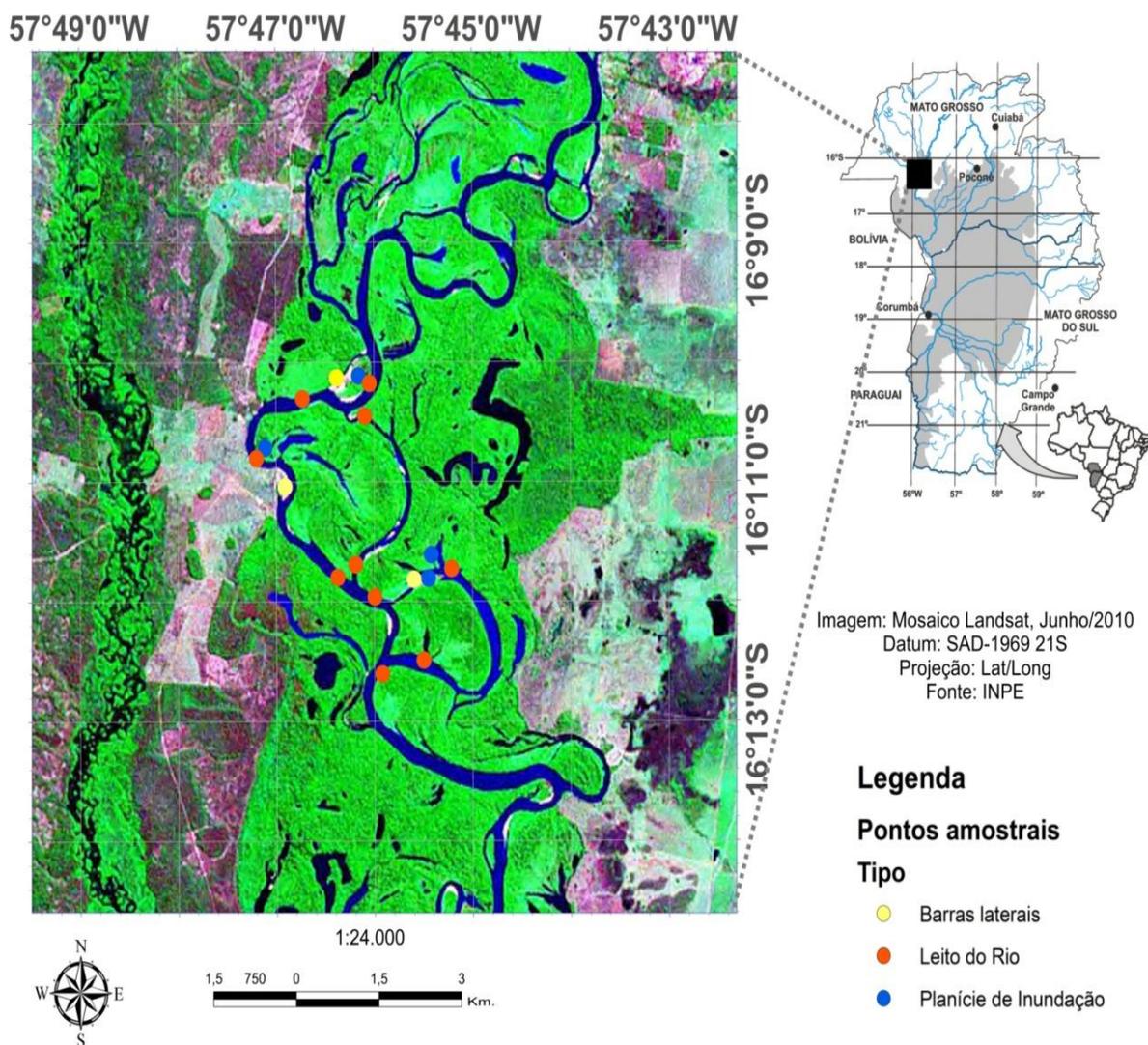


Figura 01 – Área de Estudo entre o Furado do Touro e a Passagem Velha no rio Paraguai - Cáceres-MT, com rede de drenagem hidrológica e os pontos de coleta de amostras. (Fonte Wilkson – 2010)

2.2. Procedimentos Metodológicos

O desenvolvimento do estudo seguiu algumas etapas: trabalhos de campo para instrumentação, monitoramento e confirmação *in locu* de informações e coleta de sedimentos ocorreram no mês de setembro de 2009 e agosto de 2010; levantamento de dados batimétricos referentes à largura,

profundidade, velocidade do fluxo e vazão ocorreram em agosto de 2010; mapeamento espaço temporal das feições morfológicas, da calha e planície de inundação do rio Paraguai e análise granulométrica dos sedimentos.

2.2.1 Morfologia do Canal

Para levantamento da largura e profundidade dos locais foi utilizado sonar Garmin GPSMAP 420S no sentido transversal do rio, dividindo-se essa distância em três trechos distintos: margem esquerda, meio da calha e margem direita (Figura 02 b)

Utilizou-se para levantamento da velocidade do fluxo molinete fluviométrico (Figura 02 c). Em cada seção transversal foi verificado a velocidade em três setores (margem esquerda, direita e calha). Sendo medidas três velocidades em profundidades diferentes (20%, 50% e 80%) do total da profundidade local em todos os pontos.

Para obtenção da área e a vazão foram compilados os dados de velocidade, profundidade e largura do canal utilizado-se ecobatímetro e molinete fluviométrico e aplicando-se o método de calibração Bocal Padrão desenvolvido por THEOPHILO OTTONI ENGENHARIA S/C LTDA através de Tábua de Calibragem. Sendo determinados dez pontos no leito do rio, furado e meandro de montante para a jusante para medir a velocidade, largura e profundidade (Figura 02 c).



Figura 02: (a) Draga Van Veen para coletas de sedimentos de fundo (b) Sonar garmin GPSMAP 420S para determinação de largura e profundidade (c) Molinete fluviométrico para determinação de velocidade do fluxo
Fonte: ANDRADE, 2010.

2.2.2 Migração Lateral do Canal

Para verificação da migração lateral do canal do rio Paraguai no trecho entre o Furado do Touro e Passagem Velha em 05 (cinco) pontos conforme (figura 11), foi utilizado o processo de sobreposição entre a Carta Topográfica DSG MI – 2239 CÁCERES – 1973 (tendo como base o levantamento realizado pelos SERVIÇOS AEROFOTOGRAFÉTRICOS CRUZEIRO DO SUL S.A., desenhada e impressa pela DIRETORIA DE SERVIÇOS GEOGRÁFICOS – BRASIL, utilizando-se de fotografias aéreas de 1967 do AST – 10/USAF) e imagem orbital do satélite sino-brasileiro SPOT de julho/2010 fornecida gratuitamente pelo INPE (INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS) através de aplicação de software ARCGIS 9.3 apresentando as mudanças ou evoluções do curso do rio Paraguai no período de 44 anos com escala de 1:24.000.

2.2.3 Evolução das Feições Morfológicas - Mudanças nos Canais Fluviais

Para verificação das mudanças morfológicas (aumento e diminuição da largura da calha, transferência de canal primário para secundário e criação de feições deposicionais) foram utilizadas imagens de satélite.

No mapeamento das mudanças espaço temporal das feições morfológicas e da calha do rio usou o Software Spring 5.1.6, utilizando imagens da serie de Satélites Landsat 1, 2 e 5, sendo as seguintes imagens: imagens 244-071 do Landsat 1 sensor - MSS de 08/08/1973, bandas 4,5 e 6; e as imagens 244-41 Landsat -2 sensor - MSS de 24/07/1981, bandas 4,5 e 6 ; e a imagem 227/71 do Landsat 5 sensor TM, imagens 227/071 Landsat 5 sensor TM de 27/07/1991, bandas 3, 4 e 5 e as imagens de 06/04/2001, bandas 3, 4 e 5 e as imagens de 31/07/2010, bandas 3, 4 e 5, todas na escala de 1:100.000. Essas imagens foram adquiridas gratuitamente no site do INPE <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>.

Essas imagens foram escolhidas pelo fato de apresentarem as feições geomorfológicas de décadas diferentes e permitir diagnosticar as alterações ocorridas em todos os períodos analisados.

O georreferenciamento das imagens Landsat foi realizado no Software Spring 5.1.6, utilizando a imagem Geocover do Site <http://glcfapp.glcf.umd.edu:8080/esdi/index.jsp> que são disponibilizadas gratuitamente pela Nasa.

O mapeamento da área realizado através da vetorização das imagens em composição RGB das imagens acima citadas. Após a vetorização dos elementos foram gerados polígonos para levantamento das medidas da área em km².

2.2.4 Geoformas Deposicionais

Para identificação das feições deposicionais (diques marginais; barras centrais e laterais; meandros abandonados) foi realizado trabalho de campo para monitoramento e mensuração (largura, comprimento e espessura) nas barras laterais, além de coleta de sedimentos em pontos demarcados conforme figura 01.

Para verificação do volume e os tipos de sedimentos que foram depositados anualmente na planície de inundação foram utilizados duas técnicas:

- ✓ A primeira técnica trata-se da colocação de caixa coletora (50X50 cm por 25 cm de altura) na planície. Sendo instrumentada no período de estiagem (set/2009). As caixas foram recolhidas após o período de cheias em agosto de 2010 perfazendo-se um total de 11 meses. O material depositado foi pesado e realizado análise granulométrica para determinação da quantidade anual de areia, silte e argila depositados na planície de inundação.(Figura 03).



Figura 3 – Caixa coletora de sedimentos instalada na planície de inundação (Fonte: ESFS - 2009)

- ✓ A segunda técnica refere à colocação de pinos no sentido vertical do terreno. Esses pinos foram instalados a distância de 1 metro entre si formando um metro quadrado, ficando 20 cm exposto (Figura 4). Verificou a sedimentação na base dos pinos após o período de 11 meses entre set/2009 e ago/2010 (Figura 04).



Figura 04 – Pinos para monitoramento de sedimentação na planície (Fonte: ESFS - 2009).

2.2.5 Análise de Laboratório dos Sedimentos

As análises granulométricas dos elementos de base (areia, argila e silte) foram realizadas no Laboratório de Pesquisas e Estudos em Geomorfologia Fluvial em Cáceres-MT e no Laboratório de Solos da Universidade do Estado de Mato Grosso em Pontes e Lacerda (Figura 05), utilizando-se o método de pipeta (EMBRAPA, 1997).

O intervalo utilizado entre as peneiras foi de 1Φ da escala Wentworth (1922), a fim de se obter a variação granulométrica das amostras (Quadro 1).



Figura 05: Etapas para análise de Pipetagem (dispersão total) no Laboratório de Pesquisas e Estudos em Geomorfologia Fluvial (LAPEGEOF): (a) Becker; (b) Agitador de Wagner; (c) Provetas; (d) Estufa; (e) Agitador de Peneiras; (f) Balança de Precisão
Fonte: SILVA, 2011

Quadro 01 - Escala de Wentworth usada para definir o tipo de malha para análise granulométrica

Intervalo granulométrico (mm)	Nome
>256	Matacão
256 a 64	Bloco ou Calhão
64 a 4,0	Seixo
4,0 a 2,0	Grânulo
2,0 a 1,0	Areia muito grossa
1,0 a 0,50	Areia grossa
0,50 a 0,250	Areia média
0,250 a 0,125	Areia fina
0,125 a 0,062	Areia muito fina
0,062 a 0,031	Silte grosso
0,031 a 0,016	Silte médio
0,016 a 0,008	Silte fino
0,008 a 0,004	Silte muito fino
<0,004	Argila

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Morfologia do Canal

De acordo com os dados obtidos (Quadro 2) verifica-se a existência de três pontos de maior velocidade: 1) o trecho superior do Furado do Touro (ponto 03) com 47,8 cm por segundo; 2) o trecho do Retiro Velho (ponto 05) onde verificou-se maior velocidade de todos os pontos analisados com 80,9 cm por segundo; 3) estirão à montante da boca superior do rio Velho (ponto 07) que se localiza logo à jusante da Boca Inferior do Furado do Touro com a velocidade de 48,0 cm por segundo. No trecho, superior do canal secundário (Furado do Touro - ponto 03) o fluxo hidráulico possui maior velocidade que no leito principal do rio e a vazão correspondente a média de 50,5% do fluxo principal do rio, isso demonstra a tendência natural para evolução do canal secundário em transformar-se em um futuro próximo em canal principal do rio transformado o que hoje é o canal principal em um grande Meandro.

No trecho do Retiro velho (ponto 05) a maior velocidade está relacionada à menor largura do rio com área de 272,5 m² e o trecho do estirão a montante

da Boca superior do rio Velho (ponto 07) que, após receber o fluxo do Furado do Touro possui praticamente a mesma velocidade deste, 48.0 cm por segundo em uma área de 600,0 m² enquanto que o trecho superior do Furado do Touro (ponto 03) possui área total de apenas 180.5 m². Na área da Boca Inferior do Meandro (ponto 10) a velocidade do fluxo em período de estiagem (seca) é de 0.1 cm por segundo e sua vazão é de apenas 5,5 m³ por segundo se transformando em uma área de decantação para elementos mais finos e leve principalmente silte e argila concorrendo para a denominação de Meandro Abandonado (Quadro 2).

Quadro 02 - Dados sobre a velocidade do fluxo, largura, profundidade do canal, área da seção transversal e vazão do rio Paraguai entre o Furado do Touro e a Passagem Velha/Cáceres-MT (Fonte: ESFS/2010).

PONTO		VEL. média (m/s)	LARG. (m)	PROF. média (m)	ÁREA (m ²)	VAZÃO (m ³ /s)
01	Estirão a montante do Furado do Touro (rio Paraguai)	0,205	198	3,85	762,3	156,2
02	Estirão a jusante do Furado do Touro (rio Paraguai)	0,326	155	3,64	564,7	184,0
03	Boca superior do furado do Touro (canal secundário)	0,478	58	3,11	180,5	86,3
04	Boca inferior do furado do Touro (canal secundário)	0,152	75	1,77	132,7	20,1
05	Trecho do Retiro Velho (rio Paraguai)	0,809	109	2,50	272,5	220,4
06	Estirão a montante da boca inferior do Furado do Touro (rio Paraguai)	0,343	186	3,10	576,6	197,7
07	Estirão a jusante da boca inferior do Furado do Touro (rio Paraguai)	0,480	154	3,89	600,0	288,0
08	Estirão a jusante da boca inferior do Rio Velho (rio Paraguai)	0,324	162	3,68	596,6	193,3
09	Boca superior do rio Velho (meandro abandonado)	0,134	35	3,75	131,2	17,5
10	Boca inferior do rio Velho (meandro abandonado)	0,017	140	2,33	326,6	5,5

Quadro 03 – Coordenadas Geográficas dos pontos de coleta de sedimentos de fundo – Fonte: ESFS/2011.

Ponto	Nome	Latitude	Longitude
01	Estirão à montante do Furado do Touro	16°10'15' S	57°46'03' W
02	Estirão à jusante do Furado do Touro	16°10'18' S	57°46'42' W
03	Boca superior do Furado do Touro	16°10'26' S	57°46'04' W
04	Boca inferior do Furado do Touro	16°11'40' S	57°47'12' W
05	Trecho do Retiro Velho	16°10'48' S	57°47'03' W
06	Estirão à montante da boca inf. Furado do Touro	16°11'44' S	57°47'23' W
07	Estirão à jusante da Boca inf. Furado do Touro	16°11'57' S	57°45'57' W
08	Estirão à jusante da Boca inf. Rio Velho	16°12'33' S	57°45'59' W
09	Boca Superior do Rio Velho (Meandro)	16°11'44' S	57°45'34' W
10	Boca Inferior do Rio Velho (Meandro)	16°12'33' S	57°45'59' W

O trecho Estirão a montante do Furado do Touro (ponto 01) refere-se ao segmento do rio Paraguai que está situado no setor norte da área de estudo, trata-se de uma curva de meandro com a margem direita bem definida e com profundidade média de 3,85 m, a velocidade do fluxo é de 0,205 m/s. A seção transversal possui largura de 198 m e a vazão de 156,2 m³/s. (Figura 6).

Esta seção encontra-se à montante do trecho onde está ocorrendo o rompimento de colo do meandro (Furado do Touro), sendo importante diagnosticar o volume de água que está sendo desviada (Quadro 2).



Figura 06 – Estirão a montante do Furado do Touro, leito principal do rio Paraguai com a mata ciliar original conservada: (Fonte ESFS - 2010).

O furado do Touro refere-se a um canal secundário, resultante do rompimento do colo do meandro, as informações sobre a hidrodinâmica foram coletas em dois trechos.

No trecho superior do furado do Touro (ponto 03) os dados da seção transversal mostram que o canal secundário (furado) possui maior velocidade (0.478 m/s) do que o canal principal (rio Paraguai), possivelmente por haver maior declividade do leito ao longo do perfil longitudinal e pela ausência de obstáculos (banco de sedimentos).

No trecho inferior do Furado do Touro (ponto 04) do canal secundário (furado Touro), percebe-se que ocorre a diminuição da velocidade e

profundidade e aumento da largura da calha, conseqüentemente ocorreu a redução da vazão. Essas constatações podem ser atribuídas ao desvio do fluxo para abastecer baías e lagoas e a perda da capacidade de transporte de sedimentos que diminuiu a profundidade e aumentando a largura da calha (Quadro 2).

O trecho Retiro Velho (ponto 05) refere ao um trecho do rio Paraguai com padrão meandrante, sua margem direita é bem definida trata-se de terraço aluvial. O terraço é constituído por material aluvial, formado por camadas com diferentes granulometria, resultante de sucessivas fases de deposição, pode ser considerado como testemunho da evolução da planície. Na margem esquerda a calha não é bem definida, possibilitando o transbordamento de água e sedimentos para a planície. As maiores profundidades foram registradas próximas à margem direita e ao centro do canal. No perfil transversal a largura do canal foi de 109 m, a velocidade media foi de 0.809 m/s e apresentou vazão estimada de 220,4 m³/s (Figura 7 - Quadro 2).



Figura 07 – Recuo do Barranco do Retiro Velho: área de ocupação das margens (pasto) com conseqüente recuo do barranco. (Fonte ESFS – 2010)

O trecho estirão a montante do Furado do Touro (ponto 06) trata-se de uma área do rio Paraguai onde suas margens são totalmente inundadas no período de estação de quando o rio transborda para planície. Neste trecho registra a presença de várias baías (com conexão direta ao rio) e lagoas (que não possuem ligação direta com o leito do rio em período de seca) e são abastecidas no período de cheias pelo o fluxo do rio Paraguai através do transbordamento de suas águas para a planície e em período de seca pelo lençol freático. A largura do canal neste ponto foi de 186 m, a velocidade média do fluxo foi de 0.343 m/s, os menores valores de velocidades do fluxo são foram registrados na margem direita, a vazão nesta seção ficou entorno de 197.7 m³/s (Quadro 02).

O estirão a jusante do Furado do touro (ponto 07) e a montante do rio Velho corresponde ao trecho do rio Paraguai que possui velocidade de seu fluxo pouco acima da média dos outros pontos e a maior vazão de todos os pontos analisados pelo fato de receber o fluxo do Furado em formação desviado através do ponto 03 na sua boca superior.

Neste trecho (ponto 07) a largura do canal é de 154 m, com velocidade média do fluxo foi de 0.480 m/s, registrando a vazão de 288.0 m³/s. Porém o rio Paraguai no trecho a jusante do rio Velho (ponto 08) percebeu-se que a vazão do rio Paraguai diminuiu para 193.3 m³/s. Essa constatação mostrou que o fluxo que abastece o meandro abandonado não retorna ao canal principal por possuir pouca velocidade e vazão em sua boca inferior. (Figura 8 e Quadro 2).



Figura 08 – Leito do rio Paraguai a montante da barra superior do meandro abandonado no trecho entre o Retiro Velho e a Passagem Velha-Cáceres MT. (Fonte: ESFS/2010)

O trecho Rio Velho refere-se ao meandro abandonado do rio Paraguai. A primeira seção refere-se a sua boca superior onde escoava o leito principal do rio Paraguai. Esse local vem sofrendo intenso processo de sedimentação que, após a ruptura de colo de meandro na década de 1990, o leito principal do rio tomou novo curso à partir de sua boca superior que, se localizando na parte convexa da curva de meandro recebe grande carga de sedimentos tornando-se canal secundário. A diminuição da velocidade do fluxo nesse ponto (variando entre 0.134 m/s em sua boca superior e 0.017 m/s em sua boca inferior) contribuiu para perda da capacidade de transporte de sedimentos, com deposição no próprio leito reduzindo a largura do canal (35 m em sua boca superior e 140 m em sua boca inferior) tornando-se uma área para decantação de sedimentos mais leves como argila e silte. A vazão nesse trecho varia entre 17,5 m³/s em sua boca superior e apenas 5.5 m³/s em sua boca inferior (Figuras 9 e 10, Quadro 2).



Figura 09 – Boca superior do Meandro abandonado (rio Velho) no rio Paraguai/Cáceres-MT (Fonte: ESFS – 2010)



Figura 10 - Boca inferior do meandro abandonado (rio Velho) no rio Paraguai com velocidade do fluxo de 0,017 m/segundo (Fonte: ESFS/2010)

3.2. Migração Lateral do Canal

A análise da evolução do leito do rio Paraguai no período de 44 anos apresentou mudanças em alguns trechos. No primeiro trecho a migração lateral do leito do rio foi de 193,16 m, correspondendo à média anual de 4,39 m. Nos pontos 02 e 03 o recuo foi de 48,5m e 68,0m. No ponto 04, área de migração lateral do rio alcançou 143,48m, correspondendo à média anual de 3,26m. No ponto 05 ocorreu a evolução da calha do rio em aproximadamente 87.35 m, correspondente à média anual de 1,98 metros (Tabela1, Figura 11).

A migração lateral da calha está associada à própria dinâmica de rios com canais meandrante, que através da erosão fluvial vai esculpindo um novo traçado. O leito do rio Paraguai possui padrão meandrante, com sinuosidade de 2,57. O rio percorre a planície aluvial e ao longo de seu perfil longitudinal

possui feições típicas desse padrão, tais como: meandros abandonados, formação de ruptura de colo de meandro, diques semicirculares ou barra de meandro (materiais que se acumulam na parte convexa da curva de meandro) e margem côncava abrupta (curva abrupta com intensa erosão).

Os canais meandrante apresentam migração das curvas. Podem ser definidos pelo seu traçado que se afasta da direção normal de escoamento, retornando a mesma após delinear um circuito pronunciadamente harmônico, descrevendo assim curvas altamente sinuosas e semelhantes entre si (LEOPOLD et al, 1964).

A evolução lateral do canal principal está associada ao estrangulamento do colo do meandro e erosão marginal. Essas duas mudanças podem estar vinculadas a erosão fluvial.

O rompimento do colo do meandro aconteceu em dois trechos do rio Paraguai na área de estudo. Essa mudança provocou algumas alterações no leito:

- Redução do comprimento do perfil longitudinal que em 1973 era de 17.244,68 metros e passa para 12.826,05 metros em 2011, diminuindo a distância do curso principal do rio no trecho de estudo em 4.418,63 metros;
- Diminuição da lâmina d'água do meandro, conseqüentemente o fluxo passa ter menor velocidade;
- Perda da capacidade de transporte de sedimentos com o surgimento de várias barras centrais e laterais de sedimentos na área do meandro;

O padrão do rio Paraguai, bem como as características de sua planície de inundação é resultado do regime sazonal de cheia e seca. O leito é constantemente modificado principalmente por possuir o tipo de canal na forma meandrante, através da retirada de materiais na parte côncava das curvas com posterior depósito nas margens convexas à jusante (Figura 11).

Tabela 01 – Dados referentes à evolução da migração lateral do rio Paraguai no período de 1966 a 2011 (44 anos) no trecho entre o Furado do Touro e a Passagem Velha/Cáceres-MT

Trecho	Evolução (m)	Evolução média anual (m)
01	193,16	4,39
02	48,5	1,10
03	68,0	1,54
04	143,48	3,26
05	87,35	1,98

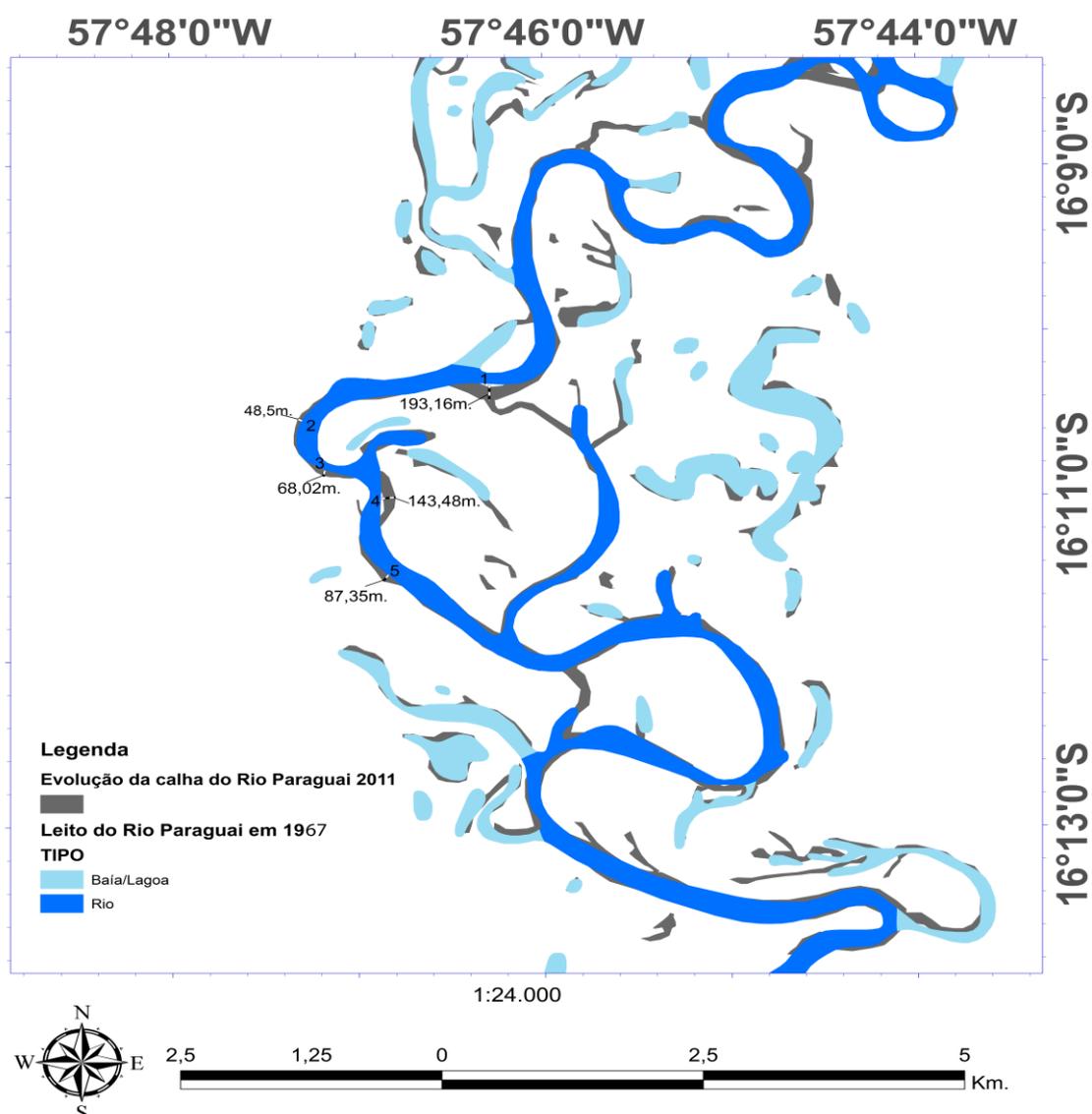


Figura 11 – Mapa temático referente migração lateral do rio Paraguai no período de 1966 a 2011 no trecho entre o Furado do Touro e a Passagem Velha/Cáceres-MT. (Fonte: Wilkson/2011).

3.3. Evolução das Feições Morfológicas

A figura 12 representa as feições morfológicas do rio Paraguai no ano de 1973 e 2010 através de imagens de satélite. Nesse período, 38 anos, diversas modificações ocorreram em suas feições.

No ano de 1973 havia na área o total de 20 lagoas e 8 baías sem a presença de furados e vazantes. Na imagem de 2010 houve ocorrência de 42 lagoas, 17 baías e uma vazante (V1) sendo que, B1 (baía 1) se transformou em Furado permanente concorrendo para se transformar em leito principal do rio e B4 (baía 4) se tornou em leito principal do rio Paraguai transformando o antigo leito em meandro abandonado.

Ao longo desse período ocorreram diversas modificações nas feições dessa área como o aumento e diminuição na dimensão de lagoas e baías, o aparecimento e desaparecimento de lagoas e baías de acordo com a localização destas na formação aluvial, o surgimento de furados e a consequente transformação destes em leito principal do rio, a transformação de antigo leito principal do rio em meandro abandonado (Figura 12 – Quadros 04 e 05).

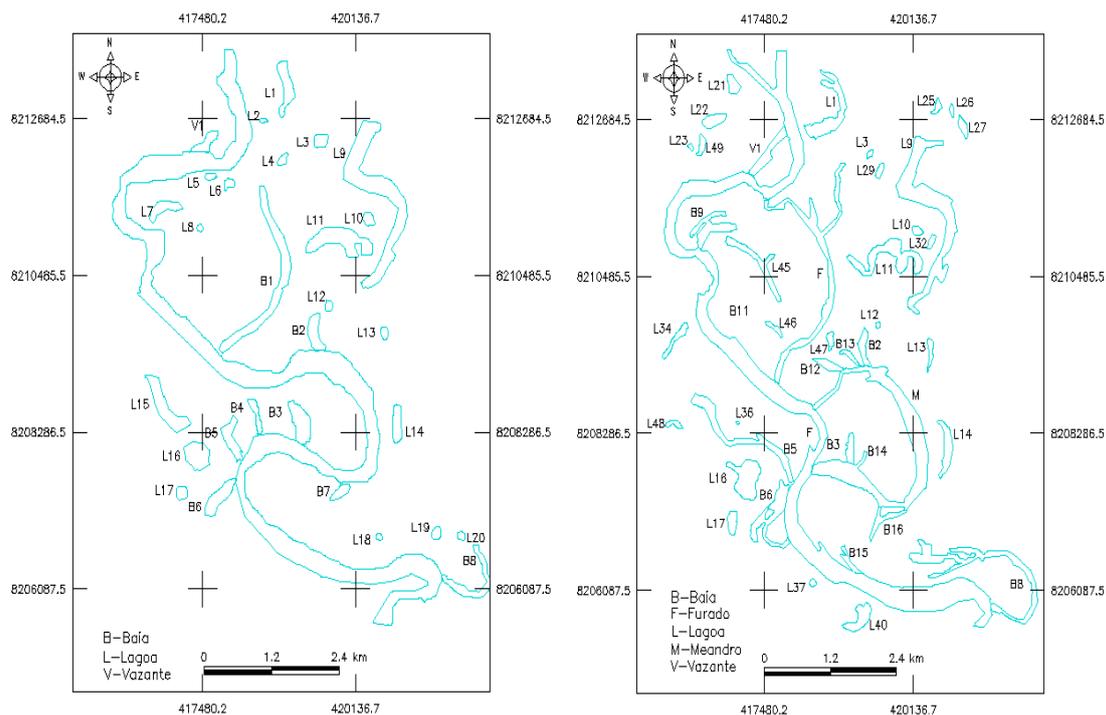


Figura 12 – A esquerda imagem de satélite LANDSAT (08/08/1973 – nível do rio 1.24 m) e a direita imagem LANDSAT (31/07/2010 – nível do rio 1.35 m, demonstrando a evolução das feições morfológicas na período de 1973 a 2010 (38 anos). Fonte: INPE.

A área deste estudo está localizada no corredor fluvial que corresponde o canal do rio Paraguai e planície de inundação (a largura varia entre 5 a 7 km) representada pelo domínio de áreas planas e alagáveis que se tornou possível individualizar duas feições. As feições positivas (barras de sedimentos, diques e terraços fluviais), e as negativas (baías, lagoas, vazantes), influenciadas diretamente pela dinâmica do rio Paraguai em termos de erosão, transporte e deposição de sedimentos.

As baías constituem áreas deprimidas, contendo água, delineando formas circulares, semicirculares ou irregulares nesse trecho. Apresenta-se ligada diretamente ao canal principal do rio Paraguai inclusive em época de estiagem.

As lagoas são porção de água circundada de solo, não possuindo ligação direta com o rio em período de estiagem, podendo ser perenes ou não (abastecidas pelo lençol freático), porém, no período de cheia são abastecidas por água e sedimentos que transbordam do leito do rio. Esse transbordamento

pode contribuir para justificar o aumento na dimensão das lagoas no período de cheias e a diminuição da dimensão e desaparecimento de lagoas no período de estiagem por processo de sedimentação (colmatação). Os sedimentos transportados não retornam a calha do rio, ficando depositados nas áreas deprimidas da planície.

As vazantes são áreas deprimidas, na época de enchente, essas depressões servem de escoadouro entre as baías ou entre trechos do rio. Têm caráter de curso fluvial intermitente. O furado (termo regional) consiste em pequenos canais encontrados, geralmente, em rios de planícies e surgem devido ao rompimento do colo do meandro, podendo evoluir para canal principal.

Os mapeamentos temporais (1973/2010) evidenciam que o rio busca o perfil de equilíbrio fluvial, influenciado por diversas combinações entre material das margens, sazonalidade, gradiente, velocidade, largura, profundidade e carga sedimentar que proporcionam sucessivas alterações no sistema.

O mapeamento em escala temporal (1973, 1981, 1991, 2001 e 2010) mostrou alteração nas feições morfológicas tais como surgimento de lagoas e baías; redução e aumento na área de lagoas e baías, desaparecimento de lagoas e baías (Quadros 4 e 5).

Os dados mostram que houve várias alterações ao longo dos 38 anos (1973 a 2010). Oito lagoas aumentaram seu tamanho e duas diminuíram de tamanho, surgiram 31 lagoas e deixaram de existir 22 lagoas (algumas secaram, outras foram sedimentadas ou conectaram a outras lagoas e baías) (Quadro 03).

Quadro 04 – Ocorrência de lagoas, alteração da dimensão e lagoas que deixaram de existir no trecho entre o Furado do Touro e Passagem Velha/Cáceres-MT (Fonte: ESFS/2010).

Feições	Área km ² 1973	Área km ² 1981	Área km ² 1991	Área km ² 2001	Área km ² 2010
L1	0.118	0.146	0.402	0.210	0.210
L2	0.007	L1	D	D	D
L3	0.040	D	0.035	0.009	0.035
L4	0.019	B1	D	D	D

Continuação do Quadro 04					
Feições	Área km ² 1973	Área km ² 1981	Área km ² 1991	Área km ² 2001	Área km ² 2010
L5	0.014	D	D	D	D
L6	0.021	D	D	D	D
L7	0.076	B9	D	D	D
L8	0.009	B9	D	D	D
L9	0.674	0.674	0.810	0.647	0.757
L10	0.029	0.029	0.029	0.018	0.029
L11	0.270	0.337	0.300	0.253	0.299
L12	0.015	0.011	0.013	0.005	0.010
L13	0.018	0.050	0.062	0.027	0.062
L14	0.068	0.168	0.131	0.097	0.131
L15	0.187	0.082	B5	D	D
L16	0.135	0.242	0.271	0.199	0.271
L17	0.031	0.069	0.045	0.045	0.045
L18	0.008	0.028	B8	D	D
L19	0.023	0.029	B8	D	D
L20	0.012	0.062	B8	D	D
L21	-	0.061	0.061	0.044	0.061
L22	-	0.044	0.058	0.058	0.058
L23	-	0.006	0.035	0.006	0.047
L24	-	0.036	B12	D	D
L25	-	-	0.061	0.019	0.039
L26	-	-	0.058	0.012	0.021
L27	-	-	0.035	0.030	0.030
L28	-	-	0.018	D	0.009
L29	-	-	0.039	0.019	0.025
L30	-	-	0.021	D	0.007
L31	-	-	0.030	D	D
L32	-	-	0.025	0.019	0.018
L33	-	-	0.016	D	0.014
L34	-	-	0.002	0.047	0.021
L35	-	-	0.018	D	0.003
L36	-	-	0.014	0.001	D
L37	-	-	0.014	0.009	0.014
L38	-	-	0.001	D	D
L39	-	-	0.007	D	D
L40	-	-	0.014	0.094	0.095
L41	-	--	0.009	D	D
L42	-	-	0.012	D	D
L43	-	-	0.011	D	D
L44	-	-	0.043	D	D
L45	-	-	-	0.126	0.109
L46	-	-	-	0.019	0.022
L47	-	-	-	0.022	0.016
L48	-	-	-	0.020	0.034
L49	-	-	-	-	0.007
L50	-	-	-	-	0.012
L51	-	-	-	-	0.006

B= baía D= desapareceu

Os dados do mapeamento em escala temporal (1973, 1981, 1991, 2001 e 2010) mostraram que houve mudanças na planície de inundação e calha do rio como surgimento de nove baías, desaparecimento de uma baía, evolução de um Furado para leito principal do rio e surgimento de um novo Furado (Quadro 05).

Registrou também o aumento ou diminuição na dimensão da área de lagoas e baías, transformação de baías em Furado ou em leito principal do rio Paraguai (Quadro 05).

Quadro 05 – Áreas de baías, vazante e furado em Km² localizadas no rio Paraguai entre o Furado do Touro e a Passagem Velha/Cáceres-MT

Feições	Área km ² 1973	Área km ² 1981	Área km ² 1991	Área km ² 2001	Área km ² 2010
B1	0.387	0.562	0.583	F	F
B2	0.091	0.091	0.121	0.053	0.053
B3	0.147	0.062	0.086	0.050	0.041
B4	0.044	0.048	F	R	R
B5	0.096	0.068	0.268	0.254	0.268
B6	0.116	0.138	0.104	0.050	0.218
B7	0.042	0.112	0.105	B6	B6
B8	0.140	0.159	0.528	0.387	0.442
B9	-	0.511	0.074	0.156	0.173
B10	-	-	0.268	F	F
B11	-	-	0.121	D	D
B12	-	-	0.037	0.047	0.035
B13	-	-	0.020	0.023	0.023
B14	-	-	0.168	0.013	0.013
B15	-	-	0.168	0.037	0.023
B16	-	-	0.077	0.061	0.065
B17	-	-			0.045
B18					0.019
V1	0.066	0.121	0.102	0.112	0.105
F			B1	-	0.577

D Desapareceu F=Furado R= rio V=vazante

3.3.1 Feições Morfológicas do Corredor Fluvial em 1973

Na imagem orbital de 1973 o corredor fluvial apresenta as seguintes feições morfológicas em sua planície de Inundação: 20 lagoas (corpos líquidos que não possui ligação direta com o leito principal do rio Paraguai no período de estiagem), 8 baías (quando o fluxo possui ligação direta com o leito principal do rio) e 1 vazante (cursos d'água intermitentes; aparecem em época de cheia do rio interligando dois pontos do rio, lagoas ou baías) (Figura 12).

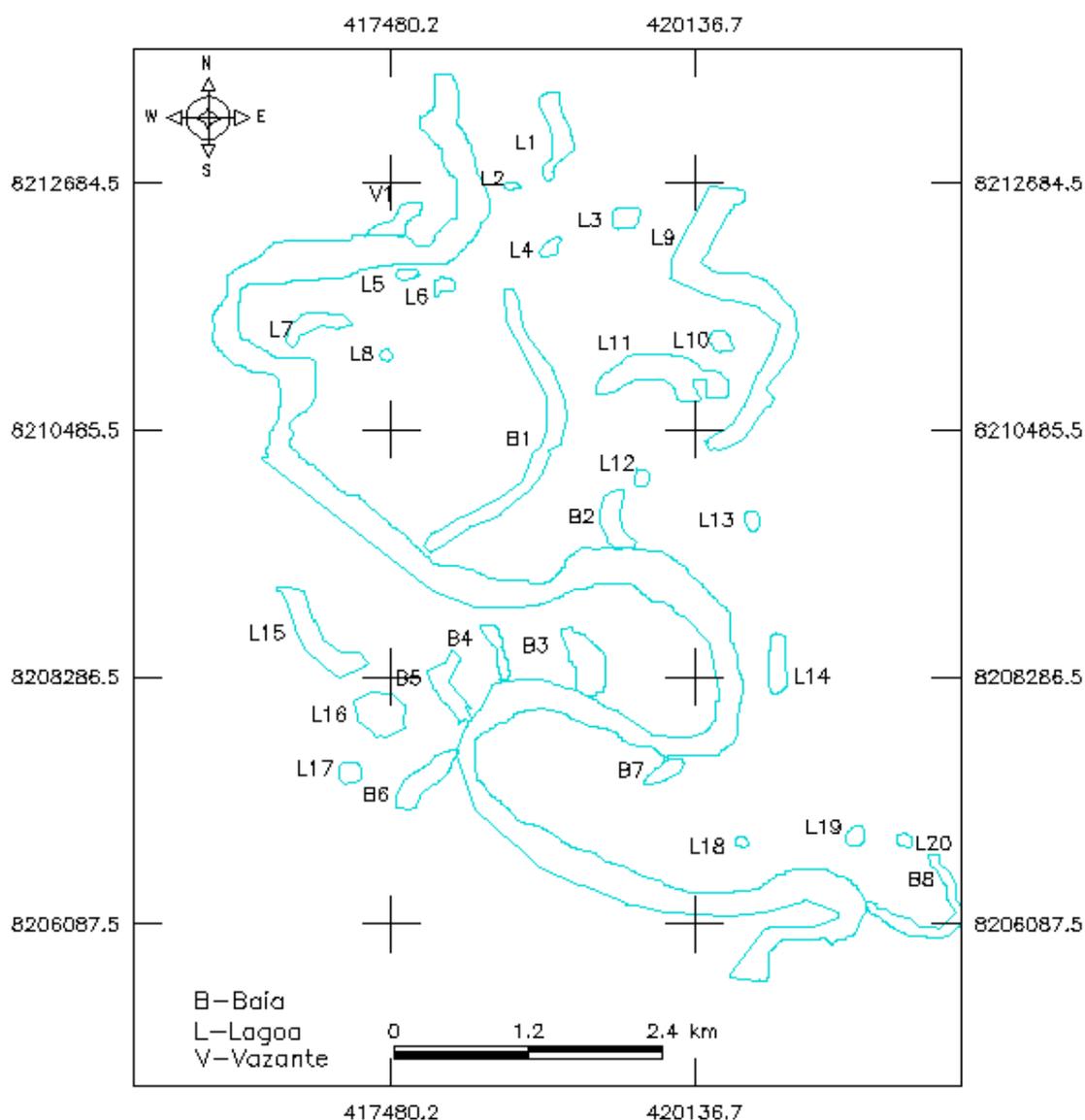


Figura 13 – Feições morfológicas na planície de inundação do rio Paraguai entre o Furado do Touro e a Passagem Velha/CáceresMT no ano de 1973. Fonte: INPE (08/08/1973)

3.3.2 Feições Morfológicas do Corredor Fluvial em 1981

Na imagem orbital de 1981 o rio Paraguai apresentou alterações nas feições morfológicas em sua planície de inundação, comparando com mapa da década anterior (1973) as modificações verificadas foram as seguintes: ligação entre lagoas; lagoas que deixaram de existir; lagoas que aumentou a dimensão e surgimento de novas lagoas. Houve o surgimento de baías e o aumento da dimensão de baías existentes.

Esta imagem registrou alterações nas feições morfológicas, tais como: União das lagoas L1 e L2, as lagoas L3, L5 e L6 deixaram de existir, a lagoa L4 juntou-se a baía B1, junção entre lagoas L7 e L8 que possibilitou o surgimento da baía B9 permitindo a conexão direta ao rio Paraguai. Houve o aparecimento de 4 novas lagoas (L21, L22, L23 e L24), o aumento de dimensão da baía B1, possivelmente devido ao processo erosivo que a incorporou a L4, a baía B4 diminuiu sua extensão, porém aumentou largura. (Figura 13).

As mudanças nas configurações das feições morfológicas na planície de inundação podem estar relacionadas à baixa declividade do terreno; a composição do solo (granulometria fina tornando superfície impermeável), a sazonalidade da região, que contribuiu para o aumento da vazão no período chuvoso provocando a oscilação do fluxo (água e sedimentos) na planície de inundação.

Essas diferenças de nível de água do rio, exercidas pelos picos de cheia favoreceram o surgimento e o aumento da dimensão das feições por processos erosivos; diminuição e desaparecimento de feições existentes por atividades deposicionais de sedimentos, que foram transbordados para planície.

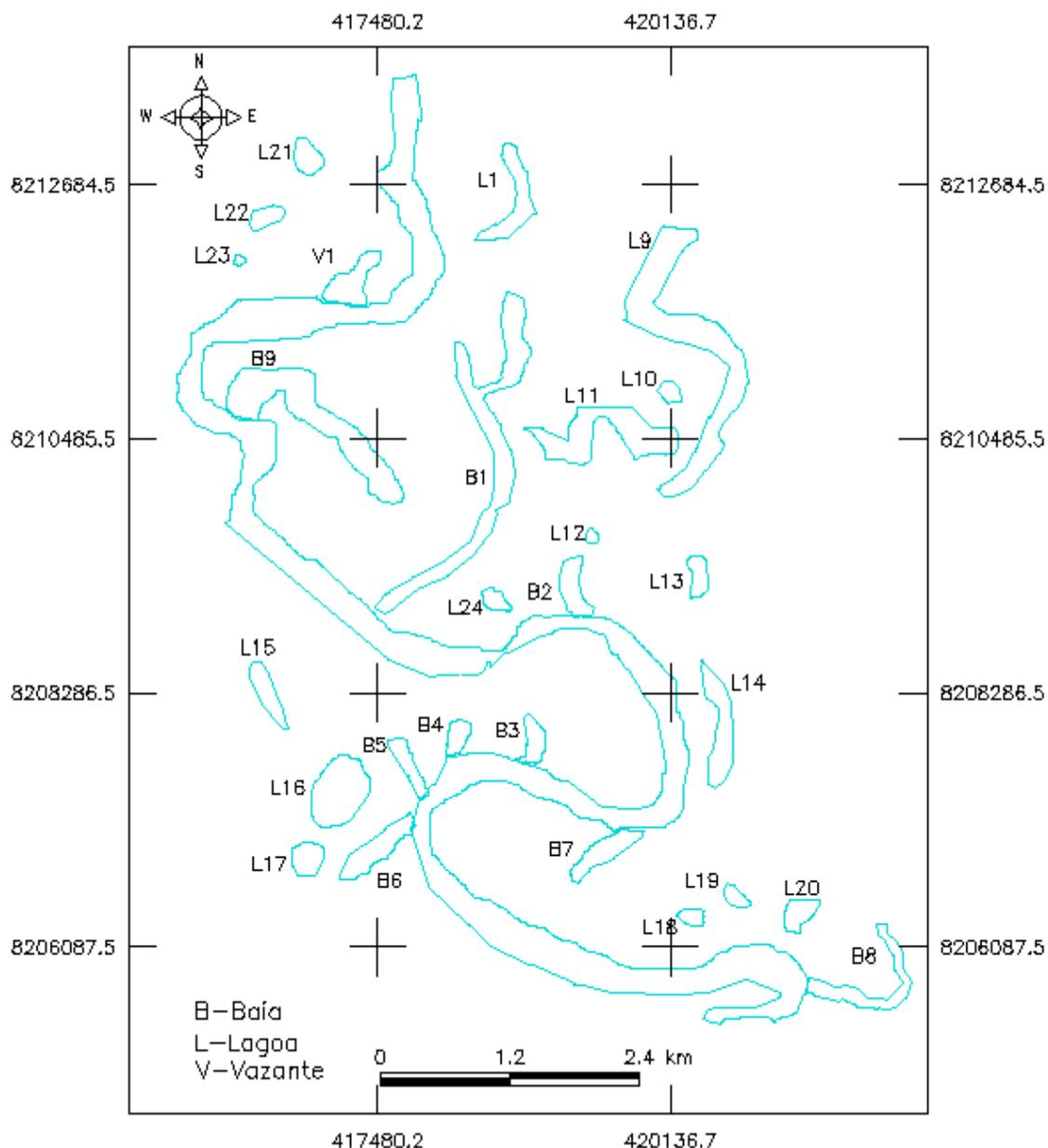


Figura 14 - Mudanças nas feições morfológicas na planície de inundação do rio Paraguai entre o Furado do Touro e a Passagem Velha/Cáceres-MT no ano de 1981. Fonte: INPE (24/07/1981)

3.3.3 Feições Morfológicas do Corredor Fluvial 1991

Na imagem orbital de 1991 ocorreu o aumento substancial de número de lagoas e baías aparecendo no período de 10 anos sete novas baías (B10, B11, B12, B13, B14, B15, B16) e 20 novas lagoas (L25 a L 44). As antigas baías e lagoas aumentaram a dimensão. A lagoa 15 juntou com a baía B5, as lagoas

L18, L19 e L20 se uniram com a B8, a lagoa L24 transformou-se em B12. No período de cheia a baía B1 interligava a B10 conectando ao rio Paraguai transformando-se em uma vazante com ligação direta com o Rio Paraguai (Figura 14). Essas mudanças podem estar associadas ao nível do rio (a altura da régua de Cáceres 2.72 m do rio) na data da Imagem Orbital, registrando 0.25 cm acima da imagem anterior (1981) (Figura 14).

Este período registra a ruptura do colo de meandro, ou seja, onde existia a baía B4 se transforma em canal secundário do rio (terminologia regional de furado). Esse processo de ruptura do colo do meandro é típico canal de padrão meandrante divagante. A migração das curvas meandro é resultado da atuação das forças hidráulicas e dinâmica remobilizando os materiais constituintes das margens, ou seja, o deslocamento da curva sobre o eixo meândrico. Estudos realizados por Cândido (1971) e Hickin e Nanson (1975) mostram a tendência dos meandros migrarem lateralmente e longitudinalmente para jusante ou montante.

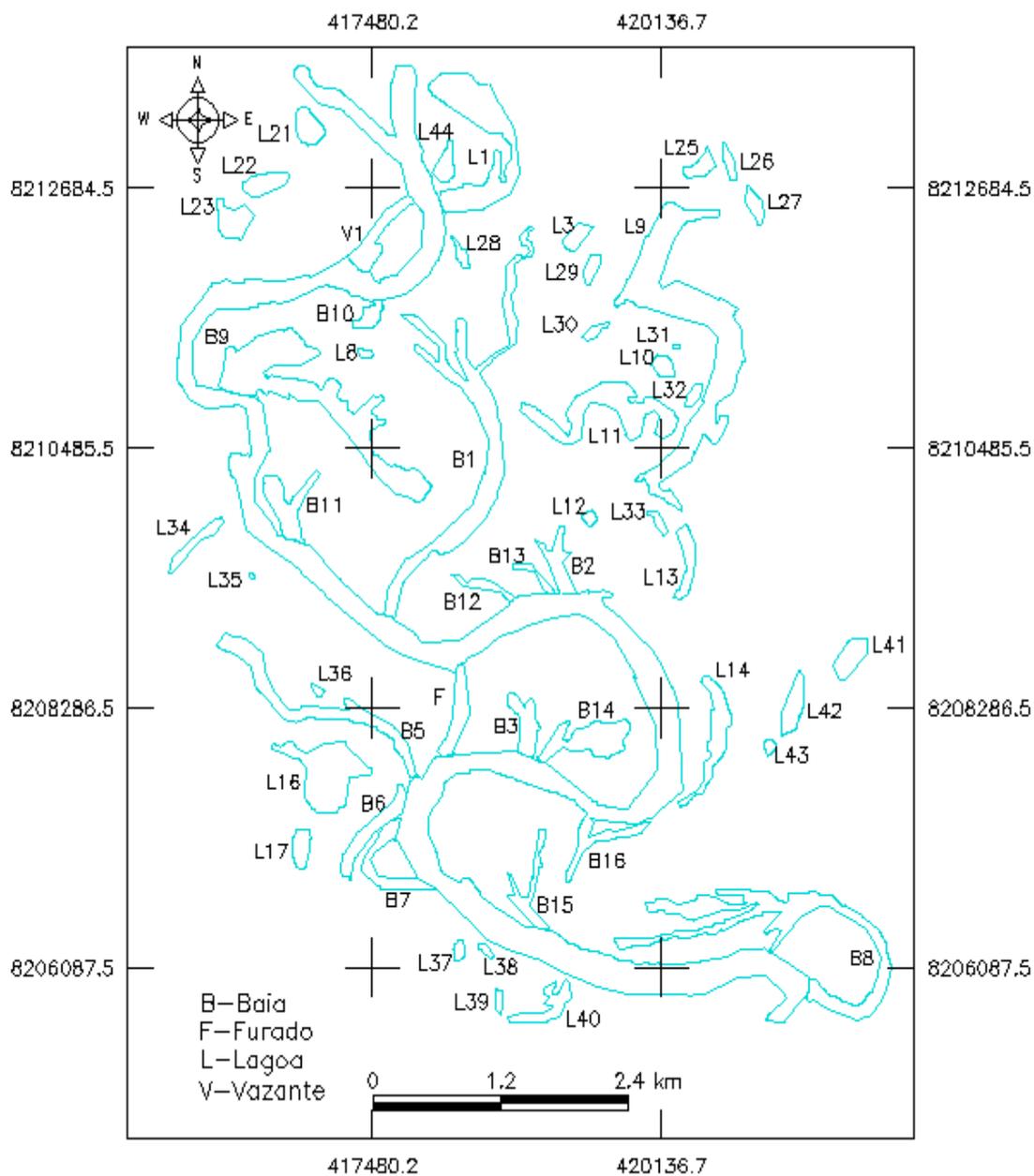


Figura 15 - Mudanças nas feições morfológicas da planície de inundação do rio Paraguai entre o Furado do Touro e a Passagem Velha/Cáceres-MT no ano de 1991. Fonte: INPE (24/07/1991)

3.3.4 Feições Morfológicas do Corredor Fluvial – 2001

O rompimento de colo de meandro pode ocorrer naturalmente ou sofrer aceleração antrópica como ocorreu na formação da Baía de Cáceres, orla da cidade que margeia o centro da cidade. De acordo com Mendes (1998), havia

um inconveniente em período de cheia do rio quando seu fluxo causava o “desbarrancamento” de suas margens que atravessava a cidade.

O Paraguai fazia outrora uma volta de cerca de dois quilômetros ao chegar à cidade de Cáceres, continuando depois paralelamente à direção anterior. Como tão forte encurvamento sucedia que a cidade ia sofrendo a ação das correntes periódicas com o desbarrancamento contínuo da margem em que esta assentada. Para evitar esse inconveniente o falecido Coronel (major) João Carlos Pereira Leite, chefe político da localidade, mandara rasgar o pequeno istmo formando uma grande curva, o que de fato diminuiu aquele efeito pela cessação da causa. Formando-se por isso pequena ilha alagadiça defronte a cidade, tomando aspecto de baía o primitivo leito do Rio (MENDES, 1998).

Nessa década é registrada alteração intensa na planície de inundação como o desaparecimento de 10 lagoas (L28, L30, L31, L35, L38, L39, L41, L42, L43 e L44). O fato de ter deixado de existir lagoas maiores como as lagoas (L41, L42, L43) podem ser atribuídas a dois fatores: ao rompimento do colo do meandro que modificou o traçado do rio, diminuindo volume de água para o meandro a jusante, e conseqüentemente o fluxo permanecia na calha, não transbordando para abastecer as lagoas, e; outra constatação é que essas lagoas encontravam próximo da foz do córrego Facão e podem ter recebido carga intensa de sedimentos resultando na colmatação e também ocorreu o surgimento de 4 novas lagoas (L45, L46, L47 e L48) (Figura 15).

Registraram algumas alterações no traçado do rio, a baía 4 (1981) que tinha evoluído para furado em 1991, transformou em leito principal; a baía B1 ligou-se com a baía B10 evoluindo para furado; a baía B11 desaparece e a B9 diminuiu sua área; parte desta perde a conexão formando a lagoa L45 (Figura 16).

As baías B1 e B10 se conectaram com rio Paraguai transformando-se em Furado devido o fato de possuir ainda pouco volume de água, a tendência natural será evoluir para leito principal.

A mudança na baía B9 pode ser justificada pelo processo de evolução da calha do rio com surgimento de um furado (evolução do rompimento no colo

do meandro), diminuído o fluxo do canal principal, resultando, assim em menor transbordamento para a planície o que abastece as baías (Figura 15).

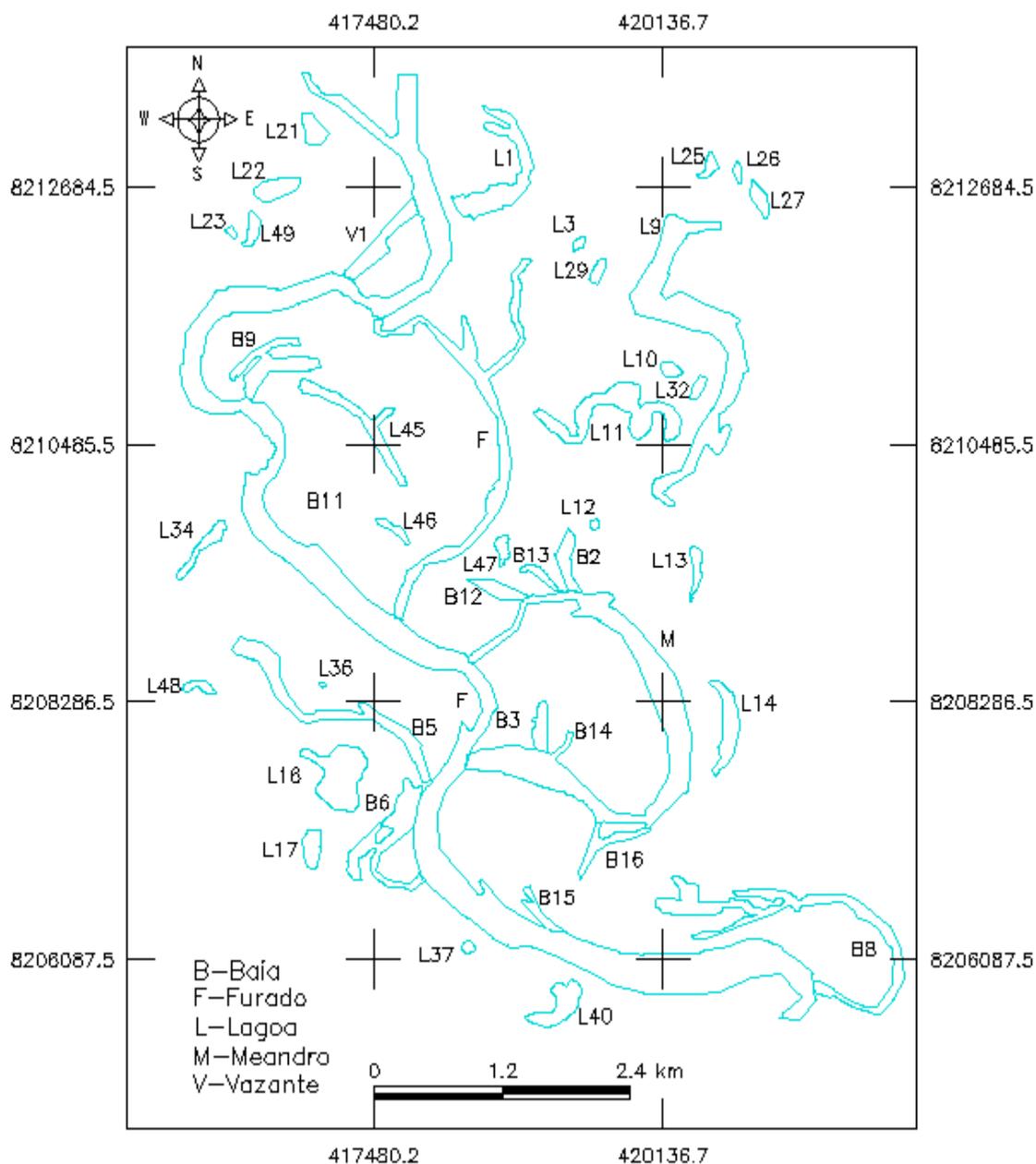


Figura 16 - Mudanças nas feições morfológicas na planície de inundação do rio Paraguai entre o Furado do Touro e a Passagem Velha/Cáceres-MT no ano de 2001. Fonte: INPE (24/07/2001)

3.3.5 Feições Morfológicas do Corredor Fluvial- 2010

A imagem orbital de 2010 mostra as configurações atuais das feições morfológicas do rio Paraguai e de sua planície de inundação. Comparando com

as imagens de décadas anteriores registram diversas alterações, tais como: reaparecimento das lagoas L28, L30 e L35, a lagoa L36 deixou de existir, surgem às lagoas L49, L50 e L51 e as baías B17 e B18 (Figura 16).

No ano de 2010, o Furado (antigo B1), possui ligação permanente ao leito do rio Paraguai, parte do fluxo do leito principal do rio passou a escoar pelo furado, diminuindo o fluxo do rio Paraguai e alterando a velocidade do fluxo contribuindo para deposição de carga de sedimentos formando barras centrais no leito e barras laterais.

Neste trecho (boca superior do Furado do Touro) o rio Paraguai possui de largura 156 m, porém, cerca de 132 m (2/3 terços) encontram-se obstruídos por sedimentos no lado convexo da curva de meandro (barras centrais) e na mesma margem ocorre a incidência de barra lateral propiciando a migração lateral do leito do rio no lado côncavo da curva.

O leito principal do rio agora escoar onde em 1973 era B4 transformando o antigo leito do rio em período de estiagem em um grande Meandro abandonado o que encurtou a distância do rio em aproximadamente 4.7 km em seu curso.

Ocorreu aumento substancial do corpo líquido na área conforme demonstra os quadros 04 e 05 com o aumento do número de lagoas, baías e furado (Figura 17).

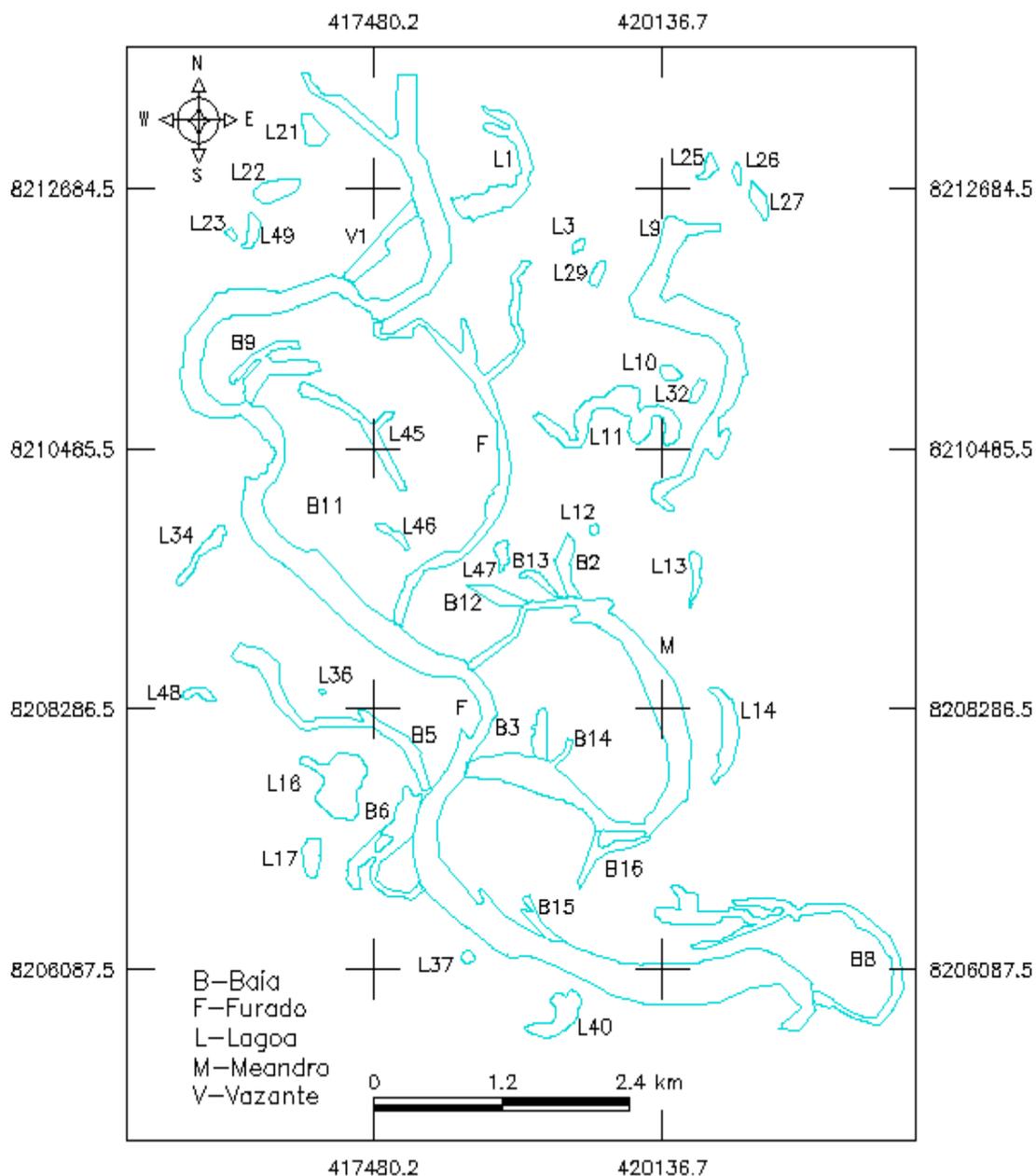


Figura 17 - Mudanças nas feições morfológicas do leito do rio Paraguai e da planície de inundação entre o Furado do Touro e a Passagem Velha/Cáceres-MT no ano de 2010. Fonte: INPE (24/07/2010)

3.4. Geformas Depositionais - Processos de Sedimentação

A deposição de sedimento do trecho estudado acontece no leito (principal e secundário) e na planície de inundação. Na calha do rio Paraguai é observado: barras centrais e laterais, barras submersas e canais de

preenchimento nas curvas dos meandros. Na planície de inundação registra a presença de bancos de sedimentos, diques marginais e terraços aluviais.

A origem da carga de sedimentos está associada à própria dinâmica do rio Paraguai; erosão na margem côncava e deposição na margem convexa. Dever ser considerado a contribuição dos afluentes no aporte de sedimentos que possui diversidade de uso da terra.

A sazonalidade do clima na região (período de estiagem e chuvoso) contribui para alternância entre período de cheias e estiagem. No período chuvoso o rio possui maior capacidade de transportar sedimentos, com a redução do fluxo no período de estiagem os sedimentos são depositados na planície. Essas variações contribuem para mudanças na dinâmica fluvial e na geometria hidráulica do leito, cujas alterações implicam na necessidade de um ajuste permanente das variáveis da calha (largura do canal, profundidade, sinuosidade, declividade, velocidade do fluxo) para atingir um novo estado de equilíbrio (PETTS e FOSTER, 1985; BEVEN e KIRKBY, 1979).

A sedimentação no leito está associada à redução da energia, contribuindo para diminuição da capacidade de transporte da carga de sedimentos na margem convexa. O acúmulo de carga grosseira na curva do meandro atua como soleiras, provocando uma redução na velocidade do fluxo e na capacidade de transporte a montante.

A deposição na planície de inundação acontece de acordo com capacidade de transporte do rio, o fluxo transbordado do leito para a planície possui geralmente, energia suficiente para o transporte de material mais leves (areia fina, argila e silte) que são depositados mais distantes na planície. Os materiais mais grosseiros (areia média e grossa) são depositados próximo ao leito do rio.

3.4.1 Composição Granulométrica dos Sedimentos de Fundo

Os sedimentos de fundo foram coletados em 10 seções transversais que correspondem a segmento do rio Paraguai, canal secundário e meandro

abandonado (Touro e a Passagem Velha) variaram entre areia (grossa, média, fina), silte e argila (Quadro 06).

A análise da composição granulométrica dos sedimentos de fundo nos dez pontos apresenta-se homogêneo no leito principal do rio Paraguai, sendo maior porcentagem de areia média e fina, o que demonstra que o rio possui maior capacidade de transporte sedimentos finos.

Os sedimentos de fundo coletados no leito do rio, no Furado em formação e no Meandro Abandonado apresentaram maior quantidade de areia média com a presença mínima de silte e argila que se depositam em maior quantidade na área do Meandro abandonado resultado da pouca velocidade de seu fluxo (Quadro 6).

Quadro 06 – Análise de sedimentos de fundo no leito do rio, furado e meandro do rio Paraguai entre o Furado do Touro e a Passagem Velha/Cáceres-MT (Fonte: ESFS/2010).

Ponto	Local	Sedimentos de Fundo									
		Areia Grossa		Areia Média		Areia Fina		Silte		Argila	
		G	%	G	%	G	%	g	%	g	%
1	Estirão a montante do Furado do Touro (rio Paraguai)	0.24	1.2	18.4	92.1	1.14	5.7	0.09	0.45	0.10	0.5
2	Estirão a jusante do Furado do Touro (rio Paraguai)	-	-	10.2	51.3	9.66	48.3	0.016	0.8	0.05	
3	Trecho superior do furado do Touro (canal secundário)	0.48	2.4	16.5	82.8	2.75	3.7	-	-	0.20	1.0
4	Trecho inferior do furado do Touro (canal secundário)	-	-	8.1	90.6	1.76	8.8	0.11	0.55	-	-
5	Trecho do Retiro Velho (rio Paraguai)	-	-	11.95	59.7	7.97	39.8	0.003	0.01	0.09	0.4
6	Estirão a jusante do Retiro Velho (rio Paraguai)	0.03	0.15	14.7	73.9	5.01	25.0	-	-	0.17	0.8
7	Estirão a montante da entrada do Rio Velho (rio Paraguai)	-	-	16.9	84.8	3.0	15	0.04	0.2	-	-
8	Estirão a jusante da boca inferior do Rio Velho (rio Paraguai)	2.09	10.4	17.5	87.9	0.40	2	-	-	-	-
9	Boca superior do Rio Velho (meandro abandonado)	0.16	0.8	15.2	76.2	4.28	21.4	0.31	1.55	-	-
10	Boca inferior do Rio Velho (meandro abandonado)	0.09	0.45	11.09	55.4	2.54	12.7	6.17	30.8	0.29	1.4

Seção 1 - Corresponde ao Estirão à montante do Furado do Touro (rio Paraguai)

Na seção 1 (leito do rio) pode-se quantificar a presença de areia grossa com 0.24 g (1.2%), areia média com 18.42 g (92.1%) e areia fina 1.14 g (5.7%). O silte apresentou 0.09 g (0.45%) e a argila 0.10 g (0.5%). Predominou a presença de areia média devido a pouca velocidade do fluxo na ordem de 0.20 m/s (Quadro 6).

Seção 2 - Corresponde Estirão a jusante do Furado do Touro (rio Paraguai)

Na seção 2 (leito do rio) não foi constatado a presença de areia grossa, registrou-se 10.26 g (51.3%) de areia média e 9.66 g (48.3%) de areia fina. O silte acumulado na amostra foi de 0.016 g (0.8%) e a argila 0.05 g (0.2%). Nesta seção, a velocidade média do fluxo do rio foi de 0.32 m/s (Quadro 6).

Seção 3 - Trecho superior do Furado do Touro (canal secundário)

Na seção 3, no trecho superior do furado do Touro, análise granulométrica mostra na sua composição, a presença de 0.48 g (2.4%) de areia grossa, 16.57 g (82.8%) de areia média, 2.75 g (3.7%) de areia fina e 0.20 g (1.0%) de argila. Não foi registrada a presença de silte. Verificou-se maior quantidade de sedimentos mais grosseiros, estando relacionado a maior velocidade do fluxo (0.47 m/s) esse trecho está evoluindo para se transformar no canal principal do rio (Quadro 6).

Seção 4 - Trecho inferior do Furado do Touro (canal secundário)

Na seção 4, ou seja, o trecho inferior do furado do Touro, não registrou a presença de areia grossa e argila. A granulometria variou em 18.13 g (90.6%) areia média, 1.76 g (8.8%) de areia fina e 0.04 g (0.55%) de silte. Possivelmente os sedimentos mais grosseiros foram depositados a montante devido a pouca velocidade em seu fluxo (15 cm/s) (Quadro 6).

Seção 5 - Trecho do Retiro Velho (Rio Paraguai)

Na seção 5 (leito) não foi registrado a presença de areia grossa. Enquanto que a areia média apresentou 11.95 g (59.7%) e 7.97 g (39.8%) de areia fina. O silte apresentou 0.003 g (0.01%) e a argila 0.09 g (0.4%). Este ponto possui maior velocidade (0.80 cm/s) que todos os outros pontos analisados resultado do estreitamento na largura do canal por atravessar uma área comprimida entre um pacote (área que não inunda) sedimentar e a planície de inundação. (Quadro 2 e 6).

Seção 6 - Estirão do rio Paraguai

Na seção 6 (leito do rio) apresentou 0.03 g (0.15%) de areia grossa 14.79 g (73.9%) de areia média, 5.01 g (25.0%) de areia fina e 0.17 g (0.8%) de argila. Não registrou a presença de silte. Neste ponto ocorre a diminuição da velocidade do fluxo do rio consideravelmente (0.34 cm/s) e com isso diminuindo a capacidade de transportar materiais mais grosseiros propiciando a acumulação de material como areia grossa, média e fina que culmina com a alargamento do canal do rio (186 m) e conseqüentemente com sua pouca profundidade (3.10 m) (Quadro 2 e 6).

Seção 7 - Estirão a montante da entrada do Rio Velho (rio Paraguai)

Na composição granulométrica da seção 7 (leito do rio) localizado imediatamente a jusante da boca inferior do Furado do Touro não foi registrado a ocorrência de areia grossa e argila. Apresentou 16.96 g (84.8%) de areia média, 3.0 g (15%) de areia fina e 0.04 g (0.2%) de silte. Nesse ponto ocorre o aumento da velocidade do fluxo para 0.48 m/s o que proporciona maior capacidade para o transporte de materiais mais grosseiros. (Quadro 6).

Seção 8 - Estirão à jusante da boca inferior do Rio Velho (rio Paraguai)

Na seção 8 (leito do rio) houve ocorrência de 2.00 g (10.4%) de areia grossa, 17.59 g (87.9%) de areia média e 0.40 g (2%) de areia fina. Não houve ocorrência de silte e argila. Neste ponto, com a menor velocidade do fluxo do Rio Paraguai em toda extensão da área de estudo (0.32 m/s), novamente percebe-se a presença de materiais mais grosseiros que se acumulam em áreas do leito onde o rio perde velocidade (Quadros 02 e 06).

Seção 9- Boca superior do Rio Velho (meandro abandonado)

Na seção 9 (meandro) registrou 0.16 g (0.8%) de areia grossa, 15.25 g (76.2%) de areia média, 4.28 g (21.4%) de areia fina e 0.31 g (1.55%) de silte. Neste ponto não é verificada a presença de argila. A velocidade do fluxo de água que se desvia do leito do rio para o meandro abandonado perde consideravelmente a velocidade (0.13 m/s), o que acarreta a deposição de sedimentos que variam entre grosseiros a finos (Quadro 06).

Seção 10 – Boca inferior do rio Velho (meandro abandonado)

Na seção 10 (meandro) registrou 0.09 g, (0.45%) de areia grosso, 11.09 g (55.4%) de areia média e 2.54 g (12.7%) de areia fina. Houve a presença acentuada de silte com 6.17 g (30.8%) e 0.29 g (1.4%) de argila. Este ponto

localiza-se próximo a desembocadura inferior do meandro com o rio Paraguai. Por esse motivo suporta a influência do maior corpo d'água do rio, represando suas águas, o que contribui para a redução da velocidade de seu fluxo na média de 0.017 m/s ou 1,7 cm/s propiciando nesse local uma área de deposição de sedimentos mais finos como areia média, areia fina, silte e argila (Quadro 6).

O transporte de sedimentos na Depressão do alto Rio Paraguai está relacionado diretamente com a declividade média do canal o que determina a velocidade do fluxo. De acordo com Ponce 1995, essa declividade entre a cidade de Cáceres-Mt até a Fazenda Descalvados (140 km) é de 6.54 cm/km.

Analisando a composição granulométrica de fundo pode-se verificar a que a areia fina e areia média representa 94.75% dos materiais depositados no leito do Rio Paraguai, no leito do Furado e no leito do Meandro. Destes, a areia média representa 73.51% e areia fina 21.24%: cabe ressaltar que grande parte de areia fina, em época de cheia do rio, se depositam na planície de inundação e, por isso, é encontrado maior quantidade de areia média em seu leito principal (Quadro 6).

3.4.2 Barras Laterais

Os rios de planície com canal meandrante escavam a margem côncava das curvas onde a velocidade de seu fluxo é maior e depositam e sedimentam na margem convexa onde a velocidade de seu fluxo é menor ocasionando a formação de barras laterais nas partes convexas das curvas de meandro.

As barras laterais 01 e 02 localizam-se na margem do leito principal do rio Paraguai sofrendo influência direta da calha do rio. Os sedimentos depositados nessas barras demonstram a estreita relação com os sedimentos de fundo coletados no leito do rio Paraguai, onde, verificou-se maior quantidade de areia média 90.44%. O que demonstra que esse material de granulometria fina (areia fina, silte e argila) percorrem maior distância no

período de cheia do rio Paraguai depositando-se na planície de inundação em locais mais afastados do leito principal.

Quadro 07 – Área de localização e composição granulométrica das barras laterais no trecho do rio Paraguai e meandro entre o Furado do Touro e a Passagem Velha/Cáceres-MT (Fonte: ESFS/2010).

Barra	Localização	Profundidade m/cm	Área he.	Barra Lateral de Sedimentos					
				Areia Grossa		Areia Média		Areia Fina	
				gr	%	gr	%	gr	%
01	16°10'11" S 57°46'26" W	15	3,9	1,17	5,85	18,47	92,35	0,36	1,8
		65		2,24	11,20	16,88	84,40	1,06	5,3
		1,20		2,50	12,50	16,44	82,20	1,06	5,3
02	16°11'00" S 57°46'52" W	15	0,9	-	-	19,56	97,80	-	-
		1,0		1,85	9,25	18,09	90,45	-	-
		1,20		0,84	4,20	19,09	95,45	-	-
03	16°11'46" S 57°45'33" W	15	1,1	-	-	8,85	44,25	11,08	55,40
		1,38		-	-	6,37	31,85	13,57	67,85

► Barra Lateral I

A primeira barra lateral (vazante) com área de 3.9 hectares ou 39.000 m² esta localizada em área de influência do leito do rio Paraguai. Na profundidade de 15 cm a granulometria registrou 1.17 g (5.85%) de areia grossa, 18.47 g (92.35%) de areia média e 0.36 g (1.8%) de areia fina. Na profundidade de 65 cm apresentou 2.24 g (11.2%) de areia grossa, 16.88 g (84.4%) de areia média e 1.06 g (5.3%) de areia fina. Enquanto que na profundidade de 1.20 m registrou 2.50 g (12.5%) de areia grossa, 16.44 g (82.2%) de areia média e 1.06 g (5.3%) de areia fina (Figura 17 e Quadro 07).

Na análise da composição granulométrica da barra lateral I pode-se verificar que predominou em todas as profundidades da barra, areia média com maior percentual. Podendo argumentar que o rio Paraguai nesse trecho possui maior capacidade de transportar sedimentos mais grosseiros, neste caso, areia média e areia grossa.



Figura 18 – Barra lateral I, localizada na margem direita do rio Paraguai na área da Vazante em período de cheia (Fonte: ESFS/2010).

► Barra Lateral II

A segunda barra (Planície do Retiro Velho) com área de 0.9 hectares ou 9.000 m² localiza-se em área de influência do rio Paraguai. A amostra retirada a 15 cm de profundidade apresentou 16.56 g (97.8%) de areia média e 2.2% de matéria orgânica. Não foram registrados a presença de areia grossa e fina nessa profundidade. A 1 m de profundidade registrou 1.85 g (9.25%) de areia grossa e 18.09 g (90.45%) de areia média, não apresentou areia fina na sua granulometria. A 1.20 m de profundidade foi registrada a quantidade de 0.84 g (4.2%) de areia grossa e 19.09 g (95.45%) de areia média. Não foi encontrado areia fina nessa profundidade (Figura18, Quadro 07). O fato de não apresentar materiais mais finos como areia fina, silte e argila ocorre por essa área se localizar imediatamente à jusante do ponto 5 onde o rio possui maior velocidade, portanto maior capacidade de transportar matérias mais finos que todos os outros pontos pesquisados. A presença de matéria orgânica é

resultado da serrapilheira que se depositam no lado convexo das curvas de meandro em estação de cheia do rio, onde este tem menor velocidade (Figura 18 - Quadros 02 e 07)



Figura 19 – Barra lateral II localização Poção do Touro margem direita do rio Paraguai (Fonte: ESFS/2010).

► Barra Lateral III

A barra 03 situada na área de influência do Meandro Abandonado com área de 1.1 hectare ou 10.100 m² difere-se das demais pelo fato de estar localizada na planície de inundação do rio e não próximo ao seu leito.

Na profundidade de 15 cm foi registrado a presença de 11.08 g (55.4%) de areia fina e 8,85 g (44.25%) de areia média e na profundidade de 1.38 m os resultados mostraram 13,57 g (67.85%) de areia fina e 6,37 g (31,85%) de areia média. Não foi encontrado nessa área (planície de inundação) a presença de areia grossa fator demonstrativo da pouca capacidade de transporte de sedimentos do fluxo do rio após seu transbordamento para a planície de inundação (Figura 19, Quadro 07).



Figura 20 – Barra lateral III encontra-se em um meandro abandonado pelo rio Paraguai (Fonte: ESFS/2010).

3.4.3 Deposição de Sedimentos na Planície de Inundação

De acordo com Christofolletti, (1981) a análise dos processos Geomorfológicos nos fornece subsídios sobre os aspectos da topografia atual, sobre diversas condições das funções bióticas e abióticas para compreender as formas esculpidas pelas forças destruidoras do relevo e as originadas nos ambientes deposicionais.

A Planície de Inundação no segmento estudado do rio Paraguai corresponde a aproximadamente 5 km de largura. Observa-se a presença de diversas feições como: lagoas, baías, corixos, meandros, vazantes, antigos e novos canais.

As análises apontaram a deposição de sedimentos na caixa 01 instalada na planície de inundação próximo ao leito do rio foi equivalente a 3.850,13 kg

p/m², com a sedimentação na base dos pinos de 4,00 cm p/m². Os materiais depositados nas caixas apresentaram na sua composição granulométrica 19.36 g (96,8%) de areia média, 0.50 g (2,5%) de silte e 0,14 g (0.7%) de argila com sedimentação 4.00 cm/m² (Quadro 8).

Nos pinos instalados junto à caixa 01 mensurou-se 2.2, 1.5, 1.8 e 2.2 cm de sedimentos acumulando a média de 1.92 cm/m².

No segundo ponto foi instalado a caixa 02 e 04 pinos na planície próxima ao leito principal do rio na região do Retiro Velho. A caixa foi destruída por ação humana não sendo possível a análise dos materiais, situação esta prevista com a instalação dos pinos. Nessa área utilizamos como referência os dados recolhidos através dos pinos. De acordo informações obtidas nos pinos, a acumulação de sedimentos foi respectivamente 1.0, 4.0, 5.0 e 3.0 resultando na média de sedimentação de 3.25 cm p/m² (Quadro 08).

No terceiro ponto foi inserida somente a caixa 03 sem a presença dos pinos na planície de inundação de abrangência do antigo canal principal do rio (meandro). A caixa registrou o peso de 5.066,89 Kg p/m² com a altura da sedimentação de 10,5 cm p/m². Apresentou na sua composição granulométrica 5,33 g de areia fina, 14,05 g de silte e 0,62 g de argila.

No último ponto foi implantado a caixa 04 e 4 pinos na área de abrangência do antigo canal (Meandro) a caixa 04 apresentou peso de 4.267,87 kg p/m² com altura de sedimentação de 6,75 cm p/m² e sendo registrado na sua granulometria 3,95 g de areia fina, 15,50 g de silte e 0,49 g de argila.

Os pinos instalados próximos à caixa 04, em área de influência do meandro abandonado, porém, mais distante do leito do rio Paraguai, apresentou maior sedimentação que os pinos instalados próximo ao leito principal com: 5.0; 5.0; 8.0 e 9.0, cm p/m² correspondendo a uma média de acumulação de sedimentos de 6,75 cm p/m² (Quadro 08).

Quadro 08 - Acumulação de sedimentos na caixa e pinos na planície de inundação do rio Paraguai em Cáceres-MT. (Fonte: ESFS/2010).

Acumulação de Sedimentos Caixa				Acumulação de Sedimentos Pinos			Planície de Inundação		
Caixa	Local	Peso/ Kg	Altura sedimentação Cm/m ²	Pinos	Acumulação cm	Média Acumula da cm	Areia	Silte	Argila
01	Leito Rio	3.850,13	4,00	1	2.2	1,92	19,36	0,50	0,14
				2	1.5				
				3	1.8				
				4	2.2				
02	Leito Rio	--	3,65	1	1.0	3,25	-	-	-
				2	4.0				
				3	5.0				
				4	3.0				
03	Meandro	5 066,89	10,5	1	-	-	5,33	14,05	0,62
				2	-				
				3	-				
				4	-				
04	Meandro	4 267,87	6,75	1	5.0	6,75	3,95	15,50	0,49
				2	5.0				
				3	5.0				
				4	5.0				

Os pontos 01 e 02 próximos ao leito principal (rio Paraguai) apresentaram menor sedimentação, predominando sedimentos mais grosseiros (areia média) sem a presença de sedimentos mais finos como argila e silte. Nos pontos 03 e 04 no canal secundário (meandro abandonado) foram registrados maior sedimentação com predominância de sedimentos mais finos (areia fina, silte e argila) demonstrando a pouca capacidade do fluxo do rio Paraguai para o transporte de sedimentos mais grosseiros ao longo de sua planície de inundação.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na área de estudo verificou-se o canal do rio de forma meândrica com sinuosidade de 2,57 com a presença de vazantes em época de cheia, meandros abandonados e a formação de ruptura de colo de meandro, diques semicirculares ou barra de meandro que são os materiais que se acumulam na parte convexa das curvas de meandro onde o fluxo do rio possui menor

velocidade, banco de solapamento que corresponde à margem côncava e abrupta da curva de meandro causando erosão por solapamento e conservando a verticalidade das margens, colo de meandro, ou seja, a deposição de sedimentos que sua tendência é levar o meandro a ser cortado ou estrangulado do leito principal do rio e os point-bars que correspondem aos bancos arenosos construídos pelo rio no lado interno da curva pelos materiais arrancados de bancos de solapamento situados a montante. Via de regra, onde o fluxo do rio possui maior velocidade (lado côncavo das curvas de meandro) para o transporte de materiais mais grosseiros estes são arrancados e depositados à jusante no lado convexo das curvas, onde o rio possui menor velocidade (energia) em seu fluxo.

A área registra mudanças expressivas no traçado do rio Paraguai no trecho estudado, ocorrendo à migração lateral principalmente nas margens convexas alcançando o total de 193.16 m durante o período deste estudo. A migração lateral do canal está relacionada diretamente ao tipo de canal meandrante onde, através da erosão marginal acontece o processo de remoção de materiais das margens côncavas, esses materiais são depositados nas margens convexas a jusante culminando com a formação das barras laterais.

As mudanças ocorridas nesse trecho estão associadas à variação do volume do fluxo (cheia e estiagem), ao baixo gradiente topográfico do rio, que contribui para diminuição da energia fluvial perdendo a capacidade de transportar sedimentos que são depositados à jusante no próprio leito, nas barras laterais e na planície de inundação. Com a baixa declividade do curso do rio em relação ao seu entorno, no período de cheias o rio transborda para a planície transportando os sedimentos mais finos e os mais grosseiros acumulam-se próximo às margens.

O estudo mostra mudanças ocorridas no leito principal do rio e em sua planície de inundação. Nesse período aparecerem e desapareceram diversas dessas feições como: baías, lagoas, furados, vazantes, corixos e meandros, bem como, ocorreram modificações no curso do leito principal do rio. Todas as feições morfológicas localizadas na planície de inundação estão relacionadas

aos períodos de cheia do rio que provoca com o transbordamento de suas águas a acumulação de sedimentos causando mudanças em suas feições morfológicas.

O desaparecimento de lagoas e baías na planície do rio Paraguai acontece devido principalmente à diminuição do fluxo que abastece as mesmas e também pela acumulação de sedimentos transportados pelo rio ao longo dos anos em período de cheia que vão se acumulando nas áreas deprimidas onde se localizam essas feições (lagoas e baías).

A composição de sedimentos de fundo do leito do rio Paraguai apresentou 94,75% de areia fina e média, mostrando que o rio possui pouca capacidade de transportar sedimentos grosseiros. Quanto à sedimentação na planície de inundação do rio Paraguai, os materiais coletados nas caixas mostram que nas áreas próximas ao leito do rio Paraguai recebe menor quantidade de sedimentos aproximadamente 2,58 cm/m² anuais com porcentagem maior de areia média, enquanto no canal secundário (meandro abandonado) recebem maior quantidade de sedimentos, na ordem de 6,75 cm/m² anuais com maior porcentagem de silte o que corrobora de forma significativa para as transformações em suas feições geomorfológicas.

5. REFERÊNCIAS

BEVEN, K. J., & KIRKBY, M. J. A Physically Based, Variable Contributing Area Model of Basin Hydrology. *Bulletin of Hydrological Sciences*, 1979. 24(1), p.43-69.

BROOKES, A. River channel change. In: PETTES, G.; CALOW, P. (Ed.) *River flows and channel forms*. Blackwell Science, 1996.

CÂNDIDO A. J. Contribuição ao estudo dos meandramentos fluviais. *Notícia Geomorfológica*, Campinas, v. 11, 1971.

CHRISTOFOLETTI, A. *Geomorfologia fluvial*. São Paulo: Edgard Blucher, 1981, 313 p.

CHORLEY, R.J.; SCHUMM, S.A., SUGDEN, D.E., Geomorphology. Methuen, Inc., New York, 1985, 607p.

CUNHA, S.B. Geomorfologia Fluvial. Cap.5. GUERRA, A.J.T. e CUNHA, S.B. (org.). Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. 2.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 1995, 472 p.

CUNHA, S. B. Bacias Hidrográficas. *In*: CUNHA, S. B., GUERRA, A. J. T. (orgs) Geomorfologia do Brasil. Ed. Bertrand do Brasil. Rio de Janeiro, 1998, 229-265.

DIETRICH, W. E. Mechanics of flow and sediment transport in river bends. *In*: PETTS, G. (Ed.) Rivers a landscape. Edward Arnold, 1985, p. 158-174.

DNOS. Estudos hidrológicos da Bacia do Alto Paraguai. Rio de Janeiro: Programa das Nações Unidas para Desenvolvimento, 1978. 284 p. (Relatório Técnico).

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

FERNANDEZ, O. V. Q. Mudanças no canal fluvial do Rio Paraná e processos de erosão nas margens: Região de Porto Rico, PR. Dissertação de Mestrado, UNESP, Instituto de Geociências e Ciências Naturais. Rio Claro. 1990, 85 p.

FONTES, L.C.S. Erosão marginal no baixo curso do Rio São Francisco: um estudo de caso de impactos geomorfológicos à jusante de grandes barragens. Dissertação de Mestrado. Curso de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente Universidade Federal de Sergipe, 2002, 249 p.

GOSWAMI, A *et al.* O UNIVERSO AUTOCONSCIENTE como a consciência cria o mundo material. 3 ed. Rio de Janeiro: Record: Rosa dos Tempos, 2000.

HICKIN, E. J.; NANSON, G. C. The character of channel migration on the eatton River, northeast British Columbia, Canada. The Geological Society of America Bulletin, v. 86, 1975.

INPE: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>. Acesso em junho 2010.

JUSTINIANO L. A. A. Dinâmica fluvial do rio Paraguai entre a foz do Sepotuba e a foz do Cabaçal. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais UNEMAT. 2010, 73p.

KELLERHALD, R.; CHURCH, M.; BRAY, D. Classification and analysis of river processes. American Society of Civil Engineers Proceeding. Journal of the Hydraulics Division, 1976, p. 813-829.

LAWLER, E, S. MOHRMAN e G. LEDFORD. Creating High Performance Organizations. San Francisco, Cal.: Jossey Bass, 1995. 186 p.

LEOPOLD, L.; WOLMAN, M.G.; MILLER, J.P. Fluvial process in Geomorphology. San Francisco: Editora H.W. Freeman. 1964, 201 p.

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

MINISTÉRIO DO EXÉRCITO - Diretoria de Serviços Geográficos do Exército (DSG). Serviços Aerofotogramétricos Cruzeiro do Sul S.A. – Carta Cáceres - Fotografia aéreas de 1967 do AST – 10/USAF. Apoio suplementar em 1973.

MORAIS, R.P. Mudanças históricas na morfologia do canal do rio Araguaia no trecho entre a cidade de Barra do Garças (MT) até a Foz do rio Cristalino na Ilha do Bananal no período entre as décadas de 60 e 90. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Goiás, 2002, 176 p.

NASA - <http://glcfapp.glc.f.umd.edu:8080/esdi/index.jsp> Acesso: agosto/2010.

PETTS, G.; FOSTER, I. Rivers and landscape. London: Edward Arnold ed. 1985.

PONCE, V. M. Impacto hidrológico e ambiental da hidrovía Paraná-Paraguai no Pantanal Matogrossense. Um estudo de referência. San Diego, State University, Califórnia, 1995. 134 p.

RIBEIRO, J. C. Morfopedologia aplicada ao diagnóstico e prevenção dos processos erosivos lineares da bacia hidrográfica do Alto Rio da Casca. Dissertação (Mestrado) apresentada à faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade Federal do Estado de Mato Grosso, Cuiabá/MT, 2001.

ROCHA, P. C. Erosão marginal em canais associados ao rio Paraná, na região de Porto Rico-PR. Tese de Mestrado. Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais UEM. Maringá, 1996.

ROCHA, P. C. Dinâmica dos canais fluviais no sistema Rio - Planície Fluvial do Alto Rio Paraná, nas proximidades de Porto Rico-PR. Tese de Doutorado. Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais UEM. Maringá. 2002, 169 p.

SILVA, A. J. Avaliação da erosão na margem direita do rio Paraguai a jusante da praia do Julião no município de Cáceres – MT. Monografia em licenciatura em Geografia. Universidade do Estado de Mato Grosso – MT, 2006.

SOUZA, C. A. Bacia hidrográfica do córrego Piraputanga MT: Avaliação da dinâmica atual. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 1998.

SOUZA, C. A. de. Dinâmica do Corredor Fluvial do Rio Paraguai entre a Cidade de Cáceres e a Estação Ecológica da Ilha de Taiamã-MT. Tese (Doutorado em Geografia) Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Rio de Janeiro. 2004, 173 p

SOUZA, C.A; 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. REAGB – Seção Três Lagos, v. 1, n.5, 2007, p.18-43. Disponível em: http://www.ceul.ufms.br/revista-geo/artigo_celia_sandra_2.pdf. Acesso: 10.08.2010.

SUGUIO, K.; BIGARELLA, J. J. Ambientes fluviais. 2. ed. Florianópolis: Ed.UFSC/ UFPR, 1979, 183 p.

WENTWORTH, C.K. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal of Geology*, 1922, 30: 377-392.

CONSIDERAÇÃO FINAIS GERAIS

O Pantanal Mato-grossense ainda é uma região pouco estudada. Enfatizo aqui a importância que os estudos a nível regional e principalmente local contribuem para a compreensão deste complexo sistema ecológico como um todo. Os resultados apresentados por este estudo demonstram que o rio Paraguai, bem como todo Pantanal Mato-grossense encontra-se ainda em estágio bastante natural em sua planície de inundação, onde, a própria natureza se incumbiu para dificultar sua ocupação e em estágio bastante avançado pela interferência humana em todo seu entorno, ou seja, nas áreas mais altas onde nunca é inundada pelas cheias sazonais do rio.

O Pantanal apresenta diferenças em toda sua extensão. A precipitação atmosférica difere entre sua área de planalto (mais alta) e sua área de planície, sendo que, na área mais ao norte (planalto) a precipitação se apresenta quantitativamente entre 1.500 e 1.600 mm anuais e na área mais ao centro (Parque Nacional do Pantanal) sua média de precipitação é mensurada em média de 1.100 mm anuais.

Toda área não inundáveis da Formação Pantanal originalmente era composta de Cerrado sendo substituída por capim para criação de bovinos. A vegetação encontrada em ambas as áreas também se diferem a nível de apresentarem vegetação endêmicas dentro de áreas restritas do Sistema Ecológico Pantaneiro, tanto em Mato Grosso quanto em Mato Grosso do Sul.

Este estudo foi estruturado em dois capítulos. O primeiro capítulo apresentou os fatores ambientais e seus indicadores e o uso e ocupação da calha do rio Paraguai e de sua planície de inundação no trecho entre o Furado do Touro e a Passagem Velha no Pantanal de Cáceres-MT. No segundo capítulo desta Dissertação tratou-se da evolução morfológica da calha e da planície de inundação do rio Paraguai através do acompanhamento tempororo/espacial das transformações de suas feições morfológicas no período de (1973/2010) 38 anos tendo como base as informações obtidas por imagens orbitais.

No primeiro capítulo o estudo demonstrou que o trecho possui diversas variedades de formas geomorfológicas as quais podem ser denominadas de positivas (depósito em barra em pontal, diques marginais e ilhas fluviais) e negativas (lagoas, baías, braços e furados) com precipitação atmosférica distribuídos em dois períodos bem definidos, isto é, época de chuvas intensas (outubro/abril) e período de estiagem (maio/setembro).

Quanto ao uso e ocupação da área verificou-se que nas áreas mais altas do entorno de sua planície de inundação a vegetação natural (cerrado) foi totalmente substituída por pastagem para criação de bovinos mantendo-se conservada as vegetações localizadas em sua planície onde ocorre inundação anualmente. A calha do rio Paraguai é utilizada para navegação voltada principalmente para o turismo e lazer.

No segundo capítulo deste estudo o mapeamento em escala temporal (1973/2010) possibilitou o acompanhamento das transformações ocorridas no período de 38 anos. Demonstrou as alterações ocorridas nas diversas feições morfológicas que compõe a área, tais como, surgimento de lagoas e baías, redução e aumentos nas áreas de lagoas e baías, desaparecimentos de lagoas, transformação de furado em leito principal do rio, formação de novo furado e a elevada acumulação de sedimentos tanto na calha do rio quanto em sua planície de inundação.

A ação mais significativa relacionada às transformações nas feições do rio Paraguai e sua planície de inundação esta na formação de um novo furado com a tendência natural para evolução a canal principal do rio transformado o que hoje é o canal principal do rio em um grande Meandro e desviando-se seu fluxo das propriedades agropastoris que hoje margeia.

A abordagem realizada neste trabalho reforça a necessidade do desenvolvimento de atividades de pesquisa na área de gestão ambiental em segmentos mais localizados do Sistema Ecológico Pantaneiro o que possibilitará maior entendimento de seu funcionamento geral.