UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
FACULDADE DE CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
MESTRADO EM GEOGRAFIA

VANILDA SOARES PRUDENCIO

ALTERAÇÕES NO CANAL DOS FONTES: DINÂMICA FLUVIAL E AVALIAÇÃO AMBIENTAL, CÁCERES/MT.

CÁCERES - MT
2022

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
FACULDADE DE CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
MESTRADO EM GEOGRAFIA

VANILDA SOARES PRUDENCIO

ALTERAÇÕES NO CANAL DOS FONTES: DINAMICA FLUVIAL E AVALIAÇÃO AMBIENTAL, CÁCERES/MT.

Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Geografia para a obtenção do Título de Mestra em Geografia.

Orientador: Prof.ª Dr.ª Célia Alves de Souza

CÁCERES - MT

2022

Walter Clayton de Oliveira CRB 1/2049

P971a

PRUDENCIO, Vanilda Soares.
Alterações no Canal dos Fontes: Dinâmica Fluvial e Avaliação Ambiental, Cáceres/MT / Vanilda Soares Prudencio – Cáceres, 2022.
138 f.; 30 cm. (ilustrações) Il. color. (sim)

Trabalho de Conclusão de Curso (Dissertação/Mestrado) – Curso de Pós-graduação Stricto Sensu (Mestrado Acadêmico) Geografia, Faculdade de Ciências Humanas, Câmpus de Cáceres, Universidade do Estado de Mato Grosso, 2022.
Orientador: Célia Alves de Souza

1. Ambientes Fluviais. 2. Influência Antrópica. 3. Urbanização. 4. Hidrodinâmica. I. Vanilda Soares Prudencio. II. Alterações no Canal dos Fontes: Dinâmica Fluvial e Avaliação Ambiental, Cáceres/MT: .

CDU 913(817.2)

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
FACULDADE DE CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
MESTRADO EM GEOGRAFIA

VANILDA SOARES PRUDENCIO

ALTERAÇÕES NO CANAL DOS FONTES: DINÂMICA FLUVIAL E AVALIAÇÃO AMBIENTAL, CÁCERES/MT.

Esta dissertação foi julgada e aprovada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Geografia, junto ao Programa de Pós-graduação em Geografia (PPGGeo), da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT).

Cáceres-MT, 22 de setembro de 2022.

Banca Examinadora

Documento assinado digitalmente
gov.br CELIA ALVES DE SOUZA
Data: 02/05/2023 16:44:14-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

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

Documento assinado digitalmente
gov.br LEILA NALIS PAIVA DA SILVA ANDRADE
Data: 15/04/2023 17:01:37-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Drª. Leila Nalis Paiva da Silva Andrade
Avaliadora Interna
Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT)

Documento assinado digitalmente
gov.br ERNANDES SOBREIRA OLIVEIRA JUNIOR
Data: 30/04/2023 17:33:05-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Dr. Ernandes Sobreira Oliveira Junior
Avaliador Interno
Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT)

Documento assinado digitalmente
gov.br JEAN DA SILVA CRUZ
Data: 15/04/2023 10:45:41-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Dr. Jean da Silva Cruz
Avaliador Externo
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP)

CÁCERES – MT

2022

Dedico este trabalho à minha família, a todos os pesquisadores vinculados ao Programa de Pós Graduação em Geografia (PPGGEO) e ao grupo de pesquisadores do Laboratório de Pesquisa em Geomorfologia Fluvial “Sandra Baptista Cunha” (LAPEGEOF).

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela sabedoria e bençãos concedidas a mim durante esta jornada, pois em meio às dificuldades, especialmente as relacionadas ao período pandêmico, vivenciado mundialmente, Ele me concedeu força e fé em todos os momentos.

Agradeço à minha família por permanecer me apoiando e compreendendo os momentos em que estive ausente, para me dedicar no desenvolvimento da minha dissertação.

Agradeço a todos os meus amigos que me incentivam constantemente, em especial ao William, Sebastião, Vinicius e Maxsuel, que além da amizade, me auxiliaram sem medir esforços nas atividades de campo e laboratoriais, tornando assim, fundamentais para o desenvolvimento da minha pesquisa. MUITO OBRIGADA!!!

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em *Stricto Sensu* em Geografia (PPGEO) e todos os professores vinculados ao programa.

Ao Laboratório de Pesquisa em Geomorfologia Fluvial (LAPEGEOF) e ao Laboratório de Ictiologia do Pantanal Norte (LIPAN), agradeço pelo espaço, materiais e equipamentos disponibilizados, os quais contribuíram de forma veemente para a execução da minha pesquisa.

A todos, gratidão!

“A vitória está reservada para aqueles que estão dispostos a pagar o preço (Sun Tzu)”.

RESUMO

O canal dos Fontes localizado na zona urbana do município de Cáceres-Mato Grosso possui extensão de 14,93 km criado para drenagem urbana a população de bairros próximos, este canal tem apresentado alterações que estão diretamente relacionadas com a ocupação irregular, bem como mudanças na dinâmica fluvial do canal. Neste sentido, a presente pesquisa teve como objetivo analisar o uso da terra, a hidrodinâmica, as condições morfológicas e ambientais do canal dos Fontes no município de Cáceres/MT. Para o desenvolvimento desta pesquisa, foi realizado trabalho de gabinete com levantamento de dados bibliográficos para suporte teórico-conceitual do estudo; mapeamento dos elementos ambientais; caracterização ambiental da bacia e sistematização de dados. No trabalho de campo, nas 08 seções definidas ao longo do perfil longitudinal da nascente até a foz, foram realizadas: reconhecimento da área de estudo, coletas de amostras de sedimentos (fundo e suspensão) em um período de cheia e de estiagem, coletas de dados hidrodinâmicos (velocidade do fluxo, largura, profundidade), registros aéreos fotográficos e aplicação de protocolo de avaliação rápida, através dos parâmetros definidos. Por fim, na etapa de atividade de laboratório realizou sistematização de dados e averiguação das inter-relações entre os componentes naturais da área de drenagem e sua relação com o canal dos Fontes através dos mapeamentos temáticos (geologia, relevo, clima, solos e vegetação). A análise apresentou diferentes ocupações: 79,97% de pastagens, 19,09% de influência da área urbana e 0,94% de Floresta Estacional Sempre-Verde Aluvial. A avaliação das condições hidrodinâmicas permitiu verificar uma intensa concentração de sedimento suspenso ao longo do canal, com destaque para o período de fevereiro/2021 a seção 5 com 284,00 mg/l e no período de outubro/2021, a maior concentração foi na seção 7, apresentando uma concentração de sedimento suspenso de 580,00 mg/l. Na análise granulométrica realizada no período de cheia, a seção 8 registrou maior percentual de areia fina com 79,05% e, no período de estiagem, a seção 2 apresentou 82,39% em areia fina em sua composição granulométrica. Considerando que todas as seções registraram maior predominância em areia fina, o menor índice verificado foi na seção 3, registrando 49,50% no período de cheia e na seção 8 com 49,65% no período de estiagem. A análise ambiental permitiu averiguar que todos os canais se encontram alterados mediante a avaliação através da aplicação do protocolo, alguns trechos com maiores impactos ambientais causados pela urbanização que avança ao longo das margens fluviais no caso das seções 4, 5, 6 e 8, além da utilização do canal para despejos de dejetos e lixos domésticos. A área de estudo trata-se de uma bacia hidrográfica totalmente alterada, sendo em alguns pontos com maior intensidade, com concentração de sedimento suspenso, obstrução de vegetação no canal, acúmulos de lixos urbanos que contribui para o entupimento de algumas áreas, bem como barramento do fluxo da água no canal. Medida como implantação de planejamento específico para recuperação deste canal urbano podem diminuir os impactos ambientais.

Palavras-chave: ambientes fluviais, influência antrópica, urbanização e hidrodinâmica.

ABSTRACT

The Fontes channel has presented alterations that are directly related to the irregular occupation and alteration of the fluvial dynamics of the channel. In this sense, the present research aimed to analyze the land use, hydrodynamics, morphological and environmental conditions of the Fontes channel in the municipality of Cáceres/MT, through the identification of environmental elements, evaluation of hydrodynamic and sedimentary parameters and, qualitative and quantitative analysis of the morphological and environmental panorama of watercourses and marginal areas, through the application of protocols. During the development of this research, a desk work was carried out collecting bibliographic data for theoretical-conceptual support of the study; mapping of environmental elements; environmental characterization of the basin and data systematization. In the field work, in the 08 sections defined along the transversal profile from the source to the mouth, the following were carried out: recognition of the study area, collection of sediment samples (bottom and suspension), collection of hydrodynamic data (flow velocity, width, height, depth), aerial photographic records and application of a rapid assessment protocol, through the defined parameters. In the laboratory activity, he carried out data systematization and investigation of the interrelationships between the natural components of the Fontes channel (geology, geomorphology, climate, soils and vegetation). The analysis showed different occupations: 79.97% of pastures, 19.09% of urban area influence and 0.94% of preserved area (Aluvial Seasonal Evergreen Forest). The evaluation of the hydrodynamic conditions allowed us to verify an intense concentration of suspended sediment along the channel, highlighting in the period of February/2021, section 5 with 284.00 mg/l and in the period of October/2021, the highest concentration was in the section 7 , showing a suspended sediment concentration of 580.00 mg/l. In the granulometric analysis carried out during the high season, section 8 recorded the highest percentage of fine sand with 79.05% and, in the dry season, section 2 presented 82.39% of fine sand in its granulometric composition. Considering that all sections recorded a greater predominance of fine sand, the lowest rate was found in section 3, recording 49.50% in the high season and in section 8 with 49.65% in the dry season. The environmental analysis made it possible to verify that all the channels are altered, some stretches with greater environmental impacts caused by the urbanization that advances along the river banks, in addition to the use of the channel for dumping of waste and domestic waste. The study area is a completely altered hydrographic basin, being in some points with greater intensity, with concentration of suspended sediment, obstruction of vegetation in the channel, accumulation of urban waste that contributes to the clogging of some areas, as well as a dam. of water flow in the channel. However, measured as the implementation of specific planning for the recovery of this urban channel; broad adequacy of the sewage network; regular and more frequent garbage collections; investment in planting vegetation on the banks of the stream; reduction of channel straightening practices and channel cleaning by machinery can reduce the impacts of erosion processes, thus providing for the recovery of the Fontes channel.

Keywords: river environments, human influence, urbanization and hydrodynamics.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1	Localização da área de estudo.....	53
Figura 2	A) Coleta de sedimentos de fundo; B) Averiguação de medidas da profundidade do canal em relação à lâmina d´agua; C) Ficha de campo com anotações de dados; D) Aplicação de protocolo de avaliação rápida.....	54
Figura 3	Demonstração de pesagem do sedimento suspenso dos pontos coletados, com utilização de béquer com amostras no seu interior, e balança laboratorial de precisão.....	57
Figura 4	Demonstração do processo de separação das frações de areia, através do peneiramento; B) Pesagem das frações na balança laboratorial de precisão.....	58
Figura 5	Identificação da Unidade Geológica da bacia hidrográfica do canal dos Fontes.....	65
Figura 6	Apresentação do alto curso da bacia hidrográfica do canal dos Fontes.....	67
Figura 7	Baixo curso da bacia hidrográfica canal dos Fontes, deposição de sedimentos e encontro do canal dos Fontes com o rio Paraguai.....	68
Figura 8	Unidades geomorfológicas na bacia hidrográfica do canal Fontes.....	69
Figura 9	Baixo curso do canal dos Fontes, estabilização do nível de base e encontro com rio Paraguai, com presença de Planícies e Pantanais, bem como de processos erosivos as margens.....	70
Figura 10	Classes de solos predominantes na bacia do canal dos Fontes.....	71
Figura 11	Uso e ocupação da terra na Bacia Hidrográfica do canal dos Fontes.....	75
Figura 12	Área de pastagem destinada à criação de bovinos e equinos no alto curso da bacia do canal dos Fontes.....	76
Figura 13	Registro de aéreo das áreas de pastagens Alto curso da Bacia Hidrográfica do canal dos Fontes.....	77
Figura 14	Áreas urbanizadas na Bacia Hidrográfica do canal dos Fontes.....	80
Figura 15	A) ocupação a margem direita do canal dos Fontes, B) Presença estradas e entulhos na Margem esquerda do Canal, C) e D) Depósitos lixos domésticos e entulhos na calha.....	81

Figura 16	Presença de casa a margem direita do canal no bairro Joaquim Murtinho.....	82
Figura 17	Registro aéreo fotográfico da foz da bacia hidrográfica do canal dos Fontes, apresentando a presença de urbanização, áreas ainda florestadas.....	83
Figura 18	Foz do canal dos Fontes e encontro com rio Paraguai.....	83
Figura 19	Localização do trecho na seção 1 – fevereiro 2021, no canal dos Fontes.....	85
Figura 20	Trecho da seção 1 com evidências de alterações de origens antrópicas, agosto 2021.....	86
Figura 21	Presença de banco de sedimento na seção 1, fevereiro 2021.....	86
Figura 22	Barra de sedimento seção 1, A mês de outubro/2021 e B dezembro/2021.....	87
Figura 23	Ponto de bifurcação entre o canal principal e o canal secundário, próximo ao trecho da seção 1 e 2.....	91
Figura 24	Localização seção 2 no período de cheia e estiagem, no canal dos Fontes.....	92
Figura 25	Localização da seção 3 no canal dos Fontes, em área com presença de urbanização, casas próximas a margens, obstrução do canal por vegetação.....	95
Figura 26	Presença de alterações de origem antrópicas na seção 4.....	96
Figura 27	Localização da seção 5, no canal dos Fontes, com presença de galeria, pavimentação asfáltica e entulho as margens do canal.....	98
Figura 28	Lançamentos de resíduos sólidos de origem antrópica na seção 5, no canal dos Fontes.....	98
Figura 29	Localização da seção 6, no canal dos Fontes.....	100
Figura 30	Alterações de origem antrópicas identificada no trecho da seção 6, com presença de casas dentro limite definido na APP, estrutura de antiga ponte com encanamento.....	101
Figura 31	Localização da seção 7 no canal dos Fontes, identificando presença de manilhas visando a drenagem da área.....	103
Figura 32	Presença de pontes e galerias a jusante da ponte localizado na rua das maravilhas no canal dos Fontes.....	104
Figura 33	Identificação de leito seco na proximidade da seção 8, em agosto/2021.....	104

Figura 34	Localização da seção 8 no canal dos Fontes, com presença de pavimentação asfáltica com ponte.....	107
Figura 35	Valeta de origem antrópica para possível escoamento de água em períodos chuvosos.....	113
Figura 36	Presença de olearia na Margem direta do canal dos Fontes.....	115
Figura 37	Presença de pontes e retilinização do canal no trecho da seção 4.....	116

LISTAS DE QUADROS

Quadro 1	Protocolo para Avaliação de Condições Ecológicas e da Diversidade de Hábitats.....	59
Quadro 2	Adaptação do protocolo de avaliação rápida.....	61
Quadro 3	Demonstrativo do nível 1 -Características Morfológicas do Canal.....	63
Quadro 4	Demonstrativo do nível 2 – Uso dos solos nas Margens.....	63
Quadro 5	Demonstrativo do nível 3 - Uso do solo nos Interflúvios.....	63

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1	Localização geográfica das seções analisadas.....	55
Tabela 2	Variáveis hidrodinâmicas na seção 1 do canal dos Fontes no mês de fevereiro/2021 e outubro/2021.....	88
Tabela 3	Percentuais da composição granulométrica de sedimentos de fundo nas seções definidas na bacia do canal dos Fontes.....	90
Tabela 4	Resultado da aplicação do Protocolo de Avaliação das Condições Ecológicas e da Diversidade de Hábitats, aplicado de acordo com metodologia de Callisto et al., (2002).....	109
Tabela 5	Resultado da Aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida adaptado por Rodrigues et al. (2008) na seção 1.....	111
Tabela 6	Resultado da Aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida adaptado por Rodrigues et al. (2008) na seção 2.....	113
Tabela 7	Resultado da Aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida adaptado por Rodrigues et al. (2008) na seção 3.....	114
Tabela 8	Resultado da Aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida adaptado por Rodrigues et al. (2008) na seção 4.....	116
Tabela 9	Resultado da Aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida adaptado por Rodrigues et al. (2008) na seção 5.....	118
Tabela 10	Resultado da Aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida adaptado por Rodrigues et al. (2008) na seção 6.....	118
Tabela 11	Resultado da Aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida adaptado por Rodrigues et al. (2008) na seção 7.....	119
Tabela 12	Resultado da Aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida adaptado por Rodrigues et al. (2008) na seção 8.....	120
Tabela 13	Definições da tipologia do canal dos Fontes.....	123

LISTAS DE SIGLAS

APP	Área de Preservação Permanente
CPRM	Companhia de Pesquisas em Recursos Minerais
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
GPS	Sistema de Posicionamento Global
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
LVAd	Latossolos Vermelho-Amarelo Distrófico
RADAMBRASIL	Projeto Radar da Amazônia
RLd	Neossolo Litólico Distrófico
RYbd	Neossolo Flúvico Tb Distrófico
PAR	Protocolo de Avaliação Rápida
PCBAP	Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai
SEPLAN	Secretaria de Estado de Planejamento de Mato Grosso
SIG	Sistema de Informação Geográfica
UNEMAT	Universidade do Estado de Mato Grosso

SUMÁRIO

CAPÍTULO I 19

1. INTRODUÇÃO..... 19

CAPÍTULO II 24

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA..... 24

2.1. O Espaço Geográfico..... 24

2.2. Concepções de Paisagens..... 26

2.3. Conceitos de Bacias Hidrográficas..... 30

2.4. Dinâmica Fluvial..... 33

2.5. Canais Urbanos..... 40

2.5.1. Canais Artificiais e Canalização..... 46

2.6. Protocolo de Avaliação Ambientais..... 48

2.6.1. Protocolo de Avaliação Rápida e Tipologias de Canais..... 48

CAPÍTULO III 53

3. MATERIAIS E METODOS..... 53

3.1. Área de estudo..... 53

3.2. Procedimento metodológico..... 53

3.2.1. Caracterização ambiental da Bacia Hidrográfica..... 53

3.2.2. Dinâmica Fluvial..... 54

3.2.2.1. Atividade de campo..... 54

3.2.2.2. Atividade de laboratório..... 57

- Método de evaporação..... 57
- Análise da composição granulométrica..... 58
- Método de pipetagem..... 58
- Método de peneiramento 58

3.2.3. Aplicação de protocolo..... 59

3.2.3.1. Protocolo de avaliação rápida..... 59

3.2.3.2. Tipologias de canais urbanos..... 62

CAPÍTULO IV 62

4. **RESULTADOS E DISCUSSÕES**..... 64

4.1. Caracterização Ambiental e tipo de uso na Bacia Hidrográfica do Canal dos Fontes em Cáceres, MT..... 64

4.1.1. Aspectos Geológicos..... 67

- Formação Raizama 65
- Formação Pantanal 66
- Depósitos de Aluviões 67

4.1.2. Aspectos Geomorfológicos..... 68

4.1.3. Aspectos Pedológicos 70

4.1.4. Aspectos Climáticos..... 73

4.1.5. Uso e Cobertura da Terra na Bacia Hidrográfica do canal dos Fontes..... 74

- ✓ Área de pastagem 75
- ✓ Áreas Urbanizadas..... 79
- ✓ Floresta Estacional Sempre-Verde aluvial com dossel emergente..... 82

4.2. Aspectos Hidrodinâmicos e Sedimentares na Bacia Hidrográfica do Canal dos Fontes..... 84

4.2.1. Seção 1 – Próximo à rodovia 343..... 84

4.2.2. Seção 2 – Próximo a lagoa - bifurcação do canal à direita – canal secundário..... 91

4.2.3. Seção 3 – Ponte bairro Joaquim Murtinho..... 93

4.2.4. Seção 4 – Próxima residencial Brisa do Pantanal entre duas pontes..... 95

4.2.5. Seção 5 – Ponte da Rua do Retiro – Bairro Vila Irene..... 97

4.2.6. Seção 6 – Montante da ponte Av. Pedro Alexandrino de Lacerda – Vila Irene..... 100

4.2.7. Seção 7 – Jusante da ponte Av. Pedro Alexandrino de Lacerda – Vila Irene..... 102

4.2.8. Seção 8 - Montante da ponte Rua das maravilhas– Bairro Cavalhada I..... 106

4.3. Avaliação da Degradação Ambiental com uso do Protocolo de Avaliação Rápida..... 108

4.3.1. Protocolo de Avaliação Rápida 108

4.3.2 Características e Tipologia do Canal Urbano Fontes 121

CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 125

Recomendações..... 127

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 128

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica corresponde a uma unidade natural, ou seja, uma determinada área da superfície terrestre cujos limites são criados pelo próprio escoamento das águas sobre a superfície ao longo do tempo. Isto significa que a bacia é resultado da interação da água com outros recursos naturais, tais como, material de origem, topografia, vegetação e clima (LEOPOLD, et al., 1971).

Christofoletti (1980), estabelece que os canais fluviais constituem os agentes mais importantes no transporte de materiais intemperizado (sedimentos), funcionando como condutores de escoamento das áreas elevadas para as mais baixas, sendo os receptores finais das alterações que ocorrem na bacia de drenagem. O escoamento fluvial é parte integrante do ciclo hidrológico e a sua alimentação se processa pelas águas superficiais precipitadas e subterrâneas.

O aumento do consumo dos recursos naturais tem comprometido a qualidade e quantidade dos canais fluviais. Dessa forma, a necessidade dos estudos e análises aprofundadas das potencialidades e fragilidades desses ambientes se faz importante para o planejamento do espaço geográfico em que esses ambientes se encontram (MORAES, et al., 2010).

Os córregos urbanos têm grande importância, pois podem abastecer a população de uma cidade, atendendo boa parte de suas necessidades básicas. Porém, observa-se com frequência que esses mananciais são contaminados com esgotos domésticos e industriais, funcionando como depósitos de lixo, sofrendo com o escoamento de pesticidas e impermeabilização das áreas circunvizinhas (TUCCI, 2005).

De acordo com Oliveira-Junior, et al. (2021), os córregos urbanos são ambientes bastante utilizados para a disposição de efluentes e amplamente conhecidos pela má qualidade. É possível observar que a má utilização destes ambientes é principalmente decorrente da crescente urbanização e da falta de sensibilização populacional quanto à preservação ambiental.

Nota-se que existe um descompasso entre o crescimento urbano e a conservação dos cursos d’água, tais como: lançamento de esgoto doméstico e industrial *in* natura, descarte de resíduos sólidos diversos, supressão de meandros e trechos sinuosos para facilitar a expansão da cidade, concretagem das margens e

obras de canalização, características que exemplifica a ação antrópica direta nos rios. Em muitos casos, este descompasso é tido como verdadeiros obstáculos à expansão urbana, considerados problemas a serem solucionados (CUNHA, 2008; GORSKI, 2010).

A apropriação do espaço natural em decorrência da urbanização provoca inúmeras alterações ambientais. Diversos pesquisadores desenvolveram estudos elencando as transformações no meio natural diante das ações antropogênicas, dentre eles estão Fujimoto (2005), Tucci (1997a), Esteves (2015), Peloggia (2005), Peloggia et al. (2017), Peloggia et al. (2019), Nunes e Silva (2011). A atividade humana como forma de ocupação e as características naturais como topografia, geologia, solo e clima são fatores que influenciam na produção de sedimentos e no regime de água dentro de uma rede de drenagem, são relações que favorecem a modificação e alteração do ambiente (CUNHA, 2008).

Sobre estas modificações ocorridas, principalmente nos canais urbanos, diversos estudos são realizados a fim de identificar e discutir os elementos e suas alterações. Os canais urbanos de Cáceres possuem importantes estudos realizados, dentre eles estão: Santana (2017), Santana e Cunha (2019) estuda as alterações e degradação do córrego Sangradouro, Raymundi (2017) mostra o processo de urbanização e interferência na morfologia do canal do Junco, Barros e Souza (2012) avaliam o grau de degradação e impactos associados na bacia hidrográfica do córrego Sangradouro, Cruz (2013), Oliveira-Junior (2012), Cruz e Souza (2016), apresenta o ordenamento territorial urbano e suas implicações nos canais de drenagem.

O córrego, caracterizado pela hidrologia, sedimentos, morfologia e comunidade biótica, reflete os cenários naturais e humanos atuantes na bacia hidrográfica. Assim, associados ao crescimento urbano, os córregos têm sido transformados, perdendo suas características naturais. As sucessivas obras de engenharia, muitas vezes sem se levar em consideração o conjunto de rede de drenagem, modificam as seções transversais e o perfil longitudinal, alterando a eficiência do fluxo (VIEIRA e CUNHA, 2008). Fato que implica nas mudanças da dinâmica dos sistemas fluviais e comportamento sedimentar do leito.

A sedimentação consiste em mais um estágio do processo fluvial. Durante o percurso do sistema fluvial, a carga transportada pode depositar-se em qualquer

momento ou local desde que a velocidade do fluxo seja inferior à velocidade crítica de transporte (STEVAUX e LABRUBESSE, 2017).

A compreensão de todos os fatores que englobam os processos de sedimentação e a quantificação das perdas de solo se faz importante, uma vez que a partir deles é possível elaborar medidas que contribuam na maximização dos recursos hídricos, podendo evitar os efeitos negativos decorrentes desses processos (BRANCO, 1998).

Diante dessa perspectiva, é possível apresentar alguns autores que buscaram também em outras áreas, desenvolver pesquisas e estudos relacionados a dinâmica fluvial, que demonstram a alteração que ocorreu em uma área delimitada. Importantes obras e trabalhos se destacam nesta abordagem, os quais subsidiam e norteiam o desenvolvimento desta pesquisa, como o autor Lewin (1976), que abordou sobre a evolução de leitos de canais fluviais; o autor Silva (2018), que avaliou as alterações morfológicas entre a baía da Palha e o Sadao no corredor fluvial do rio Paraguai, na área de expansão urbana em Cáceres – Mato Grosso e o autor Leandro (2020), que buscou discutir as Interações hidromorfodinâmicas na bacia hidrográfica do rio Sepotuba, Alto Paraguai – Mato Grosso – Brasil.

Diante de todos os aspectos abordados, os estudos desenvolvidos por Tucci e Mendes (2006), de maneira ampla, discutem a Avaliação Ambiental Integrada de Bacia Hidrográfica, observando todas as alterações que ocorrem nos sistemas fluviais. A respeito dos canais urbanos, o autor Santana (2017), apresenta discussões sobre as Alterações nos Canais Urbanos da Bacia Hidrográfica do Córrego Sangradouro, no município de Cáceres - Mato Grosso.

As alterações nos ambientes naturais podem ser percebidas através de observações profundas que podem ser realizadas em atividades de campo, a partir de definições de critérios e métodos para estas análises, para isso são criados protocolos que na sua aplicação permitem diagnosticar as condições ambientais da área estudada.

A aplicação de protocolos possui o intuito de avaliar e diagnosticar os ambientes naturais, pois, agrupam séries de métodos e mecanismos que permitem obter resultados que demonstram a necessidade de monitoramento da área. Os protocolos de avaliação rápida são formados por conjuntos de procedimentos, baseados em critérios estabelecidos previamente, conforme a finalidade do estudo.

Tal abordagem é constituída pela observação em campo, registrada na forma de descrição, sistema de pontuação ou de classificação (RIGOTTI et al., 2016).

É possível afirmar que, os protocolos de avaliação rápida (PARs) são interessantes iniciativas para preencher algumas das lacunas do monitoramento ambiental de sistemas fluviais. Eles constituem documentos que podem ser utilizados para caracterizar qualitativamente o estado ambiental de determinado ambiente por meio da observação empírica/visual de parâmetros previamente selecionados pelo pesquisador, os quais são aferidos quantitativamente, por meio de notas (RODRIGUES et al, 2008).

E assim, acredita-se que a qualidade ambiental dos córregos urbanos pode ser avaliada mediante o uso de ferramentas simples de caracterização ambiental fornecendo resultados robustos como por exemplo os protocolos de avaliação rápida (PAR's) (OLIVEIRA-JUNIOR et al, 2021). Nesse sentido, nota-se que diversos estudos são desenvolvidos demonstrando resultados importantes de avaliação ambiental.

Relacionado a aplicação de protocolos para avaliação da fragilidade ambiental, destaca-se autores que obtiveram significantes resultados em suas pesquisas, como Gomes (2013), que buscou avaliar as fragilidades ambientais e vulnerabilidades à perda de solo em área da Bacia Hidrográfica do Rio Almada; o autor Rigotti et al. (2016), que desenvolveu importante pesquisa através da Aplicação e análise comparativa de três protocolos de avaliação rápida para caracterização da paisagem fluvial; Raymundi (2017), que discutiu sobre o processo de urbanização: interferência do uso e ocupação na morfologia do Canal do Junco Cáceres-MT, e um dos métodos utilizados foi a aplicação do protocolo e Moroz e Ross (2019), que considerando o processo de transformação da paisagem, pesquisou e discutiu sobre a Fragilidade Ambiental: uma Proposta de Aplicação de Geomorfológica para a Variável Relevo.

Nota-se que as alterações sofridas no canal dos Fontes – Cáceres/Mato Grosso, estão diretamente relacionadas com a ocupação irregular e mau uso do canal fluvial na área urbana, fato que ocasiona degradação e altera a dinâmica fluvial.

Nessa vertente, esta pesquisa apresenta grande relevância, pois busca apresentar dados de monitoramentos que tornam significantes do ponto de vista ambiental.

As alterações ocorridas em um canal, principalmente aqueles localizados em áreas urbanas, trazem reflexos de degradação intensa. A população, a comunidade e

os órgãos públicos inseridos neste contexto, precisam ter conhecimento das degradações causadas por atividades antrópicas, através das demonstrações, para que desta forma, promovam o desenvolvimento de projetos e ações relacionadas a preservação do meio ambiente. Deve-se fomentar políticas públicas que visam erradicar a degradação ambiental, para de fato ocorrer a conservação dos recursos hídricos.

A pesquisa teve como principal objetivo analisar o tipo de uso da terra, a hidrodinâmica, as condições morfológicas e ambientais do canal dos Fontes no município de Cáceres/MT, criado para drenagem urbana onde percorre cerca de 14,93 km em sua extensão abrangendo áreas de pastagens no alto curso, área mais urbanizada ao médio curso e presenças de matas ciliares pouco preservada no baixo curso. Através destes objetivos, foi possível realizar a identificação dos elementos ambientais, a avaliação dos parâmetros hidrodinâmicos e sedimentares e avaliação quali e quantitativamente, do panorama morfológico e ambiental dos cursos d'água e áreas marginais.

A dissertação foi estruturada e organizada da seguinte maneira: capitulo I trata-se da parte introdutória da pesquisa; capitulo II apresenta fundamentações teóricas que subsidiam e dão suporte teórico conceitual para desenvolvimento da pesquisa; capitulo III constitui-se na apresentação de materiais, métodos e procedimentos metodológicos utilizados para executar a pesquisa e no capítulo IV apresenta os resultados e discussões da pesquisa, abordando em primeiro momento a caracterização ambiental e tipo de uso na bacia hidrográfica do canal dos Fontes em Cáceres, Mato Grosso, posteriormente, sobre os aspectos hidrodinâmicos e sedimentares na bacia hidrográfica do canal dos Fontes, a avaliação da degradação ambiental com uso do protocolo de avaliação rápida e, por último, as características e tipologia do canal urbano no canal dos Fontes.

CAPITULO II

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 O Espaço Geográfico

Ao abordar as fundamentações relacionadas ao espaço geográfico, Santos (1994) ressalta que este é organizado pelo homem vivendo em sociedade e, cada sociedade, historicamente, produz seu espaço como lugar de sua própria reprodução, o que faz com que o espaço apresente características de acordo com o meio em que se habita cada espécie humana, com seus meios de produção e adaptação.

O espaço geográfico está inserido no processo de reprodução, material que se acumula no tempo histórico. Por meio do trabalho, ocorre à socialização da natureza, que resulta nas formas espaciais absorvidas pela sociedade, como objeto de apropriação das classes socioeconômicas (MOREIRA, 1982).

O autor Dollfus (1991), destaca que, o espaço geográfico passa por transformações a partir dos conjuntos de relações e se concretiza em um quadro concreto estabelecido como superfície terrestre, surge como um espaço mutável em seus sistemas de relações a partir do meio físico, ou proveniente da sociedade humana, que também é responsável pela organização do espaço.

A palavra espaço compreende uma multiplicidade de diferentes sentidos, no entanto, propõe compreender o espaço como um conjunto indissociável dos diferentes sistemas de objetos e de ações. Os dois conjuntos dão lugar a uma nova remodelagem espacial e são considerados um conjunto de sistemas cada vez mais artificiais (SANTOS, 1994).

O espaço é formado por um conjunto indissociável, solidário e contraditório, de sistemas de objetos e sistemas de ações, não considerados isoladamente, mas como quadro único no qual a história se dá. [...] (SANTOS, 1997, p. 51) onde,

> esse sistema de objetos e sistema de ações decorrem da apropriação por parte do homem no espaço natural, apropriação que se dá a partir de uma intencionalidade, criando no espaço antes natural, um espaço artificial, que, por sua vez, também sofre modificações ao longo dos processos históricos, revelando a relação existente entre tempo e espaço.

O autor Santos (1997), apresenta também o espaço geográfico como um conjunto de fixos e fluxos, onde os elementos fixos, fixados em cada lugar, permitem ações que modificam o próprio lugar, fluxos novos ou renovados que recriam as condições ambientais e as condições sociais, e redefinem cada lugar. Os fluxos são

um resultado direto ou indireto das ações e atravessam ou se instalam nos fixos, modificando a sua significação e o seu valor, ao mesmo tempo em que, também, se modificam.

Para Rocha (2008), a Geografia como ciência social enfatiza que ela possui em seu arcabouço um conjunto de categorias que expressam sua identidade, ao discutir a ação humana no ato de modelar a superfície terrestre, onde o espaço, a região, o território, o lugar e a paisagem constituem-se no resultado particularizado da atuação humana na transformação do planeta.

E assim, o conceito espacial concretiza-se a partir das unidades de mosaicos homogêneas em respectivas escalas, caracterizadas como geótopo, geofáceis e geossistema, integrando o conceito natural que compreende os componentes do meio geográfico e o conceito antrópico, englobando as atividades humanas e seus impactos sobre o meio (PISSINATI e ARCHELA, 2009).

Desta forma, para Santos (2009), a produção do espaço e a percepção do tempo se dá pela técnica. A técnica é um conjunto de “instrumentos” revestidos por temporalidades próprias, que a sociedade desenvolve e utiliza para alterar a natureza e criar o espaço geográfico. Todos os acontecimentos sociais devem ser analisados sob a ótica da evolução das técnicas; é a técnica que une os sistemas de ações e os sistemas de objetos; ela permite a relação homem-natureza e homem-homem e, desta forma, a produção do espaço geográfico.

Observa-se que, ao longo da história do pensamento científico, a ideia de espaço apresentou diferentes formas de entendimento, sendo formuladas várias teorias nos campos das ciências exatas e humanas. Por ser um conceito abstrato e amplo, não é por acaso que os debates sobre o conceito de espaço não envolvem apenas a ciência, mas se torna uma discussão de caráter filosófico (TEIXEIRA, 2015).

Nas abordagens atuais, Polon (2016), diz que discutir um conceito tão abrangente quanto o espaço geográfico certamente não é tarefa das mais fáceis, especialmente por ser uma discussão que ainda movimenta o pensamento geográfico e as abordagens no âmbito desta ciência, e a elaboração de uma definição precisa acerca do conceito de espaço geográfico é difícil de discussão, pois quanto mais leituras são estabelecidas, maiores possibilidades de questionamento e reflexão surgem ao pesquisador.

Por outro lado, os autores Giomett et al. (2016), afirmam que no conceito de espaço geográfico está implícita a ideia de articulação entre natureza e sociedade. Na

busca desta articulação, a Geografia tem que trabalhar, de um lado, com os elementos e atributos naturais, procurando não só descrevê-los, mas entender as interações existentes entre eles; e de outro, verificar a maneira pela qual a sociedade está administrando e interferindo nos sistemas naturais.

Nota-se que, compreender o espaço geográfico é essencial para que se compreendam os demais conceitos da Geografia, de modo que se torna inviável uma discussão sobre os territórios e que não leve em consideração a dimensão espacial, a qual é a base de todas as transformações ocasionadas pelas relações sociais. E assim, o espaço é sempre uma constante, um estado presente, uma vez que se concretiza em conformidade com os variados tempos históricos. É considerado, portanto, um sistema de valores que está em transformação permanente (POLON, 2016).

Por fim, afirma-se que espaço geográfico é um produto resultante das relações socioespaciais que nele se estabelecem, sejam elas da ordem que forem, políticas, econômicas ou simbólicas. Além do espaço geográfico como categoria de análise geográfica, temos também a paisagem que auxilia na interpretação do espaço geográfico, sendo evidenciada e perceptível através da interação de homem x natureza.

2.2 Concepções de Paisagens

De acordo com a concepção do autor Dollfus (1991), a paisagem pode ser definida como paisagem natural; paisagem modificada e paisagem organizada. A paisagem natural se caracteriza como tipo de paisagem que expressa o meio visível sem interferência humana.

A paisagem modificada é representada pela característica onde o deslocamento de caçadores e de coletores, em constante movimento, queimadas de matas ou florestas podem ocasionar modificações na paisagem de modo irreversível. E a paisagem organizada é caracterizada pelo resultado de ação contínua exercida sobre o meio natural, porque as transformações de meio natural para meio geográfico dependem da natureza (DOLLFUS, 1991).

Para Christofoletti (1999), a paisagem é uma concepção de conceito-chave da Geografia, que possibilita a compreensão do espaço como um sistema ambiental, físico e socioeconômico, com estruturação, funcionamento e dinâmica dos elementos físicos, biogeográficos, sociais e econômicos.

Com relação a combinação da dinâmica dos elementos físicos, Christofoletti (1999), diz que o sistema físico ambiental compreende o fundamento paisagístico como principal setor para desenvolvimento de programas nas escalas local, regional e nacional, pois não é possível deixar de analisar recursos que têm ligação com as formas do relevo, solo, água, e ar, em diferentes níveis hierárquicos e intensidades paisagísticas dos geossistemas.

Pensando a paisagem como mediação entre o mundo das coisas e aquele da subjetividade humana, admite-se que ao inventariar e decodificar os significados das paisagens a nossa volta, se torna possível refletir sobre nossos próprios papéis para reproduzir a cultura e a geografia humana de nosso mundo diário (CABRAL, 2000).

Enquanto uma das categorias que subsidia a abordagem geográfica, a importância da paisagem tem variado no tempo: se em certos períodos tem sido vista como um conceito capaz de fornecer unidade e identidade a geografia, em outros foi relegada a uma posição secundária, suplantada pela ênfase em categorias como região, espaço, território ou lugar (CABRAL, 2000).

No sentido mais amplo relacionado ao conceito de paisagem, Souza (2000) diz que os geossistemas, em geral, são formados por diferentes paisagens que apresentam traços e relacionam-se com a mesma família geográfica, os setores homogêneos espaciais que a correspondem são representados pelos geofácies e geótopos.

Por outro lado, apresenta-se discussão de que a geografia desde sua origem como ciência teve um caráter ambientalista, porém, sempre propôs o estudo da relação sociedade/natureza e a paisagem foi um importante caminho metodológico para os seus estudos (MENDONÇA, 2001).

Na óptica de Alves (2001), a paisagem deve ser assumida como um dos elementos centrais do sistema cultural, uma espécie de montagem ordenada de objetos (materiais e imateriais) que atua como um sistema de significados através do qual o sistema social é comunicado, reproduzido, experimentado e explorado.

Fato que para Schier (2003), no estudo da Geografia, o termo paisagem destaca-se, pois reúne todos os elementos necessários à compreensão da realidade global, sendo de fundamental importância ao conhecimento e entendimento da relação entre homem e natureza. No entanto, esse conceito é amparado em reflexões e diferentes abordagens, o qual, através dos séculos, proporcionou o desenvolvimento do conhecimento geográfico.

Desta forma, diante da amplitude dos conceitos acredita-se que “as paisagens são uma herança, um patrimônio coletivo dos povos que, historicamente, os modificaram ao longo do tempo e do espaço” (AB´SÁBER, 2003, p. 9).

O autor Ab’Saber (2003), também reforça a ideia de que, a paisagem é sempre uma herança no sentido de processos fisiográficos e biológicos, patrimônio coletivo dos povos que, no decorrer da história, adquiriram seu território atual. A paisagem tem sua herança em processo de atuação antiga, modificada e remodelada por atuações que ocorreram no passado ou atuam no presente, como é o caso do Brasil, em que antigos processos se tornaram responsáveis pela compartimentação existente na topografia.

Para Bertrand (2004), a ideia de paisagem não é a simples adição de elementos geográficos desiguais e descombinados, mas sim resultado da combinação dinâmica e instável de elementos físicos, biológicos e antrópicos que se comportam dialeticamente uns com os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável em permanente evolução, dando assim forma ao espaço geográfico.

E assim, a paisagem é discutida como um “sistema complexo composto de rochas, depósitos superficiais, relevo, solos, plantas, animais e sociedade que vem passando por permanentes transformações espaciais e temporais em função da dinâmica dos processos” (MACIEL e LIMA, 2011, p.169).

Compreendendo que, a paisagem é um resultado de forças naturais e humanas que constitui um fato físico e cultural, os quais estão interligados no espaço em um determinado período (tempo) entendendo esse resultado como o produto e não como uma imagem (MACIEL e LIMA, 2011).

Essa definição de paisagem evidencia a interação entre homem e natureza, em um processo relacional sobre uma determinada porção do espaço e atribui a este caraterísticas e peculiaridades próprias, mediante a forma com que se dá a relação homem/natureza, evidenciando os aspectos de como se apresenta em uma dada porção do espaço (CONTI, 2014).

O autor Strachulski (2015), relembra que, o conceito de paisagem é um dos mais antigos da geografia, sendo um dos primeiros temas desenvolvidos pelos geógrafos e pesar de não ser utilizado somente por esta ciência é nela que ganhou destaque e maior importância. O termo paisagem sempre esteve presente como conceito-chave nas diversas escolas do pensamento geográfico. Em alguns

momentos foi mais questionada e menos empregada e em outros momentos mais utilizados e com maior importância.

Ainda na concepção do autor Strachulski (2015), a paisagem deveria ser descrita e representada pelo observador, o qual deveria ter um distanciamento em relação ao seu objeto analítico. Humboldt (1944), fala em um caráter individual da paisagem, portanto, aponta para uma separação desta com os grupos humanos, mas ao mesmo tempo se refere a emoções, imaginação e sensações que mostram o caráter da paisagem e o seu encanto sobre o ser humano.

Também afirma Silva (2016), que, a ideia de paisagem é antiga na história das sociedades ao redor do mundo. Como conceito científico, ela passou por diversas transformações epistemológicas ao longo do tempo. Dentro da Geografia, já constituiu seu principal objeto de estudo e atualmente ocupa um importante lugar na base teórica-conceitual do saber geográfico. A evolução do conceito de paisagem por muitas vezes caminhou lado a lado com as transformações da realidade social e geográfica.

Logo, interpretar a paisagem se constitui possibilidade para pensar e compreender o espaço geográfico, pela expressão de elementos e ações naturais e artificiais, que a paisagem expressa. Acredita-se que ela serve como recurso pedagógico fundamental, pois pode auxiliar como elo ao ensino de geografia. Isso, porque todos os sujeitos vivem em relações com paisagens (OZORIO, 2016).

Segundo Ozorio (2016), quando se pensa e se fala em paisagem, na maioria das vezes é relacionada com algo bom e bonito. Também, muitas vezes, se vincula com aspectos da natureza como Sol, Lua, rios e vegetação, entre outros elementos, sendo esta a primeira ideia que é possível ter da noção geográfica.

A paisagem mesmo que não seja diretamente apreciada por cada um, está presente no cotidiano da sociedade. Sendo assim, as noções geográficas favorecem a ampliação de novos conceitos para o ensino de geografia, bem como de outros componentes curriculares, tais como: disciplinas de história, filosofia, sociologia, entre outras (OZORIO, 2016).

Diante dos conceitos apresentados, Felix (2018, p. 23), destaca que a compreensão da estrutura do conceito de paisagem se torna:

> elemento-chave dos estudos espaciais que permite ao pesquisador estabelecer limites e associações de processos geográficos (geologia, solo, relevo e ação humana etc.), fundamentais para a compreensão da realidade. Uma vez interpretada esta realidade, vislumbra-se um

> horizonte de possiblidades, voltado ao planejamento e à gestão com base na realidade observada, mensurada, diagnosticada e, por conseguinte, planejada.

Sendo a paisagem definida como resultado da combinação dinâmica e instável de elementos físicos, biológicos e antrópicos, esta caracteriza-se em uma unidade de análise na abordagem de estudos relacionados as bacias hidrográficas e as dinâmicas fluviais que ocorrem em determinadas regiões relacionadas aos sistemas fluviais (FELIX, 2018).

2.3 Conceitos de Bacias Hidrográficas

As bacias hidrográficas como unidade geomorfológicas possuem padrões de drenagem hierárquica, estes padrões referem-se ao arranjamento espacial dos cursos fluviais que podem ser influenciados em suas atividades morfogenéticas pela natureza e disposição das camadas rochosas, pela resistência litológicas variável, pelas diferenças de declividade e pela evolução geomorfológicas da região (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Compreender a dimensão e estrutura de umas bacias hidrográficas é extremamente essencial para o desenvolvimento de qualquer estudo e pesquisa relacionado a geomorfologia fluvial. Neste sentido, Christofoletti (1980, p. 103), enfatiza que,

> os estudos relacionados com as drenagens fluviais sempre possuem relevância na Geomorfologia, e a análise da rede hidrográfica pode levar à compreensão e a elucidação de numerosas questões geomorfológicas, pois os cursos de água constituem processo morfogenético dos mais ativos na esculturação da paisagem terrestre.

O autor Christofoletti (1999), ainda defende que a bacia hidrográfica possui expressividade espacial, constituindo de sistemas ambientais complexos em sua estrutura, funcionamento e evolução. Onde conclui-se que, as bacias de drenagem são unidades fundamentais para mensuração dos indicadores geomorfológicos, para análise da sustentabilidade ambiental baseada nas características do geossistema e o elemento socioeconômico.

Nesse sentido, o planejamento e gerenciamento de bacias hidrográficas mostra-se grandemente influenciado pelos problemas de erosão de solos gerados por um uso inadequado do solo pertencente à mesma, sendo fundamental um adequado planejamento das atividades antrópicas. E assim, esse planejamento e a gestão de bacias hidrográficas devem levar em conta as fontes de poluição, enfocando-as sob a

ótica da sustentabilidade e, consequentemente, buscando o equilíbrio dinâmico dos ecossistemas (LORANDI e CANÇADO, 2002).

A bacia hidrográfica é unidade geomorfológica importante, pelo fato de nela interagir os fatores físicos, biológicos, econômicos e sociais. As bacias hidrográficas interagem uma visão de conjunto de comportamento das condições naturais do relevo, estrutura litológica, vegetação, solo e clima e das atividades humanas nelas desenvolvidas (CUNHA e GUERRA, 2004).

O critério de bacia hidrográfica como unidade de planejamento é base fundamental para a pesquisa porque constitui um sistema natural bem delimitado no espaço, composto por um conjunto de terras topograficamente drenadas por um curso d'águas e seus afluentes, onde as interações, pelo menos físicas, são integradas, e facilmente interpretadas. Ou seja, unidade territorial entendida como uma caixa preta, onde os fenômenos e interações podem ser interpretadas (SANTOS, 2004).

A atividade humana como forma de ocupação e as características naturais como topografia, geologia, solo e clima são fatores que influenciam na produção de sedimentos e no regime de água dentro de uma rede de drenagem, são relações que favorecem a modificação e alteração do ambiente (CUNHA, 2008).

Na definição do conceito de bacia hidrográfica, bem como apresentação de suas características e componentes principais, Guerra e Guerra (2008, p. 76-77), define que:

> A noção de bacia obriga naturalmente a existência de cabeceiras ou nascentes, divisores d'água, cursos d'água principais, afluentes, subafluentes, etc. Em todas as bacias hidrográficas deve existir uma hierarquização na rede, e a água se escoa normalmente dos pontos mais altos para os mais baixos. O conceito de bacia hidrográfica deve incluir também uma noção de dinamismo, por causa das modificações que ocorrem nas linhas de água sob o efeito dos agentes erosivos, alargando ou diminuindo a área da bacia.

Além disso, a partir da delimitação de uma bacia hidrográfica é que se possibilita analisar a morfologia dos canais fluviais, assim como, os cursos d'águas através da hierarquia fluvial constituintes nesta bacia, pois, para Riccomini (2009), essa morfologia dos canais fluviais é controlada por uma série de fatores próprios da bacia de drenagem (fatores autocíclicos) e fatores que afetam não apenas a bacia de drenagem, mas toda a região onde ela está inserida (ou fatores alocíclicos) e, os cursos de água dentro das bacias hidrográficas são classificados de acordo com a

inclinação das camadas geológicas que percorrem onde se classificam em padrões diferentes, (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Para Lima e Nery (2017), a concepção de bacia hidrográfica, pode ser considerada como exemplo de sistema natural complexo, por apresentar todas as características inerentes a este tipo de sistema. Vista como uma unidade organizada complexa, a bacia hidrográfica é formada por subsistemas, de cujas interações resulta a organização do sistema como um todo integrado.

De acordo com Stevaux e Labrubesse (2017), a bacia hidrográfica configura-se uma unidade de suma importância para a geomorfologia fluvial, com análise e definição a partir da hierarquia dos padrões de drenagem, essencial para compreender como clima, vegetação e geologia interagem na dinâmica e processo fluvial de uma determinada área.

São chamadas ainda de divisores de águas ou interflúvio, a bacia de drenagem que constitui a unidade principal nas análises da geomorfologia fluvial e é definida nos mapas como uma linha que separa os canais de primeira ordem (STEVAUX e LABRUBESSE, 2017).

Importante enfatizar que, a bacia hidrográfica como unidade de planejamento ganhou maior reconhecimento quando da promulgação da Lei 9443 de janeiro de 1997, a partir disso, foram criados vários comitês de bacias hidrográficas e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos começou a ser implementado (LIMA e NERY, 2017).

Os autores Lima e Nery (2017), explicam que a bacia hidrográfica, ao se constituir como um espaço de planejamento e de gestão não somente dos recursos hídricos, mas também de suas interações ambientais, em que se procura compatibilizar as múltiplas interações culturais, econômicas e sociais da região passa também a buscar o desafio de trabalhar a questão da governança.

E assim, a bacia hidrográfica como unidade de planejamento pode ser analisada a partir de uma abordagem sistêmica, pois existem um conjunto de elementos e de relações entre ela, o território e outros componentes e relações (LIMA e NERY, 2017).

A compreensão dessa dinâmica é elemento fundamental ao detalhamento dos processos físicos atuantes no conjunto da bacia, permitindo a identificação e o dimensionamento têmporoespacial dos fenômenos por meio do detalhamento

descritivo, quantitativo e qualitativo que possibilita a prognose a ser considerada nos processos de planejamento e gestão (FELIX, 2018).

2.4 Dinâmica Fluvial

A dinâmica de um canal procura manter seu equilíbrio geralmente erodindo seu leito à montante, transportando e depositando os sedimentos para outro ponto à jusante. Esse equilíbrio desempenha importante papel no controle da largura do canal, contribuindo para o incremento da carga de sedimentos no fundo dos rios (PENTEADO, 1980). Sendo assim, os canais fluviais constituem os agentes mais importantes no transporte dos materiais intemperizados das áreas elevadas para as mais rebaixadas e dos continentes para o mar. Sua importância é essencial entre todos os processos morfogenéticos (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Esses processos para Christofoletti (1980), caracteriza-se em processos de transporte, deposição e remoção das partículas que contribuem com a sedimentação fluvial, alterando e modificando a dinâmica de uma bacia hidrográfica. Todo o sistema de rede de drenagem dentro da bacia hidrográfica contribui para o abastecimento de partículas e detritos que chegam aos cursos d`água. Dessa forma, todo o conjunto contribui na esculturação dos canais e da paisagem na superfície terrestre.

O transporte de sedimentos é influenciado por fatores hidrológicos, que influenciam e controlam o regime e características nos cursos d´água. Esses fatores são precipitação, a estrutura geológica, topográfica e a cobertura vegetal, que contribuem para o deslocamento de material intemperizado dentro de uma bacia hidrográfica, transportando-o para os cursos d´água. O fluxo e o transporte são resultados do equilíbrio que atua dentro do sistema fluvial (CHRISTOFOLETTI, 1980).

A deposição da carga dendrítica carregada pelos sistemas fluviais ocorre quando há a diminuição da competência ou da capacidade fluvial. Essa diminuição pode ser causada pela redução da declividade e volume ou pelo aumento do calibre da carga dendrítica. Entre as várias formas originadas pela sedimentação fluvial destacam se a planície de inundação e os deltas (CHRISTOFOLETTI, 1980, p. 74). Onde o mesmo autor define que,

> as planícies de inundação são formadas pelas aluviões e por materiais variados depositados no canal fluvial ou fora dele. Na vazante, o escoamento está restrito a parcelas do canal fluvial, onde há deposição de parte da carga dendrítica com o progressivo abaixamento do nível das

> águas. Ao contrário, com as cheias, há elevação do nível das águas que, muitas vezes transbordando por sobre as margens, inundam nas áreas baixas marginais. Já a morfologia deposicional de uma planície deltaica geralmente é caracterizada pelo desenvolvimento de diques naturais bodejando os canais fluviais. Tais diques resultam do transbordamento e sedimentação relacionados com a cheias, inundando as depressões da planície.

No decorrer das cheias, grande quantidade de água e de sedimentos é dirigida para as bacias de inundação. As bacias de inundação são as partes mais baixas da planície, pouco drenadas e planas, sem movimentação topográfica, geralmente localizadas nas adjacências das faixas aluviais dos canais meândricos ativos ou abandonados. Estas formações atuam como áreas de decantação nas quais os sedimentos finos em suspensão carregados nas fases de transbordamento se depositam, depois que os detritos mais grossos se depositem nos diques e nos depósitos de recobrimento, em um processo de acumulação contínuo e de longa duração (CHRISTOFOLETTI, 1980).

O escoamento nos canais fluviais apresenta diversas características dinâmicas, que se tornam responsáveis pelas qualidades atribuídas aos processos fluviais. A dinâmica do escoamento, no que se refere a perspectiva geomorfológica, ganha significância na atuação exercida pela água sobre os sedimentos do leito fluvial, no transporte dos sedimentos, nos mecanismos deposicionais e na esculturação da topografia do leito (CHRISTOFOLETTI, 1981, p. 1).

Esse mesmo autor, Christofoletti (1981), diz que, a erosão fluvial engloba os processos que resultam na retirada de detritos no fundo do leito e das margens, fazendo com que passem a integrar a carga sedimentar. Atuando em todo o curso de água, a erosão é o fenômeno importante. Contudo, erosão fluvial, é realizada através dos processos de corrosão, corrasão e cavitação.

A corrosão tem o sentido geral de corroer, desgastar, oxidar. No ambiente da geomorfologia fluvial, a corrosão engloba todo e qualquer processo químico que se realiza como reação entre a água e as rochas superficiais que com ela estão em contato. Enquanto a corrasão, é o desgaste pelo atrito mecânico, geralmente através do impacto das partículas carregadas pela água. A cavitação por último, ocorre somente sob condições de velocidade elevada da água, quando variações de pressão sobre as paredes do canal facilitam a fragmentação das rochas (CHRISTOFOLETTI, 1981).

As partículas de granulometria reduzida (silte e argila) são tão pequenas que se conservam em suspensão pelo fluxo turbulento, constituindo a carga de sedimentos em suspensão. Esses sedimentos são carregados na mesma velocidade que a água caminha, enquanto a turbulência for suficiente para mantê-los (CHRISTOFOLETTI, 1981).

Esse autor explica ainda que, transporte em suspensão ocorre quando os sedimentos são levados pelo fluxo superficial das águas; esses sedimentos são constituídos por partículas finas, siltes e argila, que conservam suspensas na água até a velocidade do fluxo diminuir.

Christofoletti (1981), ao abordar sobre os trabalhos dos rios define ainda que, as partículas de granulometria maior, como as areias e os cascalhos, são roladas, deslizadas ou saltam ao longo dos leitos dos rios, formando a carga do leito do rio. A carga do leito do rio move-se muito mais lentamente que o fluxo da água, porque os grãos deslocam-se de modo intermitente. A maior quantidade de detritos de determinado tamanho que um rio pode deslocar como carga de leito corresponde a sua capacidade.

Knighton (1998), aprofunda seu estudo e define que, a concentração de sedimentos suspensos, geralmente medida em mg/L^{-1}, varia não apenas com a descarga, mas também ao longo do ano. Dessa forma, para uma mesma descarga pode-se obter diferentes valores de concentração a depender da estação do ano ou do posicionamento em relação à passagem da onda de cheia. Tal situação provoca um comportamento conhecido como histerese, ou seja, para uma mesma vazão são obtidos diferentes valores de concentração de sedimento suspenso.

O transporte e a deposição de sedimentos estão relacionados aos fatores geológicos e geomorfológicos que pertencem aos aspectos físicos de uma bacia de drenagem. Dessa forma, as bacias hidrográficas são compostas por manchas que destacam as características de cada segmento, como vegetação, sedimentos, fluxos e solos. E a dinâmica desses fatores ao longo do sistema é que representa as características do rio (BRIGANTE e ESPINDOLA, 2003).

E assim, para Guerra e Guerra (2008), a deposição de sedimentos é o processo de sedimentação de detritos orgânicos e inorgânicos que ocorre na medida em que o agente transportador não tem mais energia para transportar uma carga de sedimentos. Como, por exemplo, a ruptura de declive nas vertentes ou nos cursos d’água. A estiagem prolongada e/ou a intermitência dos rios podem gerar grandes

depósitos sedimentares, sendo, os depósitos fluviais o acúmulo de material sedimentado transportado pelos canais fluviais.

Os cursos d'água, em função de sua capacidade natural de transportar sedimentos, podem ser considerados um dos principais agentes de esculturação do modelado na superfície terrestre. O transporte fluvial reflete as características erosivas das vertentes e os processos hidrodinâmicos de erosão/deposição no canal, sendo este transporte também o responsável pelo retrabalhamento da calha fluvial e da morfologia de fundo (MARTINS, 2004).

A esculturação dos cursos d' águas através da erosão fluvial consiste na remoção do solo das margens de rios ou transporte de sedimentos ao longo do fundo do canal. Esta erosão deve ser considerada separadamente dos tipos de erosão associados à chuva, pois uma certa quantidade de variáveis hidrológicas, hidráulicas e geomorfológicas governam o comportamento dos sistemas fluviais; variáveis estas que estão em equilíbrio dinâmico umas com as outras. Seu desequilíbrio implica no desencadeamento de processos de degradação (ARAÚJO, et al., 2005).

Nota-se que, a dinâmica dos rios é influenciada pela combinação de processos geomórficos correlacionados ao tipo de regime fluvial, tipo e intensidade do fluxo dos canais e vegetação associada ao balanço sedimentológico. A associação destes fatores poderá modificar a distribuição das forças e o fluxo de energia e matéria dentro do sistema fluvial, determinando assim as características e a disposição dos elementos presentes nesse sistema (BRIERLEY, 2008).

Guerra e Guerra (2008) citam que, os sedimentos conduzidos pelo fluxo dos canais fluviais são originados da fragmentação de rochas preexistentes dentro da área da própria bacia hidrográfica, transportados das encostas através do escoamento pluvial, do leito e das margens, os quais foram erodidos pelos processos erosivos, tornando-se passíveis de serem transportados e depositados.

Portanto, o comportamento de uma bacia em relação ao sedimento é muito variável desde as partes mais altas até as planícies. Isso depende da litologia, do tipo de solo, da cobertura vegetal, da declividade, do regime de chuvas, bem como outros fatores. De forma geral, no alto curso da bacia há maior erosão e transporte de sedimentos. A erosão vai diminuindo da alta para média bacia, na medida em que as declividades decrescem (CARVALHO, 2008).

Esses processos de erosão, transporte e deposição de sedimentos no leito fluvial para Cunha (2008), alteram-se espacialmente no transcorrer do tempo e, são

definidos pela distribuição da velocidade e turbulência do fluxo dentro do canal, processos dependentes entre si, resultando não apenas das mudanças no fluxo, mas também na carga existente.

Pode se considerar que, a erosão é considerada um fenômeno normal que ocorre no meio natural, mas pode ser acelerado com a ação humana, e assim, produzir sedimentos com o deslocamento das barrancas de rios que erodem e os taludes de morro que desmoronam. A erosão laminar é a mais comum encontrada em lugares onde tem escassez de vegetação, pois o processo de erosão é considerado originário da sedimentação. A erosão em cabeceiras ocasiona destruição das nascentes e pode alterar a dinâmica com maior velocidade na calha de um córrego ou rio, vindo a provocar danos irreversíveis ao meio ambiente (CARVALHO, 2008).

Os sedimentos de fundo variam rapidamente e de maneira irregular com o tempo, com a velocidade e a direção da corrente, a profundidade, a quantidade da descarga sólida, a granulometria do material do leito e a distância transversal das margens (CARVALHO, 2008). É possível concordar com Christofoletti (1981, p. 73) onde diz que “a granulometria dos sedimentos fluviais vai diminuindo em direção de jusante, o que representa diminuição na competência do rio. Essa redução no tamanho das partículas era explicada pela suposta velocidade menor das águas”.

Outros autores também corroboram com a concepção de que os cursos d’água, independentemente da interferência humana, realizam três processos geomorfológicos básicos: erosão, transporte e deposição, construindo, dessa forma, seu próprio perfil de equilíbrio. Sua extensão, sua largura, sua profundidade, a velocidade de suas águas e seu padrão de canal resultam da atuação daqueles processos, estando a eles adaptados e ao mesmo tempo os influenciando e alterando a dinâmica de forma equilibrada (BOTELHO, 2011). Sendo assim, as variáveis hidrodinâmicas, que ocorrem em um canal fluvial, estão diretamente relacionadas com a carga no leito do rio.

Reforçando a ideia de que, as características e o comportamento dos sistemas fluviais refletem-se na integração dos conjuntos de fatores que controlam a nascente e jusante, como o clima, geologia, vegetação e uso do solo e aspecto da bacia que, juntos determina o regime hidrológico, a quantidade de matéria fornecida, transportada e depositada (SOUZA, 2012).

Verifica-se mais uma vez que, a carga de sedimentos, depositada no canal fluvial, pode estar associada a alguns fatores, tais como: baixa declividade ao longo

do perfil longitudinal; morfologia da calha; volume de descarga; alternância do regime de precipitação; capacidade de transporte; velocidade do fluxo; tipo de canal e outros. A deposição nos canais fluviais ocorre, quando há diminuição na competência (tamanho máximo do material a ser transportado) e redução na capacidade do rio (volume de carga que pode ser transportado) (SOUZA, 2012).

Almeida et al. (2015), enfatizam que além do conhecimento destes processos (erosão, transporte e deposição), é importante considerar seus fatores condicionantes/controladores, como os fatores climáticos e geológicos, envolvidos no suprimento de água e sedimento ao sistema fluvial, que por sua vez, assume o papel de agente modificador da superfície, por sua dinâmica, transportando fluxo de água e sedimentos em constante interação entre o canal e a encosta.

Dentre as concepções mais antiga até a atualidade, é possível verificar que a ideia permanece, demonstrando que, a descarga do rio é tipicamente estudada como um componente no ciclo hidrológico, respondendo aos processos hidrológicos de captação que preenchem o rio através dos múltiplos canais tributários (afluentes) e fluxos hidrogeológicos na subsuperfície, alimentando ou drenando o rio (HOITINK, 2016).

De acordo com Santos et al. (2017), existem diversos estudos que abordam a dinâmica fluvial em bacias hidrográficas e são considerados de extrema importância por discutir o seu funcionamento natural ou alterado por ações antrópicas. Dentre os resultados, pode ser dada ênfase à variação da quantidade de sedimentos transportados em suspensão e no fundo do canal, bem como, a composição granulométrica das margens e a quantificação da erosão marginal.

O escoamento da água pode ocorrer em superfície ou subsuperfície, a depender das condições ambientais existentes. A drenagem por escoamento superficial se dá principalmente pela rede de canais, que, por sua vez, é gerada pelo trabalho exercido pelo próprio fluxo da água drenada (STEVAUX e LABRUBESSE, 2017).

Esse mesmo autor enfatiza ainda que, os estudos de erosão fluvial estão intimamente relacionados aos processos de transporte e sedimentação, uma vez que esses fenômenos ocorrem simultaneamente, ainda que variando de intensidade, ao longo do canal de um rio [...] a transferência das partículas sedimentares desde os pontos mais altos da bacia até sua deposição final, geralmente num lago ou oceano,

dá-se por uma alternância contínua de processos de erosão, transporte e sedimentação (STEVAUX e LATRUBESSE, 2017).

Os estudos atuais também reforçam a concepção de que, a erosão natural do leito de um rio é ocasionada pela ação da corrente, enquanto a erosão natural de margem pode ser gerada pela ação dos componentes dos vetores das linhas de corrente do rio, pela ação de ondas e ou pelo encharcamento do terreno marginal, provocando a variação de poro pressão e o desabamento da margem. Inicialmente,

> no primeiro estágio de um rio, este nasce em uma região de maior altitude, adquire velocidade (transformação de energia potencial em cinética) e escava terrenos acidentados. Recebe grande contribuição de sedimentos das rochas e dos solos erodidos nas escarpas íngremes. No segundo estágio de evolução do curso d'água, há uma velocidade menor em relação ao primeiro estágio. Ocorre o meandramento do rio, onde nas margens côncavas do rio ocorre erosão destas e nas margens convexas dá-se a deposição dos sedimentos erodidos. No terceiro estágio, o rio perde mais velocidade e capacidade de transporte dos sedimentos, com sua deposição, na forma de barras em canal ("ilhas fluviais"), nas regiões centrais do rio. À medida que as águas fluem, as barras em canal vão sendo erodidas na sua parte montante e os sedimentos vão migrando para a parte jusante da barra, fazendo a "ilha" se deslocar para jusante do rio (FILHO e QUADROS, p. 50, 2017).

De acordo com a dinâmica dos cursos d'águas em relação a erosão fluvial, Stevaux e Latrubesse (2017), descrevem que no decorrer do processo erosivo, as partículas fragmentadas podem ser sedimentadas e/ou transportadas várias vezes, dependendo da força cinética proveniente do fluxo hídrico, e influenciam nas formas do leito e feições morfológicas.

Os autores Filho e Quadros (2017), afirmam que, o transporte de sedimentos em um rio é um fenômeno complexo que responde a duas funções principais. A primeira refere-se à quantidade, natureza e propriedades físicas dos materiais disponíveis para o transporte, e a segunda função refere-se a capacidade do sistema hidráulico para executar o transporte.

Estudar a dinâmica fluvial em uma bacia hidrográfica é muito importante, pois a partir dele, pode-se planejar ações que contribua para a preservação dos canais, evitando assoreamento, diminuição do fluxo e extinção de canais fluviais (PADILHA e SOUZA, 2018).

Padilha e Souza (2018) ressalta que, a caracterização da dinâmica fluvial é o trabalho do rio em uma bacia hidrográfica, podendo ser dividida em erosão, transporte e sedimentação do material detrítico. A falta de manejo adequado do solo e a retirada indiscriminada da vegetação, bem como a urbanização acelerada próxima dos rios,

podem comprometer a dinâmica fluvial natural da bacia hidrográfica e provocar danos irreversíveis no sistema que a circunda.

Verifica-se então que, o entendimento da dinâmica fluvial, além da identificação de mudanças nas características naturais dos córregos sob a influência humana são imprescindíveis para a gestão sustentável dos recursos hídricos, sendo a geometria hidráulica um importante instrumento de análise ambiental principalmente no que se refere aos córregos urbanos que sofrem interferências diretas e constantes (YUCE; ESIT; KARATAS, 2019).

Tal afirmação nos remete a concordar com o autor Taylor (2007), que há cerca de 15 anos já enfatizava que, o transporte de sedimentos em ambientes urbanos é mais complexo, dificilmente é possível compreender as rotas das partículas de sedimentos desde sua fonte até corpos de águas receptores, da taxa de transporte de sedimentos, da localização de sumidouros a curto e longo prazo e de como estas rotas impactam sobre o destino e a distribuição em longo prazo de poluentes no ambiente urbano.

2.5 Canais Urbanos

Os canais urbanos geralmente são marcados pela urbanização as suas margens, apresentando um padrão artificial diante das interferências antrópicas ocorridas. Os canais urbanos para Ebisemiju (1989), compreende-se em uma a natureza que apresenta uma reação à urbanização onde sugere, por exemplo que, o alagamento é uma consequência inevitável da urbanização nos países em desenvolvimento nos trópicos úmidos. É um processo hidrológico essencial para obtenção da morfologia estável do canal e seu ajustamento para o estado hidrológico urbano.

Os alagamentos dados como enchentes em áreas urbanas são consequências de dois processos que ocorrem isoladamente ou de forma integrada: enchentes em áreas ribeirinhas, que são as enchentes naturais que atingem a população que ocupa os leitos de rios por falta de planejamento do uso do solo, e as enchentes provocadas pela urbanização, alterando a dinâmica do canal de acordo com a necessidade instalada na região (TUCCI, 1997 b).

A alteração na eficiência do fluxo (facilidade de a água escoar) é dada pelo aparecimento de obstáculo. Pois, quanto mais lisa for a calha maior será a eficiência

do fluxo. A facilidade de o fluxo escoar é função direta do raio hidráulico que constitui a melhor medida que se tem para avaliar a eficiência do canal. Quanto maior for o seu valor, mais lisa será a calha, que oferecerá maior facilidade ao escoamento do fluxo (CUNHA, 1999).

O autor Tucci (2002), traz a concepção de que o crescimento urbano tem sido caracterizado por expansão irregular da periferia com pouca obediência da regulamentação urbana relacionada com o plano diretor e normas específica de loteamentos, além de ocupação irregular de áreas públicas por populações de baixa renda e esse desenvolvimento urbano irregular resulta em graves problemas sobre áreas de mananciais de abastecimento humano, comprometimento a sustentabilidade hídrica das cidades.

O escoamento pluvial pode produzir inundações e impactos nas áreas urbanas devido aos processos que podem ocorrer isoladamente ou cominados, que se classifica em inundações de áreas ribeirinhas e inundações devido a urbanização. Onde há inundações de áreas ribeirinhas, os rios geralmente possuem dois leitos, o leito menor onde a água escoa na maioria do tempo e o leito maior que se caracteriza em inundações de riscos, e as inundações devido a urbanização, são enchentes que aumentam a sua frequência e magnitude devido a impermeabilização, ocupação de solo e a construção da rede de condutos pluviais (TUCCI, 2002).

Para Tucci (2002), o desenvolvimento adequado da infraestrutura de abastecimento e saneamento é essencial para um adequado desenvolvimento urbano, porém, afirma que na realidade o desenvolvimento da cidade tem sido realizado com baixa cobertura de redes de coletas de esgotos, além de quase total falta de tratamento. O referido autor na sua concepção continua explicando que, inicialmente, quando a cidade tem pequena densidade, é geralmente utilizada a fossa séptica para disposição do esgoto.

À medida que a cidade cresce e o poder público não investe no sistema, a saída do esgoto de cada propriedade é ligada a rede de esgotamento pluvial sem nenhum tratamento. Esse escoamento converge para os rios urbanos e o sistema fluvial de jusante gera os conhecidos impactos na qualidade da água (TUCCI, 2002).

As alterações em ambientes de bacias hidrográficas têm como causas alterações no equilíbrio dinâmico dos fatores naturais que as compõem, tais como o clima, os solos, a estrutura geológica e a topografia, bem como alterações derivadas de mudança de uso do solo nas regiões interfluviais. Apesar das evidentes alterações

nos interflúvios nos últimos séculos, refletindo a extensiva e agressiva ação antrópica. No século XX as atividades desenvolvidas pelo homem passaram a se constituir não só em um fator degradante para o meio natural, mas também de aceleração de alterações, levando a intensas modificações na paisagem em curtos intervalos de tempo (GIRÃO e CÔRREA, 2004).

Os córregos urbanos têm grande importância, pois podem abastecer a população de uma cidade inteira, atendendo boa parte de suas necessidades básicas. Porém, observa-se com frequência que esses mananciais são contaminados com esgotos domésticos e industriais, funcionando como depósitos de lixo, sofrendo com o escoamento de pesticidas e impermeabilização das áreas circunvizinhas (TUCCI, 2005).

Para Cardoso (2008), dentre os diversos impactos causados pelo processo de urbanização nas bacias hidrográficas, as enchentes urbanas se destacam pela magnitude dos riscos (ambientais, sociais, econômicos e de saúde pública) que podem oferecer à população. De maneira geral, as enchentes são fenômenos naturais e de ocorrência periódica, decorrentes de chuvas de elevada magnitude. Resultam da incapacidade de transporte de rios, riachos e galerias pluviais, levando ao extravasamento da água do seu leito natural.

As águas urbanas englobam o sistema de abastecimento de água e esgotos sanitários, a drenagem urbana e as inundações ribeirinhas, a gestão dos sólidos totais, tendo como metas a saúde e conservação ambiental (TUCCI, 2008). Diante disso, estabelecer padrões e critérios para sustentabilidade ambiental torna-se bastante eficaz para buscar prevenções a natureza onde,

> O abastecimento de água deve ser realizado de fontes confiáveis que não são contaminadas a partir de outras fontes de montante. O esgoto sanitário deve ser coletado e tratado para que a água utilizada não esteja contaminada e o sistema hídrico tenha condições de se recuperar. A drenagem urbana deve preservar as condições naturais de infiltração, evitar transferência para jusante de aumento de vazão, volume e carga de contaminação no escoamento pluvial e erosão do solo. Os resíduos sólidos devem ser reciclados na busca da sustentabilidade e da renda econômica desta riqueza e a disposição do restante deve ser minimizada (TUCCI e MENDES, 2006, p. 152).

Cunha (2008) destaca que os impactos das atividades antrópicas em ambientes de bacias hidrográficas podem ser de dois tipos: diretos, quando são executadas obras no interior de cursos fluviais, como ampliação da largura do leito e retificação do canal dentre outras; e indiretos, quando os impactos são originários da

urbanização que, inicialmente, leva ao desmatamento e, posteriormente, à mudanças no uso da terra; modificações na precipitação e temperatura e, consequentemente, no ciclo hidrológico; mudanças na rede de canais; transferência de água entre bacias; criação de superfícies impermeáveis; modificações nas propriedades e estrutura dos solos; e exposição da superfície dos solos, especialmente em locais de construção, causando mudanças na morfologia e hidrologia da área interfluvial.

A morfologia dos córregos pode ser considerada sob dois enfoques: o padrão do canal e a forma do canal. O primeiro, conhecido também como visão em planta, ou em mapa, classifica os rios em padrões reto, sinuoso, meândrico e anastomosado. Cada padrão é diferenciado dos outros pelo grau de sinuosidade, pela razão largura/profundidade, pelo tipo de carga sólida e pelos comportamentos de erosão/deposição. A forma do canal, ou a sua geometria, é controlada pela descarga e pela carga sólida, variáveis diretamente submetidas ao clima e a geologia da bacia hidrográfica, podendo apresentar variações diferenciadas entre as áreas rurais e as urbanas em função da atividade antrópica (CUNHA, 2008).

As sucessivas obras de engenharia, muitas vezes sem se levar em consideração o conjunto de rede de drenagem, modificam as seções transversais e o perfil longitudinal, alterando a eficiência do fluxo (VIEIRA e CUNHA, 2008). Assim, associados ao crescimento urbano, os córregos têm sido transformados, perdendo suas características naturais.

Desta forma, cada vez mais é possível afirmar que, o crescimento acelerado dos ambientes urbanos sem os devidos planejamentos tem comprometido a qualidade ambiental e a qualidade de vida da população. As cidades estão cada vez mais dependentes da tecnologia, como a informática, as comunicações e os transportes; e se distanciando cada vez mais distantes das condições ecológicas naturais (COSTA e FALCÃO, 2011).

A natureza recente das informações relacionadas com o transporte de poluentes adsorvidos em sedimentos urbanos é um fator limitante na identificação de mudanças temporais em respostas a fatores internos ou externos. O que torna necessário gerar uma linha de base de informações que possa permitir predizer as mudanças futuras no ambiente urbanos, fato que, enfatiza a necessidade de continuidade nas pesquisas em centros urbanos (POLETO e MARTINEZ, 2011).

E assim, a contribuição dos estudos de geomorfologia urbana tem ajudado a compreender a dinâmica dos processos que estão sendo alterados pela atividade

essencialmente humana, sobretudo em áreas urbanas e tem resultado na criação de novas formas de relevo, novos solos e modificado os processos fluviais urbanos (BOTELHO, 2011).

Souza et al. (2012), prosseguem com a concepção de que o crescimento urbano de cidades brasileiras se encontra ainda alicerçada na impermeabilização massiva de áreas e canalizações artificiais, ampliando a escassez de água em função da baixa eficiência dos sistemas hídricos, contaminações e baixo grau de reaproveitamento de água.

O processo de adensamento populacional urbano, na maioria das vezes, contribuiu para a ocorrência e intensificação de problemas ambientais. As insuficientes políticas de planejamento/gestão da ocupação e uso do solo potencializam inúmeros problemas como as inundações em ambientes urbanos, sendo estas controladas comumentemente por meio de obras de canalizações (OLIVEIRA e VESTENA, 2012).

As consequências das ações antrópicas sobre o recorte espacial das bacias de drenagem e, consequentemente, sobre os córregos, causam efeitos negativos que passam a afetar diretamente a própria sociedade. As modificações nos cursos de água, a retirada da vegetação e a ocupação indiscriminada das margens, a ineficácia na coleta dos resíduos e a destinação inadequada do esgoto constituem práticas que podem contribuir para o aumento do assoreamento ao longo da calha dos rios e da degradação na qualidade das ·águas (OLIVEIRA e BOTELHO, 2014).

Desta forma, Oliveira e Botelho (2014) apontam que o processo de urbanização promove alterações muito impactantes nos cursos de água. As modificações e a degradação da paisagem são destacadas por alterarem a dinâmica do sistema natural dos rios, sobretudo por serem as grandes e, muitas vezes, as principais responsáveis por potencializar a ocorrência de inundações.

Nota-se que os sistemas fluviais no ambiente urbano foram modificados perdendo suas formas e dinâmica natural por conta das atividades antrópicas, sendo afetada pela poluição, ocupação das margens e vertentes, pelas obras de drenagens e outros meios que artificializaram suas características originais. Através da canalização e retificação, o padrão de drenagem dos cursos fluviais e a fisiologia dos leitos, foram totalmente transformados (MARTINS, 2014; REZENDE e ARAÚJO, 2015; SANTANA, 2017).

Para Tavares et al. (2015), as intervenções antrópicas nos recursos hídricos não são práticas recentes, pelo contrário, porém, é recentemente (nas últimas décadas) que foram registradas as maiores intervenções. Os principais motivos são: crescimento da população e sua concentração nas cidades e o próprio aumento destas. As principais modificações feitas pelo homem são: canalização, retificação, alargamento, afundamento e desvio.

A ocupação do solo urbano se reflete na qualidade de vida dos moradores das cidades, assim como a flora e a fauna, que se encontram, muitas vezes, relegadas a corredores verdes e áreas do entorno. A cidade torna-se palco da interação entre sociedade e natureza ao longo de décadas de interferência e ocasiona diversos desajustes nos sistemas que à compõem, gerando, assim, problemas de ordem socioambiental (FURLAN e SPINELLI, 2019).

Ainda para Furlan e Spinelli (2019), o espaço urbano, enquanto produto de uma sociedade capitalista, acaba deixando muitas cicatrizes nos elementos naturais e pode-se citar, como exemplo, os aterros sanitários e a degradação dos recursos hídricos, com contaminação por diversas substâncias inapropriadas para o convívio humano.

A utilização de recursos hídricos e a ocupação urbana junto às nascentes ou às planícies de inundação (especialmente nas margens de rios) têm sido negligenciadas pelos poderes públicos ao autorizar adensamentos ou expansões urbanas nessas áreas de risco. Esses fatores trazem consigo alterações drásticas nos sistemas ambientais (FURLAN e SPINELLI, 2019).

Santana e Cunha (2019), consideram que os córregos urbanos, de maneira geral, tornaram-se exemplos de ambientes intensamente perturbados, pois se encontram degradados e/ou alterados devido às intervenções antrópicas, as quais modificaram sua morfologia para atender às novas exigências do crescimento das cidades. Esse processo é constante, especialmente em países subdesenvolvidos e/ou emergentes.

Com a ocupação nas margens dos rios pela população, além de utilização como meio de transporte e despejo de cargas poluídas, acarreta diversos efeitos nos ambientes naturais que são substituídos por outros artificiais, ocasionam problemas de esgotamento das águas superficiais e drenagem e assim com a crescente urbanização que inicia-se de forma desordenada onde leva os cursos d’água naturais

existentes no meio urbano a terem um crescente aumento de carga poluidora e sedimentos em seus leitos (LIMA et al., 2020).

Nesse sentido, nota-se que em áreas urbanas, canais fluviais recebem impactos diretos e indiretos, estando relacionados ao uso e a ocupação inadequados. Dessa forma, considera-se que canais fluviais recebem impactos negativos quando normas ou diretrizes de âmbito Federal, Estadual e/ou Municipal, que preconizam a preservação de ambientes fluviais em áreas urbanizadas, não são seguidas ou implementadas pelo poder público, alterando os aspectos físicos e ambientais (COSTA e GUEDES, 2020).

Os estudos dos aspectos físicos (relevo, hidrografia, vegetação, uso e ocupação e fatores climáticos), associados a análises morfológicas (largura e profundidade de canais fluviais), contribuem para o planejamento preventivo, diagnosticando possíveis impactos socioambientais em áreas urbanas (COSTA e GUEDES, 2020).

Diante do exposto, considera-se de fundamental importância monitorar constantemente os córregos urbanos que sofrem impactos naturais, principalmente pela concentração da urbanização cada vez mais intensa, tendo como base conceitual teórico e metodológico todos os estudos realizados em córregos urbanos, tais como dos autores, Tucci (2002), Cunha e Guerra (2004), Cruz (2013), Raymundi (2017), Santana (2017), dentre outros.

2.5.1 Canais Artificiais e Canalização

Os canais criados e canalizados possuem origens antrópicas, onde geralmente são abertos para drenagem da área. O autor Chow (1959), traz consigo o termo de canais aberto onde apresenta os canais diferenciados por suas classificações, funções, formas, medições, cálculos de hidráulica, energia e fluxo. O autor define que o fluxo de canais abertos deve ter uma superfície livre, e essa superfície fica sempre sujeita a pressão atmosférica. Classificado de acordo com sua origem, o canal pode ser natural ou artificial.

Os canais artificiais são aqueles construídos ou desenvolvidos pelo interesse humano, tais como: canais de navegação, canais de irrigação, de energia, vertedouros, valas de drenagem, calha canal, transposição, canais modelos para

testes (CHOW, 1959). Riley (1998), ao analisar o processo para a canalização de cursos d'águas defende a ideia que,

> os projetos convencionais de canalização alteram a estrutura física do canal (por meio da mudança da sua forma, da alteração ou remoção dos leitos de inundação, da remoção da vegetação, etc.) e, consequentemente, alteram as funções a ela associadas (zonas de sombra e de baixas velocidades, contenção de encostas, alimentação para os organismos aquáticos, etc.), levando a uma redução da biodiversidade, da estabilidade e da qualidade da água do canal, além de consideráveis mudanças nas condições hidrológicas (águas subterrâneas, vazões, etc.) e impactos aos valores estéticos.

O homem para adequar o seu espaço de acordo com as suas necessidades, realiza ao longo da história transformações que inclui também mudanças nas características naturais do ambiente, para melhor condições de seu habitat. E assim, a geomorfologia ao estudar o relevo e os processos responsáveis por sua formação, correlacionando as interconexões entre as formas de superfície e águas superficiais podem contribuir para estudos que podem compreender as dinâmicas dos canais artificiais (GOUDIE, 2004).

De acordo com Cardoso (2008), as alternativas de intervenção baseadas na canalização, retificação e mesmo supressão de cursos de água da paisagem urbana promovem um incremento da velocidade da água e dos picos de cheia, o que pode levar a sérios problemas de inundação. E assim, as inundações decorrentes da incapacidade de operação plena e satisfatória desses sistemas evidenciam que a abordagem clássica da drenagem urbana sofre limitações e que se faz necessária a adoção de novas estratégias de planejamento e gestão capazes de apontar soluções para os problemas do setor (CARDOSO, 2008).

Percebe-se que, os principais problemas ambientais decorrentes da alteração de drenagens urbanas são: canalização, retificação, alargamento ou desvios dos cursos d'água, que levaram a maximização dos processos de escoamento superficial e consequente aumento das enchentes (BOTELHO, 2011). Dentre as diferentes formas de drenagem, que surge no espaço urbano em regiões ocupadas pela população, destacam-se, a canalização aberta ou tamponada, que se caracteriza na retificação, alargamento, afundamento, desvio etc. para não só não impedir enchentes como contribuem para sua ocorrência, muitas vezes em maior proporção, ao longo do tempo (BOTELHO, 2011).

Para Botelho (2011), a canalização e a retificação, aumenta a velocidade das águas, fazendo com que os espaços físicos que os rios ocupam diminuam, e que haja a ocupação em suas margens. No entanto, essa forma de apropriação dos canais de drenagem impedem a formação dos meandros naturais, os meandros têm o propósito de dissipar a energia acumulada nos trechos de maior declive, a montante.

Para Silva (2018), todos os tipos de intervenções nos canais naturais são degradantes de seu estado original, os tornando artificializados. Contudo, é necessário distinguir se o impacto é consequente de ações desvinculadas de planejamentos (degradação) ou se as intervenções foram realizadas para que suas novas configurações atendam demandas planejadas (artificialização).

Assim como visto, morfologia dos canais artificias é dada por diversos aspectos. Contudo, um dos principais condicionantes é a geomorfologia expressa em cada vertente. São os detalhes das microformas de relevo e as necessidades de uso que ditam o posicionamento do mesmo (SILVA, 2019).

Diante dos problemas ambientais decorrentes da alteração de drenagens urbanas, faz se necessário adotar medidas que visam o monitoramento dessas áreas, objetivando amenizar a degradação ambiental, e, para isso, são definidos métodos para aplicação de protocolo de avaliação que podem apresentar resultados rápidos e concisos, a fim de adotar medidas de conservação nesses canais urbanos.

2.6 Protocolos de Avaliações Ambientais

2.6.1 Protocolo de Avaliação Rápida e Tipologias de Canais

Os Protocolos de Avaliação Rápida – (PARs) são procedimentos de baixo custo, cientificamente válidos e que geram resultados rápidos para as decisões de gestão e ainda produzem relatórios científicos facilmente traduzidos para a gestão e pelo público leigo (BARBOUR et al., 1999). Ao definir programas de monitoramento ou avaliação ambiental, o grande desafio é criar indicadores que caracterizam efetivamente o estado de um determinado sistema ambiental, que sejam simples o suficiente para serem aplicados com facilidade (DALE e BEYLER, 2001).

Segundo a definição de Callisto et al. (2002) e Rodrigues et al. (2008), os PARs são documentos de referência que reúnem procedimentos metodológicos aplicáveis a avaliação rápida, qualitativa e semi-qualitativa, de um conjunto de variáveis representativas dos principais componentes físicos, que condicionam e controlam os processos e funções ecológicas dos sistemas fluviais.

Ao apresentar a metodologia, Callisto et al. (2002), apontam que uma metodologia prática possibilita identificar os diversos parâmetros que influenciam na qualidade dos cursos d'águas como um todo, levando em consideração as atividades antrópicas, bem como as alterações decorrentes dela em todo o meio ambiente constituindo-se uma importante ferramenta nos programas de avaliação ambiental.

Desta forma, foi proposto o uso do Protocolo de Avaliação Rápida de diversidades de habitat onde busca avaliar as características de trechos do córregos e nível de impactos ambientais decorrentes de atividades antrópicas, baseado através do protocolo proposto pela Agência de proteção Ambiental de Ohio (U.S. EPA, 1987) adaptado por Callisto (2002), sendo o primeiro protocolo representado por 10 parâmetros com pontuações indicadas paro o nível de identificação das características encontradas em cada parâmetro sendo eles: 1. Tipo de ocupação das margens do curso d'agua; 2. Erosão próxima e/ou nas margens do rio e assoreamento em seu leito; 3. Alterações antrópicas; 4. Cobertura vegetal no leito; 5. Odor da água; 6. Oleosidade da água; 7. Transparecia da água; 8. Odor de sedimentos (fundo); 9. Oleosidade do fundo e 10. Tipo de fundo (CALLISTO et al., 2002; RADTKE, 2015).

Rodrigues et al. (2008), discutem que, os problemas nos dados de qualidades da água disponíveis e as deficiências das redes de monitoramento têm levado muitos pesquisadores á reavaliarem os procedimentos comumente utilizados e a pensarem nos estabelecimentos de métodos úteis, eficazes e confiáveis que, em conjunto com os métodos já existente, potencializem os dados referentes ao real estado dos cursos d'água sob avaliação, com ajuda das comunidades locais.

Para Rodrigues et al. (2008), os Protocolos de Avaliação Rápida são ferramentas que agregam indicadores de qualidade ambiental referentes aos aspectos físicos e biológicos do ecossistema fluvial, que podem ser usados como um instrumento de avaliação dos recursos hídricos.

Esse autor enfatiza que, o monitoramento dos recursos hídricos de forma efetivamente participativa requer o desenvolvimento de um processo entendível pela população, que a coloque realmente como agente participante. A implementação de programas de gerenciamento do meio ambiente por métodos que possuem uma linguagem acessível a população, pode promover o envolvimento desta com as questões ambientais e, paulatinamente, um maior interesse dessa comunidade na conservação dos recursos ambientais que a cercam (RODRIGUES et al. (2008).

Ao buscar discutir a origem de um protocolo que permite avaliar as condições de sistemas ambientais, verifica-se que vários autores participaram na construção do conceito, enfatizando que

> a ideia dos PARs – Protocolo de Avaliação Rápida de Rios surgiu em meados da década de 1980 nos Estados Unidos, quando na ocasião os órgãos ambientais perceberam a necessidade de se estabelecer métodos de avaliação qualitativos, devido ao alto custo e demora das pesquisas quantitativas. Em resposta ao relatório da Agência Ambiental dos Estados Unidos "Surface Water Monitoring: A Framework for Change" (EPA, 1987) que enfatizava a reestruturação dos programas de monitoramento praticados, foi publicado em 1989 um documento escrito por Plafkin et al. (1989) que estabeleceu então os primeiros protocolos. De acordo com os autores, esses protocolos foram adequados para fornecer dados básicos sobre a vida aquática, para fins de qualidade da água e gerenciamento de recursos hídricos (RODRIGUES et al., 2010, p. 3-4).

Observa-se que, através dos parâmetros avaliados nos Protocolos de Avaliação Rápida é possível detectar perturbações na dinâmica fluvial decorrentes das alterações antrópicas na paisagem a qual influência direta e/ou indiretamente o funcionamento e a natureza dos corpos d'água (RODRIGUES et al., 2010).

E assim, os Protocolos de Avaliação Rápida podem ser considerados instrumentos úteis no estudo de geomorfologia fluvial, uma vez que, auxiliam e geram informações importantes para a compreensão da dinâmica dos sistemas lóticos bem como auxiliam o entendimento das relações existentes entre a exploração expressiva desses sistemas e os elementos físicos que determinam sua qualidade ambiental, com vista à conservação dos recursos hídricos (RODRIGUES et al., 2010).

O mesmo autor defende ainda que os Protocolos de Avaliação Rápida de Rios enquanto instrumentos viáveis na avaliação destes sistemas são tidos como uma proposta metodológica que avalia de modo integrado os dados físicos que determinam a qualidade dos corpos d'água, permitindo assim, a obtenção de informações que possibilitem o planejamento do uso e conservação dos recursos hídricos (RODRIGUES et al. (2010).

Para a avaliação qualitativa dos corpos d'águas, Carvalho et al. (2010), explicam que, a classificação dos corpos hídricos urbanos considerando o seu uso considera a utilização de uma matriz dividida em quatro níveis: a) características morfológicas do trecho do canal; b) uso do solo nas Margens do trecho do canal; c) situação de uso do solo no interflúvio; d) unidade geomorfológica do trecho do canal.

Desta forma, cada parâmetro dos quatro níveis representa um método eficiente com modelos organizados e bem estruturados, que possibilitam uma análise integrada em relação à área de estudo nos ambientes urbanos (CARVALHO et al., 2010).

No entanto, em se tratando de avaliações dos ambientes em específico os canais urbanos sujeitos a constante modificações, a busca pela construção de uma tipologia espacial dos canais urbanos há de considerar as diversas ordens de intervenção do impacto humano sobre a paisagem física, desdobrando-se em ações deliberadas e planejadas, mesmo que de consequências indesejadas a posteriori, e aquelas decorrentes da negligência ou mau uso da água em solo urbano, cujas respostas junto ao sistema hidrológico podem ser igualmente nefastas (CARVALHO et al., 2010).

Os Protocolos de Avaliação Rápida, no âmbito da conservação e preservação dos recursos hídricos, podem ser utilizados como instrumentos complementares nos programas de avaliação da qualidade, recuperação e preservação dos ecossistemas fluviais e, portanto, como ferramenta útil para os órgãos gestores e controladores dos recursos naturais (RODRIGUES et al., 2010).

A aplicação do PAR é simples e de baixo custo, e assim, os resultados oferecem uma visão geral da qualidade ambiental, que pode ser utilizada de forma rápida e econômica pelos gestores na tomada de decisões relacionados ao manejo e conservação das áreas de recursos hídricos (VARGAS e FERREIRA-JUNIOR, 2012).

Para Bizzo et al. (2014), os Protocolos de Avaliação Rápida de Rios são ferramentas desenvolvidas com o objetivo de avaliar qualitativamente os sistemas hídricos superficiais, de modo que sejam diagnosticadas informações qualitativas do meio em que se encontra o rio. De forma geral, os protocolos podem ser aplicados tanto por analistas ambientais como por estudantes ou voluntários não qualificados, desde que devidamente treinados.

Na concepção de Bizzo et al. (2014), o Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR) é uma ferramenta desenvolvida com o objetivo de auxiliar o monitoramento ambiental dos sistemas hídricos encontrados no mundo, de modo que sejam levantadas informações qualitativas e a partir daí seja realizado um diagnóstico ambiental do meio em que se encontra o rio. No entanto, para além dos instrumentos legais criados para o monitoramento dos recursos hídricos, ainda existe a necessidade de interação entre os órgãos ambientais e a sociedade.

Em visão geral, Bizzo et al. (2014), afirma que os Protocolos de Avaliação Rápida são ferramentas que proporcionam análises qualitativas não apenas de rios, mas também dos ecossistemas que estejam inseridos. São compostos por check lists que avaliam determinados parâmetros e permitem obter uma pontuação do estado de conservação em que os rios se encontram. Em algumas situações, os protocolos são adaptados uma vez que o ecossistema fluvial estudado pode apresentar diferentes tipos de vegetação, clima, solo, relevo, dentre outros aspectos.

Radtke (2015) complementa que, na esfera da conservação e preservação dos sistemas hídricos, os Protocolos de Avaliação Rápida de Rios podem ser utilizados como instrumentos nos programas que visam avaliar a qualidade, recuperação e preservações desses sistemas, através da participação de comunidades locais, além de ser de grande importância para órgãos gestores e fiscalizadores dos recursos naturais.

Ademais, muitas pesquisas vêm sendo desenvolvidas com a visão holística dos sistemas fluviais, buscando avaliar não apenas a qualidade da água no momento da coleta e sim avaliar o conjunto de impactos nos locais em avaliação, bem como identificar as suas causas e efeitos sobre as características físicas e biológicas dos cursos d’água, buscando propor medidas de controle da poluição, como manejo das áreas voltadas a conservação dos recursos hídricos , desenvolvimento de trabalho de sensibilização da população ao entorno e órgãos públicos (RADTKE, 2015). Portanto, a utilização do PAR pode ser importante ferramenta de participação social na avaliação de cursos d’águas urbanas, contribuindo para a gestão participativa e efetivação dos Planos Diretores e de Saneamento Básico (RADTKE, 2015).

Pode-se concluir que de acordo com a ideia apresentada por Raymundi (2017), com base nos conceitos e discussão defendida por Carvalho et al. (2010), o estudo dos canais urbanos é baseado na construção de uma tipologia espacial. De acordo com a temática; “tipologia” segundo o dicionário Aurélio, é uma ciência que estuda os tipos, permitindo definir diferentes categorias. Nessa perspectiva, é possível considerar as diversas ordens caracterizadas pelas intervenções do impacto humano sobre a paisagem.

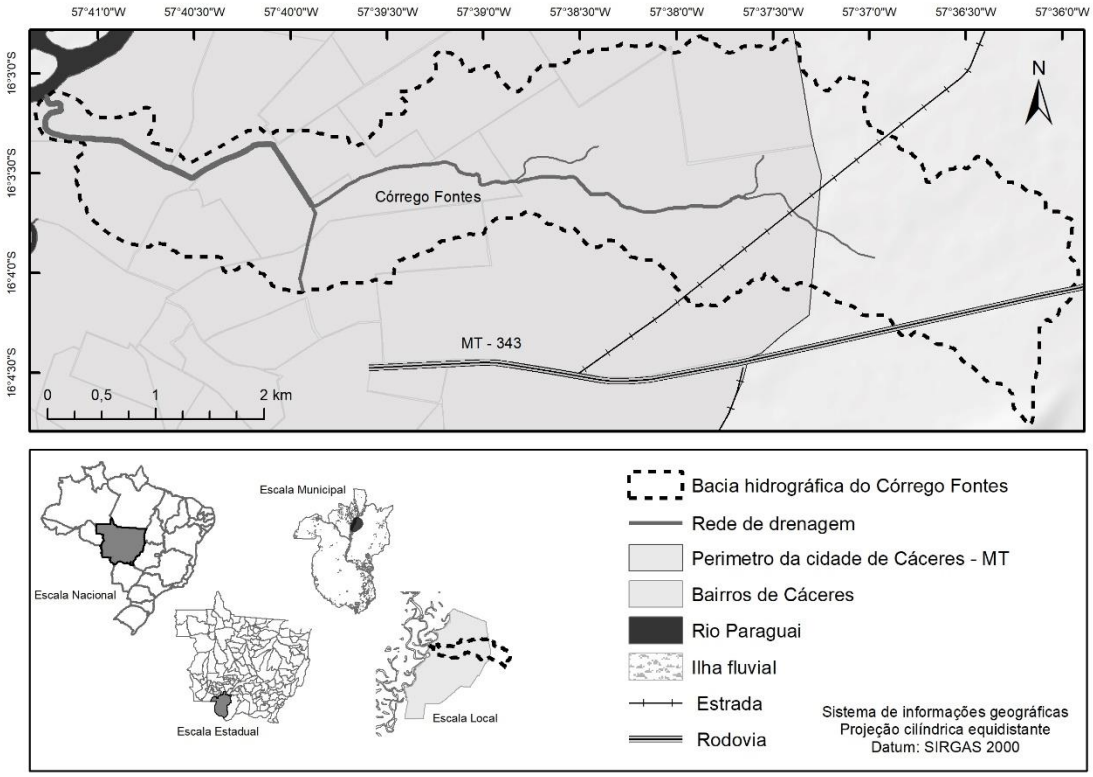
CAPÍTULO III

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Área de Estudo

A área de estudo corresponde ao canal dos Fontes, situado no Município de Cáceres – Sudoeste do Estado de Mato Grosso. Encontra-se entre as coordenadas geográficas 16° 03’ 00” e 16° 04’ 30” - Latitude Sul e 57° 36’ 0” - 57° 41’ 30” Longitude Oeste (Figura 1).

Figura 1: Localização da área de estudo.



Fonte: Produzido por Thales E. Lima; organizado por Vanilda Soares Prudêncio (2020).

3.2 Procedimentos metodológicos

3.2.1 Caracterização ambiental da bacia hidrográfica

Foi realizado levantamento bibliográfico, buscando uma base teórico-conceitual para suporte na pesquisa, através de consultas em artigos, livros, dissertações, teses que abordam o conteúdo do tema proposto, bem como análises das legislações ambientais vigentes, de relatórios técnicos e do plano diretor de Cáceres.

O levantamento dos elementos geoambientais (estrutura geológica, relevo, vegetação, solo, clima e hidrografia) teve como base o relatório do projeto RADAMBRASIL (1982), SEPLAN/MT (2011) e dados disponibilizados no site do

Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. Para a obtenção de dados referentes a ocorrência geológica, o Serviço Geológico Nacional - CPRM, do ano de 2004, disponibilizou as informações necessárias.

Pertinente a definição dos tipos de solos, foram utilizados os dados e orientações disponibilizadas pelo RADAMBRASIL (1982), SEPLAN-MT (2011), IBGE (2012) e EMBRAPA (2018).

Na confecção de mapeamento de geologia, geomorfologia, solo e vegetação utilizou-se base de dados vetorial, disponibilizados em *downloads* no portal do IBGE, na escala 1:250.000 pelo sistema de Coordenadas Geográficas, Datum Sirgas 2000, a partir de recortes dos vetores sobre máscara da área de estudo, com atribuição de simbologia a cores de acordo com os manuais técnicos do IBGE para cada tipo de classe e finalizados com a confecção do *layout*, com importação para o sistema Software ArcGis 10.1 no formato *.jpg , referenciando as coordenadas da carta, a partir do processo de vetorização analógico para definir cada elemento que será mapeado e observado na área de estudo.

3.2.2 Dinâmica fluvial

3.2.2.1 Atividade de campo

A pesquisa de campo foi executada em dois períodos (cheia e estiagem), por meio das seguintes atividades: registros fotográficos aéreos através de drone; coletas de sedimentos (fundo) e água (suspensão); monitoramento das variáveis hidrodinâmicas nas seções transversais e aplicação dos protocolos de avaliação rápida em oito seções transversais definidas para coletas estabelecidas no sentido da nascente até a foz, considerando a possibilidade de acesso (Figura 2).

Figura 2: A) Coleta de sedimentos de fundo; B) Averiguação de medidas da profundidade do canal em relação à lâmina d´agua; C) Ficha de campo com anotações de dados; D) Aplicação de protocolo de avaliação rápida.

Fonte: Prudêncio (2021)

Os instrumentos utilizados foram: GPS para identificar as coordenadas geográficas (tabela 1) das seções transversais; trena métrica (30m) e estacas posicionadas sobre a margem esquerda, centro do canal e margem direita, para medir o nível da água, nível da margem plena e largura. Utilizou-se também materiais de biossegurança como: luvas, botas, perneira, máscaras faciais e álcool em gel.

Tabela 1: Localização geográfica das seções analisadas.

Seções	Coordenadas Geográficas
Seção 1 – próximo á nascente - Rodovia 343- Bairro DNER	16º 4’ 27” S – 57º 39’ 53” W
Seção 2 – bifurcação do canal à direita – Bairro DNER	16º 4’ 21” S – 57º 39’ 49” W
Seção 3 – Ponte do Bairro Joaquim Murtinho	16º 3’ 51” S – 57º 39’ 54” W
Seção 4 – Próxima residencial Brisa do Pantanal entre duas pontes – Bairro Cavalhada III	16º 3’ 35” S – 57º 39’57” W
Seção 5 - Ponte da Rua do Retiro – Bairro Vila Irene	16º 3’ 35” S e 57º 39’ 57” W
Seção 6 – Montante da ponte Av. Pedro Alexandrino – Bairro Vila Irene	16º 3’ 29’’ S – 57º 40’ 36” W
Seção 7 – Jusante da ponte Av. Pedro Alexandrino – Bairro Vila Irene	16º 3’ 20’’ S – 57º 40’ 55’’ W
Seção 8 - Montante da ponte Rua das maravilhas – Bairro Cavalhada I	16º 3’ 29’’S – 57º 40’ 39’’ W

Fonte: Prudêncio (2021).

As amostras de sedimentos de fundo foram coletadas e armazenadas em sacolas plásticas de 1 kg. Para a coleta das amostras de água, foram utilizadas garrafas de 1L, esterilizadas com a água do próprio canal, por duas vezes, com os devidos cuidados para não movimentar os materiais do fundo do canal. Após esse processo, as amostras foram submetidas ao armazenamento em caixa térmica até a posterior análise em laboratório.

Para obtenção das seções transversais, mediu-se a largura e profundidade constituindo a área das seções transversais, utilizando fórmula:

$$(A = L \times P)$$

Sendo:

A - área da seção;

L - Largura;

P - Profundidade.

Para obter o cálculo da vazão utilizou-se a seguinte fórmula proposta por Cunha (2008):

$$(Q = V \times A)$$

Sendo:

Q – Vazão;

V – Velocidade;

A – Área da seção.

Devido à baixa profundidade da lâmina d'água, a medição foi realizada somente no centro do canal, nos pontos onde foi possível realizar no modo tradicional. Há uma distância de 10 m, foi aferido o tempo em que uma folha de árvore verde, usada como parâmetro, alcançou através do auxílio do vento e correnteza da água, a distância estabelecida na metragem. Em seguida, o tempo cronometrado foi dividido por 10, obtendo assim os valores de velocidade do fluxo do canal.

3.2.2.2 Atividade de Laboratório

- **Método de evaporação**

Em laboratório, as amostras foram submetidas ao método de Evaporação (Figura 3). Na execução desse método, a amostra água-sedimento foi submetida à estufa a 105º C, em recipiente adequado à evaporação (Béquer) para secagem. Depois de algumas horas, com o sedimento seco, removeu-se para o dessecador, para posterior pesagem. A diferença de peso equivale a quantidade do material em suspensão (CARVALHO, 2008).

Figura 3: Demonstração de pesagem do sedimento suspenso dos pontos coletados, com utilização de béquer com amostras no seu interior, e balança laboratorial de precisão.

Fonte: Prudêncio (2021).

- **Análise da composição granulométrica**

Para quantificar as frações de argila e de silte, foi adotado o método pipetagem (EMBRAPA, 1997). A quantificação das frações de areia (grossa, média e fina) ocorreu a partir do ensaio de peneiramento e a partir de processo mecânico no agitador eletromagnético (SUGUIO, 1973; SOUZA et al., 2012).

- **Método de pipetagem**

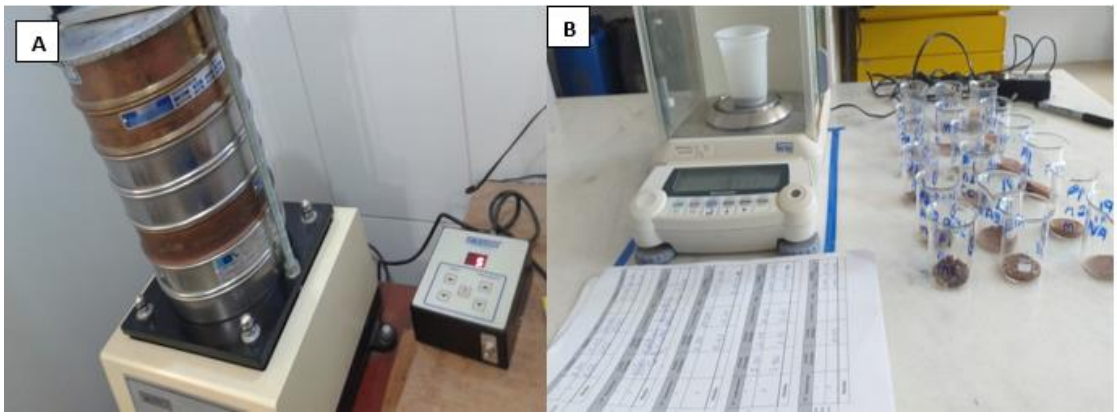
As amostras coletadas em campo foram alocadas em Becker para secagem na estufa, com a temperatura de 105º C e, posteriormente, separado 20 g de amostra de cada ponto alocado em Becker, com 10 ml de solução dispersante de hidróxido de Sódio e 100 ml de água destilada, que após agitada com bastão de vidro, permaneceu em repouso durante uma noite. Depois, essas amostras foram adicionadas em garrafas de vidro e agitadas em duração de 15 minutos pelo aparelho Agitador de Wagner (TE-160), Em seguida, foram despejadas em uma peneira sobre uma bandeja, onde foram lavadas, separando o material agitado.

O material que ficou retido na peneira foi colocado na estufa para secagem. O material retido na bandeja, caracterizado como silte e argila, foi adicionado em provetas de 1000 ml, agitado com bastão de vidro e medido a temperatura. Foi deixado em repouso pelo tempo correspondente a temperatura, conforme estipulado na tabela de sedimentação. Após o período de repouso, foi pipetado com uma pequena mangueira sob pressão, 5 cm do material constante na proveta para Becker. Posteriormente, foi levado para secagem na estufa e em seguida, pesado em balança de precisão e calculado os percentuais de areia, silte e argila, de cada amostra.

- **Método de peneiramento**

O peneiramento consiste na utilização do material retido na peneira de 20 cm de diâmetro e malha de 0,053 (nº 270), que por meio do processo de pipetagem é levado a estufa para secagem. O material seco foi colocado no aparelho mecânico Agitador Eletromagnético por 05 minutos, e, desta forma, o material retido em cada uma das peneiras foi adicionado em Becker e submetido à pesagem separadamente (figura 4), determinando as frações em areia (grossa, média e fina).

Figura 4: A) Demonstração do processo de separação das frações de areia, através do peneiramento; B) Pesagem das frações na balança laboratorial de precisão.



Fonte: Prudêncio (2021)

3.2.3 Aplicação de protocolo

3.2.3.1 Protocolo de Avaliação Rápida

Para avaliar as características da bacia hidrográfica e níveis de impactos ambientais, bem como as condições do habitat e níveis de conservação das condições naturais nesta área de estudo, fora adotada a metodologia aplicada por Callisto et al. (2002) e Rodrigues et al. (2012), através da aplicação de protocolos com parâmetros variáveis para análise da área.

A aplicação do protocolo adaptado por Callisto et al. (2002), consiste primeiramente na identificação da área e dos respectivos pontos a serem aplicados o protocolo. Foram inseridas informações para controle e acompanhamento na ficha como: localização da área, data e hora da coleta, tempo do dia, tipo de ambiente aplicou o protocolo, largura e profundidade do canal e a temperatura da água. Também, foram aplicados 10 parâmetros de análise, sendo eles: tipo de ocupação das margens; erosão próximas e/ou nas margens do rio e o assoreamento do leito; alterações antrópicas; cobertura vegetal; odor da água; oleosidade da água; transparência da água; odor, oleosidade e tipos de sedimentos de fundo. E, ainda, atribuída pontuação para cada parâmetro/situação identificada, conforme quadro 1.

Quadro 1: Protocolo para Avaliação de Condições Ecológicas e da Diversidade de Hábitats

Localização:	
Data de coleta:	**Hora da coleta:**
Tempo (situação do dia):	
Modo de coleta:	
Tipo de ambiente: Canal Urbano ( )	**Rio ( )**
Largura:	
Profundidade:	

Temperatura da água:			
Parâmetros	**8 pontos**	**4 pontos**	**2 pontos**
1.Tipo de ocupação das margens do copo d´agua (principal atividade)	Vegetação natural	Campos de pastagem/ agricultura/ monocultura/reflorestamento	Residencial/comercial/industrial
2. Erosão próxima e/ou nas margens do rio e assoreamento do seu leito	Ausente	Moderada	Acentuada
3. alterações antrópicas	Ausente	Alterações de origem domésticas (esgoto, lixo)	Alterações de origem industrial/urbana (fábrica, canalização, retilização do curso do rio)
4. Cobertura vegetal no leito	Parcial	Total	Ausente
5. Odor da água	Nenhum	Esgoto (ovo podre)	Óleo/industrial
6. Oleosidade do Leito	Ausente	Moderado	Abundante
7. Transparência da água	Transparente	Turva (cor de chá forte)	Opaca ou colorida
8. Odor do sedimento (fundo)	Nenhum	Esgoto (ovo podre)	Óleo/industrial
9. Oleosidade do Fundo	Ausente	Moderado	Abundante
10. Tipo de Fundo	Pedras/cascalhos	Lama/areia	Cimento/canalizado

Fonte: Callisto et al. (2002) adaptado por Santana (2017).

Para diagnosticar as Condições Ecológicas e da Diversidade de Hábitats, foi aplicado o protocolo de Callisto et al. (2002), adaptado por Santana (2017), que avalia parâmetros em categorias descritas e pontuadas. O valor final da aplicação do protocolo é obtido a partir da somatória dos valores atribuídos a cada parâmetro. Assim, a pontuação final reflete o nível de preservação das condições ecológicas dos trechos da bacia, conforme apresentado abaixo:

- 0 a 40 representam trechos **impactados**;
- 41 a 60 representam trechos **alterados**;
- Acima de 61 representam trechos **naturais**.

Para avaliar as condições ambientais da bacia, foi aplicado protocolo seguindo os critérios instituídos por Rodrigues et al. (2012), adaptado a partir do protocolo proposto por Rodrigues et al. (2008). O Protocolo de Avaliação Rápida - PAR adaptado, foi constituído por cinco parâmetros (deposição de sedimentos, alterações no canal, estabilidade das margens, proteção das margens pela vegetação e estado de conservação da vegetação do entorno), cujas descrições e gradientes de estresse ambiental constam no Quadro 2. E assim, conforme metodologia do autor, para cada um dos parâmetros avaliados, atribui-se um valor correspondente à situação verificada no local da avaliação, podendo variar de uma situação péssima (pontuação de 0 a 1), regular (de 1,1 a 2), boa (de 2,1 a 3) até uma situação ótima (de 3,1 a 4).

Quadro 2: Adaptação do protocolo de avaliação rápida

ÓTIMA	BOA	REGULAR	PÉSSIMA
Parâmetro 1: *"Deposição de sedimentos "*			
Ausência ou pequeno alargamento de ilhas ou barra pontal.	Alguns acréscimos recentes na formação de barras, predomínio de cascalho, areia ou sedimentos fino.	Deposição moderada de cascalhos novos, areia ou sedimentos fino em barras recentes e atigas. Sobretudo, de origem antrópica.	Elevada depoisção de material fino ou cascalho e aumento no desenolvimemento de barras devido, principalmente, ás atividades antrópicas.
4	**3**	**2**	**1**
Parâmentro 2: *"Alterações no canal"*			
Ausência de canalização e dragagem ou qualquer outra forma de interferência que possa afetar o curso d´agua. Nesse caso, o curso d´agua segue com padrão natural.	Presença de pequenas canalizações, em geral em área para apoio de pontes ou evidencias de canalizações antingas e de dragagem, mas com ausência de canalização recentes. Não há evidencias de que o leito tenha sido explorados por atividades antrópicas.	Presença de diques, terraplanagens, aterros, barragens ou estruturas de escoraments em ambas as margens. Há evidencias antigas de que o leito já foi explorado pela atividade garimpeira ou ainda por drenagem para retirada de areia/cascalho.	Margens revestidas com gabiões ou cimento e o curso d´agua encontra-se canalizado ou pode ser observado forte evidencias de revolviemnto das margens para exploração recente pelas atividades garimpeiras.
4	**3**	**2**	**1**
Parâmetro 3: *"Estabilidade das Margens"*			
Margens estáveis, ausência ou mínima evidencia de erosão ou falhas nas margens; pouco potencial para problemas futuro.	Margens moderadamente estáveis, com presença de áreas com erosões cicatrizadas.	Margens moderadamente instáveis. As margens apresentam-se erodidas e o potencial de erosão é alto durante as cheias.	Margens instavéis e muitas áreas erodidas. A erosão é frequente ao longo da seção reta e nas curvas.
4	**3**	**2**	**1**
Parâmetro 4: *"Proteção das margens pela vegetação"*			

Mais de 90% da superficie das margens e imediata zona ripária é coberta por vegetação nativa. A maioria das plantas pode crescer naturalmente.	De 70% a 90% da suberficie matginal é coberta por vegetação nativa; não sendo obsservadas grandres descontinuidades.	De 50% a 70% da superficie das margens está coberta pela vegetação, havendo uma misturas de locais onde o solo está coberto e locais onde não há presença de vegetação nativa.	Menos de 50% da superficie das margens está coberta por vegetação nativa. É evidente a descontinuidade da vegetação dp entorno sendo praticamente inexistente.
4	**3**	**2**	**1**
Parâmentro 5: *"Estado de conservação da vegetação do entorno"*			
A vegetação do entorno é composta por espécies nativas em bom estado de conservação e não apresenta sinais de degradação causadas por atividades humanas, como pastagens ou areas de cultivo.	A vegetação é composta não só por espécies nativas, mas também por exóticas, contudo está bem preservada. Minimas evidências por impactos causadas por atividades humanas.	A vegetação presente é contituida por espécies exóticas e há pouca vegetação nativa. É possivel perceber impactos de atividades humanas sobre a vegetação do entorno.	A vegetação nativa do entono é praticamente inexistente e as atividades humanas, tais como pastagens e areas de cultivos são intensas. Além disso, o solo pode estar exposto ás intempéries naturais.
4	**3**	**2**	**1**

Fonte: Rodrigues et al. (2012).

3.2.3.2 Tipologias de Canais Urbanos

Para analisar as características e tipologias dos canais urbanos, foi aplicada a metodologia instituída por Carvalho et al. (2010), onde pondera que para classificar os corpos hídricos, deve considerar a utilização de uma matriz em quadro níveis, sendo eles: a) características morfológicas do trecho do canal; b) uso do solo nas Margens do trecho do canal; c) situação de uso do solo no interflúvio; d) unidade geomorfológica do trecho do canal.

Na análise das características morfológicas do canal, considera inicialmente a existência de alterações diretas sobre ele, classificando os canais em trechos não alterados e trechos alterados. Em seguida, para os canais alterados, foram classificados os tipos de alterações que os trechos sofreram. Os canais abertos e fechados foram divididos em canais retificados e canalizados. Desta forma, constitui o nível 1 da matriz de tipologia (quadro 3), que foram levados à matriz de tipologias em valor mais baixo os canais que não apresentam alteração (NA – 100). Os canais que sofreram diminuição no seu grau de sinuosidade, mas são abertos e não canalizados, receberam a designação acronímica AL – 200. Por fim, os canais fechados e que tenham sido canalizados, foram considerados muito alterados, e, atribuídos os maiores valores de referência para a matriz de tipologias (MA – 300) (CARVALHO et al., 2010).

Quadro 3: Demonstrativo do nível 1 -Características Morfológicas do Canal.

<table>
<tr><th>Trecho Canal</th><th colspan="3">Características Morfológicas do Canal</th><th>Referência</th></tr>
<tr><td rowspan="4">Canal</td><td colspan="3">Não Alterado</td><td>NA (100)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Alterado</td><td rowspan="2">Aberto</td><td>Retificado</td><td>AL (200)</td></tr>
<tr><td>Retificado e Canalizado</td><td>MA (300)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Fechado</td><td>MA (300)</td></tr>
</table>

Para avaliar o uso do solo nas margens onde se delimitam as áreas protegidas pela legislação federal, os tipos de usos foram classificados em: vegetação preservada; vegetação residual; produção agrícola; urbanização fraca; urbanização média e urbanização intensa, utilizando as notas para referenciar a avaliações dos níveis sendo: referência Baixa (10), média (20) e alto (30), caracterizando o nível 2 da matriz de tipologia (Quadro 4).

Quadro 4: Demonstrativo do nível 2 – Uso dos solos nas Margens

Trecho Canal	Uso do solo nas Margens	Referência
Canal	Vegetação Preservada	BAIXO (10)
	Vegetação Residual	BAIXO (10)
	Urbanização Fraca	MÉDIO (20)
	Urbanização Média	ALTO (30)
	Urbanização Intensa	ALTO (30)

A partir da análise do uso do solo, o nível 3, conforme metodologia do autor, possibilita avaliar o grau de impacto gerado e a urgência da presença de instrumentos normativos e ações do poder público que tratam desses corpos d’água, e desta forma, adotou-se os mesmos critérios de avaliação atribuídos no nível 2, para verificação do uso dos solos nos interflúvios, conforme quadro 5.

Quadro 5: Demonstrativo do nível 3 - Uso do solo nos Interflúvios

Trecho Canal	Uso do solo nos Interflúvios	Referência
	Vegetação Preservada	BAIXO (10)
	Vegetação Residual	BAIXO (10)

Canal	Urbanização Fraca	MÉDIO (20)
	Urbanização Média	ALTO (30)
	Urbanização Intensa	ALTO (30)

No nível 4 da matriz é identificada a unidade geomorfológica em que se encontra o trecho do canal considerado e cada uma das tipologias indicadas poderá estar associada a uma das unidades geomorfológicas consideradas (CARVALHO, et al. (2010).

Na metodologia Carvalho et al. (2010), estabelece que a associação dos valores de referência de cada um dos níveis na matriz oferece uma combinação de algarismos que é associada a um tipo específico de tipologia de canal fluvial a partir do uso, e desta forma, os parâmetros de cada níveis representa um método eficiente com modelos organizados e bem estruturados, possibilitando análise integrada em relação à área de estudo nos ambientes urbanos.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

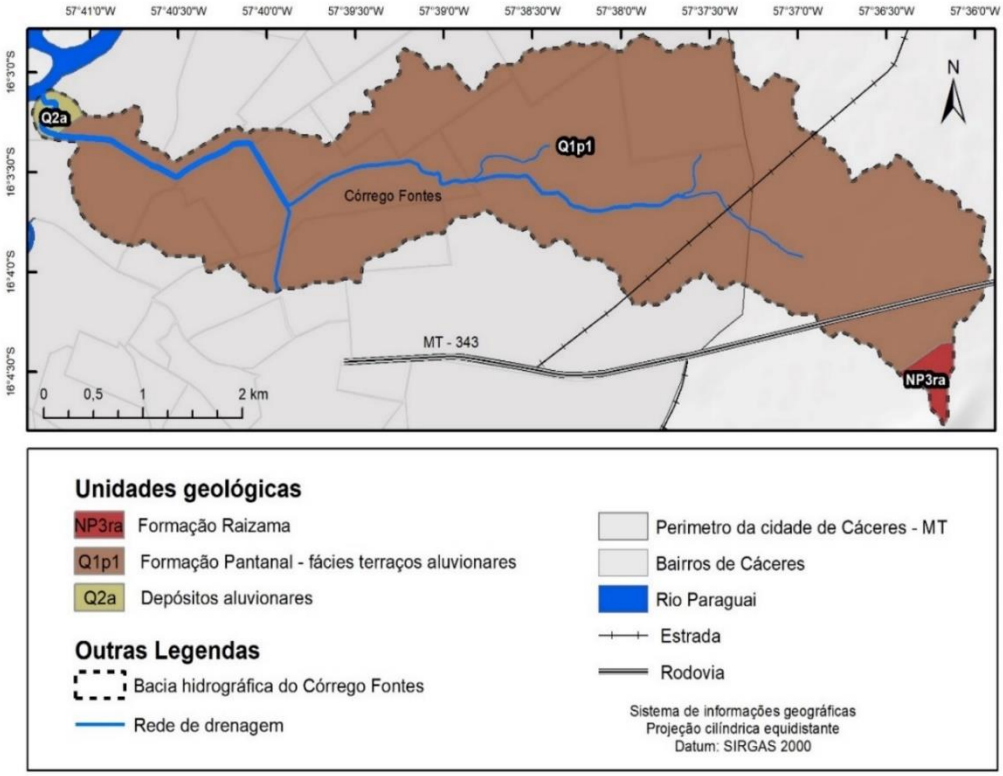
4.1. Caracterização Ambiental e tipo de uso na Bacia Hidrográfica do canal dos Fontes em Cáceres, MT.

A identificação das características ambientais existentes na bacia hidrográfica, permite a compreensão dos fatores morfológicos e fluviais, bem como conhecer sua interrelação com o ambiente fluvial. Para isso, foram analisados os seguintes elementos ambientais na bacia hidrográfica: geomorfologia, geologia, solo, uso e ocupação da terra.

4.1.1. Aspectos Geológicos

A bacia hidrográfica do canal dos Fontes é constituída por três formações litológicas, são elas: Formação Raizama, Formação Pantanal - fácies terraços aluvionares e Depósitos aluvionares (Figura 5).

Figura 5: Identificação da Unidade Geológica da Bacia Hidrográfica do canal dos Fontes**.**



Fonte: Produzido por Thales E. Lima; organizado por Vanilda Soares Prudêncio (2021).

O mapeamento temático permitiu verificar a abrangência das ocorrências geológicas na bacia hidrográfica, com a predominância da Formação Pantanal - fácies terraços aluvionares com 97,66% da área. A Formação Raizama abrange 1,37% no alto curso e os Depósitos aluvionares constituem cerca de 1% da área, no baixo curso da bacia.

De acordo com o autor Poop (2012), a geologia consiste no estudo da composição das propriedades físicas e estruturais, bem como na explicação das inúmeras forças naturais, dos processos geológicos, a compreensão desse sistema como um todo é fundamental uma vez que a geologia se caracteriza por sua natureza investigativa.

- ✓ **Formação Raizama**

Na área de estudo, a Formação Raizama abrange cerca de 0,20 km² e apresenta características de rocha sedimentar constituídas por sedimentos como arenitos e siltitos, possuindo Domínio das Sequências sedimentares Proterozóicas

dobradas e metamorfizadas, em baixo a médio grau. Na bacia hidrográfica do canal dos Fontes, a Formação Raizama é encontrada no alto curso da bacia, em pequena proporção.

A Formação Raizama possui como litologia arenitos ortoquartzíticos e feldspáticos médios a grossos, com níveis conglomeráticos e intercalações de siltitos e argilitos. Sua estratificação é cruzada e com marcas de ondas (PCBAP, 1997). De acordo com Souza et al. (2010), a Formação Raizama apresenta frequentes intercalações de camadas de arenitos grossos e conglomerados com matriz arenosa fina, média e grossa, dolomito e camadas com seixos de quartzo.

Conforme dados RADAMBRASIL (1982), na Formação Raizama são comuns as intercalações de siltitos e argilitos entre as camadas de arenitos quartzosos e de arenitos feldspáticos. Esses sedimentos pelíticos constituem camadas com espessuras variando de poucos milímetros a cerca de duas dezenas de metros ou mais. Os siltitos e argilitos são finamente laminados, micáceos, com aspecto de folhelhos e mostram colorações arroxeadas e marrom-arroxeadas e amareladas, quando alterados.

- ✓ **Formação Pantanal**

A Formação Pantanal – Fácies terraços aluvionares predomina na bacia, ocupa 14,58 km ², sendo constituída por sedimentos como areia, argila e silte, características de sedimentos detrito-laterítico. Os sedimentos dessa formação apresentam fácil erosão, onde, no período de cheia são removidos e depositados em outros segmentos do canal, o que contribui com modificações ao longo do sistema fluvial (RADAMBRASIL, 1982).

Souza et al. (2010), ao descreverem sobre a Formação Pantanal na bacia hidrográfica do Alto Paraguai, afirmam que a Formação Pantanal é constituída pelos depósitos detríticos e aluviais, apresentando sedimentos-arenosos, silticoargilosos, argiloso-arenosos e areno-conglomerados semiconsolidados e inconsolidados.

Nessa linha de concepção, Tavares (2020), também aborda o conceito de que a Formação Pantanal é constituída por sedimentos arenosos, siltico-argilosos, argilo-arenosos e areno-conglomeráticos semi-consolidados. Formam depósitos fluviais e lacustres em áreas inundáveis periodicamente, sujeitas ou não a inundações ocasionais.

- ✓ **Depósitos de Aluviões**

Na delimitação da área de estudo do canal dos Fontes, é possível observar através da figura 6, ocorrências dessa formação litológica, que são os depósitos de aluviões, predominantes na região do baixo curso da bacia, abrangendo uma pequena porção com aproximadamente 0,15 km², caracterizando um ambiente de planície aluvionar recente, material inconsolidado e de espessura variável que dá base para o topo, sendo formado por cascalho, areia e argila.

Figura 6: Apresentação do Alto curso da Bacia Hidrográfica do canal dos Fontes, com as características de planície aluvionares.

Fonte: Prudêncio (2021).

Krames (2016), destaca que os aluviões ou alúvios são um dos principais tipos de materiais encontrados nas áreas de várzea e a planície de inundação é o espaço privilegiado para acúmulo e sobreposição das aluviões. Este material sedimentar é originado das margens e das vertentes através do processo erosivo e constitui a carga em suspensão e de fundo fluvial.

Os depósitos aluviais são formados por sedimentos clásticos depositados pelas correntes fluviais nas margens e no leito das drenagens (SILVA e SOUZA, 2017). A granulometria do material do depósito aluvial, decresce do alto para baixo curso do rio, do talvegue do canal para as margens, na medida em que diminui a sua competência. Isto está especificamente relacionada com a distribuição e velocidade do fluxo em função da queda do gradiente (SANTOS e SOUZA, 2018).

Nesse sentido, Krames (2016), defende que os depósitos aluviais podem constituir diferentes configurações morfológicas dentro da planície, com distintas

granulometrias e os sedimentos podem se acumular através de processos diferenciados num mesmo lugar, conforme o tempo. E esses processos deposicionais são relacionados a acresção vertical e lateral do canal, conforme o transbordamento, a elevação e a descida do nível das cheias dentro da planície de inundação (Figura 7).

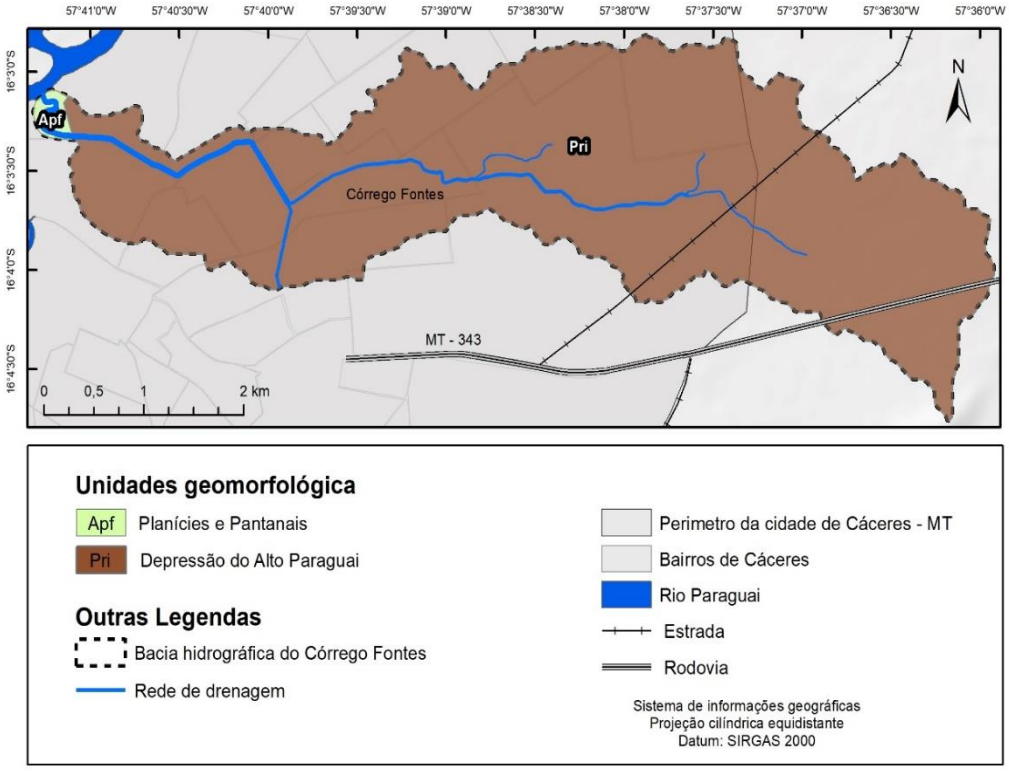
Figura 7: Baixo curso da Bacia Hidrográfica canal dos Fontes, deposição de sedimentos e encontro do canal dos Fontes com o rio Paraguai.

Fonte: Prudêncio (2021).

4.1.2. Aspectos Geomorfológicos

A bacia hidrográfica do canal dos Fontes possui duas unidades geomorfológicas: a Depressão Alto Paraguai, com 14,79 km² e a Planície e Pantanal com 0,14 km², sendo esta, uma pequena porção no baixo curso da bacia, próximo a confluência com rio Paraguai (Figura 8).

Figura 8: Unidades geomorfológicas identificadas na delimitação da Bacia Hidrográfica do canal dos Fontes.



Fonte: Produzido por Thales E. Lima; organizado por Vanilda Soares Prudêncio (2021).

A unidade geomorfológica Depressão do Alto Paraguai, segundo Cruz (2013), corresponde à vasta superfície rebaixada que contorna a Província Serrana. Assim essa Depressão, propriamente dita, compreende a extensas superfícies aplainadas, que, por vezes, representam formas sedimentadas, mas, em sua maior parte, as superfícies, são recobertas por sedimentos recentes e, secundariamente, ocorrem formas dissecadas de topo plano, convexo, apresentando pequenos desníveis entre 250 a 150 metros.

De acordo com dados do RADAMBRASIL (1982), a Depressão do Alto Paraguai corresponde a uma superfície de relevo pouco dissecada, com pequeno caimento topográfico de nordeste para sudoeste, interflúvios razoavelmente amplos, com topos planos e drenagem pouco profunda.

A morfologia da planície de inundação é representada por uma área plana e com baixa declividade, sujeita as inundações durante os períodos de cheia do rio Paraguai (RAYMUNDI, 2017). Esse fato caracteriza e explica a ocorrência de Planícies e Pantanais no baixo curso da área de estudo, que podem ser observados

através do mapa temático (figura 8). É possível notar através da figura 9, a foz do canal dos Fontes em seu nível de base, desaguando em direção ao rio Paraguai.

Figura 9: Baixo curso do canal dos Fontes, estabilização do nível de base e encontro com rio Paraguai, com presença de Planícies e Pantanais, bem como de processos erosivos as margens.

Fonte: Prudêncio (2021).

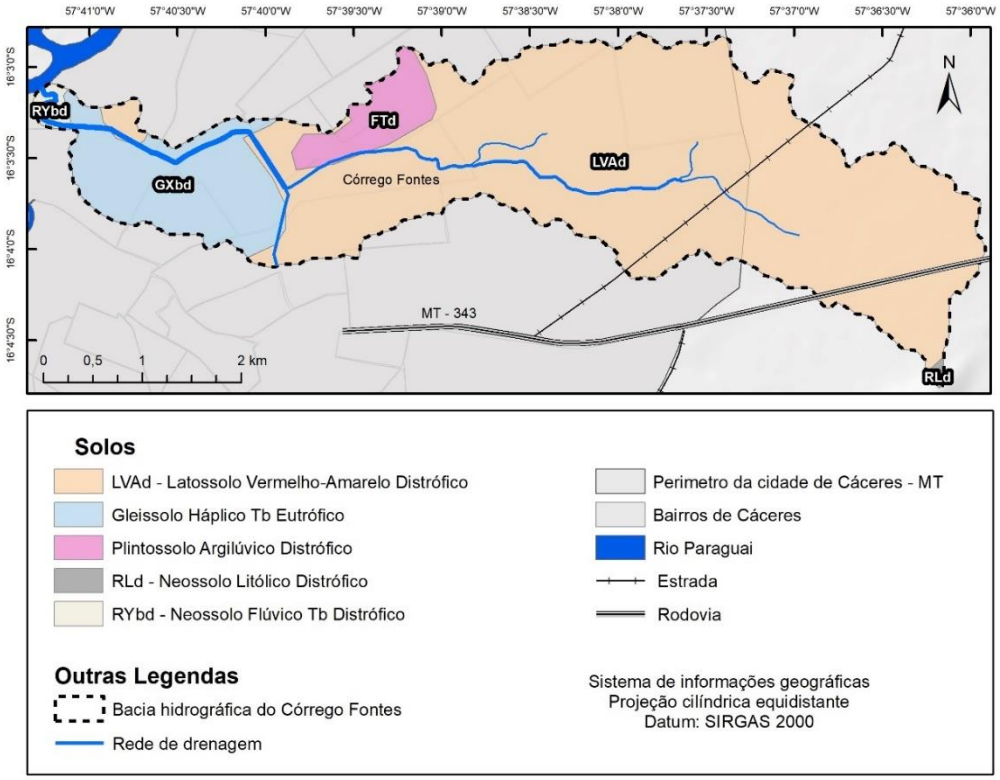
Observa-se que, a planície de inundação é formada pelas aluviões e por materiais variados depositados no canal fluvial ou fora dele. Na vazante, o escoamento está restrito a parcelas do canal fluvial, onde há deposição de parte da carga detrítica com o progressivo abaixamento do nível das águas (Christofoletti, 1980).

4.1.3. Aspectos Pedológicos

Cinco classes de solos na bacia hidrográfica do canal dos Fontes foram registradas, predominando os Latossolos Vermelho-Amarelo Distrófico (LVAd) com 11,90 km², Gleissolo Háplico tb Eutrofico abrangendo cerca de 2,12 km², Plintossolo Argiluvico Distrófico atingindo com 0,74 km², (RYbd) - Neossolo Flúvico Tb Distrófico

com de 0,14 km² no baixo curso da bacia e (RLd) - Neossolo Litólico Distrófico com 0,03 km² no alto curso da bacia (Figura 10).

Figura 10: Classes de solos predominantes na bacia do canal dos Fontes.



Fonte: Produzido por Thales E. Lima; organizado por Vanilda Soares Prudêncio (2021).

De acordo com Guerra e Cunha (2000), o solo é um recurso natural elementar, onde abriga todos os componentes bióticos e abióticos. Caracterizando-se assim, como a junção de corpos naturais formados por porções sólidas, líquidas, gasosas, tridimensionais e dinâmicas, onde são 18 compostos por minerais e material orgânico que ocupam grandes porções continentais da superfície terrestre (GUERRA e CUNHA, 2000).

Os tipos de solos condicionam as formas de erosão, acentuando ou apresentando maior resistência a erodibilidade dependendo das características da classe à qual pertence, relaciona-se também com a estabilidade de agregados, juntamente com as características químicas e físicas, como estrutura, textura, pH, teores de argila e silte, entre outros (FILHO et al., 2009).

A partir da sistematização dos dados disponibilizados no mapeamento temático, foi possível notar o percentual de predominância do Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico poso (LVAd) com 79,71% da área, a classe de Gleissolo Háplico

tb Eutrofico ocupa aproximadamente 14,20%, o Plintossolo Argiluvico Distrofico abrange uma área correspondente a 4,96% e os Neossolos (fluvico e litólico) correspondem respectivamente a 0,90 e 0,20%, ocorrendo em menor incidência na bacia

Os Latossolos são solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B latossólico precedido de qualquer tipo de horizonte A dentro de 200 cm a partir da superfície do solo ou dentro de 300 cm se o horizonte A apresenta mais que 150 cm de espessura (EMBRAPA, 2018). De acordo com definição EMBRAPA (2018), a categoria de Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (LVAd), constitui solos com saturação por bases < 50% na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA).

Os Neossolos são solos constituídos por material mineral ou por material orgânico pouco espesso, com menos de 20 cm de espessura, que não apresentam alterações expressivas em relação ao material originário devido à baixa intensidade de atuação dos processos pedogenéticos, seja em razão de características inerentes ao próprio material de origem (como maior resistência ao intemperismo ou composição químico-mineralógica), ou em razão da influência dos demais fatores de formação (clima, relevo ou tempo), que podem impedir ou limitar a evolução dos solos (EMBRAPA, 2018).

Os Neossolos Litólicos caracterizam-se em solos com contato lítico ou lítico fragmentário dentro de 50 cm a partir da superfície, apresentando horizonte A ou hístico assente diretamente sobre a rocha ou sobre um horizonte C ou Cr ou sobre material, com 90% (por volume) ou mais de sua massa constituída por fragmentos grossos (por exemplo, cascalheira de quartzo), com diâmetro maior que 2 mm (cascalhos, calhaus e matacões). De acordo com as classificações, os Neossolos Litólicos Distróficos se configuram em solos com saturação por bases < 50% na maior parte dos horizontes dentro de 50 cm a partir da sua superfície (EMBRAPA, 2018).

Já os solos Neossolos Flúvicos são derivados de sedimentos aluviais com horizonte A assente sobre camada ou horizonte C e que apresentam caráter flúvico dentro de 150 cm a partir da superfície do solo. Nas classificações das ordens, os Neossolos Flúvicos Tb Distróficos, são Solos com argila da atividade baixa e saturação por bases < 50%, ambas na maior parte do horizonte ou camada C (inclusive CA) dentro de 150 cm a partir da superfície do solo (EMBRAPA, 2018).

De acordo com as definições baseadas em estudos e técnicas desenvolvidas pela EMBRAPA (2018), os Gleissolos são solos resultantes de processos de intensa redução de compostos de ferro, em presença de matéria orgânica, com forte gleização. Desta forma, são constituídos por material mineral com horizonte iniciando-se dentro dos primeiros 50 cm, a partir da superfície do solo.

E assim, com base nas classes do 3º nível categórico do solo Gleissolo, o grupo do Gleissolos Háplicos Tb Eutróficos se caracteriza em solos com argila da atividade baixa e saturação por bases ≥ 50%, ambas na maior parte dos horizontes B e/ou C dentro de 100 cm a partir da superfície do solo (EMBRAPA, 2018). Ressalta ainda os autores Oliveira et al. (1982), que os Gleissolos Haplicos tb Eutroficos possuem uma ocorrência que se limita às áreas deprimidas sujeitas às inundações e às margens de curso de água, relacionados a sedimentos recentes do período Quaternário.

Considerando que foi registrado a presença de Plintossolo na área de estudo, é necessário caracterizar que este solo traz consigo acentuada plintização, com expressivo teor de ferro em suas segregações. É possível conceituar ainda que os Plintossolos são solos minerais formados sob condições de restrição à percolação da água, sujeitos ao efeito temporário de excesso de umidade, de maneira geral imperfeitamente ou mal drenados (EMBRAPA, 2018).

Nesse grupo de solos, definidos como classe do 2º nível categórico pela EMBRAPA (2018), temos os Plintossolos Argilúvicos, que são solos com horizonte plíntico e horizonte B textural ou caráter argilúvico como subordens do grupo Plintossolo, que em sequência define como classe do 3º nível categórico os solos Plintossolos Argilúvicos Distróficos que têm como característica a saturação por bases < 50% na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B e/ou C.

4.1.4 Aspectos Climáticos

A sub-bacia do canal dos Fontes registra-se o Clima Tropical Mesotérmico Subúmido das Depressões e Pantanais. De acordo com Camargo (2011), esse tipo de clima ocorre entre as altitudes 100-200 metros, nas coordenadas 15ºC/17ºC latitudes sul e 57ºC/58ºC longitude oeste, onde situa a bacia.

O Clima Tropical Mesotérmico Subúmido das Depressões e Pantanais, está inserido na unidade de relevo Depressão do Alto Paraguai, onde as maiores

influências climáticas ocorrem entre as cotas altimétricas 100/200 metros. A variação da temperatura média é de 25,4ºC e 24,9ºC (CAMARGO, 2011).

Referente aos níveis de precipitação, nesse tipo de clima as estações de seca e cheia possuem diferente tipo de duração. A estação seca se estende por 8 meses (abril a novembro) e tem uma média de precipitação de 300 a 350 mm. A estação chuvosa dura em média 4 meses (dezembro a março) e tem média de precipitação de 300 a 400 mm. A média anual de precipitação varia de 1300 a 1400 mm (CAMARGO, 2011).

De acordo com a classificação e definição de Maitelli (2005), abordada em seu livro sobre a Geografia do Mato Grosso, a cidade de Cáceres encontra-se inserida no zoneamento de Clima Tropical Continental Alternadamente Úmido e Seco (6 meses de período seco) corresponde à faixa latitudinal entre 12° e 18° LS, na subunidade climática II A, a qual se refere às depressões e planícies com altitudes entre 85 e 200 m de altitude, classificando o clima como Tropical Megatérmico Sub-úmido.

No entanto, as autoras Maitelli (2005), observam ainda que a região apresenta claramente uma diminuição dos totais de chuvas (1.200 e 1500 mm), bem como um aumento nas perdas superficiais da água por evapotranspiração (aproximadamente entre 1.350 e 1.450 mm). E assim, as temperaturas médias anuais oscilam entre 25°C e 26°C, enquanto as máximas ultrapassam, frequentemente, 35°C durante quase o ano todo e, o período seco se prolonga de abril-maio a setembro-outubro, dados também discutidos pela Seplan (2010), na descrição do plano diretor da cidade de Cáceres.

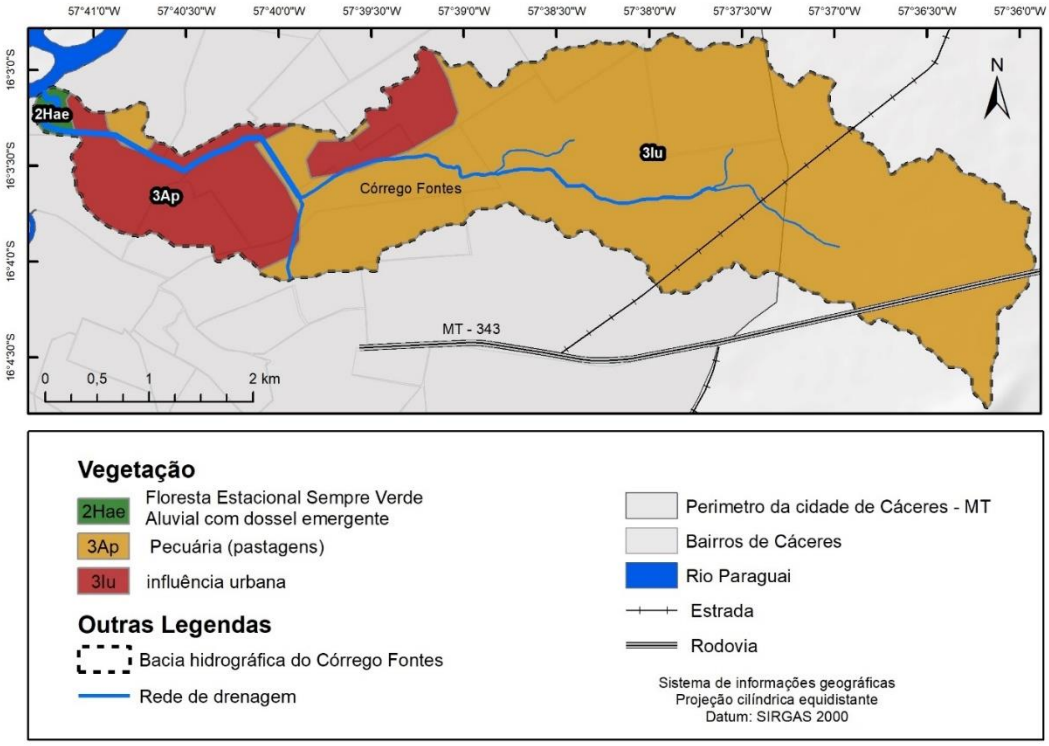
Pesquisadores apontam que, o ciclo hidrológico no Pantanal Norte (Pantanal de Cáceres) está relacionado com a precipitação, esses períodos mais longos sem chuva tendem a diminuir a profundidade do rio, que consequentemente afetam a várzea como um total. Embora os impactos climáticos no Pantanal Norte não tenham sido medidos, pesquisas locais buscam realizar medição usando dados de precipitação, hidrologia e imagens de satélite para verificar os possíveis padrões de precipitação, retenção de água e nível do rio Paraguai nas últimas décadas (LAZARO et al., 2020).

4.1.5. Uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do canal dos Fontes

As formas de uso da bacia hidrográfica do canal sofrem influência do processo de ocupação na cidade de Cáceres. A mata ciliar foi quase toda retirada em função

da urbanização e da atividade pecuária. Parte do médio curso e baixo curso encontram-se retificados (melhor a drenagem). As áreas de pastagens predominam com 11,94 km² (79,77%), a área urbana corresponde 2, 85 km² (19,09%) e a área preservada (Floresta Estacional Sempre-Verde Aluvial com dossel emergente) com 0,14 km² encontra-se no baixo curso, correspondendo a mata ciliar do rio Paraguai (Figura 11).

Figura 11: Uso e ocupação da terra na Bacia Hidrográfica do canal dos Fontes.



Fonte: Produzido por Thales E. Lima; organizado por Vanilda Soares Prudêncio (2021).

✓ Área de pastagem

A pastagem abrange 11,94 km², destinada às atividades de pecuária, com criações de bovinos e equinos e correspondem as chácaras e sítios. De acordo com informações do IBGE (2013), as áreas de pastagens se configuram em áreas destinadas ao pastoreio do gado, formada mediante plantio de forragens perenes ou aproveitamento e melhoria de pastagens naturais. Nessas áreas, o solo está coberto por vegetação de gramíneas e/ou leguminosas, cuja altura pode variar de alguns decímetros a alguns metros.

No alto curso da bacia hidrográfica do canal dos Fontes, verifica-se a presença de animais bovinos e equinos às margens do canal, propiciando a degradação dessas margens. O pisoteio dos animais influencia diretamente no processo de erosão do canal, haja vista que utilizam a área com frequência, inclusive dentro do canal, que por ser área de fácil acesso, se alimentam da vegetação e dessedentação, e isso, consequentemente, altera toda a dinâmica do canal fluvial.

Essa atividade quando implantada sem monitoramento que vise a conservação dos recursos naturais (figura 12), traz impactos ao meio ambiente, sendo em sua maioria irreversíveis. Os caminhos criados pelos animais, com pisoteio constante, podem iniciar um simples sulco chegando até a formação de uma voçoroca em estágio mais avançado.

Figura 12: Área de pastagem destinada à criação de bovinos e equinos no alto curso da bacia do canal dos Fontes.

Fonte: Prudêncio (2021).

Autores como Bayer e Carvalho (2008), enfatizam que o uso e/ou manejo inadequado do solo e o desmatamento da mata ciliar, principalmente para

implementação de atividades como pastagens, contribuem para intensificar os processos erosivos, pois, na medida em que há menor proteção do solo, cresce significativamente a produção de sedimentos, sendo carreados para o interior do canal, aumentando o teor de carga suspensa.

O autor Silva (2018), também partilha do mesmo ponto de vista, afirmando que, o crescimento da pecuária no planalto é uma das atividades causadoras dos danos ambientais relacionados ao uso da terra, em virtude da retirada da vegetação para o plantio de pastagem. Essa atividade desenvolvida com intensidade no planalto é considerada como a principal causa de aporte de sedimentos para a planície, ocasionando o assoreamento nos rios e córregos.

O levantamento fotográfico aéreo, realizado na área de estudo, tornou visível as intensas áreas de pastagens na delimitação da bacia, bem como as áreas degradadas com grande acúmulo de sedimentos nas margens, e praticamente, ausência da vegetação nativa (Figura 13).

Figura 13: Registro de aéreo das áreas de pastagens Alto curso da Bacia Hidrográfica do canal dos Fontes.

Fonte: Prudêncio (2021).

Nota-se ainda, a partir da figura 10, a existência de trilhas possivelmente criadas por pisoteio dos animais ali existentes, e isto, pode ocasionar futuramente grandes problemas ambientais a partir do surgimento de sulcos, ravinas, e até mesmo voçoroca, tonando assim o processo de recuperação da área irreversível. Diversas pesquisas desenvolvidas demonstram que, a ausência de cobertura vegetal reduz a capacidade de infiltração das águas, aumenta o escoamento superficial, o que interfere diretamente no aumento do processo erosivo (CHRISTOFOLETTI, 1974).

De acordo com Tavares (2018), com relação a presença da pecuária próximas as margens fluviais, é necessário levar em conta que o pisoteio do gado em corpos d'água, contribui para o aumento de sedimentos suspensos, acelera a erosão laminar e, até mesmo, colabora soterrando pequenos cursos ou trechos. E esta situação foi possível observar e constatar na área de estudo do canal dos Fontes.

Além da presença de pastagens, pode-se observar a escavação realizada pela atividade humana, possivelmente, algum proprietário realizou limpeza no canal dos Fontes, para facilitar o escoamento do fluxo e acesso dos animais à água, para dessedentação.

Diante do exposto acima, é necessário enfatizar a existência de legislação que estabelece medidas relacionadas a áreas de preservações, como o Código Florestal, instituído através da lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que estabelece medidas de proteção e preservação das nascentes, reconhecendo que são Áreas de Preservação Permanente (APP) .

O Código Florestal considera preservação permanente, as áreas cobertas com florestas ou outras formas de vegetação que possui dentre outras principais finalidades: a prevalência da contensão de erosão do solo, mitigação de riscos de enchentes e deslizamentos de terra e de rocha, a proteção de áreas úmidas, bem como assegurar condições de bem-estar público.

As medidas impostas pelo referido código, devem ser observadas e cumpridas constantemente. Estudos realizados demonstram que a não observância da legislação vigente, acarreta mudanças ambientais nos córregos urbanos, principalmente através da implantação da pecuária.

Pesquisas desenvolvidas por autores como Stefanello et al. (2015) e Cruz et al. (2013), que buscaram identificar o uso e a ocupação da terra e dos recursos hídricos no município de Cáceres - MT e região, registraram significativas mudanças no canal e no seu entorno através da retirada de mata ciliar e realização de atividades

de pecuária, apresentando consequente redução no volume de água, além de assoreado e poluição dos córregos.

- ✓ **Áreas Urbanizadas**

Na bacia hidrográfica do canal dos Fontes foi identificado que possui em sua área, cerca de 2, 85 km² de influência urbana (figura 8), abrangendo um percentual de 19,09% da área total da bacia. O município de Cáceres vem apresentando um desenvolvimento histórico relacionado ao crescimento populacional acelerado, o que interfere diretamente na expansão da ocupação às margens dos córregos urbanos.

De acordo com estudos realizados, o autor Cruz (2013), que buscou discutir o ordenamento territorial urbano e suas implicações nos canais de drenagem em Cáceres – Mato Grosso, verificou que no termo de fundação da cidade, houve uma preocupação com o ordenamento dos arranjos urbanos (praças, arruamentos, residências) da época. No entanto, o processo de desenvolvimento urbano ultrapassou consideravelmente o limite urbano estabelecido, e assim contribuiu para efetivação do uso/ocupação de forma irregular das faixas marginais e/ou área de várzea ou leito maior, fato que, direcionou problemas ambientais para outros córregos que também avançaram as áreas de preservação (mata ciliar) e leito maior dos córregos.

Pode-se considerar que, as áreas urbanizadas são áreas de uso intensivo, estruturadas por edificações e sistema viário, onde predominam as superfícies artificiais não agrícolas. Estão incluídas nessa categoria as metrópoles, cidades, vilas, áreas de rodovias, serviços e transporte, energia, comunicações e terrenos associados, áreas ocupadas por indústrias, complexos industriais e comerciais e, instituições que podem em alguns casos encontrar-se isolados das áreas urbanas (IBGE, 2013).

Segundo Schutzer (2012), é possível afirmar que o crescimento urbano é sempre um processo de agressão ao meio ambiente, um fator de impacto cada vez maior, à medida que ocorre a expansão da cidade. Acarreta a impermeabilização do solo, o desmatamento, a poluição da água, do solo e do ar, mudança morfológica dos rios urbanos, favorecendo também o decréscimo da umidade do ar e do lençol freático.

E assim, o autor Cruz (2013), diante da perspectiva local, enfatiza ainda que, os córregos urbanos de Cáceres têm sido fortemente impactados devido às

sucessivas mudanças no uso da terra das bacias hidrográficas urbanas e uso direto dos canais urbanos como dragagem para desobstrução da calha, construção de pontes, lançamento de esgotos, restos de construção e lixos domésticos, além das obras de engenharia de retificação e canalização, principalmente no baixo curso.

Oliveira-Junior et al. (2020), explicam que, os córregos urbanos são ambientes muito utilizados para a disposição de efluentes e amplamente conhecidos pela má qualidade, e a má utilização desses ambientes é principalmente decorrente da crescente urbanização e da falta de sensibilização populacional quanto à preservação ambiental.

Essa situação é evidenciada na bacia hidrográfica do canal dos Fontes onde é possível notar, principalmente nas proximidades do córrego, a intensa mancha que caracteriza áreas de urbanização, inúmeras casas, presença de pontes com manilhamento, além da ausência de mata ciliar e intenso assoreamento às margens do córrego, que podem ser considerados a partir das observações dos registros, conforme figura 14.

Figura 14: Áreas urbanizadas na Bacia Hidrográfica do canal dos Fontes.

Fonte: Prudêncio (2021).

Essa área é conhecida como bairro Joaquim Murtinho, sendo uma região populosa, com inúmeras ocupações irregulares ao longo do córrego, depósitos de entulhos e funcionamento de olarias na margem direita a jusante da ponte. É uma das áreas que apresentam constantes riscos de erosões e enchentes durante o período chuvoso, inclusive as casas chegam a alagar devido ao transbordamento da água no leito.

Ao longo do canal é possível observar encanamento para despejos de dejetos no curso d´água, além de depósito de lixos domésticos e entulhos no canal, denotando clara consequência da intensa urbanização na área. Tudo isso faz com que o canal se torne intensamente degradado, apresentando riscos de contaminação aos moradores da região, além de consequentemente ocorrer a diminuição da existência de seres vivos no meio desnaturalizado (figura 15).

Figura 15: A) ocupação a margem direita do canal dos Fontes, B) Presença de ruas e entulhos na margem esquerda do canal, C) e D) Depósitos lixos domésticos e entulhos na calha.

Fonte: Prudêncio (2021).

Verifica-se nesse ponto, presença de casas de alvenaria instaladas na margem direita do canal dos Fontes (figura 16), sem respeitar margem de distância definida para Áreas de Preservação Permanentes, apresentando riscos de desmoronamento, reforçando a consequente erosão nas margens. Certamente, na época em que foram construídas, não foram averiguadas e acompanhadas pelos órgãos fiscalizadores. A ausência da fiscalização possibilita a formação do cenário descrito acima.

Figura 16: Presença de casa a margem direita do canal no bairro Joaquim Murtinho, sem respeitar a limitação definida pela APP.

Fonte: Prudêncio (2021).

- ✓ **Floresta Estacional Sempre-Verde aluvial com dossel emergente.**

A Floresta Estacional Sempre-Verde Aluvial com dossel emergente, que ocupa aproximadamente 0,14 km² da bacia hidrográfica do canal dos Fontes, encontra-se no baixo curso, correspondendo a mata ciliar do rio Paraguai (figura 8).

Esse tipo de vegetação florestal, assim classificada pelo IBGE (2015), abrange em sua extensão as proximidades da foz da bacia hidrográfica do canal dos Fontes, marcando intensa presença de floresta às margens do canal, principalmente por se aproximar e se encontrar no rio Paraguai. Nessa região, a área é preservada. (Figura 17 e 18).

Figura 17: Registro aéreo fotográfico da foz da bacia hidrográfica do canal dos Fontes, apresentando a presença de urbanização, áreas ainda florestadas.

Fonte: Prudêncio (2021).

Figura 18: Foz do canal dos Fontes e encontro com rio Paraguai.

Fonte: Prudêncio (2021).

Diante da presença de cobertura de vegetal florestal na área de estudo, através da sistematização de dados mapeados tematicamente, constatou-se que a Floresta Estacional Sempre-Verde Aluvial com dossel Emergente, abrange cerca de 0,94% da bacia hidrográfica. Essa vegetação está mais próxima das áreas de drenagens, possui características rica na biodiversidade, além de possuir estruturas altas e esparsas.

Os dados do IBGE (2012), definem que a Floresta Estacional Sempre-Verde apresenta uma área core o extenso Planalto dos Parecis, constituída por sedimentos cretáceos e terciário-quaternários, se estende, de forma disjunta, até as Depressões do rio Paraguai, Guaporé e Araguaia, sobre terrenos sedimentares quaternários e em algumas superfícies periféricas aplanadas.

Além disso, essa vegetação possui fisionomia e estrutura de floresta que apresenta variação em função do ambiente em que ela se encontra, ou seja, nas áreas de baixadas com relevo ondulado e/ou rampas mais próximas das drenagens são mais exuberantes, geralmente, atingem uma altura entre 30 a 40 m. São árvores relativamente grossas com dossel emergente. Já nas áreas de interflúvios de relevo plano, exibem uma altura entre 18 a 25 m, são árvores bem mais finas e dossel uniforme, com concentração de determinadas espécies (IBGE, 2012).

Dessa forma, é possível afirmar que a presença dessa característica de vegetação na foz do canal dos Fontes, está diretamente relacionada com a proximidade do rio Paraguai, onde há a predominância dessa espécie de vegetação. É uma floresta perene que durante o período de estiagem permanece resistente. Para Silva (2019), geralmente é uma formação florestal ribeirinha que ocupa as acumulações fluviais quaternárias. Sua estrutura é semelhante à da floresta ciliar de todos os rios, diferindo apenas floristicamente, porque aparecem espécies a Amazônia Ocidental, na bacia do rio Paraguai, como podem ser observados na figura 15.

4.2. Aspectos hidrodinâmicos e Sedimentares na Bacia Hidrográfica do canal dos Fontes

4.2.1 Seção 1 – Próximo à rodovia 343 – Bairro DNER

A seção 1, localiza-se próximo à Rodovia 343 MT, apresenta características de uma nascente, sendo também marcada por uma canalização artificial que possivelmente objetiva a realização de drenagem urbana (Figura 19).

Figura 19: Localização do trecho na seção 1 – fevereiro 2021, no canal dos Fontes.

Fonte: Prudêncio, (2021)**.**

Além de apresentar nas regiões próximas, a presença de áreas brejosas, principalmente no período chuvoso, possui muitas casas nas áreas adjacentes. O canal proporciona o escoamento das águas, evitando que grandes volumes cheguem até as casas localizadas aos redores (Figura 20).

Figura 20 – Trecho da seção 1 com evidências de alterações de origens antrópicas, agosto 2021.

Fonte: Prudêncio, (2021)**.**

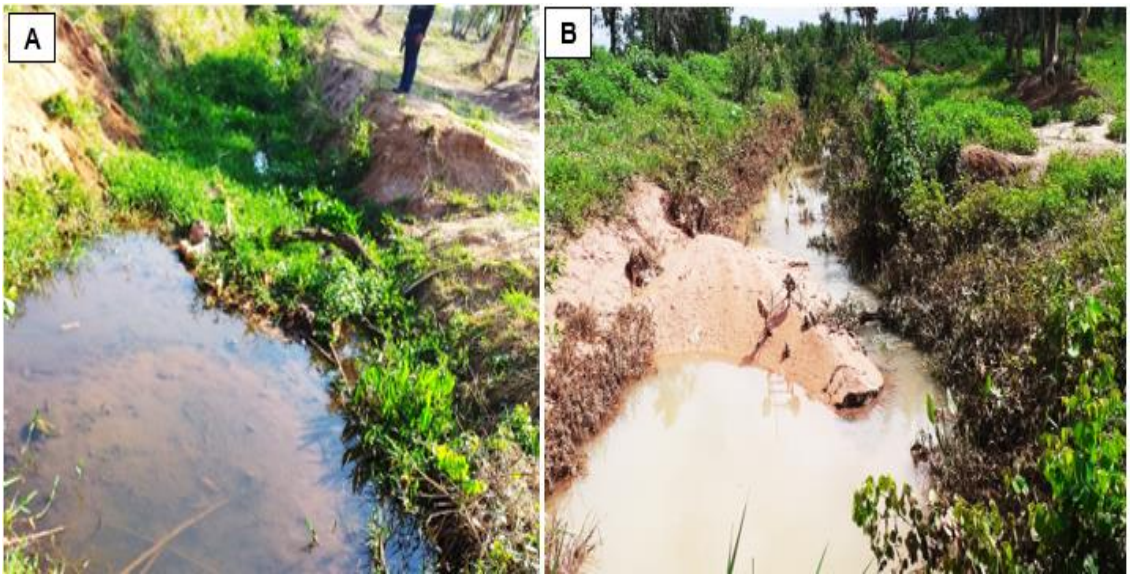
Ao longo do perfil transversal, a seção 1 definida, possui uma extensão de 1,28 m² de área. Através da coleta de dados realizados no mês de fevereiro/2021(período de cheia), foi possível verificar um banco de sedimento no centro do canal com cerca de 1,25 m², que posteriormente se afunila até tornar-se imperceptível no decorrer do canal. A lâmina d'água verificada, possui cerca de 0,60 cm de largura e 0,23 cm de altura, concentrada especificamente na margem direita do canal, devido a interferência da concentração do banco de sedimento (Figura 21).

Figura 21 – Presença de banco de sedimento na seção 1, fevereiro 2021.

Fonte: Prudêncio, (2021).

No mês de outubro/2021 (período de estiagem), foi realizada nova aferição de parâmetros hidrodinâmicos, e assim, constatou-se que a barra de sedimento identificada no mês de fevereiro/2021, estava totalmente obstruída pela vegetação e, a umidade intensa dificultou a logística para monitorar o avanço ou regressão nas medidas (Figura 22-A). A presença de banco de sedimentos ocorre devido a exposição das margens as intempéries naturais e antrópicas, a partir de processos erosivos, acarretando acúmulo de quantidade de materiais sedimentares depositados no leito, fato que, interfere também no escoamento superficial do canal, conforme pode ser observado na figura.

Figura 22: Barra de sedimento seção 1, A- mês de outubro/2021 e B – dezembro/2021.



Fonte: Prudêncio, (2021).

Em dezembro/2021, após visita realizada a fim de monitorar o comportamento do córrego após uma intensa chuva, a barra identificada apresentou através de observação, acúmulo de sedimentos de forma acentuada (comparado aos outros meses), inclusive, cobrindo grande parte do canal, além da presença de lixos domésticos, possivelmente carregados pela força da chuva e depositados na parte mais alta dessa seção 1 (Figura 22-B). A tendência é aumentar ao longo do tempo esse depósito de sedimentos, tendo em vista que as margens ainda permanecem expostas e alteradas. No período chuvoso a interferência é maior pois a chuva auxilia na remoção das partículas de sedimentos do barranco para o leito do canal.

Foi realizada mensuração da largura da margem plena do canal na seção 1 em fevereiro/2021, que foi de aproximadamente 4 m, tendo como altura do barranco cerca de 1,35 m. A profundidade do canal considerando o nível de água e a base do talvegue, obteve uma média de aproximadamente 0,32 cm na seção transversal, apresentando a área da seção cerca de 1,28 m² e uma concentração de sedimento suspenso com 248,00 mg/l (Tabela 2). Essa alta concentração de sedimento suspenso ocorre devido à ausência de fluxo d'água no leito, que está coberto por macrófitas com características de água parada, além de interferências e alterações antrópicas que provoca o excesso de sedimentação no canal.

Tabela 2 – Variáveis hidrodinâmicas nas seções transversais do canal dos Fontes no mês de fevereiro/2021 e outubro/2021.

VARIÁVEIS HIDRODINÂMICAS DO CANAL							
Seção	**Período**	**Largura (m)**	**Profundida de média (m)**	**Área da seção (m^2)**	**Velocidade (m/s^{-1})**	**Vazão (m^3/s^{-1})**	**Sedimento em Suspensão (mg/L**
1	Fevereiro /2021	4,00	0,32	1,28	0	0	248,00
	Outubro/ 2021	8,50	0,14	1,19	0	0	80,00
2	Fevereiro /2021	13,50	0,19	2,56	0	0	276,00
	Outubro/ 2021	10,80	0,29	3,13	0	0	200,00
3	Fevereiro /2021	15,60	0,37	5,77	0	0	272,00
	Outubro/ 2021	12,70	0,33	4,25	0	0	140,00
4	Fevereiro /2021	14,21	0,29	2,58	0	0	264,00
	Outubro/ 2021	14,25	0,25	3,56	0	0	220,00
5	Fevereiro /2021	8,70	0,87	7,56	0	0	284,00
	Outubro/ 2021	9,55	0,28	2,67	0	0	300,00
6	Fevereiro /2021	10,97	0,51	5,59	0	0	276,00
	Outubro/ 2021	11,10	0,40	4,44	0	0	380,00
7	Fevereiro /2021	12,15	0,15	1,82	0,01	0,01	244,00
	Outubro/ 2021	14,80	0,48	7,10	0	0	220,00
8	Fevereiro /2021	16,41	0,76	12,47	0	0	252,00
	Outubro/ 2021	11,20	0,26	2,91	0	0	580,00

Fonte: Prudêncio, (2021).

Em outubro/2021, verificou-se que a largura do canal aumentou para 8,50 m, reduzindo a profundidade do canal para 0,14 m e, consequente diminuição da área da seção, passando a 1,19 m², obtendo assim uma redução significativa de carga suspensa para 80,00 mg/l. A partir dessa mensuração hidrodinâmica no canal, é possível justificar que as composições granulométricas identificadas no leito podem estar diretamente relacionadas com o comportamento da dinâmica no canal e o tipo de uso na bacia, o que influencia diretamente nesse aporte e concentração de sedimentos.

Assim, é possível afirmar que a bacia hidrográfica do canal dos Fontes possui como principais tipos de uso e ocupação, a presença de áreas de pastagens para atividades de pecuária e intenso processo de urbanização as margens do córrego, além de intensa interferência no leito do canal, objetivando sua drenagem como medidas de prevenção às inundações.

Essa dinâmica condiciona a identificação do tipo de carga transportada no fundo do canal dos Fontes, nas seções de coletas definidas a partir da análise granulométrica. Desta forma, verificou-se tanto no período de cheia quanto de estiagem, todas as seções possuem predominância em areia fina, conforme tabela 3.

Tabela 3 - Percentuais da composição granulométrica de sedimentos de fundo nas seções definidas na bacia do canal dos Fontes.

Seção	Período	Areia Grossa %	Areia Média %	Areia Fina %	Silte %	Argila %
1	Cheia	18.13	20.15	57.08	4.52	0.12
	Estiagem	5,53	8,25	82,39	3,70	0,13
2	Cheia	-	3.30	67.20	29.00	0.50
	Estiagem	-	-	-	-	-
3	Cheia	-	3.85	49.50	45.85	0.80
	Estiagem	8.95	7.45	62.90	19.95	0.75
4	Cheia	3.25	4.10	55.00	37.05	0.65
	Estiagem	-	-	-	-	-
5	Cheia	-	-	-	-	-
	Estiagem	-	-	-	-	-

6	Cheia	-	1.90	54.25	42.80	1.05
	Estiagem	-	4.95	62.90	31.20	0.95
7	Cheia	34.30	9.55	51.60	4.35	0.20
	Estiagem	11.70	5.80	79.05	3.25	0.20
8	Cheia	1.65	2.30	73.60	21.90	0.55
	Estiagem	0.60	16.75	49.65	32.20	0.80

Fonte: Prudêncio (2021).

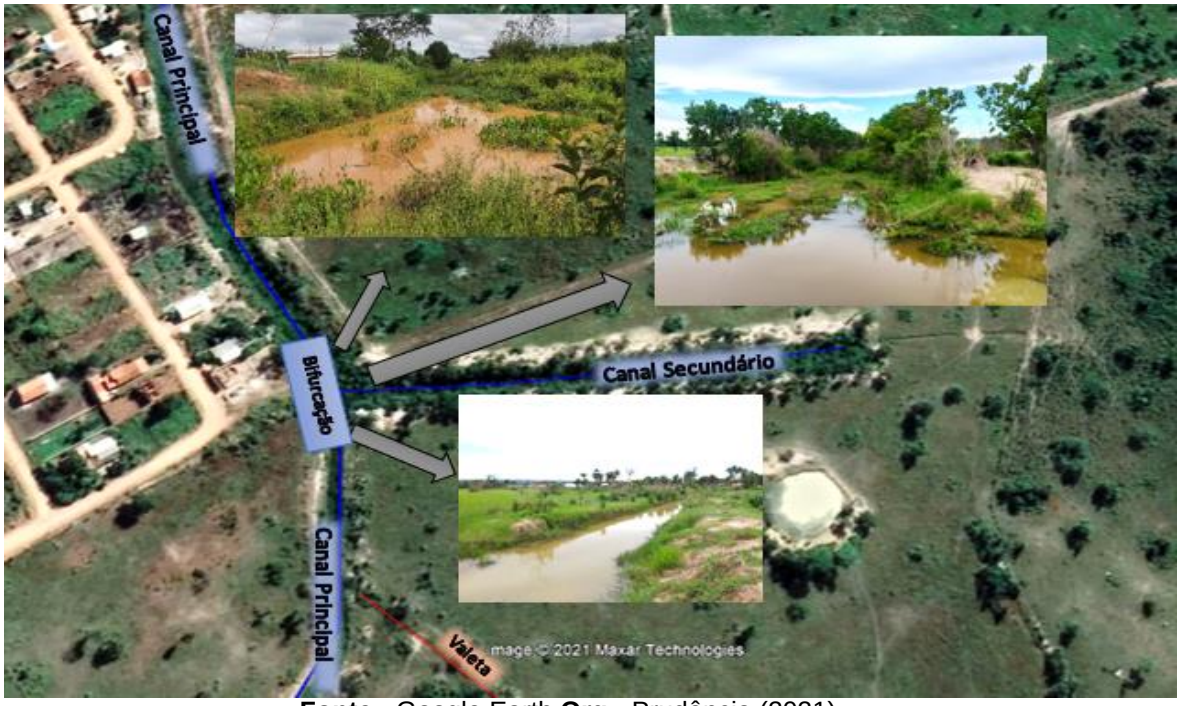
Demonstrou-se então que, diante da sistematização dos percentuais das variações granulométricas, identificadas na tabela 3, a seção 1 no período de cheia apresentou 18,13% de areia grossa, 20,15% de areia média, 57,08% de areia fina, 4,52% de silte e 0,12% de argila. No período de estiagem, nessa seção, foi verificado que a areia grossa apresentou um percentual de 5,53%, areia média com 8,25%, areia fina de 82,29%, silte e argila com 3,70 e 0,13, respectivamente.

Essas variações granulométricas com maior percentual de areia fina, estão relacionadas com o baixo transporte de sedimento no leito. Os córregos urbanos geralmente possuem essas características, devido a exposição das margens e tipo de uso nas proximidades. Pode-se citar como referência desta discussão, o trabalho de Raymundi (2017), que ao analisar as variáveis morfológicas e hidrodinâmicas e transporte de sedimentos no córrego urbano Junco, Cáceres-MT, também obteve resultados similares.

4.2.2 Seção 2 – Próximo a lagoa - bifurcação do canal à direita – canal secundário – Bairro DNER

Essa seção apresenta a característica de um canal secundário, com forte interferência antrópica, onde é possível observar claramente que foi um canal aberto pelos proprietários da área, para possível escoamento da água em períodos chuvosos, formando uma bifurcação com o canal principal (Figura 23).

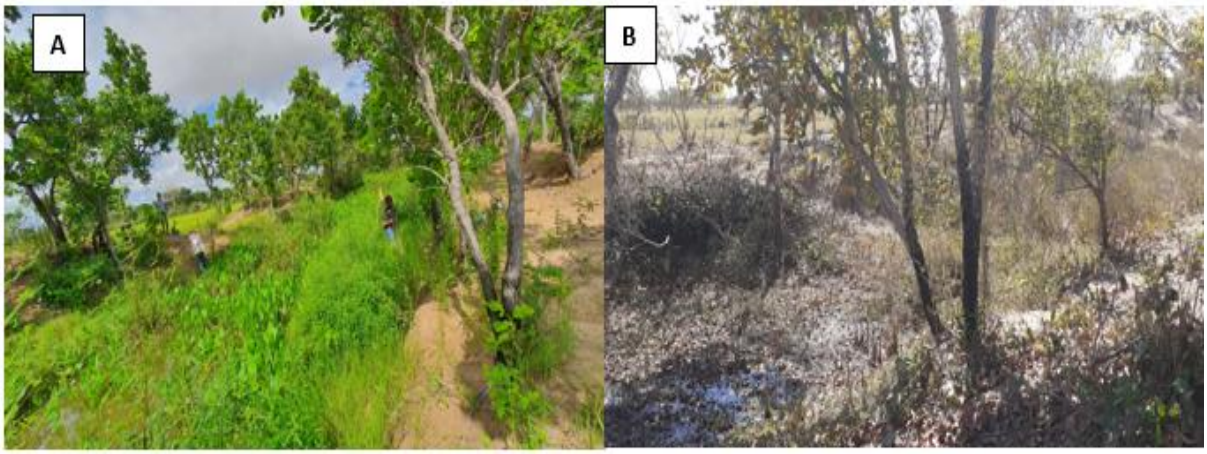
Figura 23 - Ponto de bifurcação entre o canal principal e o canal secundário, próximo ao trecho da seção 1 e 2.



Fonte: Google Earth **Org.:** Prudêncio (2021).

Por outro lado, o canal encontra-se totalmente obstruído pela vegetação e, no período de estiagem, algumas seções desse canal seca, permitindo assim a passagem de animais, o que leva as possíveis erosões às margens e dentro do canal (Figura 24) devido ao pisoteio.

Figura 24 – Registro da seção 2 no período de cheia (A) e estiagem (B), no canal dos Fontes.



Fonte: Prudêncio, (2021)**.**

A seção 2, considerando as variáveis hidrodinâmicas verificadas, registrou em fevereiro/2021, a largura da margem plena de 13,50 m, obtendo a largura de lâmina

d’água de 7,58 m, com altura do barranco a margem direita de 1,06 m e na margem esquerda 1,49 m, mensurando uma profundidade média da lâmina d’água de 0,20 cm (Tabela 3).

Em outubro/2021, foi possível averiguar que a largura da margem plena diminuiu, registrando cerca de 10,80 m e a lâmina d’água reduziu para 7,50 m. Considerando o período de estiagem, houve também a diminuição da altura do barranco, comparado aos dados de fevereiro/2021, atingindo 1,0 m na margem direita e 1,04 m na margem esquerda do canal.

A área da seção em fevereiro/2021, possuía extensão de aproximadamente 2,56 m², já em outubro/2021, a área da seção aumentou para 3,13 m². Essas alterações estão diretamente relacionadas com a variação da largura e profundidade da seção.

Quanto as amostras coletadas de sedimentos suspensos, apresentou elevada carga de suspensão, sendo 276,00 mg/L em fevereiro/2021 e 200 mg/L em outubro/2021, o que demonstra uma alteração considerada anormal devido à ausência de vazão e recepção de sedimento das margens e vertentes a partir do escoamento em direção ao leito (Tabela 3).

Nessa seção, não foi registrado no período de cheia percentual de areia grossa na amostra analisada, apresentando somente areia média com 3,30%, areia fina com 67,20%, silte 29,00% e argila com 0,50% (Tabela 3). Na estiagem, a obstrução pela vegetação no leito e existência de alto teor de matéria orgânica, impossibilitaram a coleta de sedimentos de fundo.

4.2.3 Seção 3 – Ponte do bairro Joaquim Murtinho

Essa seção encontra-se na área mais urbanizada da cidade em comparação com a seção 1 e 2. Evidencia-se presença de casas ao entorno, ponte com manilhamento no bairro Joaquim Murtinho, arruamento sem asfalto, porém, ruas encascalhadas e bem compactadas (Figura 25).

Figura 25 - Localização da seção 3 no canal dos Fontes, em área com presença de urbanização, casas próximas a margens, obstrução do canal por vegetação.

Fonte: Prudêncio, (2021).

O canal dos Fontes, nessa proximidade, possui interligação com outros canais urbanos, com o objetivo de minimizar as inundações no córrego Sangradouro. A região apresenta visivelmente deficiência sanitária, com encanamento de fossa para o despejo no córrego, possuindo também diversas casas às margens do canal com ocupação irregular e, em áreas de riscos.

Ao realizar a mensuração dos parâmetros hidrodinâmicos, verificou-se no mês de fevereiro/2021, que o canal na seção 3 apresentou uma área com aproximadamente 5,77 m², cuja largura da margem foi de 15,60 m. Essa seção apresentou uma altura do barranco de 2,22 m na margem direita e 2,34 m na margem esquerda, e, a largura de lâmina d'água de 9,70 m, com profundidade média de 0,37 m (Tabela 3).

No entanto, em outubro/2021, após averiguações e sistematização dos dados, verificou-se que houve diminuição nas variáveis hidrodinâmicas, comparadas ao mês de fevereiro/2021. A área da seção passou a abranger cerca de 4,25 m², a margem plena registrou cerca de 12 m de largura, a lâmina d'água apresentou 8,90 m de largura, a profundidade média foi de 0,33 cm e a altura do barranco na margem esquerda foi de 1,95 m.

De acordo com a mensuração realizada em outubro/2021, é possível observar que houve aumento na altura do barranco da margem direita do canal, passando a abranger 2,45 m, com a diferença de 0,23 m a mais do índice registrado em fevereiro/2021. Esse aumento pode ser relacionado com o período de seca onde a lâmina d'água fica mais baixa e, também pelo processo de limpeza do canal por maquinários, que além de ocasionar erosões, pode aprofundar o leito do canal, aumentando consequentemente a altura do barranco.

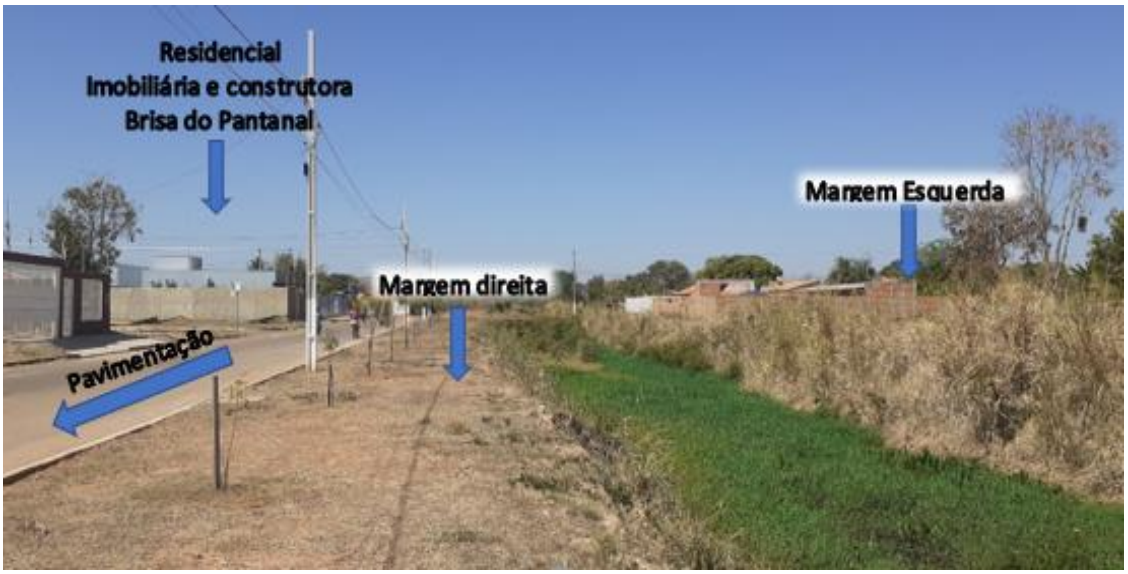
O canal nessa seção, também está obstruído pela vegetação e apresenta velocidade do fluxo nula, consequentemente sem vazão. Em razão disso, causa grande concentração dos sedimentos suspensos, que nas amostras analisadas apresentou a concentração de 272,00 mg/L em fevereiro/2021 e 140,00 mg/L em outubro/2021.

As composições granulométricas dessa seção no período de cheia, não apresentaram registros de areia grossa, a areia média encontrada foi de 3,85%, a areia fina com 49,50%, silte e argila apresentando respectivamente 45,85% e 0,80%. No período de estiagem verificou-se a incidência de 8,95% de areia grossa, 7,45% de areia média, 62,90% areia fina, 19,95% de silte e 0,75% de argila.

4.2.4 Seção 4 – Próxima residencial Brisa do Pantanal entre duas pontes – Bairro Cavalhada III

A seção 4 situa-se entre duas pontes no trecho do canal dos Fontes. De um lado do canal, na margem direita, há presença de pavimentação e implantação de loteamento residencial, com diversas casas construídas e em construção (Figura 26).

Figura 26 – Presença de retificações de origem antrópicas no canal dos Fontes na seção 4.



Fonte: Prudêncio (2021).

Identifica-se mais uma vez, uma área deficiente de vegetação, embora haja indícios recentes de revegetação nessa margem do córrego. Apresenta um canal totalmente retilíneo. Na margem esquerda, há maior presença de vegetação. Há também a existência de casas próximas às margens, com rua sem pavimentação.

As coletas de dados hidrodinâmicos no mês de fevereiro/2021, permitiram verificar a largura da margem plena com uma extensão de 14,21 m, com largura da lâmina d'água de 3,74 m, uma profundidade média de 0,29 cm e altura do barranco registrando cerca de 2,18 m na margem direita e 2,72 m de altura na margem esquerda. Considerando a largura do canal e a sua profundidade, a área dessa seção possui uma extensão de 2,58 m² (Tabela 3). As mensurações dessa seção apresentaram dados altos, o que possibilita relacionar com a característica de local canalizado e que passa por alteração e influência antrópica mais intensa.

Através do monitoramento dos dados no período de estiagem, nesse caso a coleta foi em outubro/2021, foi possível observar que houve um aumento na área da seção que passou a abranger 3,56 m². Essa situação ocorre devido ao aumento da largura do canal, que apresentou cerca de 9,20 m, uma diferença de 5,46 m em relação ao mês de fevereiro/2021. Verificou-se ainda que, a margem plena registrou 14,25 m de largura, a profundidade foi de 0,25 cm, a altura do barranco na margem esquerda e margem direita identificada foi de 2,45 m e 2,30 m, respectivamente.

Notou-se que o canal em suas respectivas seções, apresenta grandes medidas tanto na largura quanto na altura do barranco, e isso pode estar relacionado com a necessidade de limpeza do canal por maquinários, objetivando a drenagem fluvial na área. De acordo com dados disponibilizados pelo site da prefeitura através do protocolo de requerimento via sistema 1 Doc, as limpezas dos canais são executadas pela Secretaria Municipal de Infraestrutura e Logística, como ação preventiva, nos meses que antecedem os períodos chuvosos.

O sedimento suspenso identificado nessa seção, obteve também grande alteração, tendo como mensuração cerca de 264,00 mg/L em fevereiro/2021.Esse grande volume suspenso reflete o período de chuva ocorrido anteriormente a coleta dos dados, bem como a ausência de velocidade do fluxo e vazão na área, além de apresentar ao longo do leito do canal a obstrução pela vegetação. Em outubro/2021, a concentração da carga de sedimento em suspensão diminuiu para 220,00 mg/L, uma diferença de aproximadamente 44,00 mg/L, comparando aos dados de fevereiro/2021.

Em relação aos dados granulométricos, essa seção registrou predominância de areia fina. No período de cheia na seção 4, foi possível verificar a presença de 3,25% de material grosso, 4,10% de material classificado como areia média, 55,00% de areia fina, 37,05% de silte e 0,65% de sedimentos argilosos. Já no período de estiagem, devido a logística, obstrução de vegetação e fundo com intensa presença de matéria orgânica, não foi possível coletar o sedimento de fundo.

4.2.5 Seção 5 – Ponte da Rua do Retiro – Bairro Vila Irene

Essa seção localiza-se no bairro Vila Irene, região que apresenta intensa urbanização ao entorno do canal. O local da coleta foi selecionado devido a logística relacionada a acessibilidade. Foi possível notar uma degradação ambiental considerável, com a presença de galerias, encanamentos para despejo de dejetos e presença de lixo domésticos no leito do canal (Figura 27).

Figura 27 – Localização da seção 5, no canal dos Fontes, com presença de galeria, pavimentação asfáltica e entulho as margens do canal.

Fonte: Prudêncio (2021).

A margem direita a montante do córrego na seção 5, apresenta intensa ocupação para depósito de ferro velho, pneus com cacos de telhas nas margens, na tentativa de conter a erosão. As casas nesse ponto estão instaladas muito próximas às margens, com grandes riscos de desmoronamento, sem respeitar as medidas estabelecidas pelo Código Florestal com relação a ocupação das Áreas de Preservação Permanente. Uma situação muito complexa que causa alteração das características naturais da dinâmica fluvial do córrego e torna notável a ausência de fiscalização pelos órgãos ambientais (Figura 28).

Figura 28 – Lançamentos de resíduos sólidos de origem antrópica na seção 5, no canal dos Fontes.

Fonte: Prudêncio (2021).

Nessa seção, verificou-se que em fevereiro/2021, a área da seção possuía cerca de 7,56 m², obtendo uma largura da margem plena do canal de aproximadamente 8,70 m, sendo mensurado a altura do barranco de 1,82 m na margem direita e 1,62 m na margem esquerda (Tabela 3). A profundidade média mensurada no leito foi de 0,87 cm, sendo registrado a velocidade zero, devido a obstrução do leito do canal por vegetação e entulhos.

No mês de outubro/2021, após novo monitoramento realizado, foi verificado que houve diminuição na área da seção para 2,67 m². Embora tenha verificado que a largura da margem plena aumentou de 8,70 m para 9,55 m, registrou-se uma diminuição considerável da profundidade média do canal, que foi de 0,87 cm para 0,28 cm, ocasionando consequentemente a diminuição da área da seção (Tabela 3). Essa dinâmica é típica dos córregos urbanos, que possui diversas interferências em curto espaço de tempo, alterando assim os dados mensurados, por isso, enfatizamos a necessidade de monitoramento constante.

Por outro lado, faz-se necessário ponderar o aumento da altura do barranco entre fevereiro/2021 a outubro/2021, que passou de 1,82 m (margem direita) e 1,62 m (margem esquerda) para 2,38 m e 1,80 m, respectivamente. Esse aumento coloca ainda mais em risco as casas localizadas nas margens, com barranco consideravelmente alto em casos de desmoronamento.

Considerando as coletas de amostras para análises realizadas nos meses de fevereiro/2021 e outubro/2021, é possível notar que a carga de sedimento suspenso apresenta intensa concentração em fevereiro/202, uma média de 284,00 mg/L e em outubro/2021, cerca de 300,00 mg/L de sua concentração. A intensa degradação no canal por atividades antrópicas, o escoamento superficial das vertentes e a obstrução do canal pela vegetação, podem estar diretamente relacionadas com esses significativos dados, de forma negativa.

Nessa seção, também não foi possível amostras de sedimento de fundo, tanto no período de cheia quanto no período de estiagem. Em todas as tentativas, os materiais foram apenas matéria orgânica e vegetação, impossibilitando a estimativa de percentuais granulométricos.

4.2.6 Seção 6 – Montante da ponte Av. Pedro Alexandrino de Lacerda – Bairro Vila Irene

A seção encontra-se a montante da ponte Avenida Pedro Alexandrino no bairro Vila Irene, onde verifica-se um canal coberto por vegetações (Figura 29).

Figura 29 – Localização da seção 6, no canal dos Fontes.

Fonte: Prudêncio (2021).

No entanto, embora verifique a presença considerável de vegetação às margens do canal, essa seção possuí algumas casas próximas às margens, com ligação de esgoto para despejos de dejetos no córrego, fato que altera a qualidade da água no leito e, as ocupações irregulares em Área de Preservação Permanente põem em risco as margens do córrego (Figura 30).

Figura 30 – Alterações de origem antrópicas identificada no trecho da seção 6, com presença de casas dentro limite definido na APP, estrutura de antiga ponte com encanamento.

Fonte: Prudêncio (2021).

Considerando os parâmetros hidrodinâmicos identificados nessa seção, foi possível averiguar que a área da seção apresenta uma extensão de 5,59 m², tendo como a largura da margem plena cerca de 10,97 m, a profundidade média foi de 0,51 cm, a lâmina d'água com 4,63 m de largura, registrando a altura do barranco na margem direita de 2,68 m e 2,49 m na margem esquerda, conforme dados coletados em fevereiro/2021(Tabela 3).

De acordo com dados em outubro/2021, observou-se que a área da seção diminuiu para 4,44 m², embora a largura da margem plena do canal tenha aumentado para 11,10 m. A diminuição da área ocorreu devido a redução da profundidade com 0,40 cm. Observou-se ainda que a lâmina d'água nesse período, registrou 4,50 m de largura, índice menor em comparação ao registrado em fevereiro, possivelmente esteja relacionado com período de estiagem.

Também, a altura do barranco aumentou em comparação ao último dado mensurado. Foi registrado na margem direita 2,80 m de altura e na margem esquerda 3,30 m, sendo uma diferença de 0,12 e 0,81 cm no período entre fevereiro/2021 a outubro/2021.

Notou-se a partir daí, um índice elevado com relação à altura e largura do barranco, com números significativos em pouco tempo, o que sugere a existência da interferência humana na dinâmica do canal e na sua estrutura, objetivando a possível drenagem pluvial, a fim de evitar alagamentos, que aliás, têm ocorrido de forma recorrente.

Consequentemente se torna cada vez maior o índice de alargamento e aprofundamento do canal até seu leito, por isso, a necessidade de monitoramento constante. O alargamento e aprofundamento do canal ocorrem devido às "manutenções periódicas" que a prefeitura efetua, tornando o canal sempre assoreado.

Essa situação pode ter influenciado a alta concentração de sedimentos suspensos que foram identificados, apresentando uma carga de concentração de sedimento de 276,00 mg/L e 380 mg/L, valores identificados no mês de fevereiro/2021 e outubro/2021, respectivamente.

Verificou-se que as composições granulométricas apresentam um percentual de areia média de 1,90% (cheia) e 4,95% (estiagem), areia fina com 54,25% (cheia) e 62,90% (estiagem), silte com 42,80% (cheia) e 31,20% (estiagem), e argila com um percentual de 1,05% (cheia) e 0,95% (estiagem).

4.2.7 Seção 7 - Jusante da ponte Av. Pedro Alexandrino de Lacerda – Bairro Vila Irene

Essa área apresenta características um pouco distintas das demais seções analisadas; demonstra visivelmente que os córregos urbanos passam por muitas

alterações devido as interferências humanas, descontrolando muitas vezes o ciclo natural desse ambiente (Figura 31).

Figura 31 – Localização da seção 7 no canal dos Fontes, identificando presença de manilhas visando a drenagem da área.

Fonte: Prudêncio (2021).

O canal apresentou uma área da seção de 1,82 m² em fevereiro/2021, aumentando para 7,10 m², conforme a última mensuração de dados realizada em outubro/2021. Essa seção é marcada pela presença de ponte com galerias, o que regula o fluxo e o escoamento da água para o leito.

Em fevereiro/2021, registrou-se uma largura da margem plena cerca de 12,15 m, onde a altura do barranco extremamente elevada apresentou cerca de 4,34 m de altura na margem esquerda e cerca de 2,85 m de altura na margem direita (Tabela 3). No mês de outubro/2021, registrou um significativo aumento da margem plena, passando a medir 14,80 m de largura e a altura do barranco diminuiu para 3,45 m na margem esquerda e 2,46 m na margem direita.

Durante o campo foi possível observar a presença de olearia na margem direita no canal. Possivelmente em alguma época, os sedimentos usados para a confecção dos tijolos eram retirados do canal dos Fontes, fato que pode ter contribuído significantemente no alargamento do canal, aprofundamento da lâmina d'água, aumento da altura do barranco, além de diminuição do fluxo e degradação da área.

A lâmina d'água registrada em fevereiro/2021, nessa seção, possuía aproximadamente 2,44 m de largura e aumentou para 5,14 m de largura em outubro/2021, apresentando uma profundidade média do leito de 0,15 m em fevereiro/2021 e no mês de outubro/2021, a profundidade média aumentou para 0,48 m. O canal entre esses períodos pode ter passado por manutenções e limpezas com utilização de maquinários/equipamentos, o que pôde ter contribuído para o aumento da profundidade.

Diferente das demais seções, conforme dados mensurados em fevereiro/2021, a seção 7 apresentou uma velocidade do fluxo de 0,01 m/s[1]. A existência de galerias com barramento da água a montante do córrego na seção 6, fez com que a declividade existente na seção 7 pudesse apresentar a velocidade do fluxo, além de não apresentar na região obstrução pela vegetação (Figura 32).

Figura 32 – Presença de pontes e galerias a jusante da ponte localizado na rua das maravilhas no canal dos Fontes.

Fonte: Prudêncio (2021).

Porém, no período de estiagem, alguns trechos próximos a ponte não apresentam fluxo, devido a inexistência de água no local, por conta da seca (Figura 33).

Figura 33 – Identificação de leito seco na proximidade da seção 7, em agosto/2021.

Fonte: Prudêncio (2021).

Logo, a vazão identificada nessa seção foi equivalente a 0,01 m^3/s^1, considerando a área da seção e velocidade identificada. Notou-se que nesse período, a concentração da carga de sedimento suspenso foi menor, comparado as demais seções definidas, sendo de 244,00 mg/L, embora o canal apresente intensas interferências antrópicas e alterações nos sedimentos devido ao período chuvoso.

Desta forma, é possível destacar que a existência de velocidade e vazão podem contribuir com a menor concentração de sedimentos suspensos, pois a intensa concentração pode ocasionar a contaminação da água e perca da biodiversidade no canal. Ao analisar a concentração de sedimentos no córrego urbano Junco em Cáceres-MT, a autora Raymundi (2017), diz que o aumento da concentração de sedimento e ausência de velocidade do fluxo, levam a crer que o baixo volume de água e o excesso de sedimento (silte e argila), interferem diretamente no resultado.

O autor Santana (2017), ao avaliar os processos Hidrossedimentológicos nas seções transversais do córrego urbano Sangradouro em Cáceres-MT, também afirma a ideia de que a ausência de fluxo, a obstrução do canal por vegetação, geram acúmulo de sedimentos (transportados por escoamento superficial), após registrar em uma das seções, alta concentração de sedimentos suspensos, chegando a 545 mg/L.

No entanto, no mês de outubro/2021, nessa seção, não foi possível mensurar a velocidade do fluxo por estar nula, o que impossibilitou também a verificação da vazão. Em consequência disso, a partir das amostras coletadas de sedimentos suspensos, foi possível observar a elevada carga em suspensão, sendo de 220 mg/L, pouco menor a identificada no mês de fevereiro/2021. O alto teor de sedimentos suspensos reflete na baixa capacidade de transporte de sedimento, bem como alta possibilidade de interferência do vento no período de seca, ao remover as partículas de areia das ruas na proximidade para o interior do leito.

Sendo assim, faz-se necessário enfatizar que em todas as seções, nas diferentes estações do ano, a carga de sedimentos suspensos é altamente concentrada, logo, pode-se correlacionar que este é um fator negativo que implica na qualidade do hábitat natural e nas condições ambientais da bacia hidrográfica. Além disso, observou-se as irregularidades da hidrodinâmica ao longo dos meses, que tentam ajustar-se com as interferências ocorridas no meio natural.

Verificou-se que nos dois períodos analisados, a maior porcentagem de material transportado nas seções de coletas definidas ao longo do perfil longitudinal no canal dos Fontes, é de areia fina e silte. Na seção 8 não foi exceção, na cheia, foi averiguado 73,60% de areia fina e 21,90% de silte; no período de estiagem, foi constatado 49,65% de areia fina e 32,20% silte. Obtendo no período de cheia menor incidência de composição granulométrica, sendo: a argila com cerca de 0,55% e no período de estiagem a areia grossa com 0,60% (Tabela 3).

Portanto, diante dos percentuais verificados com relação a granulometria de sedimentos de fundo coletados nas seções analisadas, é possível assegurar que de acordo com Carvalho (2008), a predominância em areia fina e areia muito fina concentradas nas seções, estão diretamente relacionadas com a baixa velocidade do fluxo do canal, associada com a profundidade, largura e descarga sólida suspensa. Conforme observado nas seções definidas, o maior percentual de composições granulométricas se resume em areia fina, tanto no período de cheia quanto no período de estiagem. Nessa seção, a velocidade do fluxo foi nula.

4.2.8 Seção 8 – Montante da ponte Rua das Maravilhas – Bairro Cavalhada I

Localizado a montante da ponte situado na rua das maravilhas, no Bairro Cavalhada I, uma região de casas aparentemente de alto investimento financeiro.

Essa seção foi selecionada por apresentar características distintas, relacionadas a jusante da ponte, considerando as características de sua estrutura com presença de manilhamento, retenção d'água, bem como a dinâmica fluvial em relação à seção 7 (Figura 34).

Figura 34 – Localização da seção 8 no canal dos Fontes, com presença de pavimentação asfáltica com ponte.

Fonte: Prudêncio (2021).

A seção possui uma extensão de 12,47 m², maior área registrada em fevereiro/2021, em comparação as seções anteriores, fato que caracteriza uma região de foz, encontrando seu nível de base.

Verificando as variáveis hidrodinâmicas em fevereiro/2021, nesta seção, registrou que a largura da margem plena possui cerca de 16,41 m, uma altura do barranco até o leito do canal de 2,92 m, na margem direita e na margem esquerda 2,45 m, apresentando ainda uma profundidade média de 0,76 cm e, a lâmina d'água com cerca de 5,54 m de largura (Tabela 3), considerando a margem plena para fins de área da seção.

Devido ao período de estiagem, os dados mensurados no mês de outubro/2021, apresentaram variações hidrodinâmicas referentes aos identificados no mês de fevereiro/2021, entre as variações estão a largura da margem plena do canal

que reduziu para 11,20 m, a profundidade média que foi para 0,26 cm, a lâmina d´água que diminuiu para 2,00 m a sua largura e, consequentemente, a área da seção, que passou a abranger cerca de 2,91 m².

Nessa seção, no mês de outubro/2021, a altura do barranco nas margens do canal apresentou variação em relação ao mensurado em fevereiro/2021, registrando assim uma altura de 3,70 m na margem direita e 4,50 m na margem esquerda, uma diferença significante de 0,78 e 2,05, respectivamente. Essa medição pode ter aumentado devido a diminuição da lâmina d'água, característica de período de estiagem.

Nessa seção também não foi possível obter a velocidade do fluxo pela ausência, registrando consequentemente uma vazão nula, com alta concentração de sedimentos em suspensão com 252,00 mg/L em fevereiro/2021 e 580,00 mg/L em outubro/2021. Considerando que o vento pode levar partículas de areia, a alta concentração de sedimento suspenso pode estar relacionada a movimentação nas margens e a presença de ruas sem pavimentação próximo ao canal. Essa característica é negativa, pois conforme diz o autor Santana (2017), o aumento da viscosidade da água pelos materiais sólidos em suspensão, impede a entrada de luz no leito e compromete a produção de oxigênio.

A análise granulométrica dos sedimentos de fundo na seção 8, registrou no período da cheia 34,30% de areia grossa, 9,55% de areia média, 51,60% de areia fina, 4,35% de silte e 0,20% de argila. No período da estiagem registrou 11,70% de areia grossa, 5,80% de areia média, 79,05% de areia fina, 3,25% de silte e 0,20% de argila. Isso significa que a composição granulométrica nesse ponto possui predominância em areia fina tanto no período de cheia, como de estiagem. Essa é uma característica de área com baixa capacidade de transporte de sedimentos.

Diante disso, reforça a necessidade de monitoramento e avaliação constante das condições ambientais na área de estudo, que facilite a compreensão e/ou identificação de impactos ambientais que possivelmente estejam ocorrendo na bacia, visando a apresentação de medidas de preservação e conservação da área.

4.3. Avaliação da Degradação Ambiental com uso do Protocolo de Avaliação Rápida

4.3.1 Protocolo de Avaliação Rápida

Nos trechos analisados foram considerados 10 parâmetros essenciais para compreender as características do trecho do córrego e nível dos impactos ambientais decorrentes das atividades antrópicas. Para coletas de dados e análise da tipologia do canal e condições ambientais, foram consideradas as mesmas seções definidas das variáveis hidrodinâmicas.

A aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida da diversidade de habitats é uma importante ferramenta para atividades de ensino e pesquisa, permitindo a avaliação das características da água e sedimento, tipo de ocupação das margens, erosão e assoreamento, extensão de mata ciliar, cobertura vegetal, largura de rápidos e remansos e seu estado de conservação (CALLISTO et al., 2002). Esta pesquisa apresentou resultados importantes que possibilitaram compreender as características e condições ambientais do canal, e, com este objetivo, os autores como Oliveira-Junior, et al. (2020) também desenvolveram trabalho sobre a aplicação de protocolos de avaliação rápida como ferramenta robusta na qualificação ambiental, em dois córregos urbanos que desaguam no Rio Paraguai.

Nas seções 1, 2, 3 e 7, com a aplicação do protocolo e levando em consideração o perfil longitudinal, evidenciou-se que as condições ecológicas nesses trechos do canal dos Fontes apresentaram alterações (tabela 4), justificadas pela presença de áreas de pastagens e residenciais, como tipos de ocupação da margem, com erosão próxima e/ou nas margens, sendo moderada. Quanto a alterações antrópicas, percebe-se entre as seções, alterações de origem doméstica, como esgoto e lixo, além de alterações urbanas, como canalização e retilinização do curso d'água.

Tabela 4 – Resultado da aplicação do Protocolo de Avaliação das Condições Ecológicas e da Diversidade de Hábitats, aplicado de acordo com metodologia de Callisto et al., (2002).

Parâmetros	Seção							
	01	02	03	04	05	06	07	08
1	4	4	2	2	2	2	2	2
2	4	4	4	4	4	2	4	2
3	4	2	4	2	2	4	4	2
4	8	4	4	4	2	4	8	4
5	4	8	4	4	4	4	4	4

6	4	8	4	4	4	4	4	4
7	4	4	4	4	4	4	4	4
8	4	4	4	4	4	4	4	4
9	4	8	8	4	4	4	8	8
10	4	2	4	4	4	4	4	4
Pontuação	**44**	**48**	**42**	**36**	**34**	**36**	**46**	**38**
Avaliação	**Alterados**	**Alterados**	**Alterados**	**Impactados**	**Impactados**	**Impactados**	**Alterados**	**Impactados**

Fonte: Prudêncio (2021).

Ainda nessas referidas seções, as condições da cobertura vegetal no leito, de acordo com os parâmetros de análise, apresentaram-se de forma parcial. Foi possível observar também a presença de odor na água, tipo esgoto (ovo podre), que pode estar relacionado com despejos de dejetos e lixos na área.

A água é apresentada na cor turva, com uma moderada oleosidade. Considerando a nulidade do fluxo, os sedimentos de fundo do tipo lama/areia também apresentaram odor forte de esgoto e oleosidade do fundo moderado.

Com relação as seções 4, 5, 6 e 8, as características verificadas foram mais complexas. Os trechos apresentam intensas interferências antrópicas, com a presença de lixos e esgotos domésticos, além de depósitos de entulhos, materiais pesados e ocupações irregulares nas margens do córrego, sendo avaliadas essas áreas como impactadas (Tabela 4). As áreas impactadas apresentam intensas alterações, sendo muitas vezes irreversíveis.

Esta avaliação permitiu averiguar nas seções 4, 5, 6 e 8, que o tipo de ocupação das margens se dá por instalações de residências e casas comerciais, que contribuem para o surgimento das erosões moderadas, tanto na margem quanto no leito do canal. Apresentam características sedimentares, com traço de lama/areia, com forte odor com aspecto de esgoto (ovo podre), tanto no sedimento de fundo quanto na água do leito, e, em sua maioria, com moderada oleosidade da água e do fundo.

Notou-se evidentemente que, a degradação ambiental no canal está diretamente relacionada com a crescente urbanização de forma acelerada, sem acompanhamento de um planejamento ambiental urbano, levando as margens a passarem por suscetíveis processos de erosão pela retirada de vegetação nativa e exposição do solo, além de ocorrência de poluição que altera a qualidade da água

existente no leito, prejudicando a biodiversidade existente nos trechos dos córregos fluviais.

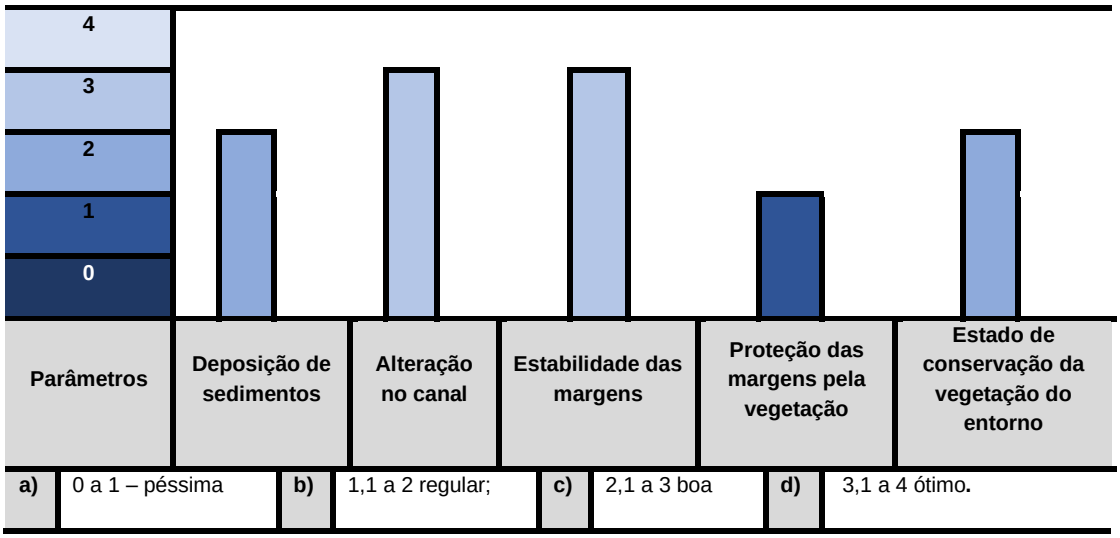
As avaliações nas seções consideradas alteradas, demonstram fortes indícios de interferências antrópicas que precisam ser observadas para que possam ser corrigidas e/ou minimizadas, evitando que o processo de degradação se torne irreversível. Para os trechos que já apresentam impactos, faz-se necessário em caráter emergencial, o desenvolvimento de estudos e projetos a curto prazo, que possam de certa forma monitorar e procurar reverter tal degradação, ocasionada principalmente pelo avanço da urbanização sobre as margens.

Necessário se faz avaliar as condições ambientais objetivando a análise integrada da qualidade do ambiente no canal dos Fontes e, para tanto, foram desenvolvidas análises mediante a aplicação de protocolo de avaliação rápida definida em 5 parâmetros: deposição de sedimentos, alteração no canal, estabilidade nas margens, proteção das margens pela vegetação e estado de conservação da vegetação ao entorno, sendo estes parâmetros definidos a pontuação com avaliação do ambiente entre péssima, regular, boa e ótima (RODRIGUES et al., 2008).

Na primeira seção avaliada, observou-se que o parâmetro da deposição de sedimentos possui uma condição regular (tabela 5), com deposições de material fino e apresentação de barra de sedimentos no canal, tornando-se perceptível na época da estiagem.

Quanto ao parâmetro que avalia a alteração no canal, também apresentou características para uma avaliação regular, notando-se a presença de canalização e manilhamentos antigos que visam a drenagem da área.

Tabela 5: Resultado da Aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida adaptado por Rodrigues et al. (2008) na seção 1.



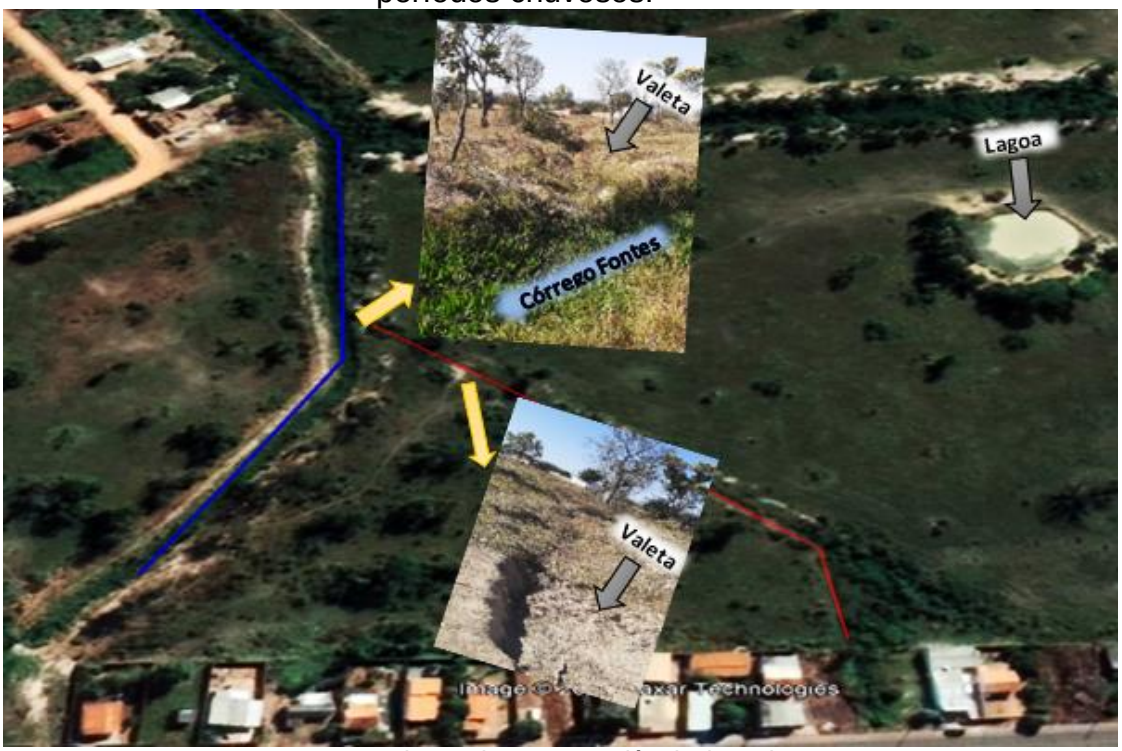
Fonte: Prudêncio (2021).

A seção 1 apresenta baixa presença de vegetação nativa ao longo da margem do canal. A estabilidade da margem encontra-se boa por apresentar características de margem com erosão cicatrizadas e não recentes. Identificou-se ainda que a proteção das margens com base na existência de vegetação foi péssima. Fato que justifica que menos de 50% da área está coberta por vegetação nativa, com uma descontinuidade da vegetação ao entorno.

Nas proximidades da seção 1, encontra-se ausência de vegetação nativa, inclusive o próprio canal sendo obstruído por vegetação de brejo. Há existência de vegetação exóticas no meio das áreas de pastagens, além de tornar perceptível os impactos das atividades humanas na vegetação ao entorno, apresentando assim um nível de avaliação regular.

Nessa seção analisada, percebe-se que a atividade de pastagem é mais intensa. No período de cheia, os moradores que possuem animais na região, acabam abrindo novas valetas com acesso ao canal dos Fontes, para escoamento da água do pasto. Valetas que com o passar dos anos podem levar às erosões, principalmente pelo pisoteio na travessia do gado no período da estiagem. Percebeu-se ainda a presença de represa, que pode justificar as constantes inundações por possíveis transbordamentos no período de cheia (figura 35).

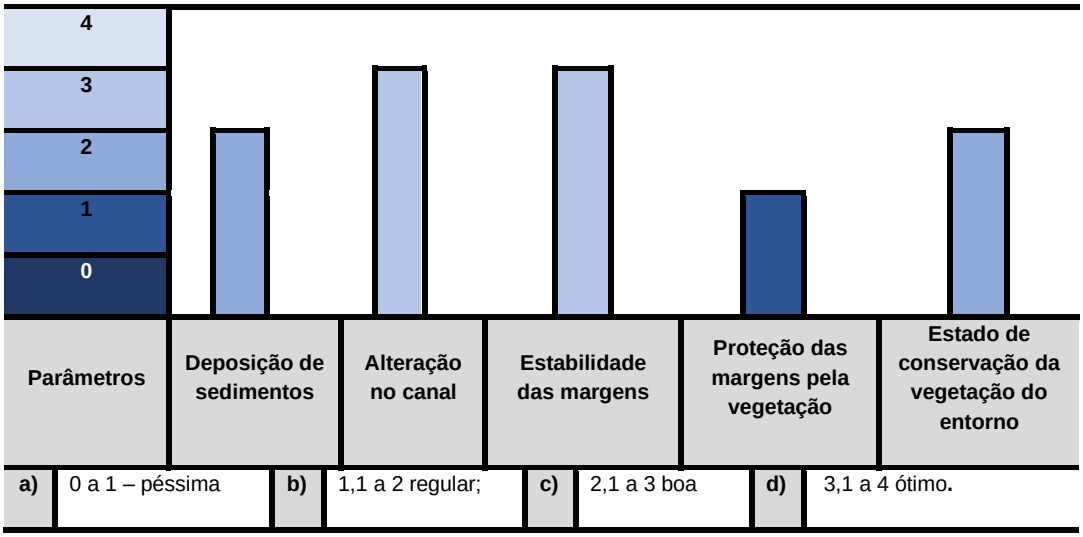
Figura 35 – Valeta de origem antrópica para possível escoamento de água em períodos chuvosos.



Fonte: Google Earth **Org.:** Prudêncio (2021).

Foi observado que a seção 2 possui uma regular deposição de sedimentos. Por apresentar características de canal secundário, percebe-se que não vem sofrendo intensas alterações. As margens estão moderadamente estáveis, com presença de áreas cicatrizadas, o que leva a enquadrar a estabilidade da margem na avaliação boa (Tabela 6).

Tabela 6: Resultado da Aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida adaptado por Rodrigues et al., (2008) na seção 2.

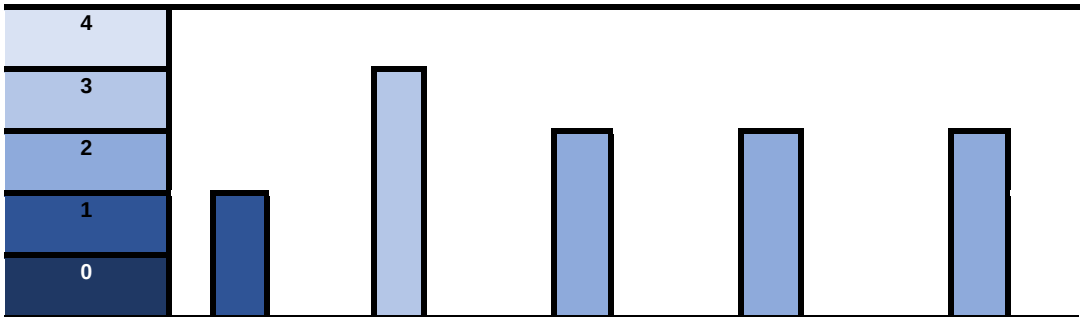


Fonte: Prudêncio (2021).

Registrou-se que menos de 50% da superfície das margens estão cobertas por vegetação nativa, uma clara descontinuidade da vegetação no entorno, resultando em péssimo estado na avaliação (Tabela 6). Essa seção apresenta áreas de pastagens e vegetações exóticas, o que torna perceptível os impactos causados pela ação humana sobre a vegetação do entorno, modificando a área para suprir as necessidades das atividades no local, tornando o estado de conservação da vegetação do entorno em situação definida como regular.

Avaliando as condições ambientais do córrego na seção 3, de acordo com os parâmetros estabelecidos para aplicação do protocolo de avaliação rápida, identificou-se que nessa seção há uma elevada deposição de material fino e aumento no desenvolvimento de barras por interferências antrópicas, enquadrando-a em avaliação péssima (Tabela 7).

Tabela 7: Resultado da Aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida adaptado por Rodrigues et al., (2008) na seção 3.



a)	0 a 1 – péssima	**b)**	1,1 a 2 regular;	**c)**	2,1 a 3 boa	**d)**	3,1 a 4 ótimo.

Fonte: Prudêncio (2021).

Na seção 3, a alteração do canal apresentou uma boa condição, com presença de pequenas canalizações como pontes e dragagens antigas. No entanto, as margens apresentam uma estabilidade regular, sendo consideradas moderadamente instáveis, com grande potencial de erosão durante as cheias. Possivelmente na região tenha ocorrência de inundações nas casas mais próximas ao córrego, devido ao transbordamento da água no período de cheia no canal.

No parâmetro que avaliou a proteção das margens pela vegetação, verificou-se que 50% a 70% da superfície das margens estão cobertas por vegetação. O estado de conservação da vegetação no entorno dessa seção apresenta condição regular, haja vista que a vegetação existente é constituída, em seu maior percentual, por espécies exóticas, demonstrando poucas evidências de vegetação nativa.

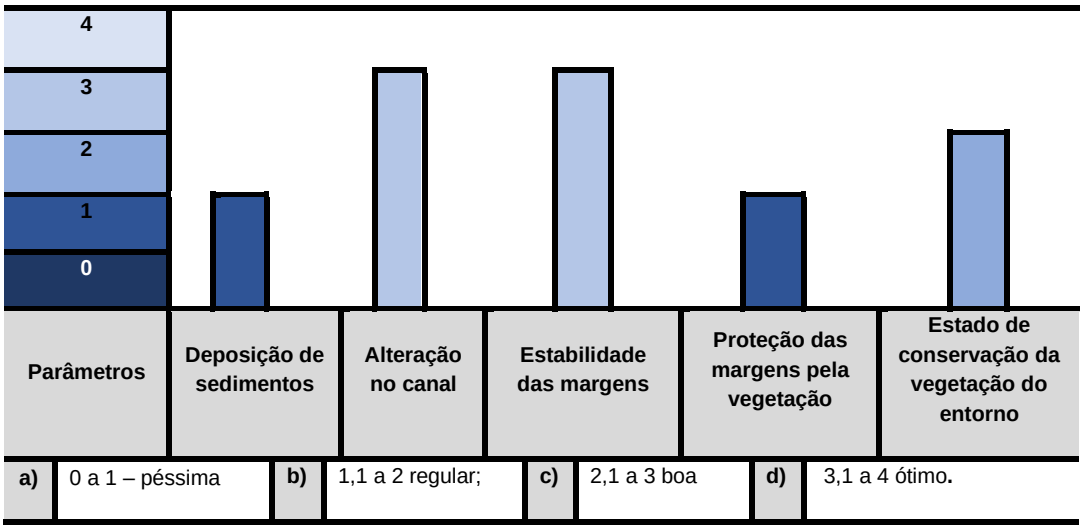
Durante as visitas realizadas nessa seção, constatou-se se a existência de uma olaria em funcionamento, localizada à margem direita do canal dos Fontes (Figura 36). A constatação ocorreu devido a quantidade de tijolos prontos (cerca de 1000 tijolinhos) depositados na margem do canal, denotando visivelmente que se tratava de uma produção.

Figura 36 – Presença de olearia na Margem direita do canal dos Fontes, com tijolinhos já produzidos e lenhas utilizadas no forno para a queima do material.

Fonte: Prudêncio, (2021)

Na seção 4, as condições ambientais do córrego não estão de acordo com os parâmetros estabelecidos, desta forma, com relação a deposição de sedimentos, essa seção apresenta uma condição péssima (Tabela 8), com elevada deposição de material fino e aumento das barras devido as interferências antrópicas.

Tabela 8: Resultado da Aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida adaptado por Rodrigues et al., (2008) na seção 4.



Fonte: Prudêncio (2021).

A alteração do canal nessa seção demonstra uma situação boa, a partir das definições aplicadas no protocolo. Percebe-se a presença de pequenas canalizações, em área para apoio de pontes, no entanto, sem evidências de canalizações recentes. As pontes existentes nessa seção ligam uma das principais ruas e avenidas do município de Cáceres-MT, sendo considerada uma área de grande fluxo de automóveis, ciclistas e pedestres. A montante localiza na rua das Camélias e a jusante na avenida Tancredo Neves, no bairro Vila Nova (Figura 37).

Figura 37 – Presença de pontes e retilinização do canal no trecho da seção 4.

Fonte: Prudêncio (2021).

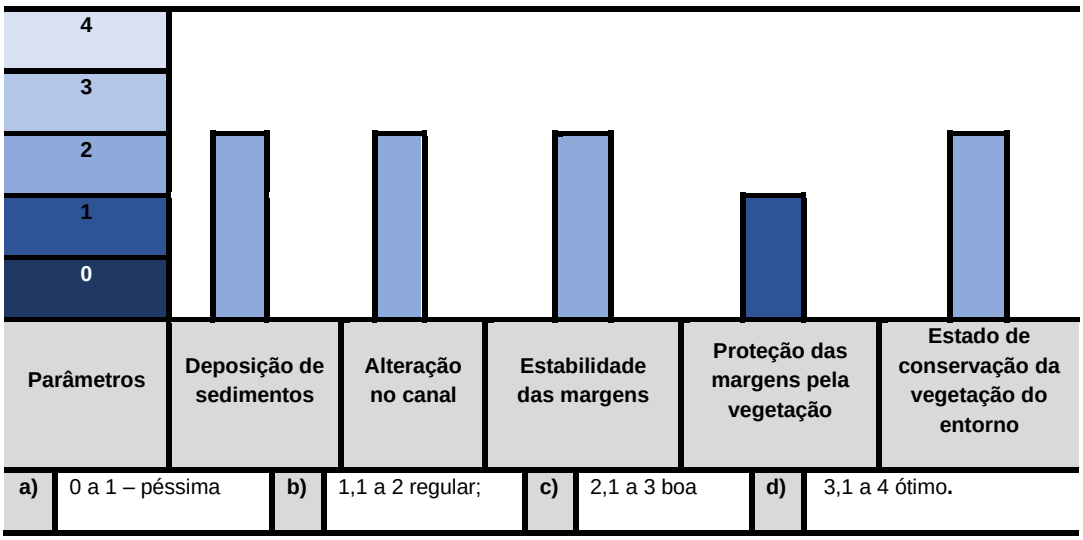
Quanto a estabilidade das margens, apresenta uma condição boa, com margens moderadamente estáveis e presença de áreas com resquícios de erosões antigas. Com relação a proteção das margens pela vegetação, em análise geral da área dessa seção, pode-se concluir que possui uma condição péssima. É possível averiguar que menos de 50% da superfície das margens está coberta por vegetação nativa, demonstrando uma descontinuidade da vegetação no entorno.

Contudo, ao verificar as condições do estado de conservação do entorno, notou-se que a vegetação é constituída por vegetação exótica, com poucas evidências de vegetação nativa. Devido a existência de casas e implantação de residencial, é notável a interferência antrópica na vegetação. Pode-se considerar que futuramente, as ocupações na área avançarão significantemente e as interferências no canal poderão tornar-se ainda mais evidentes.

Pertinente aos parâmetros adotados no protocolo de avaliação rápida, tais como: deposição de sedimentos, alteração no canal, estabilidade das margens e estado de conservação da vegetação, a seção 5 apresentou uma condição regular

(Tabela 9), considerando a deposição de materiais finos em barras antigas e recentes, de origem antrópica, além de registrar a presença de barragens ou estrutura de contenção das margens e vegetação presente, constituída por espécies exóticas, o que possibilita a identificação das interferências das ações humanas no entorno.

Tabela 9: Resultado da Aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida adaptado por Rodrigues et al, (2008) na seção 5.

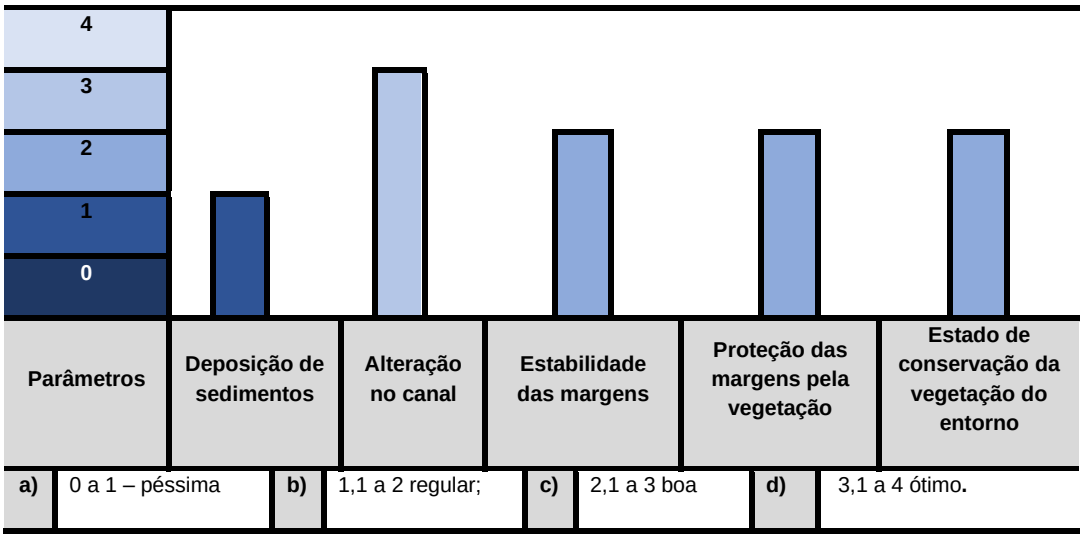


Fonte: Prudêncio (2021).

Logo, com relação a proteção das margens pela vegetação, observou-se que a vegetação nativa é praticamente inexistente e as atividades humanas são intensas na região dessa seção, com exposição do solo a intempéries. O monitoramento frequente dessa área pode auxiliar nas tomadas de medidas ambientais, objetivando a conservação deste habitat, evitando que os danos sejam futuramente mais intensos, com significantes impactos ambientais e prejudiciais para a qualidade de vida dos moradores residentes nas adjacências.

Na seção 6, avaliando as condições do ambiente, por meio da aplicação do protocolo de avaliação rápida, no intuito de detectar possíveis impactos ambientais, a deposição de sedimentos apresentou uma condição péssima (Tabela 10), com elevada concentração de materiais finos e presença de desenvolvimento das atividades antrópicas.

Tabela 10: Resultado da Aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida adaptado por Rodrigues et al., (2008) na seção 6.



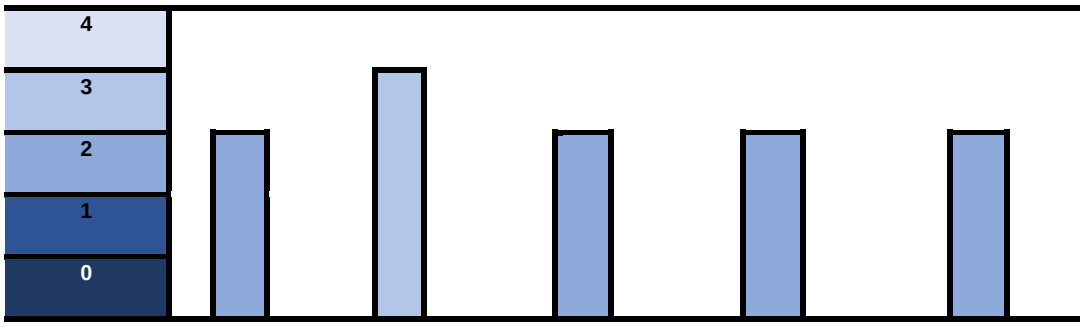
Fonte: Prudêncio (2021).

Essa seção apresentou o canal com alterações em situação boa, a partir dos parâmetros definidos no protocolo. Com relação a estabilidade e proteção das margens pela vegetação, o estado de conservação da vegetação no entorno, apresentou uma condição regular.

Observou-se em campo, margens moderadamente instáveis, com potencial de erosão durando o período de cheia, apresentando cerca de 50% a 70% da superfície das margens coberta por vegetação. No entanto, algumas áreas registraram solos expostos e outras, ausência da vegetação nativa, sendo em sua maioria, vegetação exótica com interferências antrópicas.

A seção 7 apresenta uma deposição moderada de sedimentos finos (Tabela 11), de origens antrópicas. A condição da alteração do canal encontra-se boa, mantendo a presença de pequenas canalizações, com indícios de dragagem antigas. As margens transpareceram uma moderada instabilidade, com potencial de erosão durante o período de cheia, sugerindo assim uma avaliação regular.

Tabela 11: Resultado da Aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida adaptado por Rodrigues et al. (2008) na seção 7.



Parâmetros	Deposição de sedimentos	Alteração no canal	Estabilidade das margens	Proteção das margens pela vegetação	Estado de conservação da vegetação do entorno

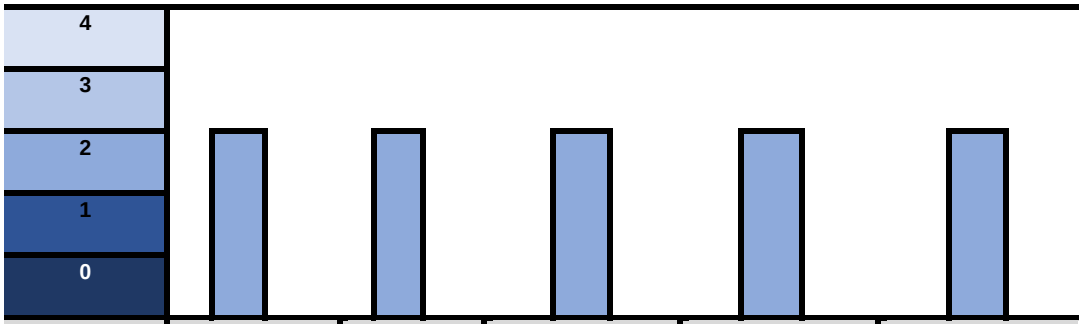
a)	0 a 1 – péssima	**b)**	1,1 a 2 regular;	**c)**	2,1 a 3 boa	**d)**	3,1 a 4 ótimo**.**

Fonte: Prudêncio (2021).

Com relação a proteção das margens pela vegetação, observou-se que 50% a 70% da superfície das margens está coberta por vegetação, com algumas áreas com solo exposto. Verificou-se ainda que a vegetação presente é constituída por espécies exóticas, com pouca presença de vegetação nativa e atividades humanas provocando impactos na vegetação do entorno.

Quanto a avaliação das condições ambientais na seção 8, foi possível identificar que a deposição de sedimentos, a alteração do canal, a estabilidade das margens, a proteção das margens pela vegetação e o estado de conservação da vegetação do entorno, apresentam condições regulares (Tabela 12). Por meio das evidências de deposição moderada de cascalhos, com barras antigas de origem antrópicas, observou-se a presença de barragens nas margens.

Tabela 12: Resultado da Aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida adaptado por Rodrigues et al., (2008) na seção 8.



a)	0 a 1 – péssima	**b)**	1,1 a 2 regular;	**c)**	2,1 a 3 boa	**d)**	3,1 a 4 ótimo**.**

Fonte: Prudêncio (2021).

Constatou-se que as características da seção 8 são semelhantes à da seção 7, onde 50% a 70% da superfície das margens está coberta por vegetação, com

algumas áreas com solo exposto, tendo uma vegetação constituída por espécies exóticas, com pouca presença de vegetação nativa, tornando perceptível os impactos de atividades humanas sobre a vegetação ao entorno.

Enfatizar a importância dos monitoramentos constantes dessas áreas é de grande relevância, pois permitirá a devida verificação do comportamento da dinâmica fluvial do canal dos Fontes, bem como a avaliação das condições que encontram-se o ambiente com relação aos impactos ambientais que os recursos naturais passam, principalmente na área urbana, onde há presença intensa da interferência das atividades antrópicas.

4.3.2 Características e Tipologia do Canal Urbano Fontes

Não há dúvidas de que, em áreas urbanas os canais fluviais recebem impactos diretos e indiretos, estando relacionados ao uso e a ocupação inadequada. Sendo assim, é possível considerar que os canais fluviais recebem impactos negativos quando normas ou diretrizes de âmbito Federal, Estadual e/ou Municipal, que preconizam a preservação de ambientes fluviais em áreas urbanizadas, e não são seguidas ou implementadas pelo poder público, alterando os aspectos físicos e ambientais (COSTA e GUEDES, 2020).

Na área urbana, os canais fluviais apresentam uma relevante função que é a drenagem urbana, pois ela pode contribuir com o escoamento das águas em períodos chuvosos. No entanto, algumas práticas de origem antrópicas podem ocasionar alguns impactos ambientais para o canal, tais como: retirada da vegetação natural às margens do córrego, canalizações, limpeza do leito do canal por maquinários, encanamentos para despejos de esgotos domésticos e depósito de lixo no canal. Tais práticas podem alterar negativamente a qualidade física e química do canal, de forma significativa.

Existem algumas alternativas que podem ser realizadas a fim de minimizar essas intensas degradações no ambiente ao entono do córrego. A implantação de ações de sensibilização populacional e apresentação dos resultados negativos aos órgãos públicos, para que tomem providências e redirecionem as práticas das atividades que alteram e prejudicam o ambiente natural, em ações menos degradantes, certamente seria uma medida assertiva e eficaz no combate ao impacto ambiental.

Afinal, a ausência de planejamento ambiental no perímetro urbano pode estar contribuindo com o aceleramento do processo de impactos ambientais no canal dos Fontes. A existência de ocupações irregulares e mau uso do canal, possivelmente estão colocando em risco a qualidade da vida humana e a perca de qualidade dos recursos naturais.

Para realização da aplicação de protocolos visando a identificação rápida da tipologia do canal dos Fontes, foram utilizadas as mesmas seções definidas nas discussões já apresentadas. Em cada seção verificada, identificou-se diversas semelhanças entre elas, devido ao processo de urbanização no município de Cáceres - MT.

Para Carvalho, et al. (2010), a tipologia espacial dos canais fluviais urbanos apresenta diversas ordens de intervenção do impacto humano sobre a paisagem, com desdobramento de ações deliberadas e planejadas mesmo que de consequências indesejadas a posteriori, e pelas decorrentes negligência ou mau uso da água em solo urbano, cujas respostas junto ao sistema hidrológico podem ser igualmente nefastas.

Na análise da seção 1, verificou-se a presença de manilhamento para otimização do escoamento da água. Nessa seção, observou-se a presença de rodovia no superior do canal, além de terrenos com aterros e solos expostos, o que demonstra um canal alterado, em sua maioria aberto, retificado e canalizado, apresentando evidências de muita alteração, com urbanização média.

Na seção 2, torna-se perceptível a abertura de um canal secundário para possível escoamento das águas no período de cheias, apresentando características morfológicas de um canal alterado aberto, com uso das margens e interflúvio com vegetação residual. O uso do solo no interflúvio com condições baixas apresenta uma vegetação também residual, assinalando-o como um canal alterado, mas com baixo impacto.

Verificando a tipologia do canal dos Fontes, as seções 3, 4 e 7, devido a localização em áreas já urbanizadas, possuem presença de pontes para locomoção, utilizadas como vias de acesso para população, com inúmeras casas existentes. Essas seções apresentam um canal aberto retificado, modificado com influência da urbanização, cujas adaptações são realizadas de acordo com a necessidade de drenagens em períodos chuvosos. Nessas regiões o uso do solo e nos interflúvios apresentam um nível baixo, observando a presença de vegetações residuais.

Nas seções 05, 06 e 08, torna ainda mais perceptível a intensa presença das atividades antrópicas, com ocupações irregulares e acúmulo de materiais provenientes de ferro velho nas margens, despejo de dejetos e presença de entulhos no leito do canal. Apresenta uma morfologia de canal muito alterada. É um canal aberto, alterado, retificado e canalizado, com urbanização intensa e grandes evidências de impacto através do uso, podendo ser caracterizado como um canal muito alterado.

Entre as seções definidas na área de estudo para análise e avaliação, é possível notar condições ambientais similares. Em sua maioria, apresentam condições de canais muito alterados e com significativos impactos pelo uso de origem antrópicas, levando a caracterizá-los na tipologia I, conforme protocolo aplicado (Tabela 13).

Tabela 13 – Definições da Tipologia do canal no canal dos Fontes.

Seção	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Combinações	Tipologia
1	300 (MA)	ALTO (30)	MÉDIO (2)	332	I - Canal muito alterado e com significativo impacto pelo uso
2	AL (200)	BAIXO (10)	BAIXO (1)	211	D – Canal alterado com baixo impacto pelo uso do solo
3	AL (200)	ALTO (30)	ALTO (3)	233	F – Canal alterado e com significativo impacto pelo uso
4	AL (200)	ALTO (30)	ALTO (3)	233	F – Canal alterado e com significativo impacto pelo uso
5	300 (MA)	ALTO (30)	ALTO (3)	333	I - Canal muito alterado e com significativo impacto pelo uso
6	300 (MA)	ALTO (30)	ALTO (3)	333	I - Canal muito alterado e com significativo impacto pelo uso
7	AL (200)	ALTO (30)	ALTO (3)	233	F – Canal alterado e com significativo impacto pelo uso
8	AL (200)	ALTO (30)	ALTO (3)	333	I - Canal muito alterado e com significativo impacto pelo uso

Fonte: Prudêncio (2021).

No entanto, na seção 2, embora apresente alteração no canal pelas interferências antrópicas, é possível detectar um índice de alteração com menor impacto em relação as demais seções averiguadas, tanto, que a seção 2 é

caracterizada na tipologia D, demonstrando um canal alterado, porém, com baixo impacto pelos usos do solo, conforme exposto na tabela 13.

As avaliações das condições da tipologia desses canais são de extrema importância, pois permitem avaliar para buscar compreender os problemas existentes, no intuito de amenizar os impactos ambientais nessas áreas. Além disso, a partir destes resultados, publicar a implementação de medidas ambientais que acabem com as negligências com os córregos urbanos. Os órgãos fiscalizadores devem assumir a responsabilidade diante dessa problemática e assim, fomentar políticas públicas que visem a adoção de medidas compensatórias, inclusive com implantação de projetos que estimulem a conservação e planejamento ambiental adequado que de fato minimizem os impactos ambientais presentes nessas áreas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A averiguação das alterações ambientais foi o principal direcionamento para o desenvolvimento desta pesquisa. O estudo permitiu verificar os aspectos geomorfológicos, geológicos, pedológicos, tipo de uso e ocupação da terra, bem como as variáveis hidrodinâmicas e sedimentares, a degradação ambiental presente na área de estudo e a tipologia do canal.

E assim, diante das análises geológicas, verificou-se que a área de estudo possui predominância na formação Pantanal – Fácies terraços aluvionares, equivalente a cerca de 97,66% da bacia. A ocorrência geológica permitiu verificar o tipo de solo predominante na região, que foi o Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, que ocupa cerca de 79,71% da área e apresenta significante abrangência, o Gleissolo Háplico tb Eutrofico, que ocupa aproximadamente 14,20%.

Foi possível identificar que a unidade geomorfológica predominante na bacia hidrográfica do canal dos Fontes é caracterizada pela Depressão do Alto Paraguai (topo tabular), ocupando 66,11% da área de estudo.

Verificou-se que o clima na região onde situa o canal dos Fontes apresenta estações bem definidas de período de cheia e estiagem e, as temperaturas médias anuais oscilam entre 25°C a 35°C durante o ano.

A identificação pedológica possibilitou correlacionar e averiguar as principais vegetações e tipo de uso existente na área.

Constatou-se que 79,77% da bacia hidrográfica é ocupada por área de pastagens no alto curso da bacia, tendo como principal tipo de uso a pecuária, com presença de gados e cavalos.

Registrou-se através de mapeamento, áreas urbanizadas ocupando cerca de 19,09% da bacia, com inúmeras casas, principalmente às margens do canal, bem como a presença de manilhamento e retilinização do córrego, com pavimentação de ruas próximas às margens fluviais.

Observou-se que a presença de Floresta Estacional Sempre-Verde Aluvial com dossel emergente em relação a delimitação da bacia, ocupa apenas 0,94% da área de estudo, sendo localizada na foz do canal dos Fontes. Tendo em vista a proximidade e o encontro com o rio Paraguai, a área não apresenta viabilidade, por se tratar de uma área alagável mediante as condições de cheias no Pantanal.

A avaliação das condições hidrodinâmicas do canal dos Fontes, permitiu notar que trata de um canal com diferentes medições ao longo do perfil longitudinal, apresentando variações na largura, profundidade e área da seção em cada ponto definido.

Há uma intensa concentração de sedimento suspenso ao longo do canal, que está diretamente relacionado ao contexto de intensa urbanização e obstrução, destacando a seção 5 no período de fevereiro/2021, com 284,00 mg/l e, no período de outubro/2021, a seção 7, com uma concentração de sedimento suspenso de 580,00 mg/l, sendo a maior concentração apresentada.

Diante da análise granulométrica realizada na área de estudo, verificou-se que a porção predominante em todas as seções foi a areia fina. Foi constatado que no período de cheia, a área que registrou maior percentual de areia fina, com 79,05%, foi a seção 8 e, no período de estiagem, foi a seção 2, que apresentou 82,39% de areia fina. Os menores índices verificados no percentual de areia fina foram na seção 3, registrando 49,50% no período de cheia e, na seção 8, com 49,65% de areia fina, no período de estiagem.

Em se tratando da análise de degradação ambiental na área de estudo, foi possível averiguar que todos os canais estão alterados, porém, há alguns trechos com maiores impactos ambientais causados pelas urbanizações que avançam ao longo das margens fluviais, e, ainda, a utilização do canal para despejos de dejetos e lixos domésticos.

Importante destacar a presença de algumas atividades de drenagem do córrego, visando minimizar a inundação. Tais atividades são caracterizadas pela limpeza do canal por maquinários, presença de manilhamento e galerias de concreto nivelando o fluxo da água, canalização e retilinização nas regiões mais aglomeradas ao longo do trecho do canal. Essas situações afetam diretamente a dinâmica natural do canal, alterando o comportamento hidrodinâmico e sedimentar do curso d’água.

As situações críticas encontradas na área de estudo reforçam a necessidade de fiscalização e adoção de medidas pelos órgãos públicos e ambientais, para que haja um equilíbrio nas condições de manuseio desse canal. Importante buscar trabalhar a sensibilização, principalmente dos moradores da região próxima, enfatizando a necessidade de conservação dos recursos hídricos, principalmente os que são localizados em áreas urbanas.

A área de estudo trata-se de uma bacia hidrográfica totalmente alterada e impactada, sendo em alguns pontos com maior intensidade, além da concentração de sedimentos suspensos, obstrução de vegetação no canal e acúmulos de lixos urbanos que contribuem para o entupimento de algumas áreas, bem como barramento do fluxo da água no canal.

Com base nas discussões levantadas e estudos realizados, acredita-se que essas situações podem ser sanadas a partir da implantação de planejamento específico para recuperação desse córrego urbano. A adequação ampla da rede de esgoto, coletas de lixo regular e com maior frequência; investimento na revegetação às margens do córrego, visando diminuir os impactos dos processos de erosão; redução de práticas de retilinização do canal e limpeza do canal por maquinários, podem contribuir para propiciar condições necessárias para a recuperação do canal dos Fontes.

Recomendações

Visando a recuperação da área degradada no canal dos Fontes, algumas medidas podem ser adotadas no intuito de amenizar os problemas ambientais encontrados no canal, como:

- ✓ Realizar projetos visando a sensibilização da população quanto a importância da preservação do canal fluvial, com incentivo e contribuições dos órgãos públicos e Conselho Municipal de Meio Ambiente, em Cáceres-MT.
- ✓ Implantar redes coletivas de esgoto, com incentivo financeiro do ente público municipal à população;
- ✓ Buscar através de parcerias com a Autarquia Águas do Pantanal, definir projetos e distribuição de investimento financeiro visando a implantação de estação de tratamento de esgoto;
- ✓ Eliminar as ligações clandestinas da rede de esgoto que escoa diretamente ao canal fluvial;
- ✓ Aumentar os pontos de coletas de lixos domésticos, bem como a frequência das coletas;
- ✓ Adotar ações participativas e coletivas junto à comunidade, órgãos públicos e gestores ambientais, visando o reflorestamento do canal dos Fontes, com

plantação de tipos de vegetação que possam proporcionar a segurança e estabilidade das margens relacionadas aos processos erosivos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SÁBER. **Os domínios de natureza no Brasil:** potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

ARAUJO, G. H. D. S.; ALMEIDA, J. R. D.; GUERRA, A. J. T. **Gestão Ambiental de Áreas Degradadas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

ALMEIDA, J. D. M.; SOUZA, J. O. P.; BARROS, A. C. Dinâmica E Caracterização Fluvial Da Bacia Do Riacho Grande, Serra Talhada – Pe: Abordagem Da Conectividade Da Paisagem. **Revista Geo UERG**, p. 308 – 331, 2015.

ALVES, T. **Paisagem em busca do lugar perdido**. Finisterra, Lisboa, v. 36, n. 72, p. 67-74, 2001.

BARBOUR, M. T.; GERRITSEN, J.; SNYDER, B. D.; STRIBLING, J. **Rapid bioassessment protocols for use in streams and wade able rivers: periphyton, benthic macroinventabrats and fish.** 2. Ed. Washington : EPA, p. 339, 1999.

BARROS L. R.; SOUZA, C. A. Avaliação do grau de degradação e impactos associados na bacia hidrográfica do Córrego Sangradouro, Cáceres - Mt. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros**, Seção Três Lagoas, v. 16, p. 71-91, 2012.

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

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. R. **RA´E GA**, Curitiba, Editora UFPR n. 8, p. 141-152, 2004.

BIZZO, M. R. O.; M, J.; ANDRADE, S. F. **Protocolos De Avaliação Rápida De Rios (Par).** Cadernos de Estudos Geoambientais – CADEGEO. V. 05-06, 2014-2015. Disponível em:< http://www.cadegeo.uff.br/index.php/cadegeo/article/view/20>**.** Acesso em: 21 de mar. 2021.

BOTELHO, R. G. M. Bacias Hidrográficas Urbanas. In: GUERRA, A. J. T. (org.). **Geomorfologia urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 77 p, 2011.

BRIERLEY, G. **Geomorphology and River Management.** Kemanusiaan, n. 15, p. 3–26, 2008.

BRANCO, N. **Avaliação da produção de sedimentos de eventos chuvosos em uma pequena bacia hidrográfica rural de encosta.** Orientador: João Batista Dias

de Paiva. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria (RS), Santa Maria – RS, 135f, 998.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Secretaria Geral. **Projeto RADAMBRASIL: levantamentos dos recursos naturais, Folha SD 21**. Cuiabá, Rio de Janeiro: Secretaria Geral, 448 p, 1982.

BRIGANTE, J. E.; ESPINDOLA, E. L. G. **Limologia fluvial:** um estudo no rio Mogi-Guaçu, São Carlos: RiMa, 278p. 2003.

CABRAL, Luiz Otávio. **A paisagem enquanto fenômeno vivido**. Geosul, Florianópolis, v.15, n 30 p34-45, jul./dez.2000. Disponível em: <file:///D:/Documentos/Downloads/14252-Texto%20do%20Artigo-43982-1-10-20100726.pdf) . Acesso em: 21 mar. 2021.

CALLISTO, et. al. **Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de hábitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ).** Acta Limnologica Brasiliensia. v. 14, n 1, p. 91-98, 2002.

CAMARGO, L. (org.). **Atlas de Mato Grosso: Abordagem socioeconômica-ecológica.** Cuiabá: Entrelinhas, 2011.

CARDOSO, A. S. **Desenvolvimento de Metodologia para Avaliação de Alternativas de Intervenção em Cursos de Água em Áreas Urbanas**. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos), Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Minas Gerais. 183 p. Belo Horizonte, 2008.

CARVALHO, N. O. **Hidrossedimentologia prática.** 2. ed. atual. ampl. Rio de Janeiro: Interciência, 2008.

CARVALHO, L. E. P.; BITOUN, B.; CORRÊA, A. C. B. **Canais Fluviais Urbanos: proposta de tipologia para a região Metropolitana do Recife (RMR).** Revista de Geografia. Recife: UFPE -DCG/NAPA, v. especial, VIII SINAGEO, n.3, 2010.

CHOW, V.T, **Open Channel Hydraulics** McGraw-Hill Book Company, New York. P. 780, 1959.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgar Blüchler. 1980.

_____. **Geomorfologia fluvial**. São Paulo: Edgard Blucher, 1981.

_____. **Modelagem de sistemas ambientais**, Ed. Edgard Blücher, 1999.

CONTI, J. B. **Geografia e Paisagem.** Ciência e Natura, Santa Maria, v. 36, n. ed. especial, p. 239–245, 2014.

COSTA, G. S.; GUEDES, J. A. Análise Tipológica De Canais Fluviais Urbanos Na Cidade De São Rafael (Rio Grande Do Norte). **Revista GEOFRONTER**, v. 6, 2020.

COSTA, M. A. B.; FALCÃO, C. L. C. Áreas verdes urbanas: urbanização da margem esquerda do rio Acaraú na cidade de Sobral - CE. **Revista Homem, Espaço e Tempo**, março de 2011.

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

CRUZ, J. S.; SANTOS, M ; MAROSTEGA, G. B ; SOUZA, C. A. . **Processo de Uso/Ocupação e os Impactos nas Margens do Rio Paraguai: Entre a Foz do Rio Sepotuba à Baia do Malheiros no Pantanal de Cáceres - Mato Grosso**. In: XV Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2013, Vitória - ES. Uso Ocupação da Terra e as mudanças das Paisagens, 2013. p. 415-423.

CUNHA, S. B. Geomorfologia fluvial. In: GUERRA, A. J. T. CUNHA, S. B da. (Orgs). **Geomorfologia:** uma atualização de bases e conceitos. – 8.ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 235 p, 2008.

_____. Bacias hidrográficas. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (Orgs.). **Geomorfologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Editora Bertrand do Brasil, 229-265 p, 1999.

_____.; GUERRA, A. J. T. Degradação ambiental. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A.J.T. **Geomorfologia e meio ambiente**. 5.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

DALE, V. H.; BEYELER, S. C. Challenges in the development and use of ecological indicators. **Ecological Indicators**, v.1, n. 1, p. 3-10, 2001.

DOLLFUS, O. **O espaço geográfico**. Difusão Editorial (DIFEL), 1991.

EBISEMIJU. F.S. **The Response of Headwater Stream Channels to Urbanization in the Humid Tropics**. Hydrological processes 3, p. 237-253,1989.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 4ª. ed. Brasília, 2014.

ESTEVES, C. J. O. Vulnerabilidade socioambiental na área de ocupação contínua do Litoral do Paraná – Brasil**. R. Ra'eGa Curitiba** , v.34, p. 214- 245, Ago/2015.

FELIX, E. A.; **Morfologia, Morfometria E Dinâmica Fluvial Como Subsídio Para O Planejamento Dos Recursos Hídricos Na Bacia Hidrográfica Do Rio Cabaçal – Mt**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Ciências Naturais e Tecnológicas, Universidade do Estado de Mato Grosso, UNEMAT, Cáceres, MT. 173 p, 2018.

FILHO, B. C.; Andrade, A. G. A. POLIVANOV, H. GUERRA, A. J. T.; FILHO, A. R. Diagnóstico geoambiental da área do entorno do reservatório da usina hidrelétrica de tombos, para fins de recuperação de áreas degradadas. Caminhos de Geografia. v. 10, n. 30, p. 118-134. 2009. Disponível em:

https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/15831. Acesso em: 16 de jan 2022.

FILHO, L. C. Z.; QUADROS, T. F. P. **Efeito Da Dinâmica Fluvial E Da Ação Antrópica Sobre A Erosão De Margens Fluviais: O Caso Da Mineração De Areia No Rio Jacuí.** Revista De Ciências Ambientais – RCA, v. 11, n. 1, Canoas, 2017. disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/315918405_efeito_da_dinamica_fluvial_e_da_acao_antropica_sobre_a_erosao_de_margens_fluviais_o_caso_da_mineracao_de_areia_no_rio_jacui. Acesso em : 21 de mar. 2021

FUJIMOTO, N. S. V. M. Considerações sobre o ambiente urbano: Um estudo com ênfase na geomorfologia urbana**. Revista do Departamento de Geografia**, p. 76, 2005.

FURLAN, A. R.; SPINELLI, J. **PLANEJAMENTO E HIDROGRAFIA: estudo das bacias hidrográficas do perímetro urbano de Erechim/RS, utilizando software QGISi.** Revista OKARA: Geografia em debate, v. 13, n. 1, p. 3-25, Joao Pessoa, 2019.

GIOMETTI, A. B. R; PITTON, S. E. C; ORTIGOZA, S. **Leitura do Espaço Geográfico Através das Categorias: Lugar, Paisagem e Território**. Conteúdos e Didática de Geografia, UNESP (Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Disponível em: < https://acervodigital.unesp.br/bitstream/123456789/47175/1/u1_d22_v9_t02.pdf >. Acesso em 21 Mar. 2021.

GIRÃO, O.; CORRÊA, A. C.de B. A Contribuição da geomorfologia para o planejamento da Ocupação de Novas Áreas. **Revista de Geografia**. Recife: UFPE DCG/NAPA, v. 21, nº 2, jul/dez. 2004.

GOMES, R.L. **Avaliação da fragilidade ambiental e vulnerabilidade natural à perda de solo da bacia hidrográfica do rio Almada**. Boletim de Geografia, v. 31, n. 3, p. 41-53, 2013.

GOUDIE, A.S. **Encyclopedia of Geomorphology** Routledge Ltd, London. p.1202, 2004. https://doi.org/10.1002/hyp.1366.

GORSKI, M. C. B. **Rios e cidades**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2010.

GUERRA, A. J. T; GUERRA, A. J. T. **Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico.** 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B (Org.). **Geomorfologia e meio ambiente**. 3. Ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000.

HOITINK, A. J. F.; JAY, David A. Tidal river dynamics: Implications for deltas. **Reviews of Geophysics**, v. 54, n. 1, p. 240-272, 2016.

HUMBOLDT, A. V. **Cosmos**. Ensayo de una descripción física del mundo. Traducción de Bernardo Giner e José de Fuentes. Buenos Aires: Editorial Glem, 1944.

IBGE, Manuais Técnicos em Geociência. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**, n. 01, Rio de Janeiro 2012.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de uso da terra**. Rio de Janeiro, 2013.

IBGE– Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mudanças na cobertura e uso da terra 2000-2010-2012**. Rio de Janeiro. IBGE. 2015.

KRAMES, J. C. **Identificação e Caracterização dos Depositos de Várzea no Trecho Fluvial da Volta Grande, Rio Uruguai - Sc/Rs**. Trabalho de conclusão de curso em Geografia. Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS, Chapecó-SC, 41 p. 2016.

KNIGHTON, A. D. Riverbank erosion in relation to stream fl ow conditions. River BollinDean, Cheshire. **East Midlands Geographer**. v. 5, p. 416-426. 1998.

LÁZARO, W.L.; OLIVEIRA-JÚNIOR, E.S.; da SILVA, C.J.; CASTRILLON, S.K.I.; MUNIZ, C.C. Climate change reflected in one of the largest wetlands in the world: an overview of the Northern Pantanal water regime**.** Acta Limnologica Brasiliensia [online], v. 32, e104, 2020**.**

LEANDRO, G. R. S. **Interações Hidromorfodinâmicas Na Bacia Hidrográfica Do Rio Sepotuba: Alto Paraguai, Mato Grosso, Brasil**. Tese de Doutorado em Geografia.Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Brasil, 2020.

LEOPOLD, I. B.; EMMETT. W. W.; MYRICK, R. M. **Channel and hiellslope processes in a semiarid area**. v. 352-6. New México: U.S - Geog. Surv. Prof. Paper, 193 p, 1971.

LEWIN, J. **Initiation of bed forms and meanders in coarse-grained sediment**. Geological Society of America Bulletin, v. 87, p. 281-285, 1976.

LIMA, A. C. M.; FERNANDES, L. L.; LOPES, O. F. **Urbanização e Canais Urbanos: uma avaliação da qualidade das águas da bacia hidrográfica do Una no município de Belém, Brasil**. Research, Society and Development, v. 9, n. 7, p. 23, 2020.

LIMA, A. J. R.; NERY, J. T. **Revisitando o Conceito de Bacia Hidrográfica como Unidade de Planejamento e Gestão e a Governança Das Águas.** XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física e I Congresso Nacional de Geografia Fisica, Instituto Geociencias- Unicamp, 2017.

LORANDI, R.; CANÇADO, C. J. **Parâmetros Físicos para Gerenciamento de Bacias Hidrográficas**. In: CONCEITOS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS Teorias e Aplicações, org. ANTONIO, A. S.; CAMARGO, F. M. Ilhéus, Ba: Editus, 293p, 2002.

MACIEL, A. B. C.; LIMA, Z. M. C. O conceito de paisagem: diversidade de olhares. **Sociedade e Território**, Natal, v. 23, nº 2, p. 159 - 177, jul./dez. 2011.

MAITELLI, G. T. **Interações Atmosfera-Superfície**. In: MORENO, G; HIGA, T. C. S. (Orgs); MAITELLI, G. T. (Colaboradora). Geografia de Mato Grosso: território, sociedade, ambiente. Cuiabá: Entrelinhas, p. 296, 2005.

MARTINS, D. P. **Dinâmica das formas de leito e transporte de carga de fundo no alto rio Paraná**. 2004. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá. Maringa maio de 2004.

MARTINS, V. A. C.; MENEZES, C. R.; SALGADO, C. M.. **Intervenções Urbanas na Bacia Hidrográfica do Rio Imboaçu, São Gonçalo (Leste Metropolitano do Rio de Janeiro).** In.: VII Congresso Brasileiros de Geógrafos, 2014. Anais**.** Vitória, 2014.

MATO GROSSO. SECRETARIA DE PLANEJAMENTO. Mato Grosso em números. Cuiabá-MT. Central de Texto, 2011. 139 p, 2010.

_____.**Atlas de Mato Grosso:** abordagem socioeconômico-ecológica. Cuiabá – MT: Entrelinhas, p. 96, 2011.

MENDONÇA, F. A. **Geografia socioambiental**. Terra Livre, São Paulo n. 16 p. 139-158 1º semestre/2001.

MORAES, I. C.; CORREA, E. A.; CONCEIÇÃO, F. T. **Análise da fragilidade ambiental utilizando técnicas em SIG: estudo de caso da bacia hidrográfica do Córrego do Desemboque, Pirassununga – SP – Brasil**. *In:* SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 8.; ENCONTRO LATINO AMERICANO DE GEOMORFOLOGIA, 3., 2010, Recife – PE. Anais [...]. Recife: União da Geomorfologia Brasileira, 2010.

MOREIRA, R. (org.). **Geografia: teoria e crítica: o saber posto em questão**. Petrópolis, RJ: Vozes 1982.

MOROZ, C. I. C.; ROSS, J. L. S. **Fragilidade Ambiental: uma Proposta de Aplicação de Geomorphons para a Variável Relevo**. *Revista Do Departamento De Geografia*, *37*, 123-136, 2019. https://doi.org/10.11606/rdg.v37i0.151030.

NUNES, J. O. R. e SILVA, E. C. N**.** Estudo Geográfico dos depósitos técnicos nos conjuntos habitacionais Jardim Humberto Salvador e Augusto de Paula na Cidade de Presidente Prudente, São Paulo, Brasil. **Revista Geográfica de América Central Número Especial - EGAL**, 2011 – Costa Rica II Semestre 2011 pp. 1 -13.

OLIVEIRA, V. A.; AMARAL FILHO, Z. P. VIEIRA, P. C. **Pedologia: levantamento exploratório de solos**. In: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Projeto RADAMBRASIL Folha SD, p. 257-400, 1982.

OLIVEIRA, B. R. G.; BOTELHO, R. G. M. **Alterações Antrópicas em Cursos de Água em Ambiente Urbano e o Potencial De Ocorrência de Enchentes: O Caso da Bacia do Canal do Mangue (Rio De Janeiro - Rj)**. GEOGRAFIA, Rio Claro, v. 39, n. 1, p. 125-142, jan./abr. 2014. Disponível em: < https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/ageteo/article/view/9311>. Acesso em : 21 mar. 2021.

OLIVEIRA, E. D.; VESTENA, L. R.. Alterações na morfologia de canais Fluviais na área urbana de Guarapuava (PR). **Ambiência Guarapuava (PR)** v.8 Ed. Especial - 1 p. 757 - 773 Novembro 2012.

OLIVEIRA-JUNIOR, E. S.; BERGEN, T. V.; ABEN, R.; Weideveld, S.; Budisa, A.; Nauta, J; SOUZA, C. A.; ROELOFS, J.; MUNIZ, C. C.; LAMERS, LEON P. M.; KOSTEN, S. **Water Hyacinths Effect on Greenhouse Gas Fluxes: A Field Study in a Wide Variety of Tropical Water Bodies**. ECOSYSTEMS, v. 1, p. 1, 2020.

OLIVEIRA-JUNIOR, E. S.; LIMA, T. E. ; POQUIVIQUI, A. S. ; TAVARES, C. C. ; MACHADO, C. S. D. ; CARVALHO, C. S. ; CARVALHO, L. R. ; MIRANDA, P. R. ; SOUZA, C. A. **Application of rapid assessment protocols as a robust tool for environmental qualification in two urban streams that flow into the Paraguay River**. Revista Ra'e Ga Espaço Geográfico em Análise, v. 8, p. 231-252, 2021.

OZORIO, E. **Paisagem: uma Janela para Aprendizagem em Geografia**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal da Fronteira Sul. 45 f. Chapecó, 2016.

PCBAP. **Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai**/ Projeto Pantanal. Programa Nacional do Meio Ambiente, Brasília: PNMA, 1997.

PADILHA, R. SOUZA, C. A. Dinamica fluvial nas bacias hidrográficas do rio Carapá, inserida na bacia do rio Amazonas. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.11, n. 04, 2018.

PENTEADO, M. M.. **Fundamentos de Geomorfologia**. IBGE: Rio de Janeiro, 1980.

PELOGGIA, A.U.G. A cidade, as vertentes e as várzeas a transformação do relevo pela ação do homem no município de São Paulo. **Revista do Departamento de Geografia**, (2005) 24-31.

PISSINATI, M. C; ARCHELA, R. S. Geossistema território paisagem – Metodo de estudo da paisagem Rural sob ótica Bertrandiana. **Revista Geografia** –v 18, n1, jun. 2009. Universidade Estadual de Londrina, Departamento de geociências. Disponível em: http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia Acessado em: 24 de nov de 2020.

POLETO, C.; MARTINEZ, L. L. G. . **Sedimentos Urbanos: Ambiente E Água**. HOLOS Environment (Online), v. 11, p. 1-15, 2011.

POLON**,** L. C. K. **Espaço Geográfico: Breve Discussão Teórica Acerca do Conceito.** Rev. Geogr. Acadêmica v.10, n.2 (xii.2016) p. (82 - 92). Disponível em: < https://revista.ufrr.br/rga/article/download/3834/2089>. Acesso em: 21 Mar. 2021.

POOP, José Henrique. **Geologia geral**, 6ª edição – Rio de Janeiro, 2010.

RADTKE, L. **Protocolo de avaliação rápida: uma ferramenta de avaliação participativa do cursos d'aguas urbanos**. Dissertação de Mestrado do curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM – RS. 88 p, 2015.

RAYMUNDI, V. M. O.; **Processo De Urbanização: Interferência Do Uso E Ocupação Na Morfologia Do Canal Do Junco Cáceres/Mt.** Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Ciências Naturais e Tecnológicas, Universidade do Estado de Mato Grosso, UNEMAT, Cáceres, MT. 170f. 2017.

REZENDE, G. B. M.; ARAÚJO, S. M. S. Rios Urbanos: Reflexões sobre os aspectos ambientais e urbanos de suas margens rumo a uma perspectiva integradora e participativa. **Revista ESPACIOS**, Vol. 36 (Nº 23), ano 2015.

RICCOMINI, C; ALMEIDA, R. P; GIANNINI, P. C. F; MANCINI, F. Sedimentos e processos sedimentares. In: TEIXEIRA, W. et al. (Orgs.). **Decifrando a Terra**. 2. ed. São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2009. p. 306-333.

RIGOTTI, J. A; POMPÊO, C. A.; FONSECA, A. L. D'. O. Aplicação e análise comparativa de três protocolos de avaliação rápida para caracterização da paisagem fluvial. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 11, n. 1, p. 1-13, 2016.

RILEY, A. L. **Restoring Streams in Cities: A Guide for Planners, Policemakers, and Citizens.** Washington, D.C.: Island Press, 1998. 423p

ROCHA, J. C. **Diálogo entre as Categorias e a Geografia: Espaço, Território e Paisagem.** CAMINHOS DE GEOGRAFIA - revista on line. Instituto de Geografia ufu Programa de Pós-graduação em Geografia. v. 9, n. 27 p. 128 – 142, Uberlândia, set/2008.

RODRIGUES, A.S.L. **A importância da avaliação do habitat no monitoramento da qualidade dos recursos hídricos: Uma revisão**. SaBios: Ver. Saúde e Biol., Campo Mourão, v. 5, n. 1, p. 26-42, 2010.

RODRIGUES, A. S. L.; CASTRO, P. T. A. Protocolos de Avaliação Rápida: instrumentos complementares no monitoramento dos recursos hídricos. **Rev. Brasileira de Recursos Hídricos.** v. 13, n. 1, p. 161-170, 2008.

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

_____.; CASTRO, P. T. A.; MALAFAIA, G. **Utilização Dos Protocolos De Avaliação Rápida De Rios Como Instrumentos Complementares Na Gestão De Bacias Hidrográficas Envolvendo Aspectos Da Geomorfologia Fluvial: Uma Breve Discussão.** ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.6, N.11; 2010. Disponível em: < https://www.conhecer.org.br/enciclop/2010c/utilizacao%20dos%20protocolos.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2021.

SANTANA, M. F.; **Alterações Nos Canais Urbanos E Sua Degradação Ambiental - Bacia Hidrográfica Do Córrego Sangradouro - Cáceres, Mato Grosso.** Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Ciências Naturais e Tecnológicas, Universidade do Estado de Mato Grosso, UNEMAT, Cáceres, MT. 149 f, 2017.

SANTANA, M. F.; CUNHA, S. B. **Intervenções Em Canais Urbanos E Suas Repercussões: Bacia Hidrográfica Do Córrego Sangradouro, Cáceres – Mato Grosso**. geografar Revista Eletrônica do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFPR, v. 14, p. 210-225, 2019.

SANTOS, M. **A natureza do espaço**: técnica e tempo. Razão e Emoção. 2. ed. Hucitec. São Paulo, 1997.

_____. **Técnica espaço e tempo**: globalização e meio técnico informacional. Hucitec, São Paulo, 1994.

_____. **Pensando o espaço do homem**. 5ª Ed. São Paulo: Edusp Editora da Universidade de São Paulo, 90 p, 2009.

SANTOS, M.; SOUZA, C. A.; ANDRADE, L. N. P. A **Dinâmica fluvial da bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha no município de Cáceres - Mato Grosso**. Ciência Geográfica - Bauru - XXI - Vol. XXI - (1): Janeiro/Dezembro – 2017.

SANTOS, R. F. **Planejamento ambiental**: teoria e prática. São Paulo: oficinas de textos, 2004.

SANTOS, C.J.S.; SOUZA, J.O.P. **Caracterização Sedimentológica Dos Depósitos De Aquíferos Aluviais Da Bacia Do Baixo Piancó-Pb**. XII SINAGEO- Simposio Nacional De Geomorflogia. UGB - União Da Geomorfologia Brasileira, 2018. Disponivel Em: < Https://Www.Sinageo.Org.Br/2018/Trabalhos/8/8-338-1629.Html#:~:Text=De%20modo%20geral%2c%20a%20granulometria,Fun%C3%A7%C3%A3o%20da%20queda%20do%20gradiente>. Acessado Em: 16 de jan 2022.

SCHIER, R. A. **A trajetórias do conceito de paisagem na geografia.** Curitiba, 2003.

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

SILVA, A. S. A. **Trilhando a Paisagem: Uma Abordagem de Conceitos e Diálogos**. Revista Eletrônica História, Natureza e Espaço. v. 5, n. 2, 2016. Disponivel em: < https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/niesbf/article/view/31935>. Acesso em: 21 Marc. 2021.

SILVA, L. L. **Canais Artificiais: Uma Contribuição Geográfica Ao Estudo De Suas Multifuncionalidades.** Trabalho de conclusão de Curso (Bacharel em Geografia), da Universidade Federal de Uberlândia. 60 p. Uberlândia, 2019.

SILVA, R. E. **Assinaturas Topográficas Humanas (ATH's) No contexto dos canais derivados multifuncionais e suas repercussões hidrogeomorfológicas. 2018.** 266f. Tese (doutorado em geografia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.

SILVA, A.F.F.L; SOUZA, J. O. P. **Caracterização hidrossedimentológica dos trechos aluviais da bacia Riacho do Tigre**. Caminhos de Geografia. v.18 n.63 , p.57-89, 2017.

SILVA, V. N. **Influência dos Condicionantes Geoambientais no Comportamento Hidrodinâmico e Sedimentológico da Bacia Hidrográfica do Córrego Padre Inácio – Sudoeste de Mato Grosso**. Dissertação de Mestrado em Geografia. Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), 105 p. 2019.

STEFANELLO, R.; NEVES, L.A.S.; ABBAD, M.A.B.; VIANA, B.B. **Germinação e vigor de sementes de chia (Salvia hispanica L. - Lamiaceae) sob diferentes temperaturas e condições de luz**. Rev. Bras. Pl. Med., Campinas, v.17, n.4, supl. III, p.1182-1186, 2015.

STEVAUX, J. C. LATRUBESSE, Edgardo Manuel. **Geomorfologia fluvial**. São Paulo: Oficio de Textos, 119 p, 2017.

STRACHULSKI, J. **O Percurso Do Conceito De Paisagem Na Ciência Geográfica E Perspectivas Atuais**. Revista Sapiência: sociedade, saberes e práticas educacionais – UEG/Câmpus de Iporá, v.4, n. 2, p. 03 - 33 – jul/dez 2015. Disponível em: < https://www.revista.ueg.br/index.php/sapiencia/article/view/3593>. Acesso em 21 mar. 2021.

SOUZA, C. A. (Org.). **Bacia hidrográfica do rio Paraguai,MT**: dinâmica das águas, uso e ocupação e degradação ambiental. São Carlos: Editora Cubo, 2012.

SOUZA, C. A.; SOARES, J. C. O.; CINTRA, E. **Caracterização ambiental no entorno do Córrego do Fontes, entre a rua Pedro Alexandrino e a rua da Maravilha em Cáceres/MT: subsídio para gestão.** In: Anais. da 1º I Seminário do Meio Ambiente Urbano, Cáceres, MT, 31 a 02 de junho, 2010, Brasil. Evento realizado pelo Departamento de Direito e de Geografia, DAN, Evelin. M. C. e SILVA, Tânia P. da (Orgs) etall. Cáceres, MT: Unemat, 2010. 211-221p.

SOUZA, C. F.; CRUZ, M. A. S.; TUCCI, C. E. M. Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto: Planejamento e Tecnologias Verdes para a Sustentabilidade das Águas Urbanas. **RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Volume 17 n.2, p. 9-18 - Abr/Jun 2012.

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

TAVARES, C. C. **Bacia do Córrego Piraputanga, Cáceres – Mato Grosso: Qualidade da Água, Aspecto Físico-Químico do Solo e a Capacidade de Uso da Terra**. Dissertação de Mestrado em Geografia – Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Cáceres, 152 f, 2020**.**

TAVARES, M. B.; MAGNO, J. C.; SILVA, R. B. **Bacias Urbanas: Intervenção Antrópica, Consequências e Planejamento**. Periódicos Eletrônicos, Fórum Ambiental de Alta Paulista, Planejamento e Gestão dos recursos hídricos. Vol. 11 n. 06, 2015. Disponível em: < https://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum_ambiental/article/view/1275>. Acesso em: 21 de mar. 2021.

TAYLOR, K. **Urban Environments**. In: TAYLOR, K.; PERRY, C. Environmental Sedimentology. Manchester: Blackwell, p. 191-222. 2007.

TEIXEIRA, A. J. A. **Espaço e Natureza: Questões e Desafios para a eografia.** KHÓRA, Revista Transdisciplinar, V. 2, N. 2, 2015. Disponível em: < http://www.site.feuc.br/khora/index.php/vol/article/view/41>. Acesso em 21 Mar. 2021.

TUCCI, C.E.M. Plano Diretor de Drenagem Urbana. Princípios e concepção. **RBRH-Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Volume 2 n.2 p. 5-12, Jul/Dez 1997a.

_____. Água no meio urbano. In.: TUCCI, C. E. M. (Org.). **Água Doce**. Porto Alegre: Instituto de Pesquisa Hidráulica (UFGRS), 1997b.

TUCCI, C.E.M. Gerenciamento da drenagem urbana. RBRH. **Revista brasileira de recursos hídricos,** vol.7 n.1 p. 5-27 Jan/Mar 2002.

_____. **Gestão das inundações urbanas**. Porto Alegre. Curso de Gestão das inundações urbanas, 197p, 2005.

_____. Uso e Impactos Associados aos Recursos Hídricos. In.: TUCCI, C. E. M.; MENDES, C. A (Org.). **Avaliação Ambiental Integrada de Bacia Hidrográfica.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006.

_____. Águas urbanas. **ESTUDOS AVANÇADOS** 22 (63), 2008.

VARGAS, J. R. A.; FERREIRA JUNIOR, P. D. **Aplicação de um protocolo de avaliação rápida na caracterização da qualidade ambiental de duas microbacias do rio Guandu Afonso Cláudio, ES**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v. 17, n. 1, p. 161-168, 2012.

VIEIRA, V. T.; CUNHA, S. B. Mudanças na morfologia dos canais urbanos: alto curso do rio Paquequer, Teresópolis – RJ (1997/98 – 2001). **Revista Brasileira de Geomorfologia** - Ano 9, nº 1 , 2008.

YUCE, M. I.; ESIT, M.; KARATAS, M. C. **Hydraulic geometry analysis of Ceyhan River, Turkey**. SN Applied Sciences, [online] 1, 763, 2019.. Disponível: https://doi.org/10.1007/s42452- 019-0800-1. Acesso: 21 mar. 2021.