

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS – GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

ALTERAÇÕES ANTRÓPICAS NA DINÂMICA HIDROSEDIMENTAR
DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO GUARIBAS A PARTIR DA
PRESENÇA DE CANAL ARTIFICIAL

Lara Luíza Silva

UBERLÂNDIA - MG
2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS – GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**ALTERAÇÕES ANTRÓPICAS NA DINÂMICA HIDROSEDIMENTAR
DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO GUARIBAS A PARTIR DA
PRESENÇA DE CANAL ARTIFICIAL**

Dissertação de mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Geografia da Universidade Federal de Uberlândia, como pré-requisito à obtenção do título de Mestre em Geografia.

Linha de Pesquisa: Estudos ambientais e Geotecnologias

Orientador: Prof. Dr. Silvio Carlos Rodrigues

UBERLÂNDIA -MG
2021

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

S586 2021	<p>Silva, Lara Luiza, 1997- ALTERAÇÕES ANTRÓPICAS NA DINÂMICA HIDROSEDIMENTAR DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO GUARIBAS A PARTIR DA PRESENÇA DE CANAL ARTIFICIAL [recurso eletrônico] / Lara Luiza Silva. - 2021.</p> <p>Orientador: Silvio Carlos Rodrigues. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Pós-graduação em Geografia. Modo de acesso: Internet. Disponível em: http://doi.org/10.14393/ufu.di.2021.35 Inclui bibliografia. Inclui ilustrações.</p> <p>1. Geografia. I. Rodrigues, Silvio Carlos ,1965- (Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Pós- graduação em Geografia. III. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDU: 910.1</p>
--------------	--

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:

Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Geografia
 Av. João Naves de Ávila, 2121, Bloco 1H, Sala 1H35 - Bairro Santa Monica, Uberlândia-MG, CEP 38400-902
 Telefone: (34) 3239-4381/3291-6304 - www.ppggeo.ig.ufu.br - posgeo@ufu.br



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	GEOGRAFIA				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Acadêmico, Número 505, PPGGEO				
Data:	09 de fevereiro de 2021	Hora de início:	14h:00m	Hora de encerramento:	17h:30m
Matrícula do Discente:	Número da matrícula: 11912GEO010				
Nome do Discente:	LARA LUÍZA SILVA				
Título do Trabalho:	ALTERAÇÕES ANTRÓPICAS NA DINÂMICA HIDROSEDIMENTAR DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO GUARIBAS A PARTIR DA PRESENÇA DE CANAL ARTIFICIAL				
Área de concentração:	GEOGRAFIA E GESTÃO DO TERRITÓRIO				
Linha de pesquisa:	ESTUDOS AMBIENTAIS E GEOTECNOLOGIAS				
Projeto de Pesquisa de vinculação:					

Reuniu-se no Anfiteatro/Sala [\[GOOGLE MEET\]](#), Campus da Universidade Federal de Uberlândia, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em [GEOGRAFIA](#), assim composta: Professores Doutores: [\[JORGE LUIS SILVA BRITO - IG-UFU\]](#); [RENATO EMANUEL SILVA - IFMT-MT](#) e [SÍLVIO CARLOS RODRIGUES - IG-UFU](#) orientador(a) do(a) candidato(a).

Iniciando os trabalhos o(a) presidente da mesa, Dr(a). [SÍLVIO CARLOS RODRIGUES -IG-UFU](#), apresentou a Comissão Examinadora e o candidato(a), agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa. Em Função da Pandemia COVID-19 os membros da Banca participaram de forma remota(online).

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

[Aprovado\(a\).](#)

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de [Mestre](#).

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.

Documento assinado eletronicamente por **Silvio Carlos Rodrigues, Professor(a) do Magistério Superior**, em 10/02/2021, às 09:09, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do



[Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.](#)



Documento assinado eletronicamente por **Jorge Luis Silva Brito, Professor(a) do Magistério Superior**, em 10/02/2021, às 09:14, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.](#)



Documento assinado eletronicamente por **Renato Emanuel Silva, Usuário Externo**, em 10/02/2021, às 09:25, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.](#)



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2515215** e o código CRC **F48362DF**.

“A vida é construída nos sonhos e concretizada no amor.”

Chico Xavier

AGRADECIMENTOS

Ao longo desse processo de formação foram anos de crescimento e aprendizado que contribuíram para minha formação profissional e pessoal. O passar destes anos trouxeram amizades, experiências e alegrias. Hoje, venho agradecer a todos que fizeram parte deste processo de formação.

Agradeço primeiramente a Deus, esse pai celeste que esteve sempre do meu lado, me guiando e inspirando, meu alicerce, agradeço por ter me mostrado de forma tão singela minha missão!

Ao senhor Eurípedes que segurou em minhas mãos em tantos momentos, que esteve sempre presente e a toda equipe espiritual!

A toda minha família, que se fez porto seguro em todo processo, em especial minha mãe de coração Rosely Aparecida Silva e Souza, que me acolheu em sua vida para guiar, e é responsável pelo que me tornei hoje, que dedica sua vida ao crescimento dos filhos, a maior incentivadora que me apoiou de uma forma que se traduz em amor. Aos meus irmãos que sempre estiveram ao meu lado Laura e Carlos, e aos meus pais Simone Cristina e André Luiz, aos quais amo muito.

Ao meu orientador Silvio Carlos Rodrigues, que me inspirou e influenciou de forma direta na minha jornada e em minha vida, com seus ensinamentos que se tornaram bases essenciais para todo meu futuro profissional, sempre me incentivando e mostrando as possibilidades abrindo assim o caminho. Meu muito obrigada!

Agradeço a todos os professores que estiveram presente em algum momento da minha vida, desde a infância até o momento atual, vocês fizeram diferença em minha vida sempre compartilhando seus tesouros. Também dedico a todos os professores do Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia em especial ao Professor Jorge pela participação e contribuição na defesa e ao Professor David pelo auxílio constante em todas etapas, e em minha vida pessoal, minha admiração!

Aos amigos de curso e de laboratório que são as pessoas que estão dia a dia do seu lado, ajudando de alguma forma, auxiliando nas dúvidas, na pesquisa, em trabalhos de campo ou até mesmo com palavras de incentivo Jean, Anna, Diego, Giliander, Vinicius Maruschi, Juliana e demais sou grata por todos vocês.

Aos amigos do caminhar da vida, com vocês a caminhada se tornou mais leve, toda Equipe do Grupo Espirita Paulo de Tarso, Equipe da Escola Centro Educacional Eurípedes Barsanulfo e Equipe de funcionários da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Reconheço que foram inúmeras pessoas que estiveram presente nesta caminhada dentro e fora da universidade, minha gratidão a todos vocês!

Ao senhor José Juarez e sua família pela disponibilização ao acesso da área de estudo sempre que necessário, pelas conversas alegres, carinho e amizade!

Ao grande amigo Professor Renato, meu imenso agradecimento, que esteve presente de alma e coração, que me orientou a construir um caminho, que desfez dúvidas, que foi uma força para continuar nesta pesquisa, e foi essencial para a escolha do tema, o precursor que se tornou o maior exemplo dela, que tenho imensa admiração pela dedicação e pessoa incrível que é, agradeço por todos os momentos que atendeu as minhas solicitações e pela inspiração como pessoa e profissional!

Também deixo meu agradecimento ao meu grande amor, a pessoa mais importante que esteve presente em todas as minhas conquistas e foi essencial para tais, que me ajudou com todo seu coração, meu companheiro de vida, que participou de todas as etapas do trabalho, e se desdobrou em esforços, a pessoa que depois de todo cansaço se fez abrigo de paz para recomeçar. Que sempre me incentivou em tudo, e me ensina tanto com seus gestos, que me fez crescer e querer todos os dias ser melhor. Jefferson te agradeço eternamente!

Por fim, deixo meu agradecimento a CAPES pelo financiamento da pesquisa e bolsa de mestrado através do projeto 88882.461704/2019-01, obrigado!

RESUMO

Os canais artificiais se configuram como valas abertas no terreno que visam a transposição da água de uma cota altimétrica do terreno a outra, a apropriação dos espaços a partir destes canais geram alterações na dinâmica paisagística, sobretudo nos processos hidrogeomorfológicos entre vertentes e fundos de vale. Este estudo portanto buscou compreender a dinâmica hidrossedimentológica de canais artificiais inseridos na Bacia Hidrográfica do Córrego Guaribas localizada na cidade de Uberlândia –MG através de análises da variação da vazão, sólidos totais dissolvidos (STD) e produção de sedimentos em suspensão, os campos seguiram o intervalo de 12 meses (agosto de 2019 a julho de 2020) para acompanhar as variações sazonais e paisagísticas locais, permitindo compreender como a presença do canal artificial repercute e impacta o meio, bem como o entendimento de sua dinâmica própria. Os resultados apontaram para dois canais artificiais devido ao novo aporte de água que é inserido nos canais através de um barramento realizado na vereda, a dinâmica do canal se deferiu totalmente até sua entrada na vereda. As análises foram realizadas em diferentes frentes primeiramente o canal artificial como único incluindo os cenários mensais, nesta foi observado que o canal artificial tem uma dinâmica própria não dependente apenas dos processos externos (precipitação, vento, velocidade do fluxo etc.) mas possuindo também forte comunicação com as ações antrópicas. Em seguida uma análise dos 10 pontos amostrais (um ponto no canal natural e nove nos artificiais), cada ponto apresentou comportamento singular e reafirmou a ideia dos impactos antrópicos atuantes nos canais (ligados aos usos, principalmente dessedentação), as maiores variações presentes foram advindas dessas ações. Ao final através da análise conjunta dos pontos amostrais foi justificado a partir de determinado ponto a existência de dois canais artificiais, com isso foram feitas avaliações comparativas entre os três canais, canal artificial 1, canal artificial 2 e canal natural, onde foi observado maiores valores de vazão e STD no canal natural e de sedimentos (g/L) nos canais artificiais. Conclui-se que a presença dos canais artificiais afetam não só a dinâmica hidrossedimentológica como também tem reflexos nos demais componentes paisagísticos, sendo importante sua consideração nos estudos visto que seu conhecimento poderá contribuir no planejamento ambiental e na identificação de seus impactos, auxiliando assim no melhor manejo das bacias hidrográficas.

Palavras-Chave: Interferências antrópicas; Canais artificiais; Assinaturas Topográficas Humanas.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Segmentos de tubos para aquedutos colocados em um canal (a e b) 510 aC. Conduítes abertos (c) Conduítes fechados (d) 1450 aC.....	22
Figura 2 - Distribuição de velocidade em um canal aberto em diferentes formatos de seção transversal	24
Figura 3- Perfil morfológico de vertente com presença de canal natural e canal artificial	27
Figura 4- Formas de condução da água na fase terrestre do ciclo hidrológico	29
Figura 5- Fluxograma de atividades da pesquisa	46
Figura 6- Fluxograma das etapas de aquisição de dados.....	48
Figura 7- Fluxograma do procedimento de obtenção de vazão.....	50
Figura 8- (A) Processo de obtenção de largura nos canais artificiais (B) Processo de obtenção de profundidades.....	51
Figura 9- Medição de vazão em pontos com presença de canalizações.....	52
Figura 10- Micromolinete fluviométrico (Global Water BC 1200 - haste graduada) utilizado para aquisição das velocidades dos fluxos.....	53
Figura 11- Representação da técnica para mensuração da vazão com três repetições	53
Figura 12- Fluxograma coleta de sedimentos em suspensão	54
Figura 13- Recipientes de coleta para amostragem de sedimentos enumerados de acordo com cada ponto (3 amostras por ponto)	55
Figura 14- Representação do método de coleta das alíquotas nos canais	55
Figura 15- Fluxograma obtenção dos parâmetros físicos.....	56
Figura 16- Condutivímetro Portátil GEHAKA CG-220 utilizado em campo para aquisição dos parâmetros físicos.....	57
Figura 17- Medição dos parâmetros físicos realizada em campo com uso de Condutivímetro	58
Figura 18- Fluxograma etapas de Filtragem	59
Figura 19- Papel filtro utilizado no procedimento de filtragem.....	60
Figura 20- (A) Filtros enumerados de acordo com os pontos (B) Disposição dos filtros nos cadinhos de porcelana (C) Balança de precisão (D) Dessecador de sílica	61
Figura 21- (A) Procedimento de filtragem de alíquotas colhidas em campo (B) Processo de filtragem até completa absorção (D) Filtros em estufa para secagem	62
Figura 22- (A) Disposição de provetas e funis para procedimento de filtragem (B) Filtros úmidos após processo de filtragem (C) Filtros com sedimentos após secagem.....	62
Figura 23: Paisagem característica da área de estudo	74
Figura 24: Alguns usos e ocupação da terra na área de estudo	74
Figura 25: Representação vereda área de estudo	76

Figura 26: Ponto derivação canal artificial	76
Figura 27: Esquema representativo de uma área de vereda	77
Figura 28: Esquema representativo de uma área de vereda com a presença de um barramento	79
Figura 29: Croqui obra de engenharia presente em alguns pontos do canal	90
Figura 30: Croqui da área de estudo: veredas naturais, traçado do canal artificial, rodovias e pontos amostrais	91
Figura 31- Ponto de amostragem no canal natural inserido em ambiente de vereda	96
Figura 32: Ponto de coleta em um dos afluentes do Canal natural	96
Figura 33- Episódio de incêndio registrado no mês de setembro/2019 – Ponto natural	97
Figura 34: Barramento realizado na vereda (P0).....	100
Figura 35: Presença de pescadores e animais no barramento	102
Figura 36: Local de coleta do ponto 1 (antes de sua canalização)	104
Figura 37: Canal artificial em interrupção de queimada	105
Figura 38: Canal artificial em P1	106
Figura 39: Pequena lagoa presente em P1	106
Figura 40: Comparação entre a distância do trecho de canal natural (vereda) para formação do canal artificial e canal natural.....	109
Figura 41: Segmentação vertente (lateral a vereda)	109
Figura 41: Localização ponto 2.....	114
Figura 42: Croqui obra de transposição subterrânea do canal artificial sob o anel viário.....	117
Figura 43: Canal artificial no ponto 3	118
Figura 44: Canal artificial no ponto 3	118
Figura 45: Localizações dos pontos P1, P2, P3 e P4.....	119
Figura 46: Canal artificial no ponto 3	120
Figura 47: Canal artificial no ponto 4 após saída pela passagem subterrânea	123
Figura 48: Canal artificial no ponto 4 após saída pela passagem subterrânea	123
Figura 49: Seguimento de forma aberta do canal artificial no ponto 4 após saída subterrânea	124
Figura 50: Seguimento de forma aberta do canal artificial no ponto 4	124
Figura 51: Canal artificial aberto ponto 5	128
Figura 52: Canal artificial aberto ponto 5	129
Figura 53- Variação sazonal de um trecho do canal artificial (P5)	129
Figura 54: Presença de vegetação dentro do leito do canal artificial (P5) no último mês de análise (julho 2020)	130
Figura 55: Presença de vegetação dentro do leito do canal artificial no mês de maio 2020	131
Figura 56: Localizações dos pontos P5 e P6	133

Figura 57: Entrada do canal artificial no canal natural presente na vereda.....	134
Figura 58- Presença de óxido ferro precipitado na vegetação em P6	134
Figura 59- Gênese ponto 6 (agosto de 2019)	135
Figura 60- Gênese ponto 6 (janeiro de 2020).....	135
Figura 61: Canal artificial ao lado do canal natural presente na vereda.....	136
Figura 62: Localização ponto 7.....	139
Figura 63: Canal artificial ponto 7	140
Figura 64: Traçado ponto 7	141
Figura 65: Localização do ponto 8.....	143
Figura 66- Canal artificial ponto 8	143
Figura 67- Canal artificial ponto 8	144
Figura 68- Manutenção P8 após vazamento por cheia.....	145
Figura 69: Interrupções da calha do canal.....	148
Figura 70: Dendrograma Cluster de vazão dos pontos de análise	149
Figura 71: Sementes de brachiaria recolhidas no momento da coleta.....	153
Figura 72: Análises dos sedimentos no canal.....	153
Figura 73: Óxido de ferro coletado nas amostras.....	154
Figura 74: Interferências nos canais artificiais.....	154
Figura 75: Canal artificial (P8) seco	157
Figura 76: Esquema representativo de canal artificial profundo e estreito	158
Figura 77: Canal artificial profundo.....	158
Figura 78: Esquema representativo de canal artificial raso e largo.....	159
Figura 79: Canal artificial raso e largo.....	159
Figura 80: Esquema representativo de canal artificial vegetado.....	160
Figura 81: Leito de canal artificial vegetado.....	160
Figura 82: Canal artificial vegetado, produzindo ambientes de abrigo para ictiofauna	171
Figura 83: Tamanho característico de peixe mais comum encontrado em um canal artificial inserido em região de cerrado de Uberlândia –MG	171
Figura 84: Fases de crescimento de um anfíbio anuro encontrado nos canais artificiais.....	173
Figura 85: Exemplos de aves registradas ao longo dos meses nos canais artificiais	175
Figura 86: Possíveis efeitos da inserção do canal artificial.....	176
Figura 87: Esquema representativo posição canal natural e canal artificial.....	178
Figura 88: Esquema de paisagem alterada por processos antrópicos.....	179

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Climograma da distribuição de chuvas ao longo do ano (Estação posicionada na Universidade Federal de Uberlândia – Campus Santa Monica – Valores médios de 2009- 2019)	74
Gráfico 2- Comparação precipitação e vazão no canal artificial	83
Gráfico 3- Comparação vazão com precipitação do mês antecedente.....	84
Gráfico 4- Comparação sedimentos (g/L) e vazão no canal artificial.....	85
Gráfico 5- Comparação sedimentos totais e vazão no canal artificial.....	85
Gráfico 6- Comparação sedimentos totais e precipitação no canal artificial	86
Gráfico 7- Comparação sedimentos (g/L) e precipitação no canal artificial	88
Gráfico 8- Comparação sedimentos (g/L) e velocidade no canal artificial	89
Gráfico 9- Comparação sedimentos totais e velocidade no canal artificial	89
Gráfico 10- Comparação sólidos totais dissolvidos e vazão no canal artificial	90
Gráfico 11- Comparação sólidos totais dissolvidos e sedimentos (g/L) no canal artificial	91
Gráfico 12- Comparação sólidos totais dissolvidos e precipitação no canal artificial	92
Gráfico 13- Variação dos parâmetros analisados no canal natural	103
Gráfico 14- Comparação precipitação realocada e vazão no ponto natural	104
Gráfico 15- Variação dos parâmetros analisados no barramento (P0)	106
Gráfico 16- Variação dos parâmetros analisados no barramento (com variável vento)	108
Gráfico 17- Variação dos parâmetros analisados no ponto 1	113
Gráfico 18- Comparação vazão e precipitação entre canal natural e ponto 1 no canal artificial...116	
Gráfico 19- Comparação sedimentos (g/L) entre canal natural e ponto 1 no canal artificial.....117	
Gráfico 20- Comparação sedimentos totais entre canal natural e ponto 1 no canal artificial.....118	
Gráfico 21- Comparação STD entre canal natural e ponto 1 no canal artificial	118
Gráfico 22- Variação dos parâmetros analisados no ponto 2	121
Gráfico 23- Variação dos parâmetros sedimentos (g/L) e precipitação no ponto 3.....	126

Gráfico 24- Variação dos parâmetros sedimentos (g/L) e vazão no ponto 3	126
Gráfico 25- Variação dos parâmetros analisados no ponto 3	127
Gráfico 26- Variação dos parâmetros STD e velocidade no ponto 4	130
Gráfico 27- Variação dos parâmetros analisados no ponto 4	131
Gráfico 28- Comparação sedimentos (g/L) entre P3 e P4 no canal artificial	132
Gráfico 29- Variação dos sedimentos (g/L) no ponto 5	137
Gráfico 30- Variação dos parâmetros analisados no ponto 5	137
Gráfico 31- Variação dos parâmetros analisados no ponto 6	143
Gráfico 32- Comparação sedimentos (g/L) entre P0 e P6	144
Gráfico 33- Comparação STD entre P0 e P6.....	145
Gráfico 34- Variação dos parâmetros analisados no ponto 7.....	149
Gráfico 35- Variação dos parâmetros analisados no ponto 8	153
Gráfico 36- Variação da vazão média de todos os pontos do canal artificial	154
Gráfico 37- Variação dos sedimentos (g/L) de todos os pontos do canal artificial	158
Gráfico 38- Variação dos sedimentos totais de todos os pontos do canal artificial	160
Gráfico 39- Variação média anual do STD entre todos os pontos do canal artificial	163
Gráfico 40- Variação temperatura e profundidade de todos os pontos do canal artificial	164
Gráfico 41- Variação dos parâmetros analisados em todos os pontos do canal artificial	169
Gráfico 42- Variação mensal da vazão ao longo dos meses nos pontos do canal artificial	170
Gráfico 43- Comparação da vazão entre o canal artificial 1, canal artificial 2 e canal natural ...	171
Gráfico 44- Comparação dos sedimentos (g/L) entre o canal artificial 1, canal artificial 2 e canal natural	172
Gráfico 45- Variação mensal dos sedimentos totais ao longo dos meses nos pontos do canal artificial	173
Gráfico 46- Comparação dos sedimentos totais entre o canal artificial 1, canal artificial 2 e canal natural	174

Gráfico 47- Comparação do STD entre o canal artificial 1, canal artificial 2 e canal natural175

Gráfico 48- Variação de temperatura ao longo dos pontos do canal artificial 180

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Principais tipos e características de Canais Abertos Artificiais26

Quadro 2- Síntese dos canais artificiais e suas principais características e demandas de estudo.....34

Quadro 3- Características de cada ponto amostral 98

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Distribuição das unidades geológicas da área de estudo70

Tabela 2- Distribuição das formações superficiais na área de estudo71

Tabela 3- Declividade área de estudo72

Tabela 4- Cálculo de áreas ocupação da bacia76

Tabela 5- Relação distância percorrida pelo canal artificial e o gradiente altimétrico apresentado entre os pontos97

Tabela 6- Variação dos parâmetros ao longo do ano 103

Tabela 7- Comparação vazão com precipitação do mês antecedente104

Tabela 8- Velocidade vento na Cidade de Uberlândia 108

Tabela 9- Variação dos parâmetros ao longo do ano em P0108

Tabela 10- Variação dos parâmetros ao longo do ano em P1 113

Tabela 11- Comparação vazão com precipitação do mês antecedente 116

Tabela 12- Comparação STD entre canal natural e artificial 119

Tabela 13- Variação dos parâmetros ao longo do ano em P2..... 121

Tabela 14- Variação dos parâmetros ao longo do ano em P3 127

Tabela 15- Variação dos parâmetros ao longo do ano em P4131

Tabela 16- Variação dos parâmetros ao longo do ano no P5	138
Tabela 17- Comparação vazão com precipitação do mês antecedente	141
Tabela 18- Variação dos parâmetros ao longo do ano em P6	143
Tabela 19- Variação dos parâmetros ao longo do ano em P7.....	149
Tabela 20- Variação dos parâmetros ao longo do ano em P8	153

LISTA DE MAPAS

Mapa 1- Localização da área de estudo com pontos amostrais	69
Mapa 2- Cobertura e uso da terra na Bacia do Córrego Guaribas	75

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
1.1 OBJETIVO	18
1.1.1 Objetivo geral.....	18
1.1.2 Objetivos específicos.....	18
2. REFERENCIAL TEÓRICO METODOLÓGICO CONCEITUAL.....	20
2.1 – Gênese dos canais antrópicos e alterações em canais naturais	20
2.2 – Principais características de canais abertos.....	23
2.3 – Canais abertos: naturais, alterados e artificiais	24
2.4 – Canais abertos artificiais: especificidades e funções	26
2.4.1 – Canais de Navegação	31
2.4.2 – Canais de transposição	32
2.4.3 – Canais de drenagem	33
2.4.4 – Canais de irrigação	35
2.4.5 – Canais derivados multifuncionais	36
2.5 - A abordagem hidrogeomorfológica no estudo de canais.....	39
2.6 - Parâmetros analíticos da água como ferramenta de estudos hidrogeomorfológicos de canais artificiais	40
2.6.1 - Vazão	40
2.6.2 - Sólidos totais dissolvidos (STD).....	41
2.6.3 - Resistividade e Condutividade.....	42
3. METODOLOGIAS E PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS.....	45
3.1 - Amostragens realizadas em campo –Bacia de estudo	47
3.2 - Pré-campo – Indicações para coleta de amostras e procedimentos	49
3.3 - Procedimento: Obtenção da Vazão	49
3.4 - Procedimento: Coleta Sedimentos em Suspensão	54
3.5 - Procedimento: Parâmetros físicos	56
3.6 - Tratamento laboratorial	58
3.6.1 - Procedimento: Filtragem.....	60
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	65
4.1 Área de estudo	66
4.2 - Caracterização física.....	67

4.2.1 - Formações geológicas	67
4.2.2 - Materiais superficiais	68
4.2.3 - Relevo	69
4.2.4 - Clima.....	71
4.2.5 -Uso e ocupação	72
4.3 Origem do canal artificial	75
4.3.1 Derivação	75
4.4 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS	80
4.4.1 Dinâmica do canal artificial ao longo dos cenários mensais do período analisado.....	80
4.5 Escolha dos pontos amostrais	89
4.6 ANÁLISE DOS CENÁRIOS MENSAIS DOS PONTOS DE COLETA.....	95
4.6.1 Ponto N – Canal natural abaixo do barramento	95
4.6.2 Barramento: Ponto 0.....	100
4.6.3 Canal artificial: Pontos 1 e 2	104
4.6.4 Comparação Canal natural e Ponto 1	108
4.6.5 Ponto 2.....	114
4.6.7 Comparação entre P1 e P2	116
4.6.8 Canal artificial: Pontos 3 e 4	117
4.6.9 Ponto 3.....	119
4.6.10 Ponto 4.....	122
4.6.11 Comparação P3 e P4	126
4.6.12 Comparação P1-2 e P3-4.....	127
4.6.13 Canal artificial: Ponto 5.....	127
4.6.14 Barramento - Canal artificial: Ponto 6	133
4.6.16 Canal artificial: Ponto 7.....	138
4.6.17 Canal artificial: Ponto 8.....	142
4.7 DIAGNÓSTICO INTEGRADO DOS CENÁRIOS PONTUAIS DO CANAL ARTIFICIAL	146
4.7.1 Vazão.....	146
4.7.2 Sedimentos (g/L).....	149
4.7.3 Sedimentos totais.....	151
4.7.4 Sólidos totais dissolvidos (STD).....	155

4.7.5 Temperatura	155
4.8 Análise conjunta dos parâmetros nos pontos do Canal artificial	161
4.8.1 Análise comparativa entre os canais	162
4.9 RELAÇÃO DOS CANAIS ARTIFICIAS COM A PAISAGEM	168
4.9.1 Movimento da fauna.....	176
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	180
6. REFERENCIAS	183

CAPITULO I



1. INTRODUÇÃO

A água apresenta inúmeras tipologias de uso como: consumo humano, dessedentação animal, navegação, irrigação, agricultura, dentre outros, sendo marcante o processo de povoamento nas margens de corpos hídricos (LIEBMANN, 1979; ANGELAKIS 2003; HILL, 2014). Dentre os meios desenvolvidos para captação e distribuição das águas estão os canais abertos artificiais (LEIBUNDGUT e KOHN, 2014) que, utilizados até hoje, visam a transposição da água de uma cota altimétrica do terreno à outra. De maneira simples, os canais artificiais se configuram como valas abertas no terreno de forma a conduzir o fluido em sua calha, não utilizando fontes externas de energia, tendo o próprio fluxo capacidade de locomoção por meio do gradiente topográfico (ROBINSON, 1990).

Estes canais, utilizados pela facilidade de condução da água por gravidade (EINSTEIN, 1956), normalmente são elaborados com recursos do próprio local, sem qualquer tipo de retrabalhamento, como valas abertas no solo, ou em alguns casos específicos elaborados a partir de aparatos provenientes de outras regiões, caracterizando uma gama variada de configurações de canais com repercussões hidráulicas (CHOW, 1959). Assim, ainda que seja evidente que a origem destes canais parte da necessidade local (seja ela por abastecimento, irrigação etc.), sua elaboração é influenciada por fatores como disponibilidade econômica, tempo e recursos.

No processo de apropriação dos ambientes ocorrem mudanças nas dinâmicas naturais pré-existentes, com repercussões na manutenção das demandas ecossistêmicas (DREW, 1984; MENDONÇA. 2010; ELLIS, 201). Neste contexto, a utilização de recursos hídricos promovem alterações hidrológicas das bacias de drenagem resultando em alterações nas formas e processos superficiais (TUCCI, 2002; TAROLLI, 2014) e em subsuperfície (HARPOLD et al, 2010).

Exemplo desta apropriação hídrica por meio de canais artificiais pode ser observado em cidades como a Roma antiga, que teve seu grande crescimento após a criação de uma extensa rede de aquedutos, viabilizando o abastecimento de sua população que já contava com números expressivos de habitantes para época (313 a 850 dC) (MAYS *et al.*, 2007).

A apropriação dos espaços a partir destes canais artificiais geram alterações na dinâmica paisagística, sobretudo nos processos hidrogeomorfológicos entre vertentes e fundos de vale. Isso ocorre pois, diferente dos canais naturais presentes nos fundos de

vale, os artificiais podem ser encontrados também nas vertentes e nos interflúvios (SILVA, 2018).

Os canais artificiais, ao atenderem diversas escalas da apropriação humana, desde a irrigação até a transposição e navegação, alteram os ambientes nos quais se inserem e demandam a atenção de investigadores capazes de apontar seus impactos e indicar modos de mitigar tais repercussões. Esta demanda parte inicialmente pelo entendimento das funcionalidades principais destas estruturas, sendo esta a preposição central de investigação.

Na análise Sociedade/Natureza existem inúmeros processos de apropriação da paisagem em diferentes fases evolutivas, esses elementos muitas vezes são analisados sob enfoque técnico necessitando de estudos com perspectiva nos impactos que geram no espaço geográfico, assim estudos geográficos envolvendo canais artificiais e sua relação Sociedade/Natureza se tornam importantes visto que esta dinâmica é pouco difundida, sendo muitas vezes desconsideradas em estudos socioambientais.

Desta forma, a geografia tem a capacidade de produzir uma análise que contemple os diferentes elementos que os canais integram, para tal, torna-se necessário a compreensão de suas origens, propriedades hidrológicas básicas, funções que atendem, caracterização e influencias no ambiente natural para assim apontar sua dinâmica no tempo.

O estudo, portanto, se justifica na necessidade de analisar a repercussão de canais artificiais presentes em bacias, visto que seu conhecimento poderá contribuir com a compreensão de sua dinâmica e como se conectam com a paisagem, permitindo a inserção de iniciativas de manejo sustentável dos recursos naturais que poderão afetar positivamente, de forma direta e indireta, seus usuários, além da compreensão de novos ambientes gerados após sua presença.

Tendo em vista estas reflexões iniciais, este estudo pretende, através de um estudo de caso realizado na Bacia Hidrográfica do Córrego Guaribas localizada no município de Uberlândia-MG com ocorrência de canais artificiais, contribuir para o melhor entendimento do conceito de canais abertos artificiais, apresentando sua classificação dentro dos canais abertos e as funções que desempenham com possíveis repercussões ambientais. Sendo essencial conhecer a dinâmica do canal artificial no tempo, considerando mudanças sazonais.

1.1 OBJETIVO

1.1.1 Objetivo geral

O objetivo principal deste trabalho foi de compreender a dinâmica hidrosedimentológica de um canal artificial, buscando analisar como sua presença repercute na paisagem, identificando possíveis alterações nos processos que envolvem a dinâmica hídrica em escala de vertente e com variação sazonal.

1.1.2 Objetivos específicos

- Medir a vazão e a produção de sedimentos em suspensão, carreados pelo canal ao longo de 12 meses entre os anos 2019/2020 com intuito de entender a dinâmica desse processo;
- Analisar como os canais artificiais abertos influem na dinâmica natural das vertentes sobre o escoamento superficial, assoreamento, processos erosivos;
- Identificar as microfeições antrópicas produzidas pela elaboração do canal artificial;
- Identificar ambientes criados a partir da construção e consolidação dos canais artificiais, e o surgimento de ambientes naturalizados;
- Analisar os parâmetros analisados a saber: variação da Vazão, Sólidos totais dissolvidos (STD), Resistividade, Condutividade e Sedimentos em suspensão e a paisagem;

CAPÍTULO II



2. REFERENCIAL TEÓRICO METODOLÓGICO CONCEITUAL

O referencial teórico metodológico do estudo foi estruturado em 6 tópicos, a saber: Gênese dos canais antrópicos e alterações em canais naturais; Principais características de canais abertos; Canais abertos: naturais, alterados e artificiais; Canais abertos artificiais: especificidades e funções; A abordagem geográfica no estudo de canais e Parâmetros analíticos da água como ferramenta de estudos hidrogeomorfológicos de canais artificiais, auxiliando assim na compreensão dos canais de modo geral com apresentação de conceitos, funcionamento, características, relações antrópicas, uso de ferramentas geográficas para auxílio da pesquisa e referenciais metodológicos para os parâmetros analisados.

2.1 – Gênese dos canais antrópicos e alterações em canais naturais

As grandes civilizações surgiram ao longo da história em locais específicos e foram com o tempo se desenvolvendo. Para que as mesmas se estabelecessem e fixassem nesses locais, eram necessários dois recursos básicos para seu desenvolvimento, água e terra, seja para fins agrícolas, criação de animais ou transporte auxiliando no controle da produção alimentar (FABER, 2011).

Inicialmente os seres humanos viviam de forma nômade, mudando sempre sua habitação utilizando recursos do local fixado e seguindo sempre em busca de novas provisões. Na região do crescente fértil, atual Iraque e Irã, essa realidade pôde ser alterada, devido a fertilidade das terras e abundância de água na região que subsidiou o processo de sedentarização dos seres humanos (SCHNEIDER, 1950).

Desta forma, foram surgindo as primeiras cidades, sendo os rios de importância fundamental para tal processo. Em locais banhados por grandes rios, e terras férteis subsidiaram as atividades essenciais para o início das primeiras civilizações, como: Civilização Egípcia junto ao rio Nilo; Civilização da Suméria junto aos rios Tigre e Eufrates na Mesopotâmia; Civilização Vale do Indo (Índia) e Civilização do rio Amarelo (China) (MAYS *et al.*, 2007).

Com o crescimento das populações, algumas demandas passaram a surgir, como a necessidade de controlar a água, impulsionada pelas necessidades agrícolas, irrigação etc. Segundo Mays *et al.* (2007), durante a Era neolítica (5700 a 3200 AC) há registros dos primeiros esforços bem sucedidos para controle do fluxo da água na Mesopotâmia e

no Egito através de canais de irrigação, auxiliando no desenvolvimento do “Crescente Fértil” (VIOLLET, 2010).

Assim, o desvio em grande escala da água teve sua origem provável na antiga Mesopotâmia, foi nesse momento em que a água pode ser transportada por longas distâncias, desviando o fluxo natural de canais fluviais, através de valas ou canais artificiais e gradativamente construindo aquedutos, cisternas ou cavando poços (Phillips, 1972). Assim, foi possível adequar-se a situações de escassez ou inundações, com a construção de aquedutos e represas. Intervenções precedentes dos homens levaram a Mesopotâmia, a partir de pequenas vilas isoladas a formação de grandes impérios, com a expansão da produção agrícola, advinda da construção de represas, canais de irrigação e regos (FONSECA, 2004).

Os aquedutos romanos abarcavam canais e tubos abertos, elaborados de pedra cortada, revestidos de argila, e o mais comum construído de conduíte de alvenaria, destaca-se dois tipos antigos de tubulações para o transporte de água: aberta e fechada (Figura 1). Os conduítes abertos visto na Figura 1-c consistem em um canal construído com pedras e coberto de argamassa, são levemente inclinados e a água flui por gravidade, já os fechados visto na Figura 1-d são tubos conectados onde a água flui com a pressão, as Figuras 1-c e d são de 1450 aC. (ANGELAKIS; KOUTSOYIANNIS, 2003).

Já os egípcios, com construções de diques controlavam a vazão e os níveis das cheias do rio Nilo não só armazenando como inicialmente faziam, a fim de reter água para agricultura, consumo humano, entre outras atividades (FABER, 2011). Há registros da presença de canais artificiais também no Peru antigo, podendo ser encontrados vestígios dos mesmo até hoje na Cordilheira dos Andes (GUTIERREZ, 2013).

Figura 1- Segmentos de tubos para aquedutos colocados em um canal (a e b) 510 aC. Conduítes abertos (c) Conduítes fechados (d) 1450 aC.



Fonte: A. N. Angelakis 1996/ Fonte: G. Karadedos, 2000

Como visto, corpos d'água, tanto hoje como no passado, são alvos de obras de engenharia (diques, canais, barragens, pontes, mudanças artificiais de leito, entre outros), refletindo na história dos lugares, marcando episódios e explicando mudanças nas dinâmicas sociais, econômicas, ambientais e de saúde de cada momento da existência humana. A disseminação dos canais, deste modo se propagam como agentes esculpadores que auxiliam nos processos evolutivos das paisagens, e desde então vem se configurando como assinaturas topográficas humanas.

O papel humano na mudança dos canais naturais vem ocorrendo há mais de 4000 mil anos, contudo somente recentemente esse tópico vem sendo abordado nos estudos científicos, buscando respostas de quais e como essas mudanças foram ocorrendo, para que este conhecimento seja suporte na gestão dos canais (GREGORY, 2006). Esses canais experimentam inúmeras mudanças procedentes das ações antropogênicas e estas novas formas testemunham a história local, sobre escala temporal histórica, influenciando também nos processos evolutivos da paisagem (BÖHM, 1990; GIREL, 1994; CABOURET, 1999; LEIBUNDGUT; KOHN, 2014).

As atividades humanas e suas consequências nos canais como já mencionado anteriormente (barragens, canalização e desvios) são reconhecidas e estudadas há tempos

por autores como Marsh (1864) e Thomas (1956) apud Gregory (2006). Outros autores como Strahler (1956); Wolman (1967) e Schumm (1969), trazem suas contribuições em efeitos indiretos e pontuais que ocorrem na bacia hidrográfica.

As diversas alterações antrópicas tem modificado os processos naturais pré-existentes na natureza, Pires *et al.*, (2012) acrescenta que a expansão urbana é importante capítulo na promoção de pressões ao meio físico. Importando aqui as alterações em canais naturais que são controlados (BOTELHO, 2011), reorientados e ocultados na paisagem como no desaparecimento de drenagens, através de canalizações e terraplanagens, sendo a expressão do natural e o artificial exercendo forte influência aos ambientes fluviais (JORGE, 2011; CUNHA, 2013).

Como pode ser notado, a partir das apropriações dos canais naturais, características pré-existentes vem sendo alteradas, transformados e artificializadas, e como sugere Tarolli, (2014) as intervenções humanas são abordadas aqui justamente por viabilizarem mudanças que influenciam os processos hidrológicos, a começar de práticas agrícolas, redes de drenagem e canais abertos artificiais.

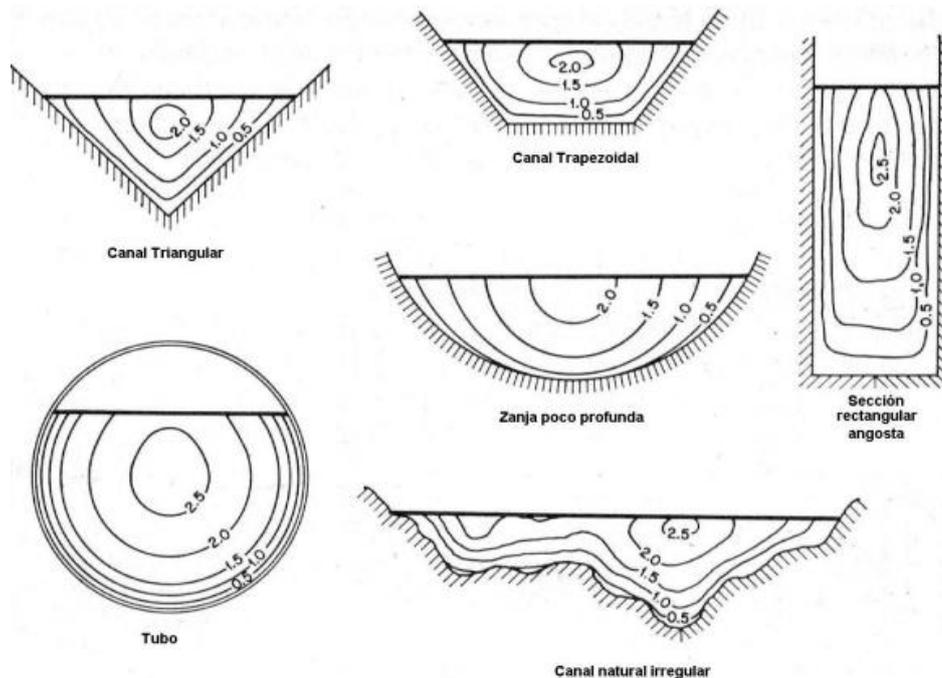
2.2 – Principais características de canais abertos

Para compreender como operam os canais abertos artificiais é considerável partir da sistematização proposta por Ven Te Chow (1959), conhecida por classificar e apresentar conceitos, funções, formas, medições e cálculos hidráulicos para os condutos abertos. Estas abordagens, respeitadas as especificidades, alcançam tantos canais naturais quanto artificiais pois, ainda que no segundo caso prevaleça o controle não natural das formas, em ambos dominam as leis físicas. Envolvendo teoria e prática, a hidráulica de canal aberto lida diretamente com fluxos e suas estruturas relacionadas sendo já explorada por diversas abordagens de fundo técnico (EINSTEIN, 1956; SHEN e YEN, 1984; RODRIGUES e SOUZA, 1991; JAMES, 1993). Segundo a hidráulica clássica, os condutos livres são aqueles cujos fluxos são transportados pela gravidade e em contato com atmosfera, por isso o termo canais abertos.

Para Melo (1998) os canais abertos são canais inclinados nos quais o deslocamento do fluido é facilitado. Retomando Chow (1959), tendem, morfologicamente, a apresentarem estruturas geométricas bem definidas. Cabendo aos artificiais análises mais próximas das propostas teóricas e dos ensaios em laboratórios. Por exemplo, em relação a distribuição da velocidade de um canal em sua sessão

transversal, segundo Gutierrez (2013), em geral vai depender principalmente da forma da seção transversal, rugosidade da fronteira e inclinação, observada na Figura 2.

Figura 2 - Distribuição de velocidade em um canal aberto em diferentes formatos de seção transversal



Fonte: Gutierrez, 2013

Entre os modelos apresentados acima é importante considerar que o canal irregular pode ser tanto natural quanto artificial e que o tubo será considerado um conduto livre desde que o fluxo tenha contato com a pressão atmosférica. Para os artificiais, a forma com que são construídos os canais artificiais está ligada a capacidade técnica dos demandantes e do modelo de serviço que se pretende atender. Sendo pertinente entender como estes canais tem sido classificados e abordados, partindo dos naturais que são os primeiros a serem apropriados e a inspirarem a construção dos artificiais.

2.3 – Canais abertos: naturais, alterados e artificiais

Classificado de acordo com sua origem, o canal pode ser natural, alterado ou artificial. Os naturais incluem todos que existem naturalmente, diferenciando em formas e tamanhos, incluindo pequenos riachos nas encostas, córregos, rios entre outros (CHOW, 1959). Os canais naturais em suas propriedades hidráulicas são geralmente irregulares,

necessitando tratamento analítico e hidráulica teórica, seu fluxo requer conhecimentos de outras áreas de estudo, tais como hidrologia, geomorfologia, hidráulica fluvial, transporte de sedimentos, etc.

A abordagem parte dos canais naturais pois são eles os primeiros a sofrerem com processos de apropriação se tornando assim canais artificializados, fornecendo águas para canais artificiais de transposição ou recebendo fluxos e cargas de drenos. Esta condição intercomunicante se dá pelo fato dos cursos naturais serem elementos fisiográficos que interagem com os diferentes ambientes presentes nas bacias hidrográficas. Estes canais têm grande relevância na compreensão da esculturação do relevo, uma vez que sua arquitetura e geometria podem dar subsídios ao entendimento da evolução geomorfológica, sendo indicador sensível às alterações das paisagens recentes e pretéritas (MAAS, BROOKES, 2009; LORD et al 2009; CORRÊA e FONSÊCA, 2010, STOTT, 2010). Isto posto, as dinâmicas de canais fluviais já são bem discutidas, tendo grandes referências de pesquisadores que fizeram importantes contribuições, como: Strahler (1958), Wolman (1967), Schumm (1969), Dollar (2004) Corenblit (2007) e Greene e Knox (2014).

Entretanto, apesar de estudos de canais fluviais se mostrarem consolidados, é possível observar na literatura uma gama menor de trabalhos geográficos sobre o objeto de estudo deste trabalho (canais artificiais). Sendo necessário se lançar ao diálogo do que se conhece sobre canais fluviais com trabalhos técnicos relativos aos condutos artificiais, como será mostrado a seguir, para entender o alcance dos impactos destas estruturas no espaço geográfico.

Para entender esta distinção é necessário retomar Silva (2018) que reuniu em seus estudos autores que trabalharam a temática de canais, sendo possível identificar suas diferentes características. Podendo ser distribuídos em diferentes grupos, como:

- Canal Natural sem intervenções humanas operando regulados pela dinâmica geológica, geomorfológica, climato-hidrológica e de outras dinâmicas naturais (MONTGOMERY, 1999; IMAIZUMI *et al.*, 2010; DOLLAR, 2004; HARDY, 2006; STOTT, 2010);
- Canal em reabilitação, aquele natural que após fase de apropriação danosa passa a receber intervenções na busca por reproduzir condições semelhantes aquelas naturais (BORG, 2007; MCBRIDE *et al.*, 2008 CAMPANA *et al.*, 2014);

- Canal Degradado, originalmente natural encontra-se sob processos de apropriação não organizados que colocam suas condições fluviais e de habitat em estágio problemático (SHELLBERG *et al.*, 2012; GREENE; KANOX, 2014).
- Canal Artificializado, ambiente fluvial ocupado de forma planejada para atender um determinado fim ou evitar um comportamento que coloque em risco alguma operação adjacente (abordados em OLSON, 2011; ALMEIDA e CARVALHO, 2010; STANFORD *et al.*, 1996). E por fim,
- Canal Artificial que foram construídos em um local diferente de onde flui um curso natural (estudados por SHAACK, 1986; KHAIR, 1991; MURRAY-RUST e VANDER VELDE, 1994),

2.4 – Canais abertos artificiais: especificidades e funções

É comum em muitas propriedades rurais principalmente em ambientes de Cerrado encontrar construções de pequenas barragens para derivações de água, conhecidas popularmente como “regos d’água” sendo muito utilizados para inúmeras funções, desde questões agrícolas, pecuária, à utilização humana. Essas estruturas desempenham importante papel, sendo muitas vezes ignoradas pelos pesquisadores em seus estudos, ou ainda, em alguns casos recebendo a designação equivocada de canais naturais.

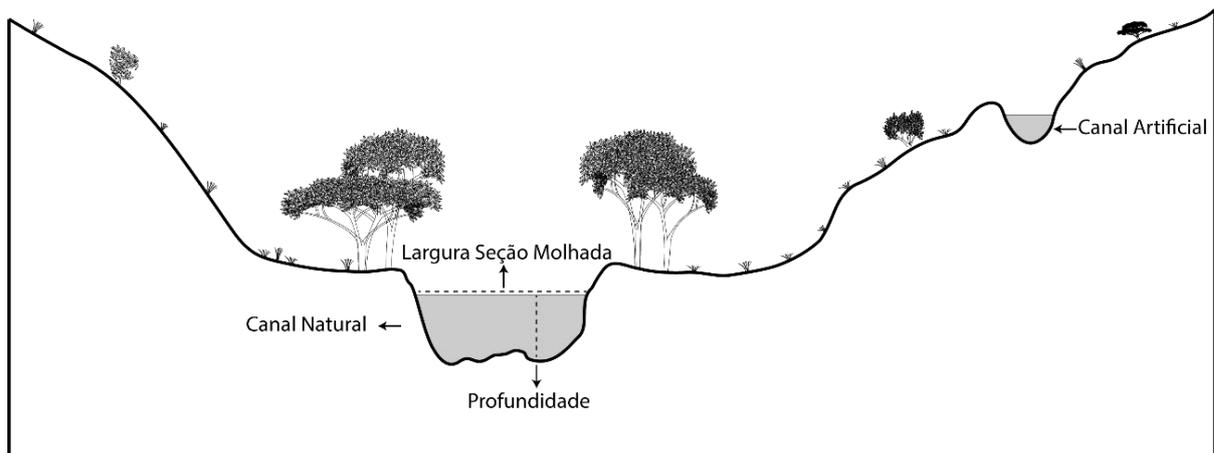
Como o próprio nome já menciona, não existem naturalmente sendo construídos para determinada função e desenvolvidos pelo interesse humano (Chow, 1959), tais como: canais de navegação, canais de irrigação, de energia, vertedouros, valas de drenagem, calha canal, transposição, canais modelos para testes e ainda os canais derivados multifuncionais (SILVA, RODRIGUES, 2015; SILVA, 2018). As aplicações de propriedades teóricas hidráulicas nesses canais provavelmente produzirão resultados mais próximos das condições reais.

De acordo com Silva (2018), os canais artificiais “são construídos fora do fundo de vale, alterando dinâmicas tanto dos sistemas hidrológicos, quanto dos processos nas encostas.” (P. 40-41) podendo ser caracterizados como condutores de fluxos (SILVA e RODRIGUES, 2016) e impactando nas regiões de vertentes no processo de deposição sedimentar através do acúmulo de matéria mineral ou orgânica e no escoamento superficial direcionando e concentrando fluidos, levando em conta a inclinação, pressão atmosférica, gravidade e contato com o ar (CHOW, 1959). Sendo assim, promovem

alterações na paisagem, demandando melhor conhecimento sobre os impactos que os mesmos causam (STANFORD *et al.*,1996).

Na Figura 3, observar-se uma das formas de configuração dos canais artificiais em ambiente natural, representando um perfil contendo dois canais, um natural e outro artificial. O canal natural tem seu leito condicionado por suas margens, podendo o volume de água aumentar e o fluxo extravasar para a planície de inundação, área mais plana no fundo do vale. Já o canal artificial normalmente tem o fluxo de água mais constante em seu leito, entretanto dependendo da morfologia de suas margens ele pode receber contribuição de água da vertente superior, ou ainda segmentar a vertente em duas seções, interceptando fluxos superficiais que seriam destinados ao canal natural, assim quando o volume de água do canal artificial se torna maior que sua capacidade de condicionamento, a água pode ser extravasada por suas margens e tende a ser conduzida vertente abaixo, em direção ao canal natural.

Figura 3- Esboço morfológico de vertente com presença de canal natural e canal artificial



Fonte: Autora

Os canais artificiais podem ser considerados a fase mais avançada de apropriações que demandam ou que necessitam escoar as águas, pois constituem a construção de condutos desde o fundo de vale até os interflúvios, servindo tanto para captar quanto escoar fluxos. Nesta categoria estão, sobre o ponto de vista dos atributos hidráulicos e hidrológicos de acordo com Chow (1959), Costa (2006), Silva (2018), diversas condições a qual os canais estão acometidos, que podem gerar impactos em suas formas e suas imediações sendo:

A estrutura de entrada, ou seja, como a captação de água ocorrerá, pois de acordo com Silva (2018), essa entrada pode afetar a fauna nos canais naturais e artificiais, podendo esses ambientes artificiais se tornarem ambientes ecossistêmicos paralelos a vida presente nos canais naturais. Essa captação pode suceder através de sifões, comportas e divisores que afetam a conservação do fluxo e são acometidas a questões técnicas (COSTA, 2004; COSTA, 2006; CLEMMENS, SCHUHRMANS, 2004; SHIH *et al*, 2011).

A superfície e forma do canal, de acordo com Einstein (1956), Chow (1959) e Rodrigues e Souza (1991) operam sob o design do canal interferindo na efetividade de seu transporte e comportamento. Esses fatores atuam na maneira que a água irá interagir com a superfície e sua velocidade (que são definidas pela inclinação e rugosidade do canal) ainda considerando a infiltração e exfiltração (de drenagem ou transporte) o próprio deve ser implementado evitando transbordamentos (JAMES,1993; KOUCHAKZADEH; MARASHI, 2005).

O fluxo de origem, podendo ser advindo através de dois modos, drenagem ou transposição, na drenagem a retirada de água se efetiva de determinada área (ROBINSON, 1990) e na transposição desviando de um rio ou reservatório (ISAPOOR *et al.*, 2011), assim, as entradas de água dependem de sua fonte, sendo a disponibilidade e sedimentos advindos das mesmas.

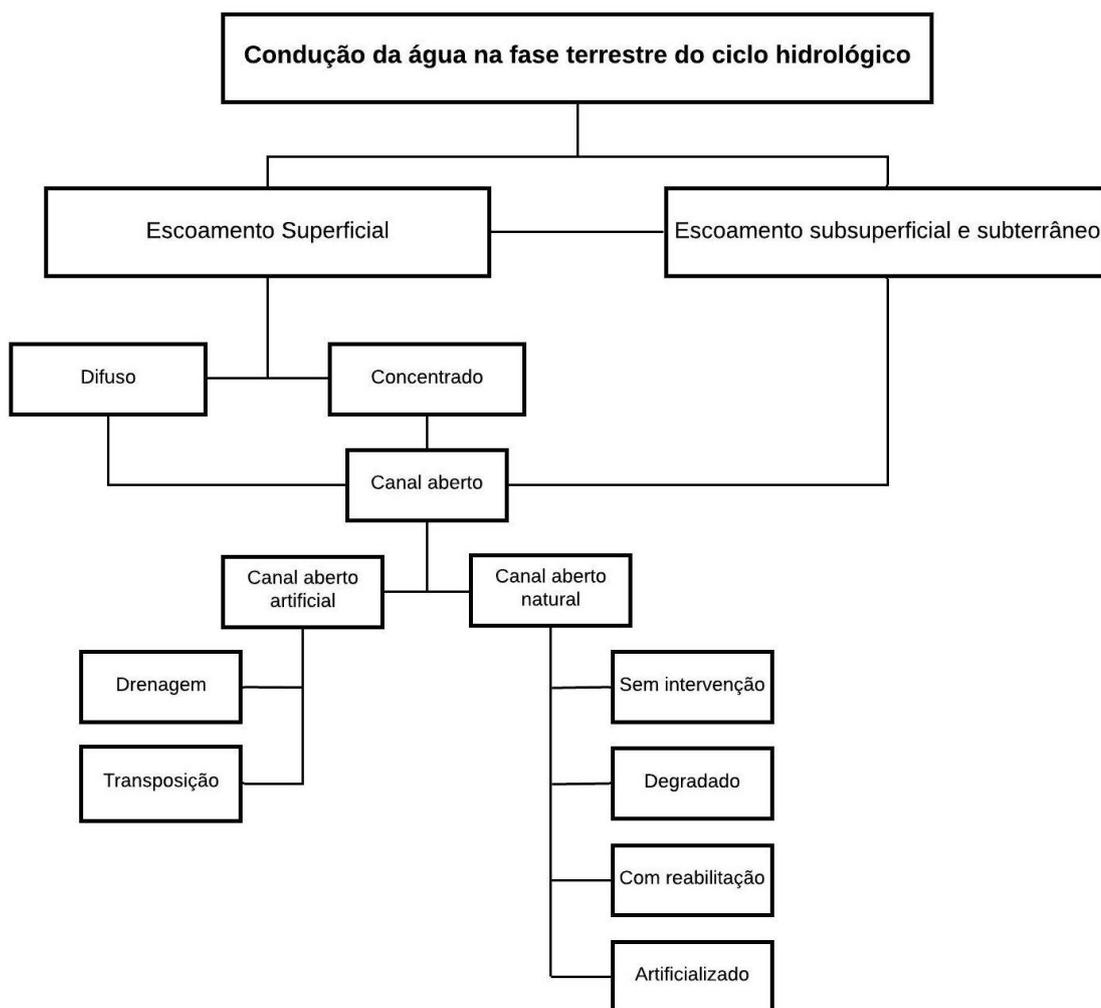
É importante também considerar eventos anômalos, como os abordados por Silva (2018), “interrupções de fluxos, rompimento das calhas, sobrecargas, fissuras, captações não previstas, proliferação de ervas daninhas, conexões com os escoamentos das vertentes, desenvolvimento de formas erosivas, entre outros (...) p. 44” podendo nestas situações comprometer seu desempenho (LUNA, 2013). Essas situações citadas modificam difusão de fluxos, sedimentação e velocidades levando ainda a possíveis desequilíbrios ao ambiente.

Diferente dos canais naturais, rugosos e com potencial de transportar sedimentos, os canais artificiais tem sua seção transversal e rugosidade determinada e contínua, podendo ser revestidos ou não, em geral seus fluxos são menos variáveis quanto a carga de sedimentos e vazões (INFANTE e SEGERER, 2010; LUNA 2013). Apesar desta tendência de frequência do regime, alguns canais artificiais podem apresentar diminuição de seu regime com a escassez das chuvas.

Conforme Silva (2018), “É válido considerar que existem basicamente dois tipos de canais artificiais: os de transposição, levando fluxos para um determinado serviço, e

os de drenagem retirando fluxos de uma área onde são considerados excedentes;” p. 43, estando representada na Figura 4, as formas de condução da água na fase terrestre do ciclo hidrológico.

Figura 4- Formas de condução da água na fase terrestre do ciclo hidrológico



Fonte: Autora

Quanto a sua forma, segundo Silva (2018), “É comum encontrar canais naturais, em condição artificializada, nomeados como artificiais. Contudo, para estudos e projetos, é pertinente definir como artificiais os canais que, não existindo naturalmente, foram construídos para algum serviço.” (p. 40- 41).

Para os canais naturais, Christofletti (1974) expõe que o volume de água varia a partir de fatores como precipitação, drenagem subterrânea, condições de infiltração e outros, diferindo entre si em volume de: vazão, forma do canal, carga sedimentar,

declividade e velocidade do fluxo (variáveis consideradas em estudos de caso como em Souza *et al.*, 2010; Oliveira, 2010 e Reis *et al.*, 2013).

Tendo em vista esta base, há a necessidade de conhecer essas dinâmicas nos canais artificiais, suas interações com os naturais, e os ambientes onde se inserem, condições que partem de suas tipologias e funcionalidades. Assim, no Quadro 1, estão os exemplos mais conhecidos dessas estruturas com suas características sendo mais explorados a seguir também as demandas de estudos a partir da operação desses canais.

Quadro 1 - Principais tipos e características de Canais Abertos Artificiais

Tipo	Serviços	Características	Referencias
Navegação	Viabilizam a circulação de embarcações entre corpos d'água insuficientemente ou não conectados Economia; <ul style="list-style-type: none"> • Comércio; • Estratégia; • Logístico; • Segurança; • Transporte; • Recreação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Podem ser artificiais ou artificializados; • Demandam gestão e técnicas de engenharia; • Demandam remoção de sedimentos e retificação da forma; 	<ul style="list-style-type: none"> • Rosati e Kraus (2009); • Gray <i>et al.</i> (2003); • El-sersawy e Ahmed (2005); • McCartney (2012);
Transposição	Responsáveis por levar fluxos para atender serviços nas áreas demandantes: <ul style="list-style-type: none"> • Rurais; • Urbanos; • Industriais; • Irrigação; • Piscicultura; • Outras atividades econômicas, turísticas e recreativas; 	<ul style="list-style-type: none"> • Podem ser canais de terra ou impermeáveis; • São comuns em cenários de déficit hídrico; • Demandam estudos de engenharia e que consideram impactos socioambientais; • Sedimentações, vazamentos e evaporação estão entre as maiores preocupações para a gestão. 	<ul style="list-style-type: none"> • Souza e Ribeiro (2004); • Filho e Backup (2005); • Neves e Cardoso (2009); • Newlin et al, 2002; • Zetland (2009, 2011);
Drenagem	Responsáveis por retirar águas em excesso das áreas demandantes podem ser: <ul style="list-style-type: none"> • Áreas úmidas com demanda agrícola ou urbana; • Drenos rodoviários; • Controle de cheias; • Amenizar riscos de erosão ou deslizamentos. 	<ul style="list-style-type: none"> • São canais diversos tanto permeáveis quanto impermeáveis; • O grau técnico aplicado depende das demandas das áreas a serem drenadas; • Gestão incorretas agravam cenários erosivos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Beven (1989); • Willians (1990); • Brady et al (2014); • Lima et al (2014). • Wahl <i>et al.</i> (2005);
Irrigação	Condutores de água para rega <ul style="list-style-type: none"> • Atendem diversas culturas agrícolas; 	Componentes a serem avaliados para eficiência da operação: <ul style="list-style-type: none"> • Eficiência da captação, transporte e distribuição; 	<ul style="list-style-type: none"> • Testezlaf (2017); • Paudyal <i>et al.</i> (1991);

	<ul style="list-style-type: none"> Levam águas para reservatórios que atenderam dispositivos de rega como pivôs, tripas, aspersores e outros. 	<ul style="list-style-type: none"> Redução da carga sedimentar; Monitoramento das vazões. <p>Sobre sua cobertura podem ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> Impermeáveis na fase de condução; Permeáveis para a rega. 	<ul style="list-style-type: none"> Snell, (2001); Smith e Gillies (2010); Bhutta; van der Velde (1992); Replogle (1997); Wolters <i>et al.</i> (1987); Rijo e Pereira (1987);
Multifuncionais	<p>Canais, geralmente pequenos, que atendem diversas funções demandadas em propriedades rurais:</p> <ul style="list-style-type: none"> Atendimento de sede rural; Dessedentação animal; Piscicultura; Irrigação; Ornamentação; Lazer. 	<ul style="list-style-type: none"> Podem ser de terra ou impermeáveis; Dada a diversidade de serviços são perenes; Dependem de manutenções sazonais; Podem apresentar diques marginais; São pouco explorados do ponto de vista técnico e contam com alguns estudos hidrogeomorfológicos; Podem ser confundidos com canais de irrigação, mas atendem mais funções. 	<ul style="list-style-type: none"> Silva (2020); Silva (2018); Hritz e Wilkinson (2004); Bazza (2007); Silva <i>et al.</i> (2017); Silva e Rodrigues, (2015). Hill (2014) Raina e Danga (2010) Schmidt (2008)

2.4.1 – Canais de Navegação

Os canais de Navegação possuem grande importância para a economia, são utilizados para movimentação do comércio, segurança, transporte e recreação. Paralelos aos canais naturais são habitualmente analisados nos manuais de gestão territorial e manuais técnicos de navegação. Alguns estudos analisam e dão recomendações ao desenvolvimento de técnicas de engenharia para uma melhor segurança na navegação, como visto em Rosati e Kraus (2009). Já Gray *et al.* (2003) apresentam sugestões na logística das embarcações nos canais de navegação e propostas de alternativas nas mudanças morfológicas que podem ocorrer.

El-sersawy e Ahmed (2005) apresentam uma série de modelos teóricos também sobre melhorias na segurança da navegação. McCartney (2012), apontou sugestões organizadas em manuais através de estudos em hidrovias norte-americanas a fim de melhorar as condições navegáveis, dentre elas abertura de canais pilotos artificiais bem como a retenção de sedimentos nos naturais.

Para os canais de navegação, ainda existe consideráveis demandas por novos estudos relativos aos materiais retirados de seus interiores bem como o destino dado aos mesmos e suas repercussões. Entre os já produzidos, Bennion e Manny (2011) relatam a construção desses canais e algumas consequências ambientais que puderam ser observadas nos habitats, alterando a morfologia do canal e a dinâmica do fluxo entre elas, podemos destacar dragagens em larga escala e eliminação dos resíduos da mesma, causando assim danos ecológicos.

Igrecias (2009), pesquisou a qualidade de água do Canal de Pereira Barreto através dos parâmetros: temperatura, ph, turbidez, condutividade, Oxigênio Dissolvido, Coliformes Fecais, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Resíduos Totais, Fósforo Total, Nitrogênio Total, Nitrato, Nitrito, Amônia, Clorofila e Transparência da Água e verificou alterações significativas acentuadas nos períodos chuvoso e seco, enfatizando a importância de estudos desses canais e a capacidade de alteração ambiental que possuem. Desta forma é notável que as possibilidades de estudos geográficos são amplas e vão desde as bases físicas podendo discutir aspectos sociais.

É possível perceber que os canais de navegação podem ser desde canais naturais, alterados para esse propósito, até canais artificiais construídos para viabilizar estas operações. Como de se esperar, as produções técnicas e acadêmicas encontradas para estas estruturas, raras exceções, se voltam para a operacionalidade destas estruturas com pouco foco em repercussões de outros impactos.

2.4.2 – Canais de transposição

Os canais de transposição são corriqueiramente estudados, como observado pelos autores (SOUZA e RIBEIRO 2004; FILHO e BUCKUP, 2005; NEVES e CARDOSO, 2009) principalmente em termos de pesquisas de engenharia, disponibilidade hídrica, conhecimentos socioeconômicos, ictiofauna, e salinização dos solos. No que diz respeito a elaboração de manuais, para a realização dessas obras é comum encontrar ausência de informações no que tende aos seus efeitos nas paisagens.

Os projetos de transposição dos rios podem alcançar outras bacias geralmente através de aquedutos sendo implantados para atendimentos industriais, urbanos, rurais, irrigação. Examinando experiências internacionais, observa-se que essas intervenções têm boa capacidade de desenvolvimento econômico ao país, sendo importante estudos acerca de suas consequências. Estas práticas são encontradas em países como: África do

Sul, Egito, Equador, Peru, China, Espanha, México, Estados Unidos, Canadá, Líbia, Índia, Argentina, Paquistão, Brasil e outros (NEVES e CARDOSO, 2009).

Um dos exemplos mais conhecidos é o projeto de transposição do Rio Colorado *Colorado River Aqueduct (CRA)* esse sistema segundo a Los Angeles Country Waterworks Districts (LCWD) fornece água para Los Angeles, energia elétrica para o sul da Califórnia, irrigação no deserto para milhares de hectares além do atendimento recreativo no reservatório do Lago Mead, atendendo assim 26 cidades (TRIBUNA DA IMPRENSA/RJ, 2005). E segundo Newlin *et al*, 2002; Zetland, 2009; Zetland, 2011 os estudos do referente projeto voltam-se a questões de impactos socioeconômicos e custos de serviço. Essa transposição possibilitou a Califórnia a tornar-se uma grande produtora, transformando no pomar da América colaborando para o desenvolvimento do centro sul e oeste dos Estados Unidos.

Estes materiais e outros exemplos, como o caso “Manual de Diretrizes para estudos de arranjos de obras de transposição (2012)”, mostram-se pouco eficientes na construção de discussões sobre os efeitos desses canais na mudança das paisagem, formas de relevo e consequências na circulação superficial e subsuperficial.

Outros estudos como por exemplo Mello (2008) busca entender a real necessidade das transposições de rios, levando em conta os impactos que produzem nas comunidades e meio ambiente. Um caso típico destas discussões são aquelas relativas a transposição do São Francisco (ANDRADE, 2002), tendo Henkes (2014) observado que alguns danos e impactos ambientais foram minimizados por órgãos públicos envolvidos. Neste cenário, alguns estudos como no próprio RIMA apontaram impactos negativos em relação a obra, sendo perda e extinção de espécies da fauna e flora, intervenções em espaços protegidos, doenças, acidentes com a população. Havendo também preocupações com as dinâmicas hidrossedimentares, como mostram Castro (2011) e o Relatório de Impacto Ambiental (2004), analisaram os processos envolvidos na mesma com foco no desenvolvimento de erosões e mudanças hidrossedimentológicas em canais naturais, sendo essencial análises também nos canais artificiais.

2.4.3 – Canais de drenagem

Ao analisarmos pesquisas referentes a estes condutos, podemos encontrar estudos mais diversos com canais de drenagem em relação a sua hidrologia (BEVEN, 1989), relações com episódios de cheia, estudos sobre seus impactos (ROBINSON, 1980),

sistemas de dispersão dos fluxos em vias não pavimentadas Cunha *et al*, (2013) e estudos sobre manuais e técnicas para manutenção de valas a fim de reduzir erosões e continuação do transporte de água (BRADY et al 2014).

Alguns pesquisadores como Willians (1990), estudam projetos tradicionais (método padrão de controle de inundação - canalização, tornando o fluxo natural em uma seção transversal uniforme do canal) e suas falhas, afim de propor uma abordagem multiobjetiva incluindo variação do fluxo, cargas de sedimento e mudanças na configuração do canal. O mesmo autor comenta ainda que em áreas mais propensas a enchentes como por exemplo ambientes litorâneos sejam propostos a construção de canais de inundação a fim de drenar essas regiões.

Os canais de drenagem agrícola surgem segundo Lima et al (2014), mediante a necessidade da remoção do excesso de água do solo evitando inúmeras consequências como controle de umidade, salinização dos solos etc. surgindo essa drenagem artificial sempre que a natural não for satisfatória.

Exemplo de funcionamento desse sistema de drenagem pode ser observado em terrenos alagados e diques da Holanda quando se iniciaram a utilização de terras aráveis por drenagem de pântanos, o mais famoso é conhecido como “coração verde da Holanda” situado entre as cidades Rottedam, The Hague, Amsterdam e Utrecht, a drenagem dos pântanos se efetiva em direção aos rios, sendo um sistema de pequenos drenos até grandes canais.

Os canais de drenagem também transformam os ambiente, sendo considerados benéficos quando da “incorporação de novas áreas à produção agrícola (principalmente nas regiões úmidas e semiúmidas – como brejos e pântanos) para torná-los agricultáveis, aumento da produtividade agrícola (melhor aeração, melhor atividade microbiana, melhor fixação de nitrogênio e fósforo, aumento da profundidade efetiva do sistema radicular...)” (LIMA et al, 2014 p. 01).

Contudo, é importante antes do procedimento de drenagem uma avaliação dos seus impactos ambientais, onde neste mesmo estudo o autor traz esses impactos agrupados como: alteração no regime hídrico da descarga da água subterrânea; subsidência dos solos e movimento de solutos que podem ser contaminantes. Já Wong e Kondolf (2012) apresentaram os impasses encontrados no ajuste de canais de controle de cheia, relacionando suas análises aos custos de manutenção e operação, afim de apresentar melhorias sobre inundações, planície de inundação e deterioração de ecossistemas, frisando a importância de considerar aspectos geomorfológicos, sobretudo

a sedimentação. Também é possível considerar que o aumento da vazão na rede de drenagem é muitas vezes alterado pelo traçado das estradas (CUNHA, *et al.* 2013).

Nota-se, portanto, que a conexão dos canais de drenagem com outros ambientes pode repercutir na elevação do fluxo e da carga sedimentar, o que promove mudanças em leitos naturais, degradando estes espaços. Para Abdel-dayem e El-safty (1993), as conexões dos canais naturais com os drenos apresentam mudanças expressivas onde nos períodos de seca observa-se diminuição da disponibilidade hídrica, e nos períodos com maior pluviosidade provocam respostas rápidas na elevação das vazões. Os estudos dos drenos agrícolas estão à frente de abordagens de outros canais artificiais em termos hidrogeomorfológicos, admitindo também seu papel de modificador de alteração da circulação superficial afetando as formas superficiais (ROBINSON, 1990).

2.4.4 – Canais de irrigação

Os estudos relacionados a estes canais cobrem: as suas origens (GUTIERREZ, 2013), projetos de irrigação (TESTEZLAF, 2017; JAMES, 1993), modelos de derivação da água em canais de irrigação (COSTA, 2004) e tem como foco melhorias no desempenho hidráulico, deslocamento e distribuição da água, viabilidade econômica e formas de diminuir rompimentos e perdas por infiltração (SHAACK, 1986; PAUDYAL *et al.*, 1991; SNELL, 2001; SMITH; GILLIES, 2010).

Smith e Gillies (2010), tratam sobre os impactos no desempenho da irrigação por sulco, sua variante temporal e alterabilidade espacial, tendo como resultado a possibilidade de minimização das variabilidades nas vazões. Sobre o monitoramento das vazões encontramos trabalhos de (BHUTTA; VAN DER VELDE, 1992; REPLOGLE 1997; KOUCHAKZADEH; MARASHI, 2005; WAHL *et al.*, 2005). Estudos desta natureza possibilitam inúmeras melhorias nesta prática, visto que um bom funcionamento na captação de água é essencial para potencialização das quantidades disponíveis. (WOLTERS *et al.*, 1987; RIJO; PEREIRA, 1987; RENAULT, 1988; MURRAYRUST; VANDER VELDE, 1994). Estes conhecimentos funcionam para embasar outras reflexões com cunho ambiental, por exemplo.

Os canais de irrigação, ainda que neles prevaleçam abordagens focadas na eficiência, também possuem estudos afins dos relativos ao monitoramento ambiental. Assim, autores estudam as vazões e depósitos sedimentares com o intuito de melhorar os

problemas advindos de assoreamentos e fatores de alteração no volume e velocidade da água (BAKRY, 1992; LAWRENCE, ATKINSON, 1998; DEPEWEG, MENDEZ, 2002).

A preocupação com canais de irrigação e drenagem é necessária dado o alcance destas estruturas, espalhadas no mundo todo, promovem mudanças substanciais tanto na resposta hidrológica com impacto ecológico, até nas formas superficiais e nos arranjos subsuperficiais. Em países como Estados Unidos, de agricultura altamente tecnológica, por exemplo, existem numerosas interferências em cursos d'água para instalação de canais de irrigação, sendo “mais de 22 milhões de ha de terra, beneficiam-se com a irrigação artificial.” (NEVES e CARDOSO 2009). Algumas tipologias de canais artificiais podem desenvolver funções ecológicas, levantados por especialistas em ecotecnologia, a partir da vegetação emulando habitats naturais (ODUM; ODUM, 2003; SHIH et al, 2011).

2.4.5 – Canais derivados multifuncionais

Os canais multifuncionais são derivações dos canais naturais, muitas vezes confeccionados de terra, com a presença de diques laterais retirados comumente dos leitos, essa prática pode ocasionar impactos sobre a água e a superfície, sendo seus efeitos muitas vezes ignorados (SILVA, 2018). Assim, este condicionante é um ponto importante para impulsionar pesquisas relacionadas e novas referências, auxiliando em melhor gerenciamento e compreensão dos impactos que geram na dinâmica hidrossedimentar, hidrogeomorfológica e ecológica das bacias.

Sua presença na construção de paisagens antropogênicas são conhecidas desde a antiguidade, no Egito, Ásia, Europa, Peru andino, ainda que inicialmente não fossem dissociados dos canais de irrigação (HRITZ, WILKINSON, 2004; BAZZA, 2007), com características que segundo Silva (2018, p. 20) se enquadram como multifuncionais “que servem tanto para irrigação, abastecimento, dessedentação, piscicultura, manejo de avifauna, entre outros serviços”. Estes canais são encontrados em diversos países, como o Brasil, e também em países como Portugal (SILVA *et al.*, 2017) Argentina (CONTICELLO *et al.*, 2002), Índia (DUTT *et al.*, 2010) entre outros, muitas vezes ainda confundidos com sulcos de irrigação ou despercebidos nas paisagens e em estudos de bacias (SILVA; RODRIGUES, 2015).

Quanto a consideração do termo, não raro, são encontrados trabalhos com perspectivas que se diferem das multifuncionalidades, se equivocando quanto sua

utilização. Elegendo assim, um uso quanto aos canais específico, tais como: irrigação, transposição e drenagem. A preocupação com questões ambientais muitas vezes excluída, dá lugar a uma abordagem técnica e de irrigação.

Em relação aos estudos desses canais, constata-se a carência de pesquisas, e quando encontradas apresentam abordagens primordialmente de irrigação (RAINA e DANGA, 2010), ou tratamentos culturais (HILL, 2014), e sociais (SCHMIDT, 2008), enquanto na realidade possuem inúmeras funções como (irrigação, dessedentação, abastecimento, piscicultura, uso direto, etc.) (SILVA 2018; SILVA, ALLAN SILVA, 2012).

Esses canais também geram mudanças nos ambientes em que se inserem, como cabeceiras de drenagem, principalmente em alterar a dinâmica hidrológica e sedimentar. Este contexto hidrogeomorfológico, parte do fato dos canais possuem capacidade de alteração das formas superficiais e dos processos hidrológicos, gerando novos aspectos nos elementos da drenagem (SILVA, 2018). Desta forma, conforme salienta o autor, devido à pouca disponibilidade literária, envolvendo canais artificiais em estudos hidrogeomorfológicos, são necessárias novas pesquisas sobre a temática para gerar maior visibilidade sobre um objeto que pode ter grande repercussão na paisagem.

Estes breves exemplos evidenciam o alcance geográfico dos canais artificiais, suas repercussões vão além da eficiência produtiva, alcançam ainda impactos sociais, desde os beneficiados por seus serviços, até aqueles que são de alguma forma negativamente atingidos pela construção ou operação destas estruturas. Do ponto de vista da geografia física é notável que estes canais constituem assinaturas topográficas humanas, conceito muito difundido por Tarolli e Sofia (2016) que define interferências humanas na superfície terrestre com repercussões na transferência de água e sedimentos pelas feições geomorfológicas.

Estas interferências são muito importantes pois constituem um impacto significativo na maneira como bacias de drenagem produzem e direcionam seus fluxos ao longo do espaço, cabendo aos canais artificiais um papel significativo na reorientação destes processos. Sendo assim, analisar a relação dos canais artificiais com relevo em sua plenitude, e seus componentes naturais ou não, além de elucidar questões de seu funcionamento, fornece bases essenciais ao planejamento, tão importante para a construção de espaços geográficos que minimizem os impactos da interferência humana (MARQUES, 2009).

Tendo sido apresentados os principais tipos de canais, suas funções e as abordagens predominantes é importante observar que existe uma série de demandas a serem realizadas sobre os impactos e repercussões que os mesmos geram nas áreas apropriadas, sendo apresentadas no quadro a seguir como síntese do exposto os impactos e demandas de estudo a partir da abertura e operação de canais abertos artificiais.

Quadro 2- Síntese dos canais artificiais e suas principais características e demandas de estudo

Tipologia	Repercussões no espaço geográfico	Estudos viáveis neste cenário
Navegação	<ul style="list-style-type: none"> • Alteração do regime hidrológico em canais naturais e outros corpos hídricos relacionados; • Reorientação dos sedimentos a partir do aumento da presença de canais concentradores de fluxos; • Potencial conexão entre águas com diferentes características químicas, físicas e ecossistêmicas; • Possibilidade de remoção de populações nas áreas de abertura dos canais. 	<ul style="list-style-type: none"> • Análise das repercussões e econômicos sociais das áreas atingidas por estes canais; • Indicação de interferências que possam beneficiar a comunidade a partir da estrutura, serviço de transporte e disponibilidade hídrica; • Levantamento de impactos na hidrossedimentologia e de possíveis mitigações dos mesmos; • Estudo da mudança na qualidade e quantidade da água; • Levantamento de mudanças ecossistêmicas, especialmente a partir da configuração dos habitats fluviais a partir da geomorfologia fluvial.
Transposição	<ul style="list-style-type: none"> • Viabilizam atividades econômicas; • Promover a segurança e diversidade alimentar; • Alterações nas paisagens, na dinâmica social, produtiva e ambiental; • Realizam conectividades entre canais naturais cujas características químicas, físicas e biológicas podem ser diferentes; • Alteram bacias hidrográficas desde a dinâmica da vertente até os fundos de vale. 	<ul style="list-style-type: none"> • Análise dos impactos que geram a partir de sua condição de assinaturas topográficas (canais, diques e barramentos); • Estudos sobre a conectividade hidrológica das áreas em que se estendem; • Apontando das mudanças nos leitos dos rios atingidos e dos processos erosivos em casos de vazamentos. • Estudos de transferência de sedimentos podem gerar resultados e indicativos pertinentes ao planejamento e gestão destas estruturas. • Estudos da dinâmica social impactada positiva e negativamente por esses projetos, geralmente de grande escala.
Drenagem	<ul style="list-style-type: none"> • Áreas úmidas drenadas mostram alterações no regime hidrológico; • Mudanças na superfície e subsuperfície podem gerar erosões; • Drenos rodoviários podem promover erosões e picos de vazão em canais naturais. 	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoramento de bacias cujas interferências de drenos sejam consideráveis; • Estudos dos impactos gerados na dinâmica subsuperficial e superficial em diferentes ambientes; • A conectividade que estas estruturas geram a partir de fluxos concentrados e da mudança nas águas; • Levante do alcance de seus impactos na produção de formas erosivas e de áreas de deposição.

Irrigação	<ul style="list-style-type: none"> • Promovem alterações na vazão nas bacias ocupadas; • Modificam as características dos solos pela inserção de águas; • Viabilizam diversificação produtiva, embora possam viabilizar práticas monocultoras; • Os canais constituem assinaturas topográficas que alteram a hidrogeomorfologia da área ocupada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Podem continuar a ser beneficiados de estudos sobre sedimentologia e hidrologia. • Abordagens investigando os impactos que a abertura e gestão destes canais geram nas bacias hidrográficas; • Estudos dos impactos hidrogeomorfológicos promovidos nas bacias;
Multifuncionais	<ul style="list-style-type: none"> • Alteram a hidrologia e a dinâmica dos sedimentos de cabeceiras de drenagem; • Conforme gestão, podem se tornar extensões dos habitats naturais; • Constituindo assinaturas topográficas humanas podem alterar a dinâmica das vertentes e suas conectividades. 	<p>Estando espalhados pelo mundo, e sendo pouco abordados, demandam estudos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dos serviços que atendem com repercussões econômicas e sociais; • Dos impactos que promovem na dinâmica hidrológica, sedimentar, nos habitats e nas bacias envolvidas;

2.5 - A abordagem hidrogeomorfológica no estudo de canais

Como visto, os canais artificiais apresentam lacunas consideráveis na abordagem de seus impactos ambientais, assim, a ciência geográfica ao abarcar consigo uma vasta área do conhecimento, busca analisar as relações Sociedade e Natureza, procurando se tornar uma ciência ambiental atenta as demandas de utilização e reabilitação dos espaços (MENDONÇA, 2010).

É oportuno lembrar ainda, que para a geografia "A paisagem é um conjunto de formas que, num dado momento, exprime as heranças que representam as sucessivas relações localizadas entre homem e natureza" (SANTOS, 2002, p.103), ou seja, o resultado desta interação, passível de novas abordagens sobre componentes da paisagem.

Para Foley *et al.*, (2005), a formação de paisagens antropogênicas carecem atenção pela relação homem/relevo, são considerados estudos recentes, com abordagens recorrentes em estudos hidrogeomorfológicos e antropogeomorfológicos (GOUDIE, 2004). A Antropogeomorfolgia, ainda que não aborde usualmente o objeto de estudo canais abertos artificiais, acresceria na análise da atuação das ações humanas sobre as formas e processos.

Dentro da Geografia, áreas de conhecimento como a Geomorfologia podem fornecer ferramentas para interpretação da dinâmica hídrica. Como esta disciplina vincula-se as dinâmicas ligadas aos escoamentos concentrados associa-se a compreensão dos canais artificiais. Em Geomorfologia Fluvial destaca-se os estudos específicos do funcionamento dos leitos dos rios, formas decorrentes do escoamento das águas, clima, geologia, hidrologia (CUNHA, 1995; CHRISTOFOLETTI, 1980), acrescentando transportes, deposições de sedimentos, movimentos das águas, etc. (GOUDIE, 2004).

A geomorfologia ao estudar o relevo e os processos responsáveis por sua formação (GUERRA, 2003) estudando também a interconexão entre as formas de superfície e águas superficiais podem contribuir para estudos com canais artificiais (GOUDIE, 2004), subsidiando da mesma forma contribuição na dinâmica comportamental do canal em relação a materiais em suspensão e vazão (CHRISTOFOLETTI, 1980) abordadas no estudo.

Assim sendo, são inúmeras as contribuições da Geomorfologia para a compreensão dos canais no enquadramento dos processos hidrogeomorfológicos, a esta última interessa, portanto, incluir os canais abertos artificiais como objeto de investigação. Por meio destes estudos, a Geografia pode fornecer subsídios necessários para compreensão dos estudos em canais artificiais.

2.6 - Parâmetros analíticos da água como ferramenta de estudos hidrogeomorfológicos de canais artificiais

2.6.1 - Vazão

Vazão é definida como o volume de água que passa numa determinada seção de um rio por intervalo de tempo, tendo esse valor obtido em litros determinado pela velocidade do fluxo, profundidade e largura. (CARVALHO, 2006; CARVALHO, 2007). O Sistema internacional (SI) de medidas define unidades básicas que interessam a técnica de vazão sendo: comprimento, massa, tempo, metro (m) segundo (s).

Segundo Carvalho (2006) a vazão de um canal pode ser dada pelo produto da velocidade média multiplicado pela área de escoamento, desta forma a quantidade de água que passa num determinado ponto é expresso por m^3/s , ou seja, a cada segundo passam x metros cúbicos de água, para expressar em litros estabelece que $1m^3 = 1.000$ litros de água. Os símbolos mais usados são:

Q= para vazão;

A= para área da seção do rio;

V= para velocidade do fluxo;

h= para profundidade média;

w= para largura do canal, equivalendo a equação:

$$Q = (w \cdot h) \cdot V \text{ ou } Q = A \cdot V.$$

Em princípio a vazão aumenta da montante para a jusante, sendo influenciada pela variável tempo/espaço, fato que se explica devido a transferência de energia do canal (Carvalho, 2006; Carvalho, 2007).

O escoamento de rios e canais abertos não segue de forma homogênea, havendo variáveis que implicam diretamente nesta condução, como, velocidade e nível da água. Além disto, de uma margem a outra o fluxo nos canais também não segue uma uniformidade, possuindo velocidades diferentes, além de frequentemente as velocidades aferidas no meio do canal serem superiores as da margens, assim como diferenças de fundo e superfície, provocando variações de vazão ocasionadas pela morfologia do canal (DELMÉE 2003).

Para determinação da vazão alguns métodos são utilizados, desde mais simples como lançar um objeto que flutua na água e estimar a velocidade que ele percorre determinado trecho, até métodos automáticos e mais precisos como uso de molinetes, método este utilizado no estudo para medição da vazão, como consta nos procedimentos, utilizado por sua precisão, portabilidade e facilidade de uso.

Para a utilização do Molinete é importante considerar a dinâmica das variações encontradas ao longo do canal, como já citadas, assim sendo, para a obtenção média considera o maior número de repetições, em diferentes seções e profundidades e abrangendo a maior extensão, todavia apesar de sua precisão o uso do aparelho não exclui a necessidade de outros aparelhos como trena para aferimento das larguras e profundidades do canal (CARVALHO, 2008).

2.6.2 - Sólidos totais dissolvidos (STD)

Sólidos totais dissolvidos (STD) é o parâmetro que indica a presença de sais, ácidos minerais e outros contaminantes dissolvidos na água, incluindo sais inorgânicos

como: (cálcio, magnésio, bicarbonato, cloretos, sódio e sulfatos) matéria orgânica, além dos metais pesados, que não necessariamente são determinados pela medição do STD. O parâmetro é indicado como partes por milhão (ppm) ou mg/L.

Também conhecido como TDS, a presença desses sólidos podem aumentar a demanda química e bioquímica de oxigênio nas águas, além de ser uma das principais causas de turbidez e sedimentos na água potável, sendo importante sua filtração para inibir causas de possíveis doenças (CARVALHO e OLIVEIRA, 2003).

Segundo Carvalho e Oliveira (2003) a sua medida total combina substâncias orgânicas e inorgânicas, sendo importante destacar que a matéria orgânica é encontrada na água e no meio muitas vezes de forma natural, assim inclui qualquer coisa presente na água, podendo ser um indicador de qualidade.

Uma das principais formas de medição dos sólidos totais dissolvidos são a análise gravimétrica e a condutividade utilizada no presente estudo. A condutividade elétrica da água relaciona-se diretamente com a presença de sólidos ionizados dissolvidos na água, favorecendo a capacidade dessa água conduzir corrente elétrica.

2.6.3 - Resistividade e Condutividade

Resistividade e Condutividade, são parâmetros que se referem a concentração de íons presentes na água, e podem ser usados de forma a monitorar a pureza iônica da água. A condutividade é recíproca a resistividade, ou seja, quanto mais elevado o valor de resistividade, menor será a condutividade, sendo uma medida da capacidade da água para conduzir ou resistir uma corrente elétrica, pois essa capacidade relaciona-se com a quantidade de materiais iônicos dissolvidos na água.

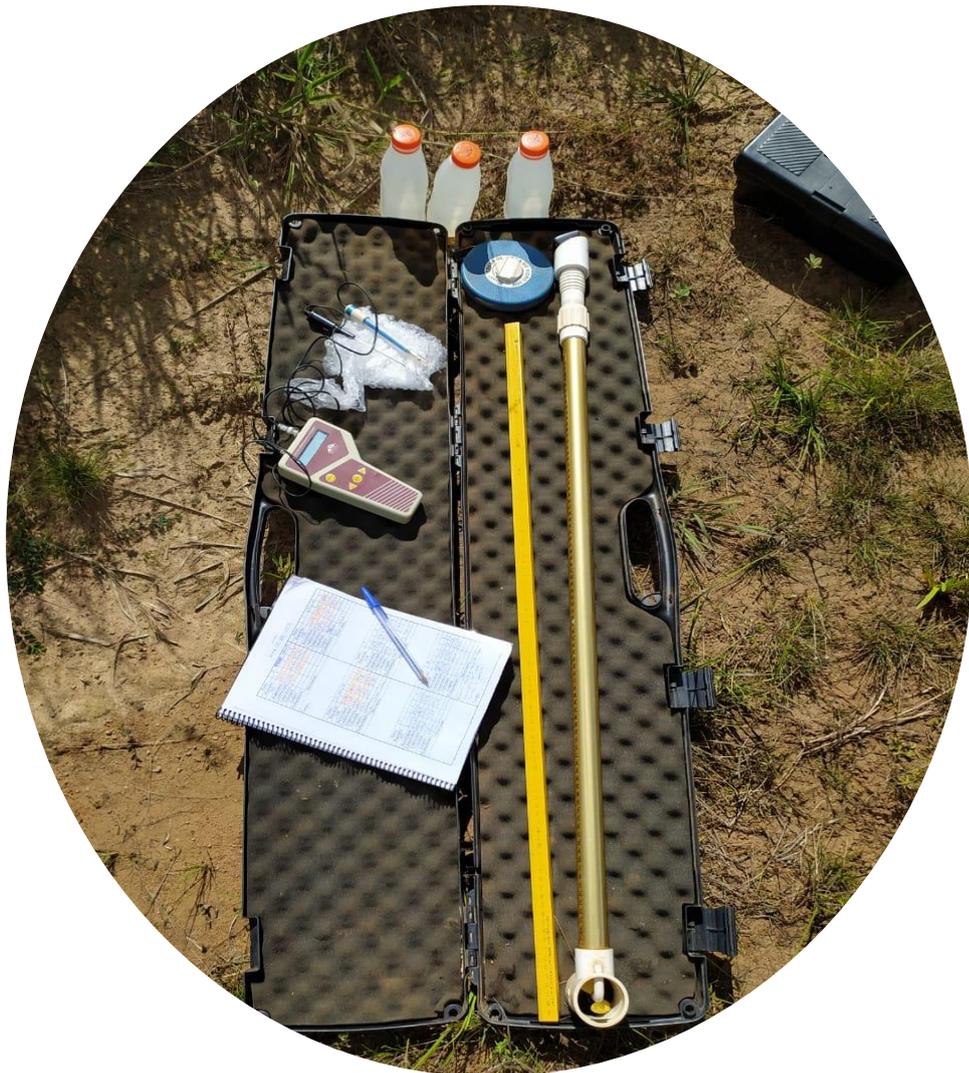
Desta forma, segundo Breda (2001), são inversamente proporcionais, onde quanto maior a quantidade de íons menor a resistividade, tratando-se da menor resistência a passagem da corrente elétrica e condutividade alta tratando-se da melhor condução da corrente elétrica. O material iônico dissolvido é referenciado como sólidos totais dissolvidos (STD), assim de maneira geral, a água com maior valor de STD, possuirá alta condutividade e baixa resistividade.

Esses parâmetros indicam concentrações de materiais dissolvidos como íons cálcio e magnésio de origens diversas como lixiviação, uso de reagentes, fertilizantes, gases por exemplo CO₂, etc. As substâncias inorgânicas dissolvidas detêm de carga

negativa (anions) ou carga positiva (cations) e quando infiltrados os eletrodos no curso d'água transmitem corrente elétrica aplicando voltagem nos eletrodos (BREDA 2001).

A resistividade é medida em megohm.cm ($M\Omega.cm$) e a condutividade em microsiemens/cm ($\mu S/cm$), os fatores determinantes para obtenção de seus valores são a temperatura, natureza do material e o tamanho do condutor. Com isso é importante a associação da aferição conjunta aos parâmetros da temperatura, pois ele influencia diretamente na medição. Essas medidas oferecem apenas uma indicação genérica de espécies ionizadas não conseguindo indicar espécies não ionizadas (VILLATE, 2013).

CAPITULO III



3. METODOLOGIAS E PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS

Para dar suporte e auxiliar possíveis indagações a pesquisa em questão, se baseou para isto em algumas etapas de trabalho. A fase inicial se constituiu na escolha da área de estudo, a qual contemplou uma bacia previamente investigada, porém agora com foco na presença de canais artificiais. Em seguida o trabalho buscou atender as três abordagens: gabinete, campo e laboratório.

Na fase de gabinete foi realizado o levantamento bibliográfico sobre a temática, buscando compreender as funcionalidades e tecer reflexões sobre o objeto de estudo, com leituras trabalhos envolvendo canais, assim foram feitas revisões afim de caracterizar os canais artificiais, identificando-os quanto suas formas, aspectos históricos, sociais e sua repercussão na paisagem. Ainda nesta fase, foi realizada a caracterização da área de estudo contando com a confecção de mapas com identificação dos alvos na bacia (Canais Artificiais e Naturais).

Com as bases fundamentadas e caracterização da área de estudo definida, iniciou-se a fase de campo, com o estabelecimento dos pontos amostrais, que visaram englobar a maior parte da bacia estudada e incorporar diferentes morfologias expostas do canal artificial.

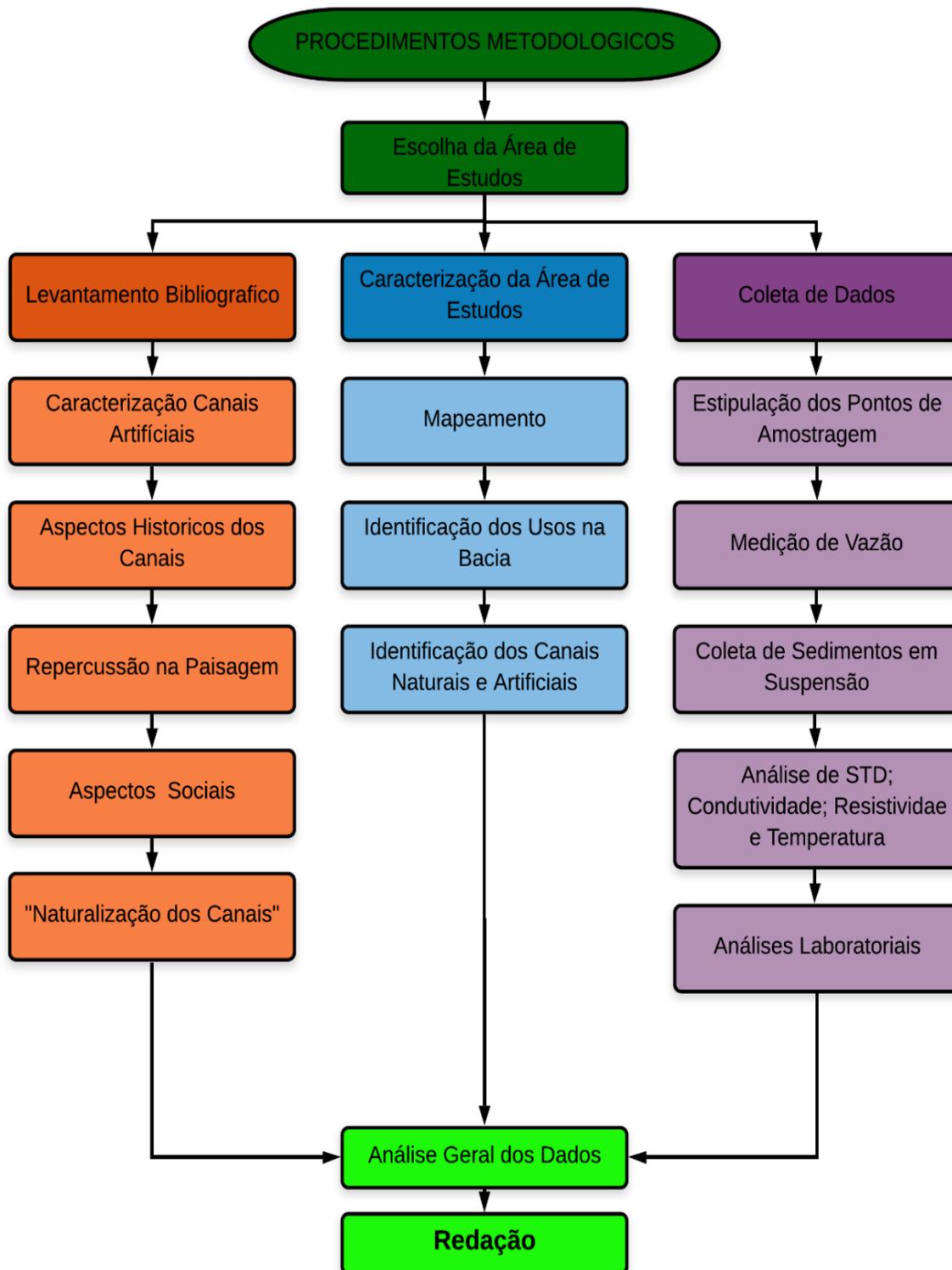
Foram selecionados 10 pontos amostrais de coleta, sendo 1 ponto no canal natural e outros 9 espalhados ao longo do percurso do canal artificial, onde os critérios de seleção dos pontos foram: Um ponto no canal natural para compreender a dinâmica natural nas proximidades da nascente, e os pontos seguinte foram escolhidos de forma a incluir em cada local a existência de uma feição antrópica que alterasse significativamente o funcionamento do canal. A exemplo: barramento, canalização subterrânea do canal, inserção do canal em uma vereda e trecho longo e profundo.

A fase de campo contou com coletas de dados de vazão, sedimentos em suspensão, STD, condutividade, resistividade e temperatura. As coletas e medições envolveram o período de 12 meses, iniciando em agosto de 2019 à julho de 2020, a fim de possibilitar amostragens em dois períodos climáticos distintos da região, abarcando tanto a estação chuvosa (verão), como o período de entre chuvas (inverno), coletando dados mensais assim como visto em Assunção (2013).

A fase laboratorial envolveu as análises das coletas de sedimentos em suspensão, sendo filtradas, secas e pesadas. Sendo assim, o trabalho segue uma proposta metodológica composta por práticas que tem como produto a avaliação dos resultados,

através da conjunção dos dados de campo aliados ao conhecimento bibliográfico efetuado ao longo da pesquisa. Sendo os procedimentos acompanhados no fluxograma (Figura 5).

Figura 5- Fluxograma de atividades da pesquisa



Fonte: Org. Autora

3.1 - Amostragens realizadas em campo –Bacia de estudo

Para compreensão da dinâmica hidrosedimentológica do canal artificial é importante observar sua influência *in situ*. Assim as etapas de campo foram essenciais para coleta de amostras para a obtenção de dados relativos à Carga de Sedimentos em Suspensão (CSS), avaliados juntamente com a vazão para determinar o processo de dinâmica deste material.

As atividades de campo foram fundamentais no trabalho de identificação dos canais artificiais e uso do canal (se de drenagem, dessedentação animal, multifuncionais) (Silva 2018), pois através de análises aéreas (fotografias, imagens de satélite, etc.) são comumente confundidos com curvas de níveis entre outros.

Para facilitar posteriores tratamentos, uma caderneta de campo foi confeccionada, contendo locais para todas as anotações dos parâmetros e observações extras realizadas em campo, como: data, ponto, repetições, espaço para observações, além de uma seção para inserir os dados provenientes das análises das amostras em laboratório (através da filtragem para sedimentos e volumes recolhidos). Sendo a caderneta de campo essencial para melhor organização e auxílio ao longo do trabalho.

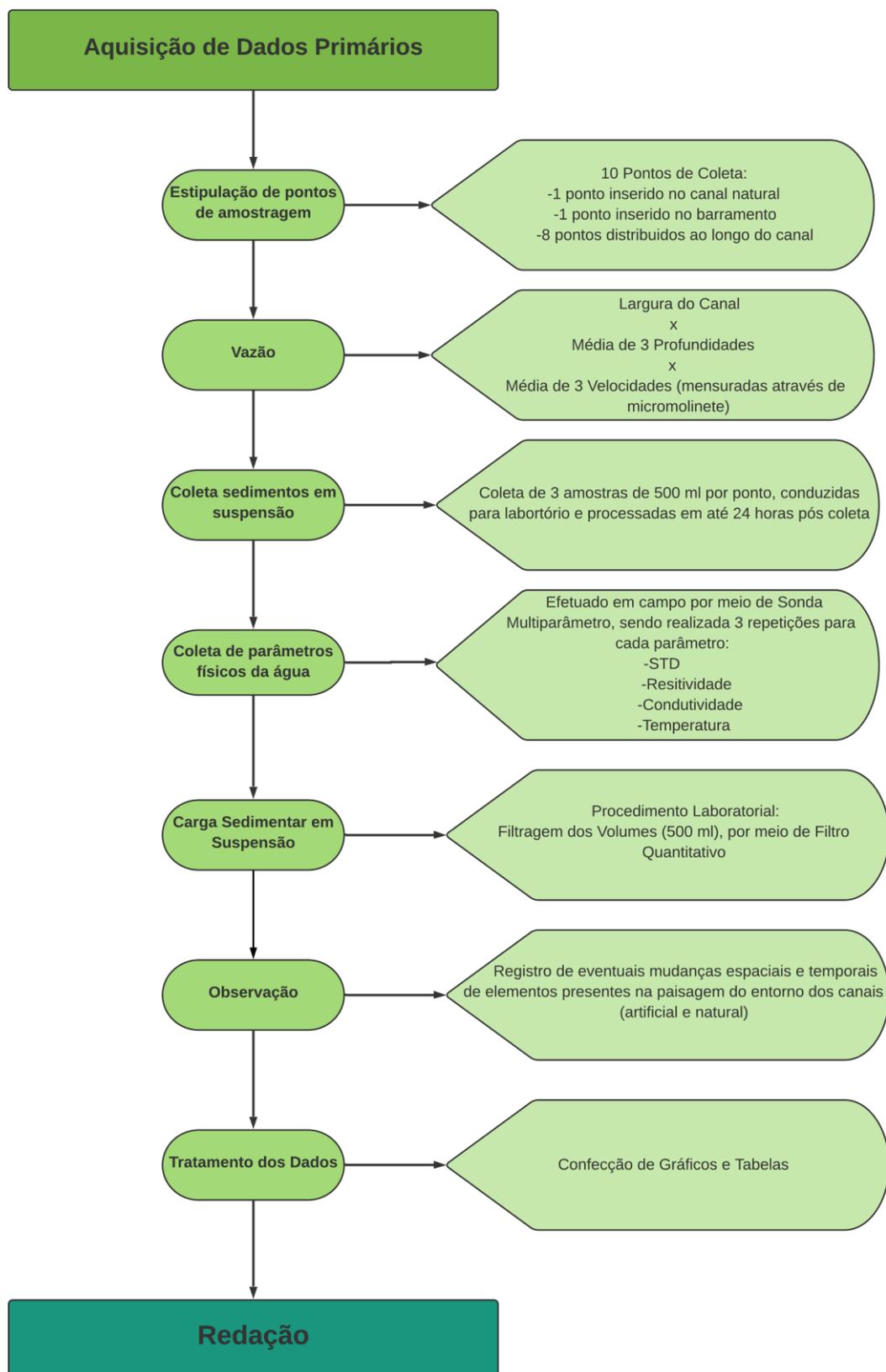
A coleta de dados em campo normalmente obedeceu a mesma hora para cada ponto, entretanto pequenas variações ocorreram, influenciadas pelas condições de acesso, tempo, chuva e equipe de trabalho. A pesquisa assim adotou a análise dos parâmetros físicos no momento de sua coleta (STD, Condutividade e Resistividade), no próprio campo. E o tratamento dos sedimentos efetuado em laboratório no tempo de até 24 horas posteriores, sendo importante seguir esse prazo para não comprometimento das amostras.

As coletas das amostras de sedimentos em suspensão se efetivaram por meio do uso de recipientes com volume de 500 ml, os quais foram analisados em laboratório por meio de filtragem em filtros de papel quantitativo, secos em estufa e posteriormente pesados, como visto nos trabalhos de (COSTA, BARCELOS e RODRIGUES, 2014; SILVA, 2018; CONFESSOR, 2019).

Todos os procedimentos operacionais seguiram as orientações estabelecidos pelo Laboratório de Geomorfologia e Erosão dos Solos (Santos e Rodrigues, 2019), e tratamento de Carvalho (2008); Silva (2018) e em conformidade com CETESB (2011).

Desta forma, as etapas do trabalho são exemplificadas no fluxograma abaixo (Figura 6), onde nele encontra-se as etapas para aquisição de dados que são ao longo do capítulo desenvolvidas.

Figura 6- Fluxograma das etapas de aquisição de dados



Fonte: Org. Autora

3.2 - Pré-campo – Indicações para coleta de amostras e procedimentos

Inicialmente antes de cada partida a campo se torna importante realizar um *checklist* dos materiais necessários para não haver esquecimentos, como indica o Standard Methods for Water and Wastewater, 21 ed. (2005) e as Normas Brasileiras Registradas (NBR) da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 9897 (1987) NBR 9898 (1987), separando-se por categorias: equipamentos, descontaminação, acondicionamento, transporte, entre outros.

Os referenciais também assinalam os frascos mais indicados para a coleta, sendo vidro (V, ou VB) e polietileno (P), os frascos também devem estar limpos e descontaminados após cada coleta, visando evitar interferências em coletas futuras. Outras recomendações como: levar frascos adicionais, para caso de perda ou quebra, evitar tocar na parte interna dos frascos, ou deixá-los expostos a poeira, fumaça etc., também são orientações que foram seguidas.

Além disto, o trabalho também contou com detalhamento através de documentação, fotografia, localização precisa dos pontos e características presentes, além da identificação de cada amostra.

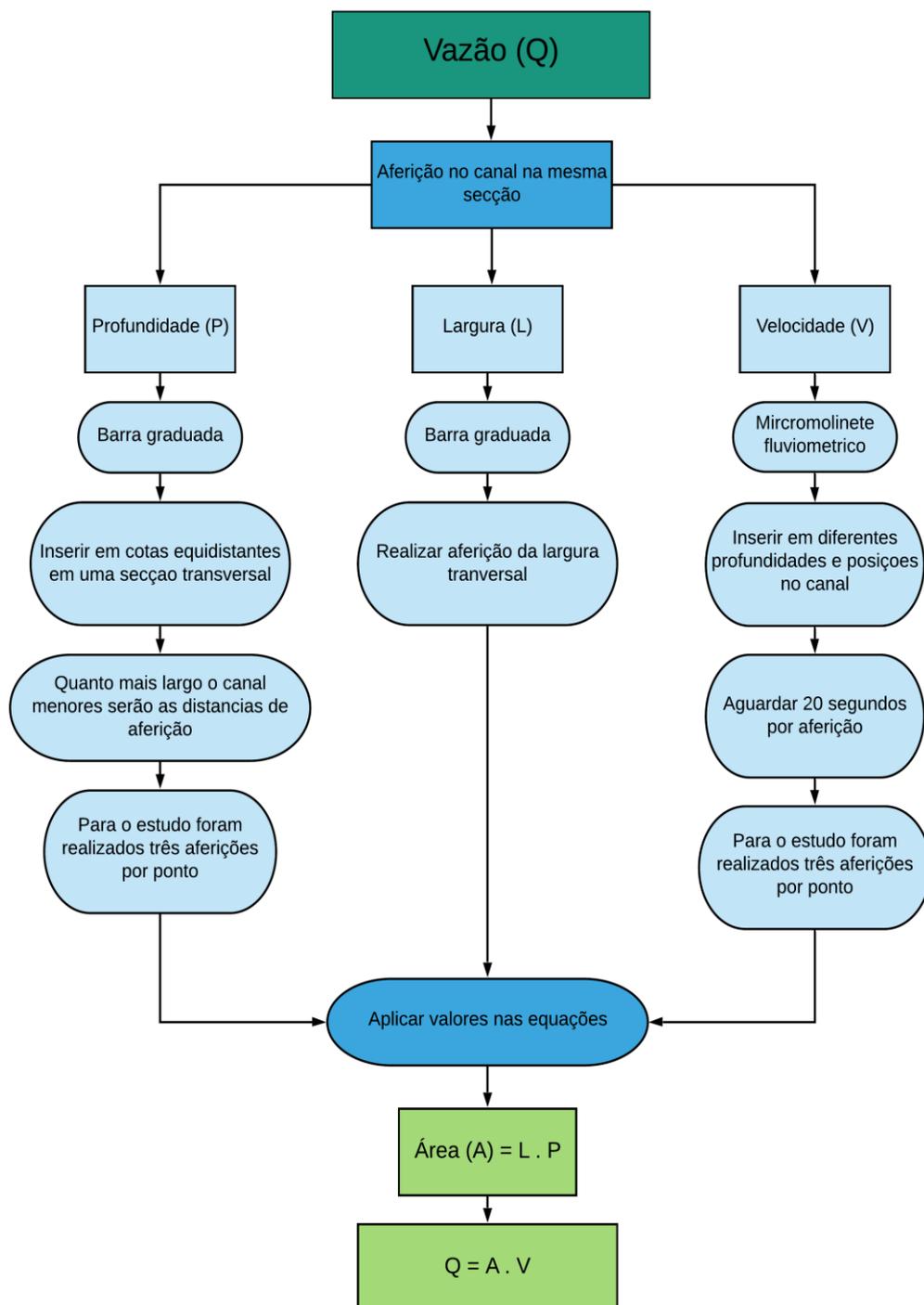
3.3 - Procedimento: Obtenção da Vazão

Para obtenção dos dados de vazão, realizou-se a medição das seções transversais assim como suas profundidades de cada um dos pontos definidos, assim como a velocidade dos fluxos de água presentes, seguindo o fluxograma (Figura 7) sendo posteriormente mais detalhado.

Para a medição da largura e profundidade, foi utilizada uma barra graduada numérica, podendo ser utilizado também a trena, porém como os pontos escolhidos eram estreitos, a barra atendeu a demanda (Figura 8).

Para a obtenção das profundidades foram realizados 3 aferimentos em cada sessão transversal do canal, como visto na Figura 8-B o procedimento é simples, o pesquisador deve inserir a barra graduada verticalmente no canal e anotar as profundidades obtidas. Já para a aquisição da largura, deve ser realizada apenas 1 medição com a régua horizontalmente inserida no canal (Figura 8-A). Quando necessário (canais mais largos) é interessante ter o maior número de averiguações de profundidade em cada sessão.

Figura 7- Fluxograma do procedimento de obtenção de vazão



Fonte: Org. Autora

Figura 8- (A) Processo de obtenção de largura nos canais artificiais (B) Processo de obtenção de profundidades



Fonte: Org. Autora

As medições de vazão seguiram orientações obtidas no Manual de Amostragens da CETESB (2011), onde encontra-se as seguintes recomendações para sua realização: Seções de medição em trechos mais retilíneos; Regularidade quanto sua forma; Retirada de obstáculos nos fluxos; Medições longe de barramentos, manilhas, pontilhões e por fim evitar zonas estagnadas;

De modo geral, no caso dos canais observamos uma menor velocidade de vazão, sendo que em alguns pontos não encontramos valores de vazão, principalmente na estação de entre chuvas. Assim as recomendações foram seguidas nos pontos possíveis, e em outros trechos as medições foram realizadas considerando manilhas, pois o canal não apresentava condições de leitura (fluxo de água muito lento, devido ao pequeno volume de água correndo em uma seção larga e profunda), como visto na Figura 9, sendo necessário adaptações.

Em cursos fluviais de pequeno porte com profundidades inferiores a 1 metro (caso de estudo) o procedimento demandou poucos equipamentos, como uso de micromolinete, haste graduada de fixação, e trena graduada como exposto também nos estudos de Silva (2018) e seguiu orientações do Manual de Amostragens da CETESB (2011).

Figura 9- Medição de vazão em pontos com presença de canalizações



Fonte: Autora

Para aferimento da velocidade, foi utilizado o micromolinete fluviométrico (Global Water BC 1200 - haste graduada) (Figura 10) onde realiza-se a fixação do mesmo na seção molhada sem contato com a superfície durante 20 segundos, seguindo as 3 repetições para conseguir a média do fluxo em m/s, sendo nas bordas e centro do canal (Figura 11).

Os dados adquiridos com o micromolinete foram posteriormente aplicados para obter-se a vazão na equação:

$$(1) Q = V \times A$$

(2)

Onde:

Q é a vazão (m³/s),

V é velocidade (m/s) e

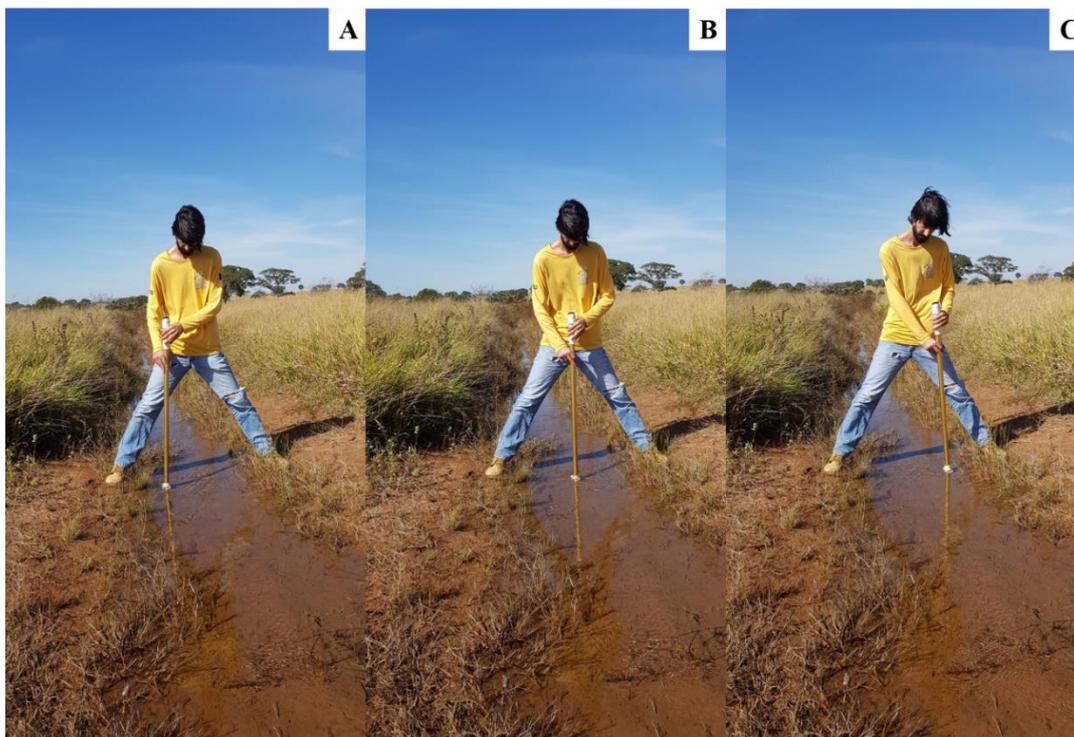
A é a área da seção molhada (m²).

Figura 10- Micromolinete fluviométrico (Global Water BC 1200 - haste graduada) utilizado para aquisição das velocidades dos fluxos



Fonte: Org. Autora

Figura 11- Representação da técnica para mensuração da vazão com três repetições

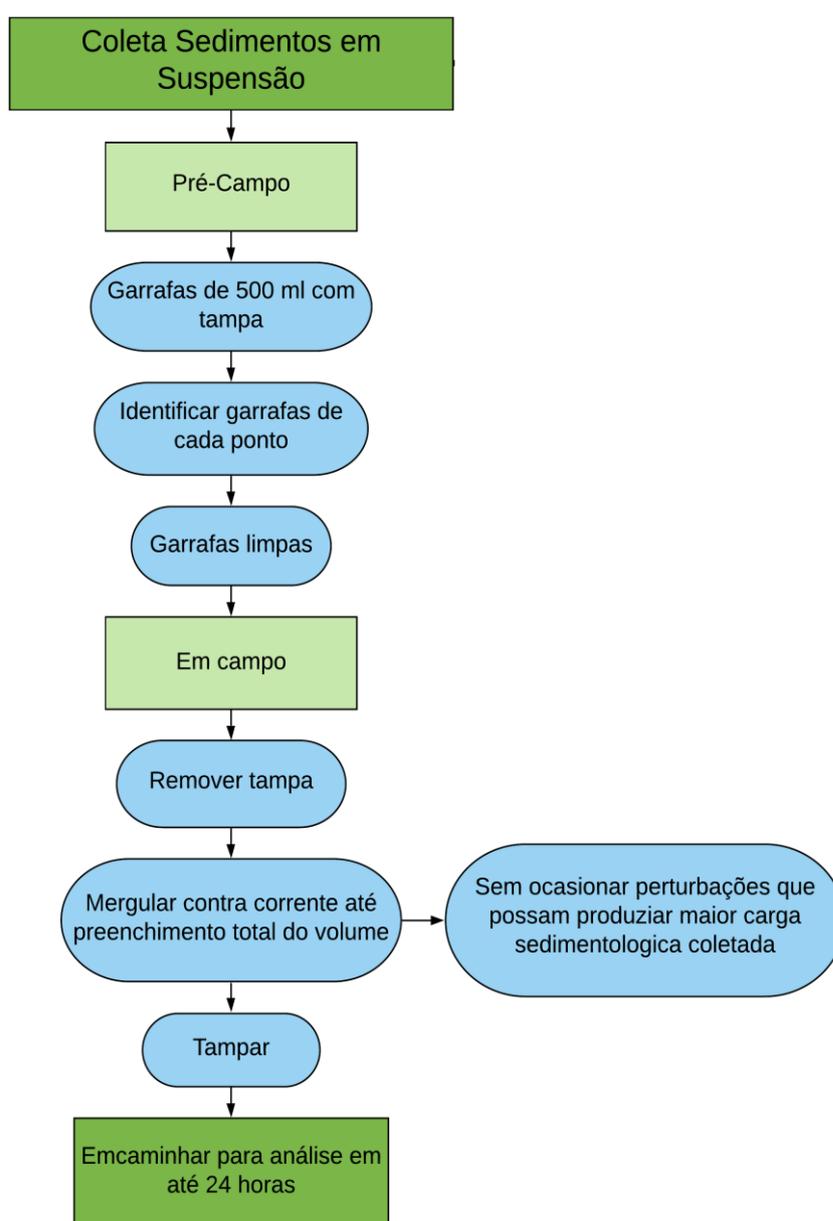


Fonte: Org. Autora

3.4 - Procedimento: Coleta Sedimentos em Suspensão

A coleta de água foi realizada utilizando-se de frascos plásticos com volume conhecido (500ml) (Figura 13), sendo recolhidas três amostras em cada ponto conforme metodologia estabelecida por Carvalho (2008), Silva *et al.* (2017), referências suplementares de Standard Methods for Water and Wastewater, 21 ed. (2005) e Normas Brasileiras Registradas (NBR) da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 9897 (1987) NBR 9898 (1987), seguindo a ordem do fluxograma abaixo:

Figura 12- Fluxograma coleta de sedimentos em suspensão



Fonte: Autora

Figura 13- Recipientes de coleta para amostragem de sedimentos enumerados de acordo com cada ponto (3 amostras por ponto)



Fonte: Autora

Assim, a aquisição de amostras no canal foi realizada por meio do uso de um recipiente plástico inserido no canal de forma horizontal, visando evitar a produção de distúrbios com capacidade de agitar o leito do canal, e por consequência produzir a suspensão de partículas, evitando a contaminação da amostra (Figura 14).

Figura 14- Representação do método de coleta das alíquotas nos canais



Fonte: Autora

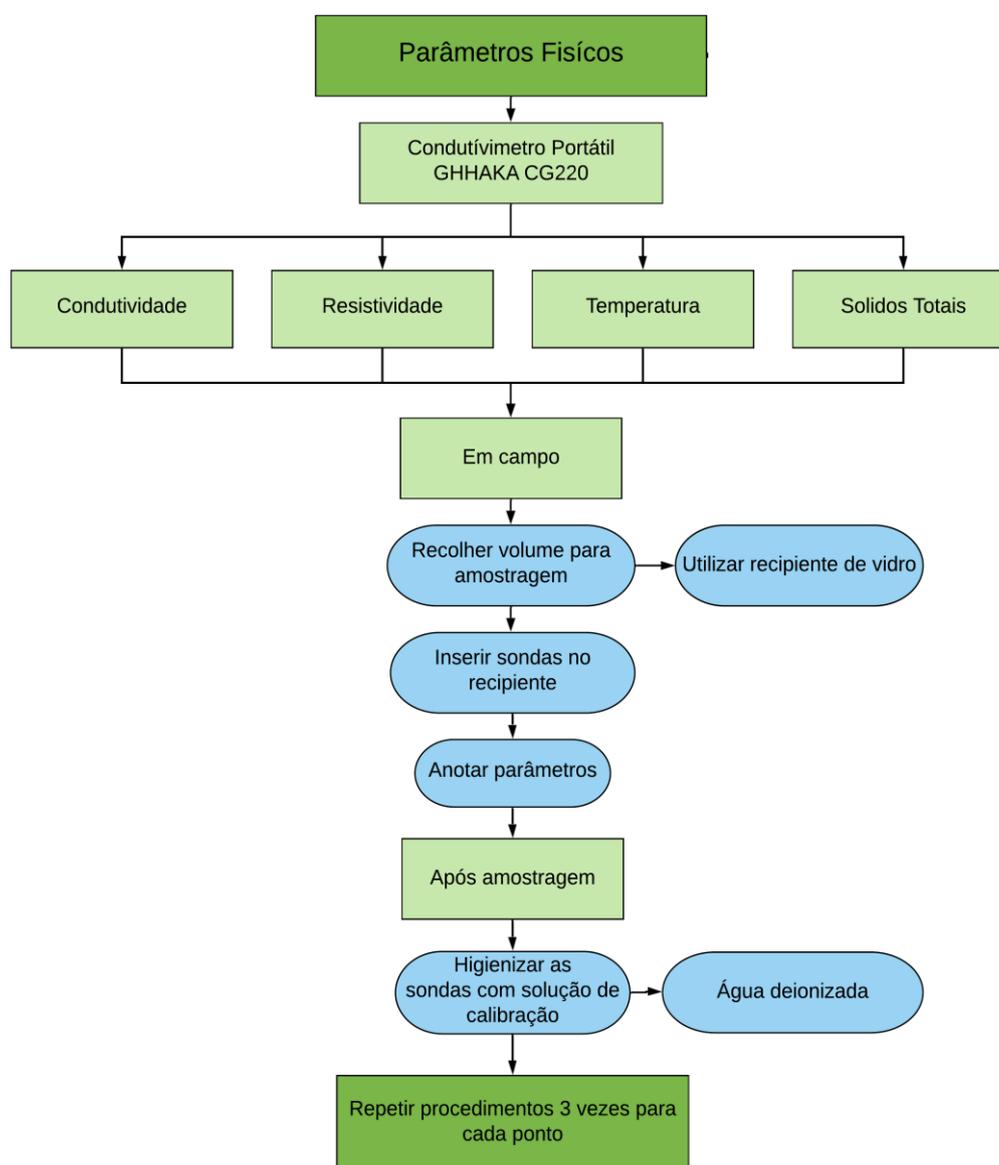
Os recipientes levados a campo eram previamente etiquetados para cada ponto e posteriormente armazenados. As garrafas coletadas em campo foram conservadas e

conduzidas ao laboratório para realização do processo de filtragem no tempo máximo de 24 horas pós coleta.

3.5 - Procedimento: Parâmetros físicos

Os parâmetros analisados foram realizados através do Condutímetro Portátil GEHAKA CG-220 (Figura 16) sendo eles: Condutividade, Resistividade, Sólidos Totais e Temperatura da água. O procedimento foi realizado em campo como já destacado, seguindo as etapas descritas no fluxograma (Figura 15).

Figura 15- Fluxograma obtenção dos parâmetros físicos



Fonte: Autora

Onde:

1. Em vasilhame adequado recolhe-se o volume de água no canal para inserção da sonda de temperatura e eletrodo de condutividade (Figura 17);
2. Em todas as repetições higieniza-se as sondas a fim da obtenção de uma maior confiabilidade dos dados, além de zerar as sondas de leitura após cada medição (CETESB, 2011);
3. Importante levar o “branco” (que refere-se a água deionizada sem interferências para lavagem das sondas em uso, obtidas no Laboratório de Geomorfologia e Erosão dos solos e levadas a campo);
4. Para acuidade estatística foram feitas três repetições por ponto, ao final é feita as anotações na ficha de campo.

Figura 16- Condutímetro Portátil GEHAKA CG-220 utilizado em campo para aquisição dos parâmetros físicos



Fonte: Autora

Figura 17- Medição dos parâmetros físicos realizada em campo com uso de Condutivímetro



Necessário que a haste do sensor esteja suspensa. Fonte: Org. Autora

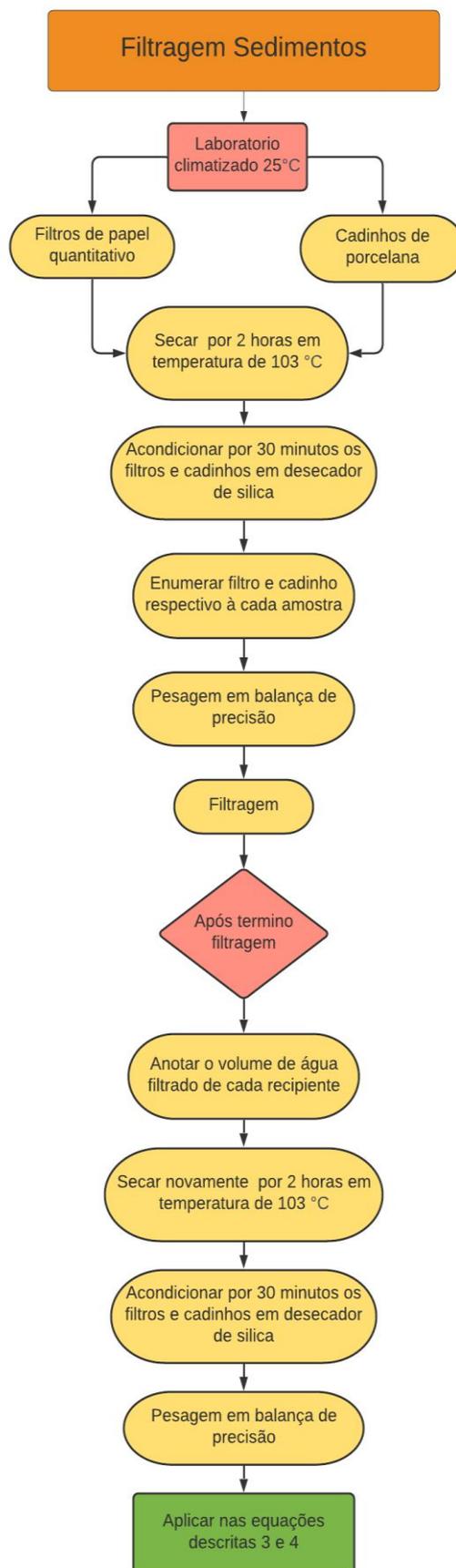
3.6 - Tratamento laboratorial

A fase de campo desta pesquisa foi essencial, pois nela realizou-se grande parte das etapas que visaram a aquisição de dados primários. As amostras coletadas foram tratadas em ambiente laboratorial, com realização de filtragem, secagem, pesagem e execução de tratamentos estatísticos.

Como os parâmetros físicos (condutividade, resistividade e STD), indicadores de vazão, profundidade, velocidade e larguras foram obtidos em campo, para a fase laboratorial realizou-se o tratamento das amostras recolhidas em campo para sedimentos em suspensão no prazo de até 24h.

Todos os procedimentos seguiram as recomendações do Procedimento operacional para o Laboratório de Geomorfologia e Erosão dos solos (Santos e Rodrigues, 2019), tratamento de Carvalho (2008), CETESB (2011) e estudos de Silva, 2018; Rodrigues, 2011 e Costa et al, 2013, seguindo a disposição do fluxograma abaixo:

Figura 18- Fluxograma etapas de Filtragem



Fonte: Autora

3.6.1 - Procedimento: Filtragem

O processo consiste na filtragem do conteúdo das amostras recolhidas em campo. Para separação dos sedimentos presentes na água, utilizou-se de filtros de malha fina e passagem lenta, como visto nos trabalhos de (COSTA, BARCELOS e RODRIGUES, 2014; CONFESSOR, 2019). Para a filtragem foi usado o papel filtro quantitativo UNIFIL – Faixa Preta (Figura 19).

Os papéis de filtro são feitos com altos índices de celulose e constantemente usados em laboratórios para fins de filtragem e separação de elementos pouco solúveis, densos ou insolúveis, existindo o papel quantitativo e qualitativo. Os quantitativos são feitos com 100% de fios de algodão e são usados nas análises gravimétrica e química quantitativa, e possuem classificação de acordo com a velocidade de filtração. O papel filtro quantitativo faixa preta possui uma velocidade mais rápida por possuir poros mais abertos sendo assim mais indicados para filtração de partículas mais densas.

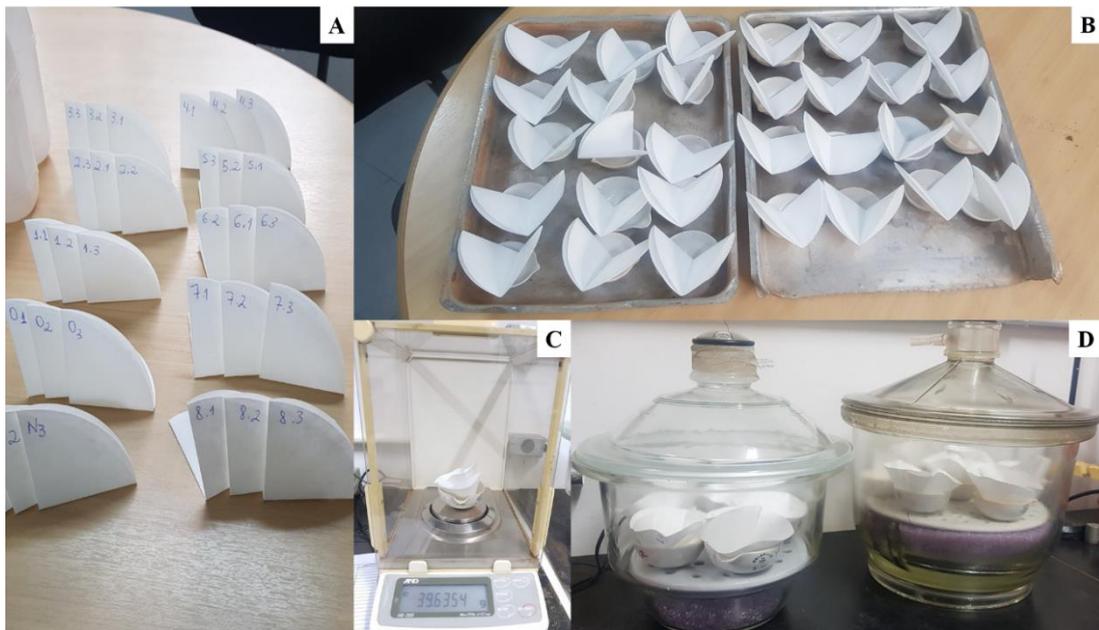
Figura 19- Papel filtro utilizado no procedimento de filtragem



Fonte: Autora

Previamente os filtros foram enumerados de acordo com à cada ponto amostral de coleta (Figura 20-A), em seguida destinados aos cadinhos (Figura 20-B). Os filtros juntamente aos cadinhos de porcelana foram secos em estufa com temperatura de 103^oC durante 2 horas, em seguida colocados em dessecadores de sílica por meia hora até seu resfriamento, para posterior pesagem em balança de precisão AND, HR-200, sendo todo procedimento realizado em temperatura ambiente de 25^oC (Figura 20-C e D) de acordo com Santos e Rodrigues, (2019).

Figura 20- (A) Filtros enumerados de acordo com os pontos (B) Disposição dos filtros nos cadinhos de porcelana (C) Balança de precisão (D) Dessecador de sílica



Fonte: Org. Autora

Após a obtenção do peso de todos os cadinhos com seus respectivos filtros, as amostras foram filtradas com auxílio de funis e provetas, como visto na Figura 21-A e 22-A. Em seguida os filtros foram devolvidos aos cadinhos e secos novamente em estufa (Figura 21-C) agora com o conteúdo em análise, repetindo o processo inicial por mais 2 horas a temperatura de 103^oC.

A diferença entre a pesagem inicial com a final, resulta na quantidade em gramas dos sedimentos em suspensão coletados, sendo sua concentração convertida em relação à litros, dada em g/l por meio da equação abaixo:

$$(3) \text{ Pi} - \text{Pf} / \text{volume}$$

Onde: Pi (peso inicial) - Pf (peso final) é dividido pelo V (volume)

A quantidade dos sedimentos suspensos indica a quantidade do material transportado por volume de água (SILVA, 2018), os valores permitem a comparação de cada ponto amostral. Já a carga transportada indica a quantidade dos sedimentos no ponto por tempo, através da equação:

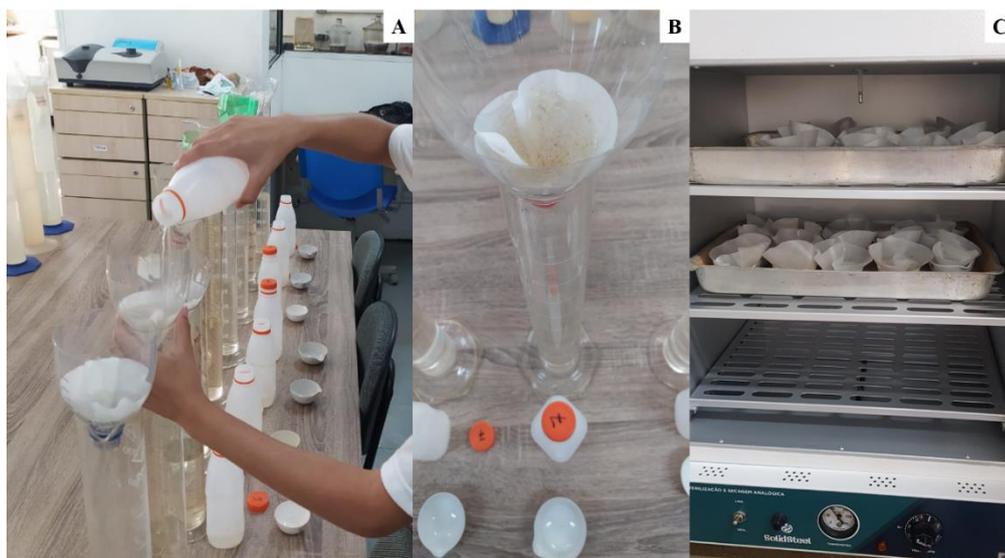
$$(4) \text{ ST} = \text{S} \times \text{V}$$

Onde ST= Sedimentos transportados na seção

S= Sedimentos filtrados gramas/litro

V= Vazão (litros/hora)

Figura 21- (A) Procedimento de filtragem de alíquotas colhidas em campo (B) Processo de filtragem até completa absorção (D) Filtros em estufa para secagem



Fonte: Org. Autora

Figura 22- (A) Disposição de provetas e funis para procedimento de filtragem (B) Filtros úmidos após processo de filtragem (C) Filtros com sedimentos após secagem



Fonte: Org. Autora

Por fim, durante todas as coletas a observação do ambiente do entorno do canal também foi realizada, visando compreender eventuais mudanças ao longo do tempo. Por se tratar de um trabalho que estuda as repercussões desses canais no ambiente natural, atentou-se também à observação da fauna e flora presente, usos empregados da água e aspectos sociais, todos levantados através de registros fotográficos.

CAPÍTULO IV



4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As bacias hidrográficas são sistemas privilegiados no estudo dos comportamentos hidrossedimentares, apesar dessa condição as intervenções humanas também devem ser consideradas uma vez que podem impactar nas direções dos fluxos, colaborando na retenção ou deslocamento de sedimentos.

Os estudos hidrossedimentares envolvem quantificação, transporte, distribuição e depósito de sedimentos no sistema de drenagem, esses estudos apresentam mudanças hidrogeomorfológicas (MOSLEY; LARONNE, 1982; WALLING; WEBB, 1996) nos caminhos da água (ANTONIE, JAVAUX e BIELDERS, 2009) e nas conectividades entre vertente e fundo de vale (MUELLER *et al*, 2007).

Para compreender a dinâmica do funcionamento do canal artificial, é necessário compreender alguns aspectos da bacia hidrográfica que o mesmo se insere, deste modo, neste tópico são realizadas discussões sobre os dados obtidos de forma a entender o dinamismo do canal artificial frente aos sedimentos, vazões e suas relações, permitindo além do conhecimento próprio do canal artificial do estudo uma comparação ao ambiente natural.

Os canais artificiais da área de estudo são pequenos condutos construídos de terra, apresentando também em alguns trechos concretização e canalização. Suas derivações advêm da captação de água dos barramentos realizados nos cursos naturais e são predominantemente destinados a dessedentação animal.

Como as mudanças que essas estruturas promovem nas dinâmicas hidrológicas das bacias ainda são pouco conhecidas, neste tópico resultados e discussões buscou-se avaliar essas repercussões sobre as vazões e sedimentos, através de um estudo de cenários hidrogeomorfológicos, confrontando com as variáveis obtidas em campo.

Os resultados foram estruturados inicialmente apresentando a área de estudo com suas caracterizações físicas incluindo os usos da terra da bacia. Em seguida é feita uma discussão sobre as derivações dos canais artificiais apontando também as localizações dos pontos amostrais e os pretextos de suas seleções.

Após essas discussões é realizada uma análise dos cenários mensais de cada ponto coletado permitindo investigar os fatores que influenciam os pontos bem como suas influencias ao meio, algumas comparações também são postas de forma a revelar as intercomunicações entre os mesmos, essas comparações também são averiguadas na análise de todos os pontos conjuntamente, nesta, observou que o canal artificial teve

comportamento discrepante a partir de certo ponto indicando a presença de dois canais e não apenas um como a ideia inicial pela presença dos barramentos.

Para uma apuração mais geral buscou-se também a compreensão do canal artificial como único onde foi possível ter uma visão anual de seu comportamento integrado ao longo dos meses, e pôr fim a análise de todos os canais (Canal artificial 1, Canal artificial 2 e Canal natural), na qual apontou variações entre os mesmos.

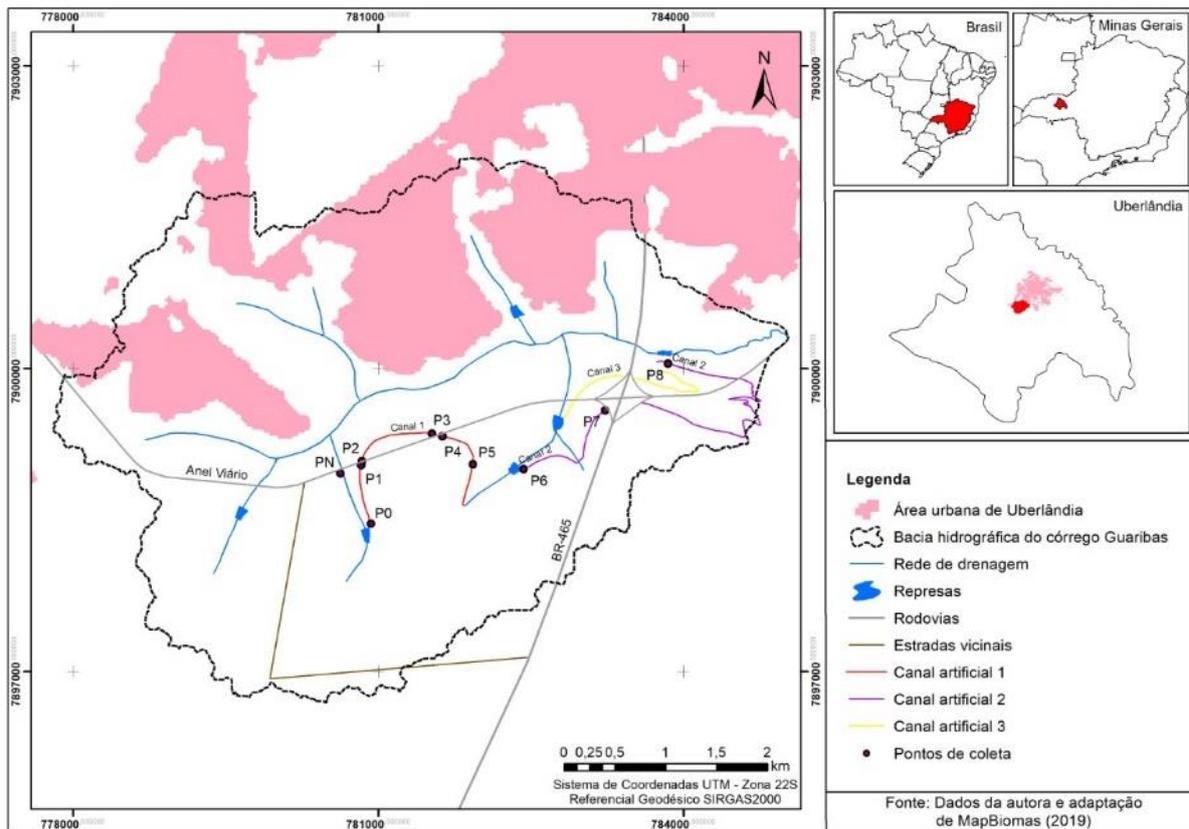
As tabelas e gráficos foram analisados em diversas frentes incluindo os meses, os pontos e os parâmetros, ou seja, a avaliação do comportamento ao longo do tempo, uma análise dos pontos amostrais expondo como os mesmos funcionaram ao longo do ano, a demonstração do que é considerado normal e anômalo no canal e nos pontos e comparações para observar suas correlações e suas respostas.

4.1 Área de estudo

O presente estudo foi conduzido na Bacia Hidrográfica do Córrego Guaribas que se localiza na região sudoeste do município de Uberlândia – MG, entre as coordenadas UTM 778000 -785000 mE e 7897000 – 7902000 mN, com área de 20,64 km², afluente da margem esquerda do rio Uberabinha (Mapa 1). Esta bacia se incorpora do ponto de vista oficial tanto dentro do setor urbano e como do setor rural, área já estudada por Oliveira (2009), que identificou quadros de extensa atividade agrícola na área rural e expansão urbana alcançando áreas da bacia. O córrego possui ao todo em sua extensão, dez nascentes, três delas estão no perímetro urbano e sete na zona rural do município.

A escolha do canal artificial presente neste estudo se deu pelo mesmo apresentar ao longo de sua extensão diferentes configurações em sua morfologia, sendo conduzido sob diferentes formas, possuindo trechos de calha aberta e dutos fechados, além de ser renaturalizado em outra vereda, e novamente artificializado.

Mapa 1: Localização da área de estudo com pontos amostrais



4.2 - Caracterização física

4.2.1 - Formações geológicas

Segundo Nishiyama (1989), o Triângulo Mineiro encontra-se inserido na porção nordeste da Bacia Sedimentar do Paraná. Suas bases geológicas são os basaltos da formação Serra Geral do Grupo São Bento e rochas do Grupo Araxá que são constituídas por: quartzitos, xistos e gnaisses, podendo ser observados afloramento nos vales dos rios Uberabinha e Araguari.

O substrato rochoso da Bacia Hidrográfica do Córrego Guaribas é composto segundo Oliveira (2009), em sua maioria por rochas da Formação Marília, correspondendo aos locais dos pontos amostrais do estudo, apresentando ainda rochas da Formação Serra Geral que afloram no fundo de vale e Formações Holocênicas em depósitos fluviais (Tabela 1).

Tabela 1- Distribuição das unidades geológicas da área de estudo

Unidade Geológica	Área (Km²)	%
Formação Marília	17,77	86,1
Formação Serra Geral	2,00	9,69
Formações Holocênicas	0,87	4,21
Total	20,64	100

Fonte: Oliveira, 2008

Org: Autora, 2020

Os locais onde estão inseridos os canais artificiais se encontram especificamente na Formação Marília. A formação Marília predominante na área é constituída por camadas espessas de arenitos e conglomerados dispostos sob níveis carbonáticos e feldspatos (RADAMBRASIL, 1983). Subdivididos em dois subgrupos: Ponte Alta (caracterizado por depósitos de calcário) e Serra da Galga (caracterizado por sedimentos arenosos) (NISHIYAMA, 1989).

4.2.2 - Materiais superficiais

De acordo com Rosa e Ferreira (2018), os solos de maior concentração da região correspondem aos Latossolos, entretanto também são encontrados Argissolos, Cambissolos, Neossolos, Nitossolos, Gleissolos e Organossolos, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos da EMBRAPA (1997).

Para a reconhecimento dos solos da bacia adotou-se a denominação “Formações Superficiais” de Nishiyama (1998). Na bacia do Córrego Guaribas, bem como nos pontos analisados, ocorrem materiais inconsolidados residuais e retrabalhados sendo a maior parte residuais da Formação Marília, com textura areno-argilosa e com coloração de diferentes nuances vermelhados (Tabela 2). Aflorando ainda pontualmente em alguns pontos da bacia a laterita (OLIVEIRA, 2008).

Já os residuais presentes da Formação Serra Geral apresentaram textura argilo-siltosa de cor vermelho- escura, ocre-amarelada e arroxeadada. Sendo encontrados também fragmentos de basalto arredondados em alto estado de decomposição (OLIVEIRA, 2009).

Tabela 2- Distribuição das formações superficiais da área de estudo

Origem	Formação superficial	Área (Km2)	%
Materiais inconsolidados residuais	Residuais Formação Marília	17,77	86,1
	Residuais Formação Serra Geral	0,34	1,65
Materiais inconsolidados retrabalhados	Colúvio Marília e Serra Geral	0,53	2,56
	Hidromórficos	2,00	9,69
	Total	20,64	100

Fonte: Oliveira, 2009
Org. Autora, 2020

4.2.3 - Relevo

Segundo Ab'Saber (1971 e 2003) a Mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba está inserida no Domínio dos Chapadões Tropicais do Brasil Central, onde a partir da perspectiva dos Domínios Morfoclimáticos, esta região naturalmente pertence ao domínio dos chapadões, recobertos por cerrados e penetrados por florestas-galeria, fato totalmente já alterado a partir da ocupação antrópica.

As formas de relevo decorrentes da ação dos processos geomorfológicos sobre as rochas da Formação Marília são caracterizadas pela presença de topos planos e bordas abruptas que permanece devido a cimentação da rocha, apresentando também elevações residuais.

Na região do Triângulo Mineiro segundo Baccaro *et al*, 2001 destaca-se as unidades morfoestruturais Complexo Granito- Gnáissico e Metassedimentar, Bacia Sedimentar do Paraná e Planícies Fluviais Cenozóicas que compreende o 1º nível taxonômico e Planalto Dissecado do Paranaíba que corresponde ao 2º nível taxonômico:

- A unidade morfoestrutural Complexo Granito- Gnáissico e Metassedimentar abrange a região nordeste do Triângulo, no vale do Rio Paranaíba composto pelas rochas metassedimentares micaxistos do Grupo Araxá;
- A unidade morfoestrutural Bacia Sedimentar do Paraná possui maior ocorrência na região do Triangulo, sendo a sobreposição de três grandes

bacias e apresenta litologia de rochas sedimentares, vulcânicas e presença da Formação Marília;

- A unidade morfoestrutural Planícies Fluviais Cenozoicas corresponde aos depósitos cenozoicos fluviais e estão presentes nas margens de alguns rios da região, com litologia constituída do Grupo Araxá e Formação Serra Geral;
- A unidade morfoestrutural Planalto Dissecado do Paranaíba abrange áreas do vale do Rio Paranaíba com litologia de rochas sedimentares do Grupo Araxá e Complexo Goiano.

De acordo com Oliveira (2009), a declividade da bacia do córrego Guaribas possui áreas de relevo plano ou quase plano, apresentando baixo escoamento superficial, além da presença de relevos suave ondulados, interflúvios aplainados e vertentes com vales abertos (Tabela 3).

Tabela 3- Declividade área de estudo

Classes	Área (Km²)	%
< 3%	16,9	81,88
3 a 8%	3,60	17,44
8 a 12%	0,08	0,39
12 a 20%	0,04	0,19
> 20%	0,02	0,10
Total	20,64	100

Fonte: Oliveira, 2008

Org: Autora, 2020

Como observa-se na tabela 2, a classe <3% apresenta predominância (relevo plano) ocupando a maior parte da bacia (81,88%), sendo presente também na maioria dos locais onde se encontra os canais artificiais. No entanto entre o ponto 7 e 8 apresenta maiores declividades, e próximo ao ponto 8 encontra-se uma cachoeira.

De 3 a 8% são áreas de relevo suave ondulado, de 8 a 12% relevo medianamente ondulado, nessas áreas o escoamento superficial é mais rápido que nas áreas planas. De 12 a 20% relevo ondulado dissecado e maior que 20% relevo fortemente ondulado.

A vegetação do Cerrado natural foi sendo assim substituída por áreas de pastagem no local, sendo facilitado pela declividade com característica plana e suave ondulada. Essa condição de relevo plano colabora com os usos instituídos na região.

4.2.4 - Clima

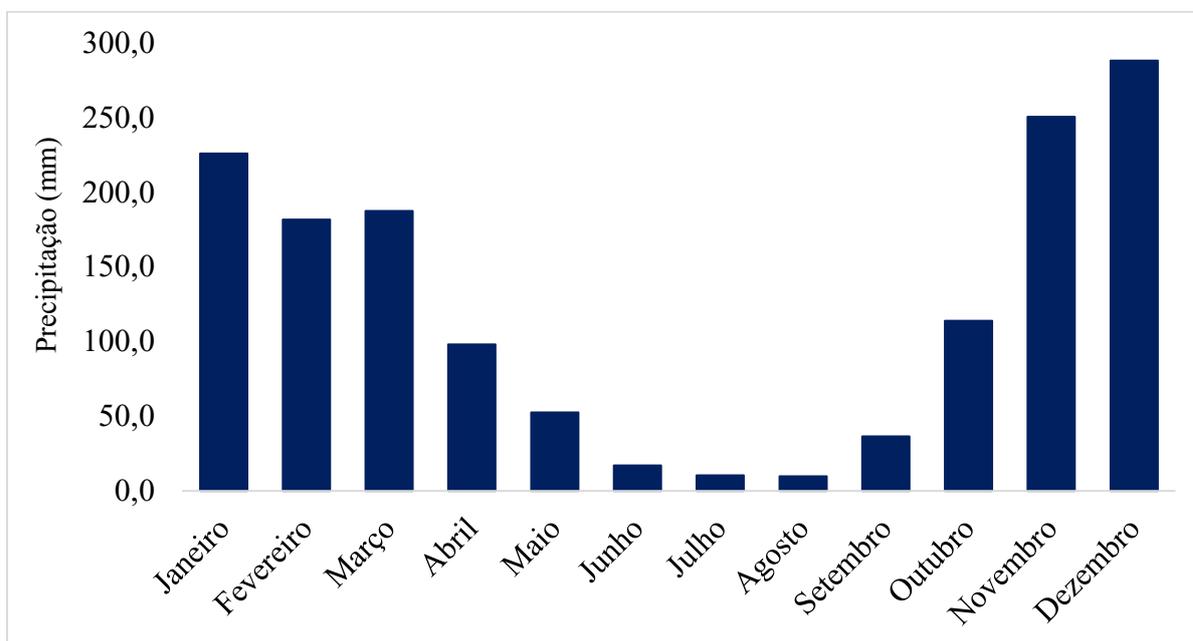
Segundo a classificação de Köppen, o clima do município de Uberlândia é do tipo Aw, clima savana, onde o “A” indica clima tropical e chuvoso e “w” chuvas concentradas no verão, com temperatura média de 22,6 °C e gradiente mensal do mais quente para o mês mais frio de 4,3° C, apresentando assim duas estações bem definidas, verão quente e úmido que vai de setembro a abril com valores médios superiores a 23°C e inverno seco que se estende de maio a agosto com temperaturas médias de 19 °C, possuindo assim duas estações bem definidas, com precipitação média de 1500 mm/ano (NOVAIS, 2011; PETRUCCI, 2018; LEITE, 2019).

O clima da região de Uberlândia por se encontrar na divisão das latitudes baixas entre 18°C e 20°C sul, é atingido pelas massas de ar (Equatorial, Tropical e Polar) sofrendo também influências das Zonas de Convergência Atlântico Sul, onde seus descolamentos afetam as variações sazonais (seco e úmido) e são responsáveis pelas ocorrências de chuvas intensas e prolongadas, assim predominando o clima do município como Tropical semi-úmido ou Tropical alternadamente úmido-seco. (SILVA, 2018; SILVA, 2010; SILVA e ASSUNÇÃO, 2004; CARRIJO e BACCARO 2000)

De acordo com os registros meteorológicos provenientes do Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Uberlândia, observa-se a precipitação média dos últimos 10 anos no Climograma (Gráfico 1), no qual nos meses de novembro e dezembro ocorreram os maiores índices de precipitação.

O período de chuvas de acordo com Mendes (2011) vai do final de setembro com aumento nos meses de janeiro, fevereiro e março, diminuindo assim em abril. A estação de seca encontra os meses de inverno onde as massas de ar isenta de umidade a encontra. O clima afeta diretamente a vegetação, nos meses chuvosos observa-se uma gramínea mais esverdeada e no período seco uma gramínea mais amarelada.

Gráfico 1- Climograma da distribuição de chuvas ao longo do ano (Estação posicionada na Universidade Federal de Uberlândia – Campus Santa Monica – Valores médios de 2009- 2019)



Fonte: Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Uberlândia. Org: Silva, L.L. 2020

4.2.5 -Uso e ocupação

O uso e ocupação da Bacia do Córrego Guaribas está em constantes modificações, a região se constitui em uma área de ocupação urbana em crescimento. No ano de 2007 foi construído o loteamento Jardim das Palmeiras II, e desde então a bacia vem passando por inúmeras intervenções de natureza antrópica, mais recentemente foi construído em suas expansões o loteamento do bairro Monte Hebron. Além da criação de novos loteamentos, os bairros já estabelecidos também estão em contínuo crescimento.

A região de forma geral se ocupa em sua maior parte pela pecuária extensiva, para criação de animais (bovinos e equinos) onde a vegetação natural foi sendo substituída por pastagem de gramíneas (*brachiaria*) como pode ser visto no mapa de uso e ocupação (Mapa 2) e Figura 23.

Desta forma, observa-se no mapa o predomínio das atividades antrópicas na região, sendo lideradas pela pastagem (64,53%) seguido da ocupação urbana (22,55%) nota-se também algumas áreas de lavouras temporárias (1,73%) bem como áreas de

vegetação. O aumento da ocupação urbana e extensas áreas para a pecuária é responsável pela diminuição de áreas de Cerrado que nos anos anteriores eram bem maiores na bacia de estudo como apontou Oliveira, 2009.

Mapa 2: Cobertura e uso da terra na Bacia do Córrego Guaribas

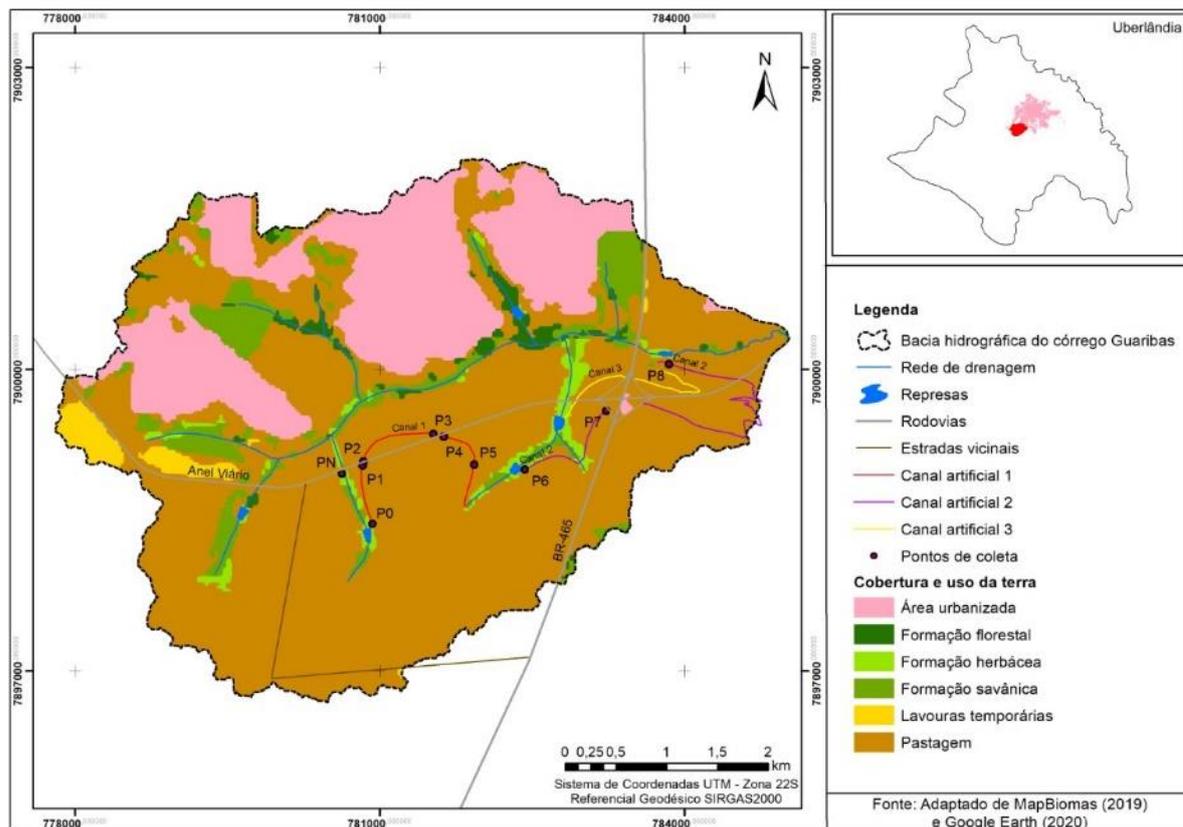


Tabela 4: Cálculo de áreas ocupação da bacia

Classe de cobertura e uso da terra	Área	Percentual
Área urbanizada	5,46 km ²	22,55
Formação florestal	0,42 km ²	1,73
Formação herbácea	0,53 km ²	2,19
Formação savânica	1,76 km ²	7,27
Lavouras temporárias	0,42 km ²	1,73
Pastagem	15,63 km ²	64,53
Total	24,22 km²	100%

Fonte: Autora

Figura 23: Paisagem característica da área de estudo



Ao fundo observa-se o loteamento do bairro pequis com os traçados de sua expansão, ao meio veredas e em seu entorno pastagens para pecuária, ocupando a maior parte da bacia atualmente.

Fonte: Autora

O uso da terra na região se insere em extensas pastagens, com presença pontual de vegetação de maior porte. A Figura 24 representa alguns desses usos, podendo ser observada as diferentes configurações de vegetação presente nos locais de estudo. A rede de drenagem também foi modificada, sendo possível constatar a presença de represas e canais artificiais.

Figura 24: Alguns usos e ocupação da terra na área de estudo



(A) Área de vereda (B) Barramento (C) Presença de gramíneas para pastagens, inseridas em extensos campos planos e suaves com a presença de gado (D) Canal artificial. Fonte: Org. Autora

4.3 Origem do canal artificial

4.3.1 Derivação

Os canais artificiais da área de estudo têm origem em barramentos efetivados em áreas de veredas inseridas na Bacia do Córrego Guaribas. As veredas são formações fitogeográficas cercadas pelo cerrado, ocorrem geralmente em áreas de nascentes (Ribeiro & Walter 1998), e são caracterizadas por solos hidromórficos onde há predomínio da palmeira *Mauritia flexuosa* L.f. (buriti). De acordo com Castro (1980), as veredas têm grande relevância no equilíbrio dinâmico geocológico da paisagem. Além de ser ambiente de abrigo para fauna e flora, também é fonte perene de água aos corpos hídricos da região.

Ferreira e Troppmair (2004) demonstram não só significado ecológico, mas também fundamental papel socioeconômico e estético-paisagístico das veredas. São importantes refúgios fauno-florísticos colaborando para a continuação das fisionomias do cerrado e foram caracterizadas nos estudos de Ferreira, Martins e Santos (2009), como a principal área de exfiltração de água do cerrado.

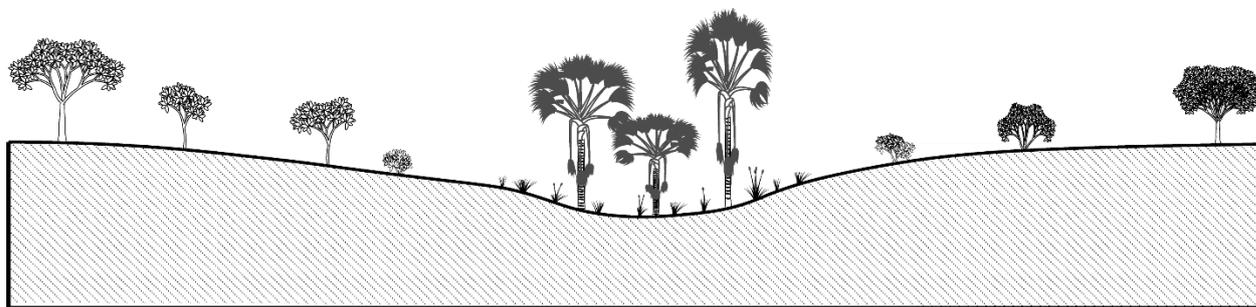
Segundo Viana (1987) e Augustin *et al.*, (2009), sua ocorrência se faz através de alguns fatores: zonas que apresentam baixa energia hidráulica, encharcadas, exibem baixos gradientes, o solo possui alta permeabilidade superficial, situam-se em vales rasos e de fundo chato. Tais fatores contribuem para a propagação da vegetação característica, composta por gramíneas e a palmeira símbolo, o Buriti.

Na área de estudo elas apresentam baixo gradiente topográfico de desnível, a disposição da dinâmica inicial da área de estudo é assim representada pela Figura 25, possuindo encaixamento levemente aparente no terreno, não apresentando grandes diferenças em relação ao gradiente topográfico do seu entorno.

Assim, sua posição na paisagem ligeiramente rebaixada proporciona ambiente favorável a exfiltração de água, que se inicia por meio de canais difusos que ao se juntarem originam o canal natural (Figura 27).

Esse ecossistema se desenvolve geralmente sobre condições de umidade em regiões de Cerrado, na cabeceira ou ao longo dos cursos d'água. Sua extensão apresenta afloramento do lençol em ocorrência ou muito próximo a superfície, se constituindo de locais brejosos ou encharcados.

Figura 25: Representação vereda área de estudo



Fonte: Autora

Visando aproveitar a água exfiltrada nas veredas em outras atividades, obras de engenharia foram empregadas com intuito de barrar os fluxos e redirecioná-los à outras localidades, dando origem aos canais artificiais da área de estudo. Desta maneira os canais artificiais tem gênese a partir do barramento realizado no canal natural (vereda) (Figura 26).

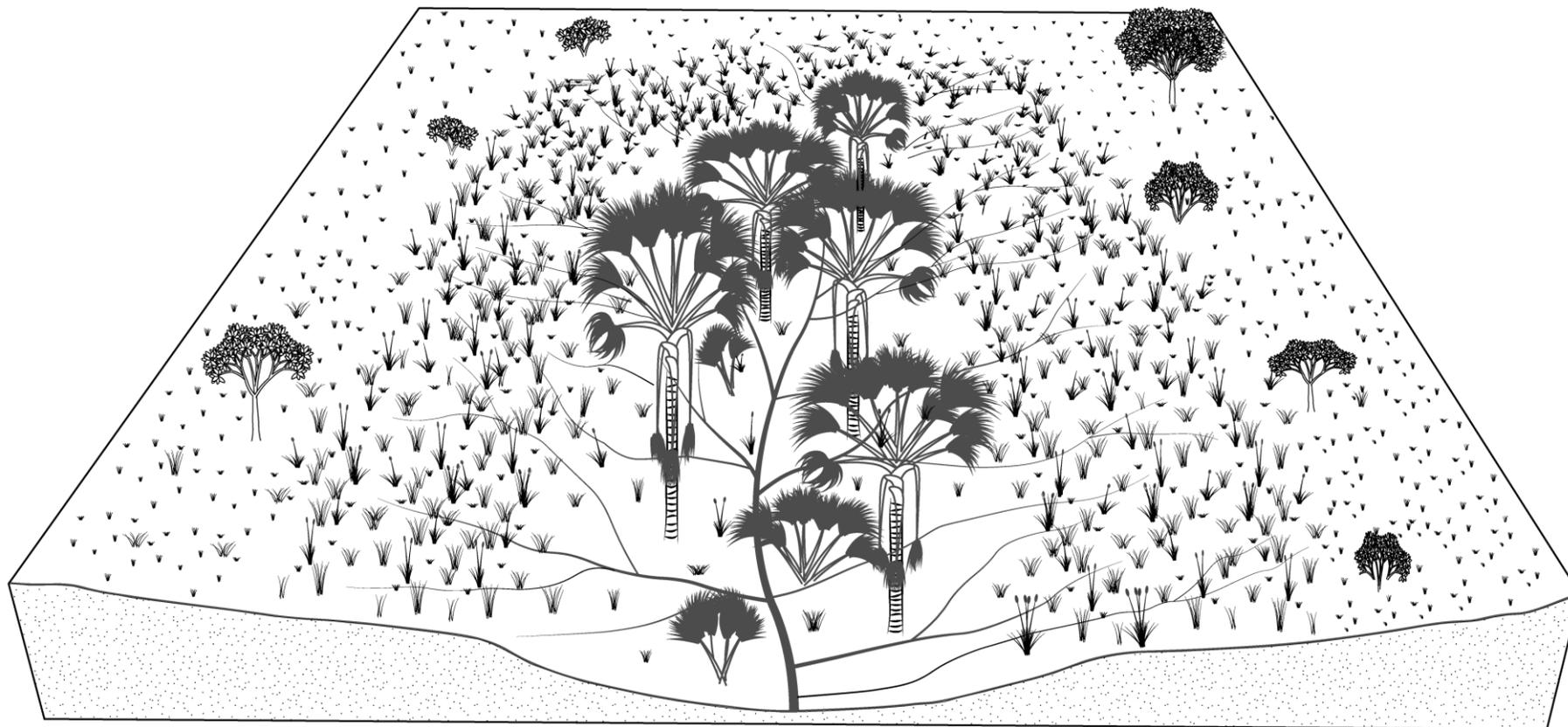
Figura 26: Ponto derivação canal artificial



Essa estrutura (2) tem intuito de gerar retenção de água elevando o fluxo produzindo um acúmulo maior dos volumes de água, após esse acúmulo é confeccionado o canal artificial (3) que se efetiva como um traçado no terreno, nos locais dos interesses locais dos proprietários.

Fonte: Silva, 2019

Figura 27: Esquema representativo de uma área de vereda



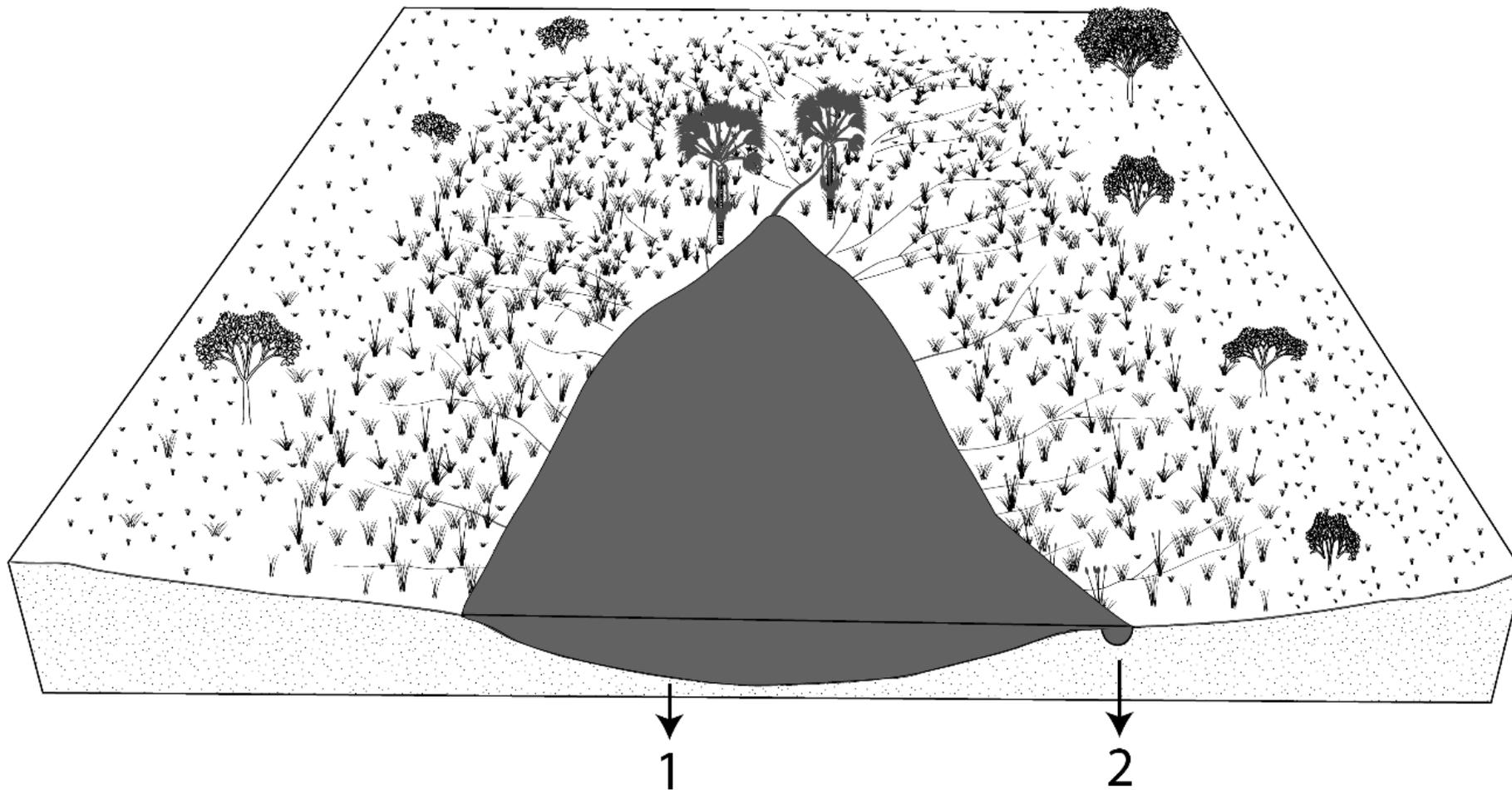
Área de vereda com vegetação característica (buritis) e presença de canais de exfiltração difusos, solos hidromórficos apresentam exfiltração difusa.

Fonte: Autora

Os barramentos são elevações de terra compactada, promovendo a formação de uma lagoa, elevando o nível da água e possibilitando que o canal artificial atinja uma cota altimétrica maior e seja conduzido na vertente. Por se tratar de uma área pouco entalhada no relevo, com baixo gradiente topográfico, o lago produzido suprime uma grande área dentro da própria vereda, inundando a vegetação e possíveis pontos de exfiltração.

Desta forma, sua presença altera a dinâmica da área, represando a água provinda do canal natural e conduzindo-a ao artificial, segmentando a vereda em duas porções, não havendo comunicação dos fluxos superficiais entre elas, desregulando os a vazão do canal natural (Figura 28).

Figura 28: Esquema representativo de uma área de vereda com a presença de um barramento



Lago proveniente de barramento em área de vereda. Supressão da vegetação e canal natural com elevação do nível da água (1) produzindo maior gradiente para condução do canal artificial na vertente (2). Fonte: Autora

4.4 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Os diferentes tipos de abordagem de análise permitem a compressão do objeto de estudo sobre diferentes perspectivas, podendo favorecer a visualização de alguns atributos, porém ocultando outros. Partindo disto, neste estudo foram realizados diferentes tratamentos dos dados visando expor o comportamento dos canais analisados com diferentes interpretações revelando ao máximo suas dinâmicas.

4.4.1 Dinâmica do canal artificial ao longo dos cenários mensais do período analisado

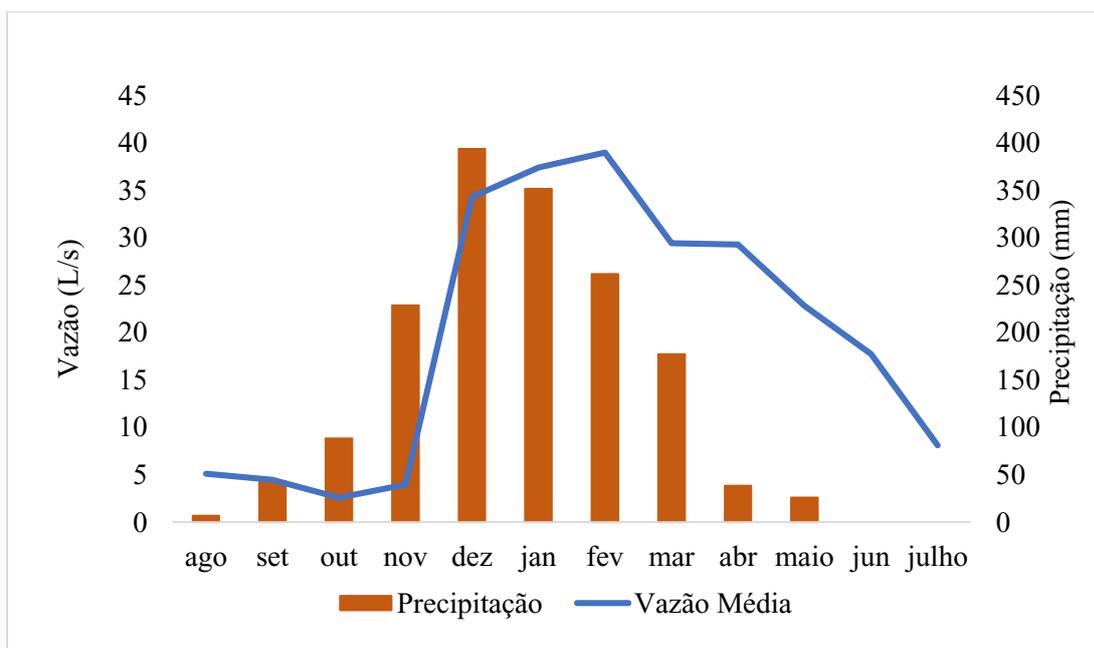
Neste tópico a interpretação dos dados foi realizada através das médias de todos os pontos analisados ao longo do canal, permitindo a compreensão de seu funcionamento ao longo do ano e como apresentam as variações de seus parâmetros.

Precipitação e Vazão

A região expressa mudanças sazonais características, essas variações geram respostas nos canais artificiais de modo a afetar toda a dinâmica local em resposta aos períodos de chuvas e entre chuvas, tais mudanças refletem na paisagem e por consequência nas vazões e sedimentos as quais carregam.

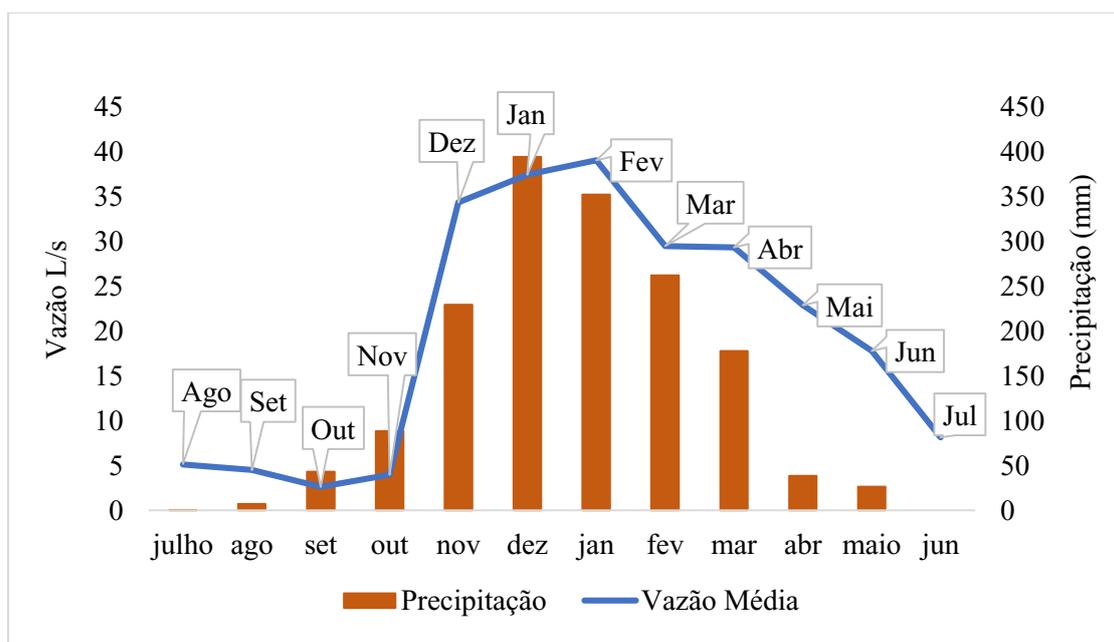
As variações observadas no gráfico 2 podem ser correlacionadas diretamente a sazonalidade climática local, onde os períodos de chuva e entre chuvas afetam os volumes de vazão no canal artificial ao longo do ano, essa relação no canal artificial não foi proporcional. A variação da vazão foi significativa, expondo diferença de 1397% entre o menor valor e o maior (outubro 2,6 L/s e fevereiro 39 L/s).

Gráfico 2: Comparação precipitação e vazão no canal artificial



A correlação entre a precipitação e a vazão se mostra de $r = 0,61$ correspondendo a aproximadamente 37,1%, evidenciando assim uma baixa correlação pois a vazão do canal artificial tem uma maior demora em sua resposta. Ao realocar-se os dados de vazão (Gráfico 3) de forma correlacioná-los com a chuva do mês antecedente, têm-se uma correlação notória $r = 0,87$, ou seja, uma correlação de 76 % entre a precipitação e os volumes de vazão.

Gráfico 3: Comparação vazão com precipitação do mês antecedente



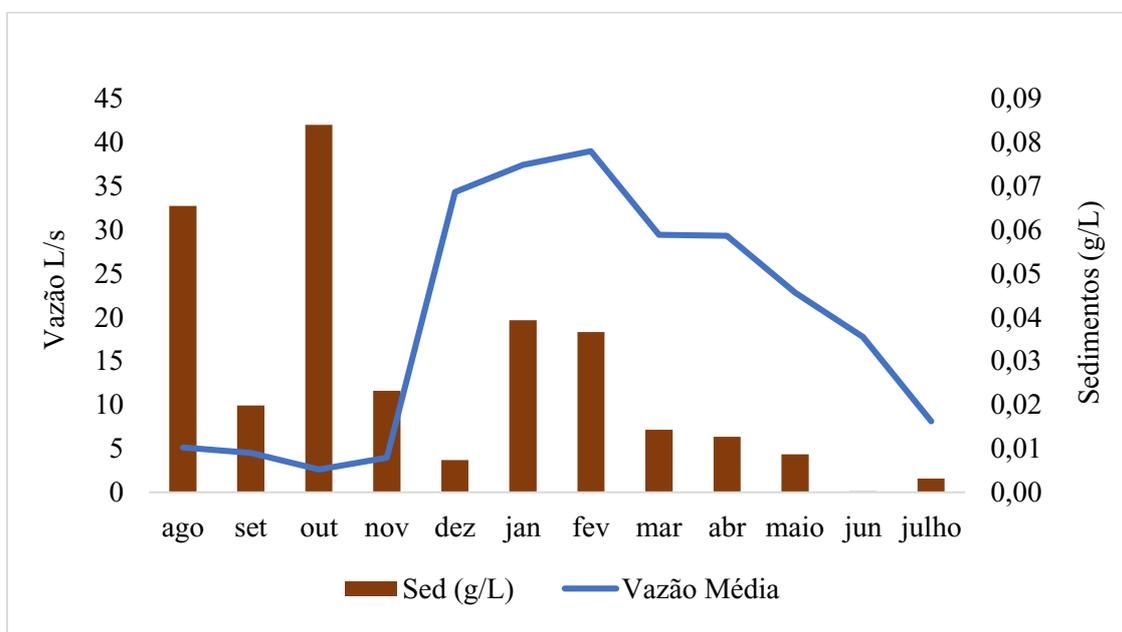
Vazão e sedimentos

Por se tratar de um canal majoritariamente aberto, e com intuito principal de dessedentação dos animais, a carga sedimentológica a qual o mesmo carrega é altamente variável ao longo tempo, podendo essa variação ocorrer em uma amplitude de minutos, visto os inúmeros fatores que podem modificar os valores desse atributo.

A relação entre concentração de sedimentos em suspensão e vazão é complexa, vários fatores influem nos valores de sedimentos do canal artificial como: o pisoteamento no leito por animais no momento de passagem; ingestão da água diretamente do canal; rompimento dos diques laterais, dentre outros, promovendo o desprendimento de partículas em suspensão e posterior arraste pelo fluxo.

Ao analisar a quantidade de sedimentos suspensos de forma mais específica, por meio da análise da quantidade presente em 1 L, nota-se uma baixa correlação inversa entre a vazão e a carga sedimentológica (-9,4 %) (Gráfico4). Portanto evidencia-se que nos meses de menor vazão torna-se mais fácil aumentar a concentração de sedimentos na água.

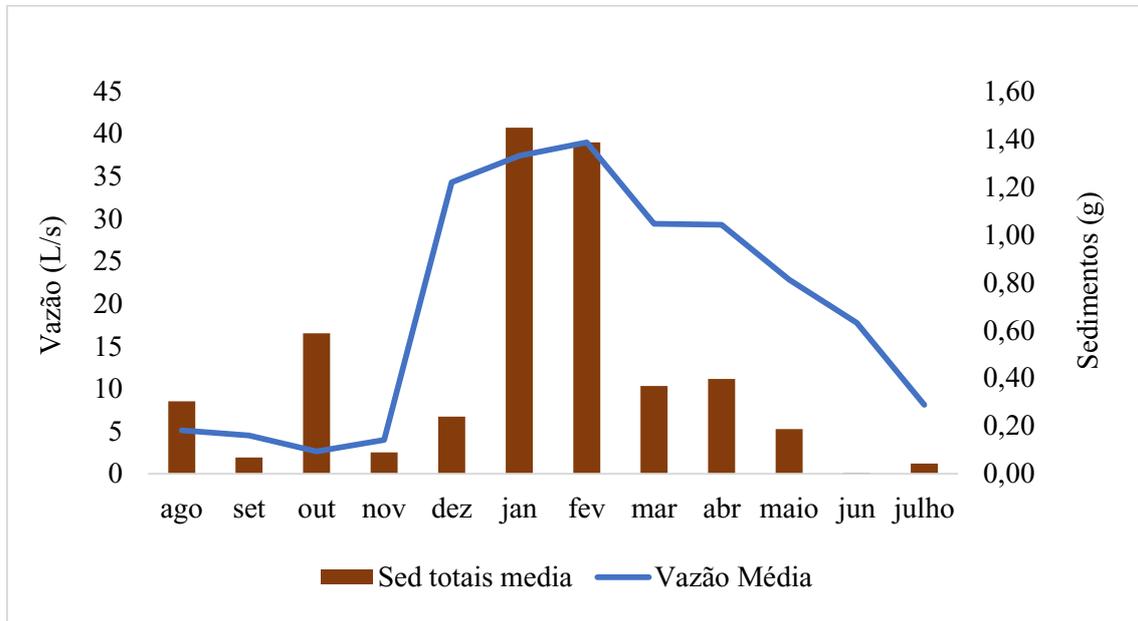
Gráfico 4: Comparação sedimentos (g/L) e vazão no canal artificial



A carga sedimentológica total é produto da concentração de partículas e a vazão ($Sed\ total = vazão \times Sed\ g/L$) visto isso notou-se para a área de estudo uma correlação de 38% entre a vazão e a quantidade de sedimentos totais (Gráfico 5). Essa baixa correlação

indica que a vazão é apenas um dos fatores que contribuem para o carreamento de sedimento no canal.

Gráfico 5: Comparação sedimentos totais e vazão no canal artificial



Os valores de cada mês são referentes a média de todos os pontos do canal realizado no mês em questão.

Sedimentos totais e precipitação

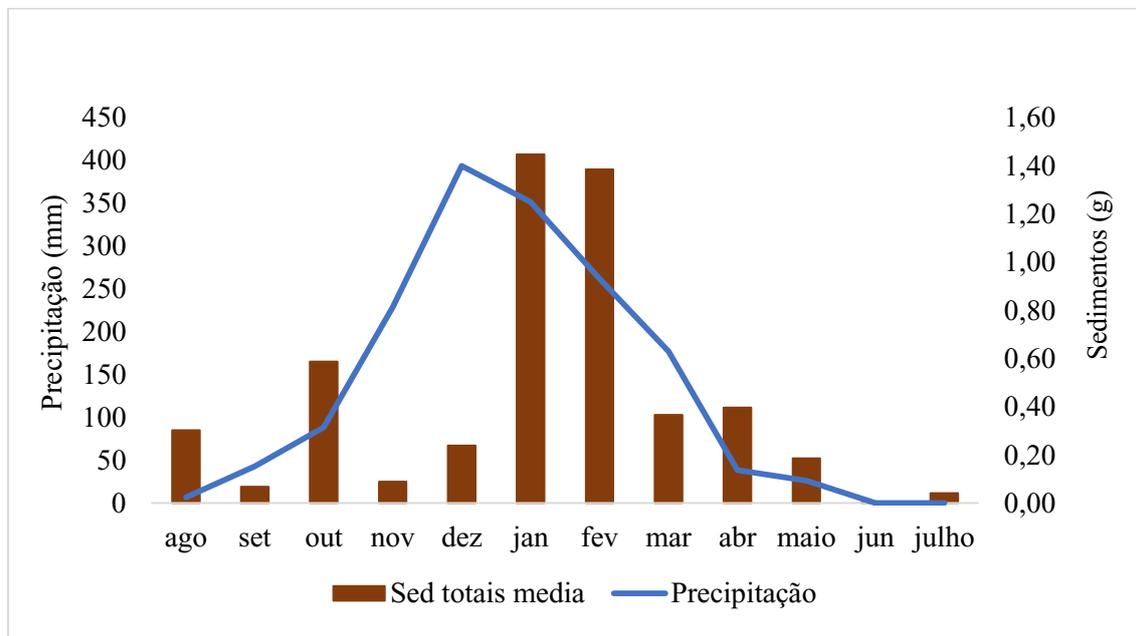
A precipitação tem a capacidade de desencadear processos erosivos, por meio da ação incisiva das gotas de chuva no processo de colisão sobre a superfície, desagregando as partículas do solo de forma a produzir uma camada de material inconsolidado, facilitando seu arraste através de fluxos de água superficiais, os quais, podem se concentrar e iniciar a formação de processos erosivos lineares, arrastando uma quantidade maior de solo.

Os fluxos superficiais compostos de água e eventuais detritos arrastados percorrem sobre a vertente até os fundos de vale, se incorporando ao canal natural. Segundo Carvalho (1994), de 70% a 90% de todo sedimento transportado pelos cursos de água ocorrem nos períodos chuvosos, principalmente nos períodos de picos e fortes chuvas.

A presença do canal artificial deveria interceptar estes fluxos que seriam destinados ao canal natural, incorporando sedimentos em seu trajeto, entretanto, conforme visto no gráfico 6, o canal artificial não apresentou grande correlação entre os

sedimentos suspensos e os totais precipitados (32%), indicando que a fonte dos sedimentos não é derivada totalmente da precipitação, contudo há comunicação.

Gráfico 6: Comparação sedimentos totais e precipitação no canal artificial



Como já foi mencionado o uso principal do canal artificial se efetiva na oferta de água para os animais, entretanto, a presença dos mesmos na área de entorno do canal é variável. A densidade de animais é regulada de acordo com fatores como: disponibilidade de animais, interesse do proprietário, disponibilidade de recursos e disponibilidade de pastagens.

Por se tratar de um manejo extensivo, a rotação entre pastos é realizada sempre que necessário, para ofertar melhores áreas para os animais forragearem. Além disto, com intuito de “reformatar as pastagens”, os animais foram retirados em quase sua totalidade de algumas pastagens, coincidindo especificadamente com os meses onde foram expostos os menores valores de sedimentos (g/L) março a julho (Gráfico 7).

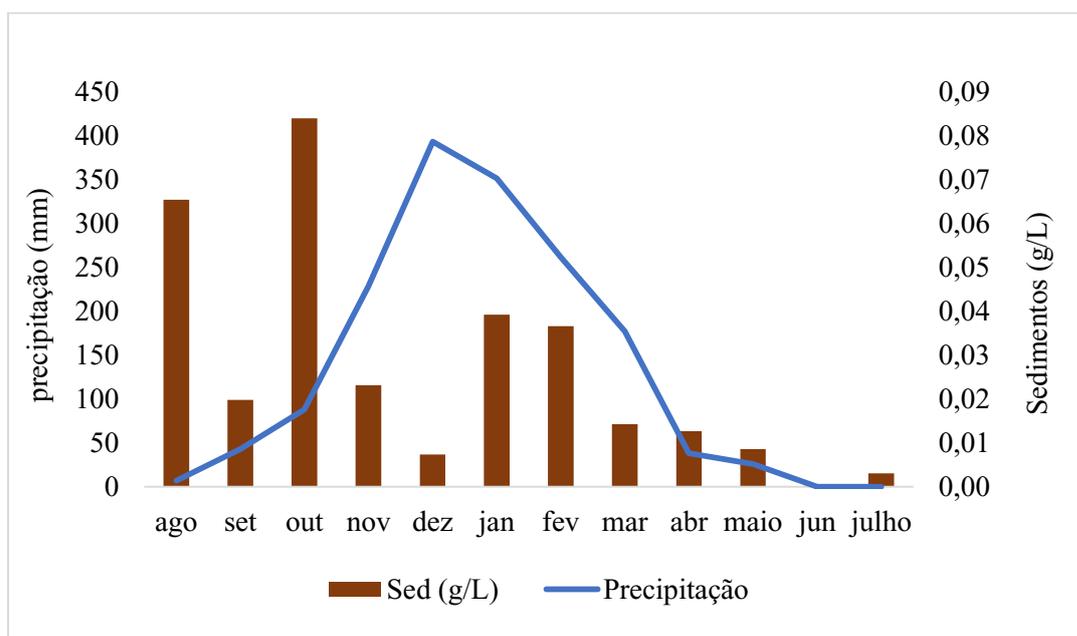
Outras ocorrências como a ausência ou menor presença de animais na área corroborou para o crescimento vegetativo da pastagem no entorno do canal, auxiliando na maior proteção do solo frente às precipitações e também na retenção de possíveis sedimentos.

A concentração de sedimentos aumentou consideravelmente no mês de outubro (Gráfico 7) o que pode ter relação a queimada do mês anterior (setembro) na região, esse episódio de queima ocorrido em setembro levou a uma maior exposição do solo frente a

precipitação permitindo a erosão de seus diques laterais. O tipo de cobertura vegetal, ou sua inexistência tem grande influência sobre a produção de sedimento e escoamento superficial (CONFESSOR, 2019).

Já para o mês de agosto, a elevada quantidade de sedimentos em suspensão pode se justificar pelo período em que houve a maior concentração de gado em toda extensão do canal (Gráfico 7).

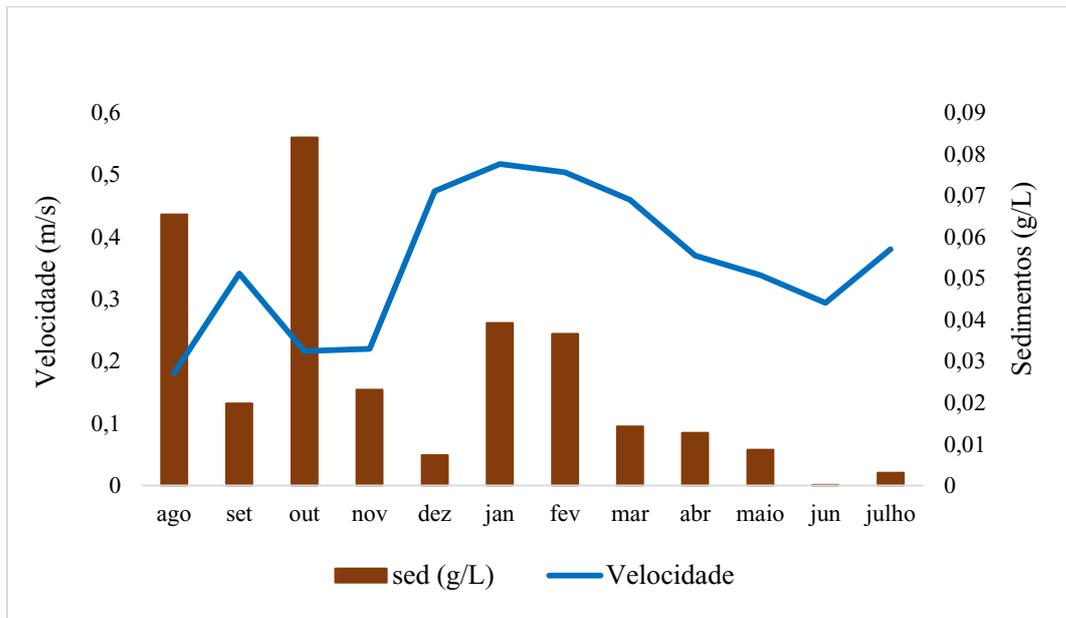
Gráfico 7: Comparação sedimentos (g/L) e precipitação no canal artificial



Ao analisar a correlação entre a quantidade de sedimentos em suspensão (g/L) com os volumes precipitados ao longo do ano (Gráfico 7), nota-se uma correlação ainda mais baixa o entre os mesmos, aproximadamente 0,08%, evidenciando a desconectividade do canal para com os fluxos superficiais exibidos ao longo da vertente acima. Desta maneira, as assinaturas topográficas (diques marginais) servem como barreira física para impedir a entrada de sedimentos provindos de escoamento superficial.

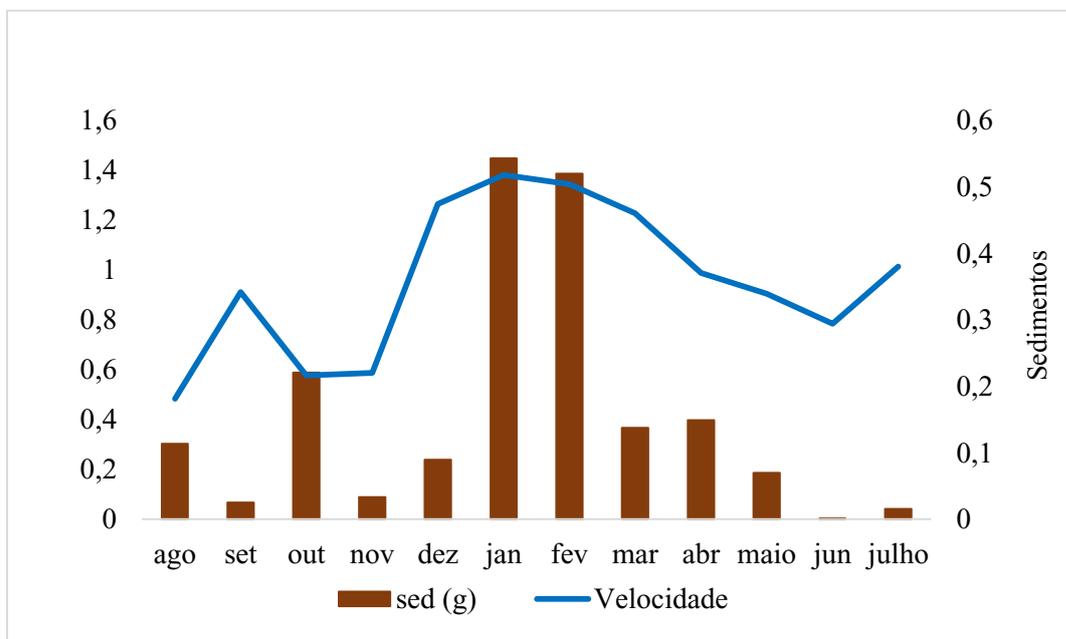
A velocidade do fluxo do canal tem a capacidade de desprender partículas de seu leito, sendo um parâmetro de importante análise. Para o canal expos correlação de 16% com sedimentos g/L devido ao canal apresentar baixas velocidades ao longo de quase toda sua extensão (Gráfico 8).

Gráfico 8: Comparação sedimentos (g/L) e velocidade no canal artificial



Os sedimentos totais tem influência da vazão que por sua vez recebe influência das velocidade dos fluxos apresentando assim maior correlação com a quantidade de sedimento totais carreados pelo canal, de aproximadamente 32% (Gráfico 9).

Gráfico 9: Comparação sedimentos totais e velocidade no canal artificial



Além disso, as relações entre chuva, vazão e sedimentos são heterogêneas, regimes diferentes de precipitação provocam dinâmicas sedimentológicas distintas, essa

relação entre escoamento superficial e sedimentos gera uma situação conhecida como histerese, a histerese é influenciada por fatores como: quantidade de chuvas, tamanho da bacia hidrográfica, umidade do solo e condições anteriores do evento (MINELLA; MERTEN; MAGNAGO, 2011).

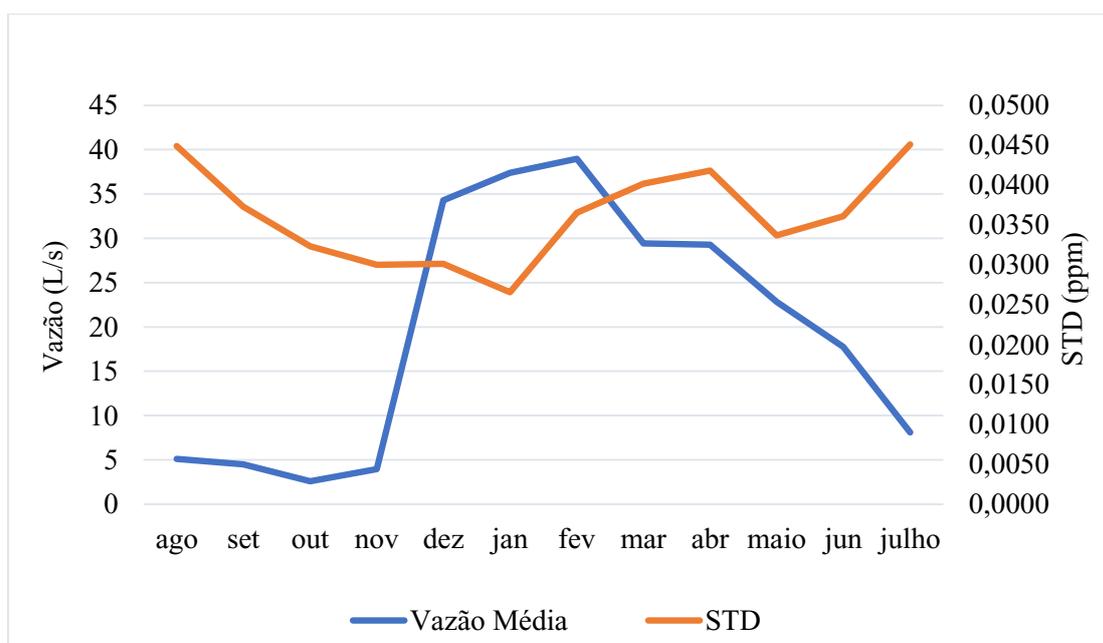
Sólidos totais dissolvidos

Os Sólidos totais dissolvidos indicam o conjunto das substâncias presentes na água (orgânicas e inorgânicas) a entrada desses sólidos na água ocorre de diversas maneiras por meio de detritos orgânicos, processos erosivos, organismos ou ainda fatores antropogênicos como lançamento de lixo, insumos agrícolas, esgoto etc.

Ao analisar o STD no canal artificial suas medidas produziram variações consideráveis, variando 74% onde no mês de janeiro apresentou o menor valor de STD (0,025) e julho o maior (0,045). Ao correlacionar o STD com a vazão do canal (Gráfico 10), percebeu-se uma correlação baixa e negativa entre as variáveis, apenas de $-7,1\%$.

A correlação inversa entre as variáveis indica que a água presente no leito do canal por apresentar menor fluxo não é constantemente renovada elevando a saturação de elementos dissolvidos na água.

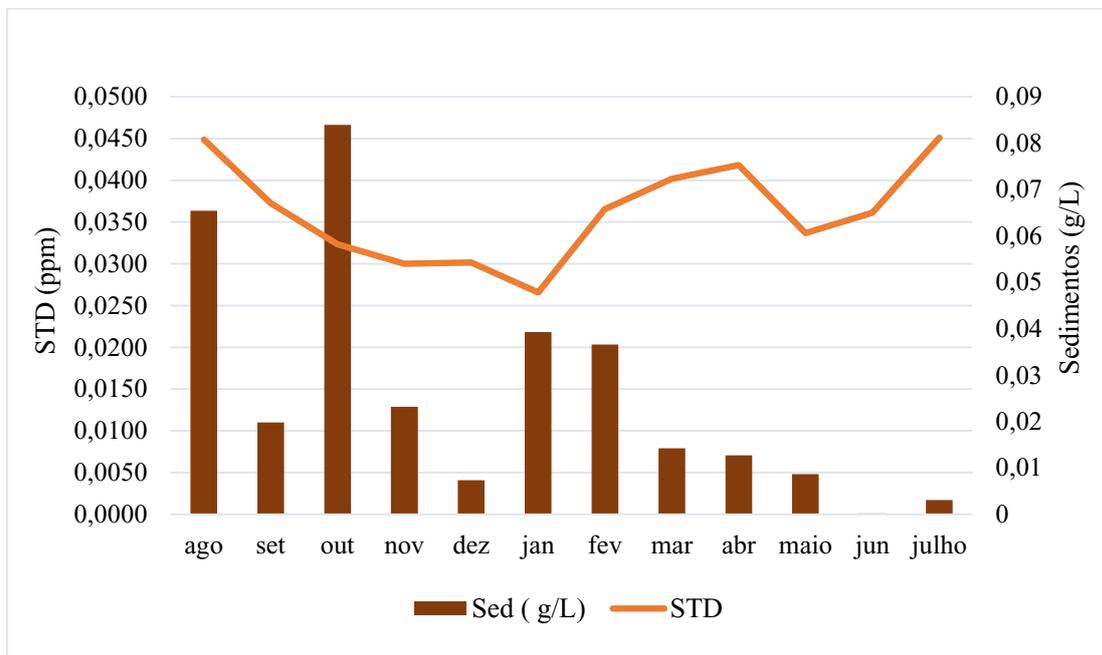
Gráfico 10: Comparação sólidos totais dissolvidos e vazão no canal artificial



A variável que apresentou menor correlação com o STD foi a quantidade de sedimentos presentes em 1 litro de água, onde $r = -0,0948$, ou seja apenas $-0,89\%$ gráfico

11, sendo assim o aumento no STD advém de outras fontes, por exemplo eventuais materiais em decomposição no canal adicionados por animais ou morte da vegetação.

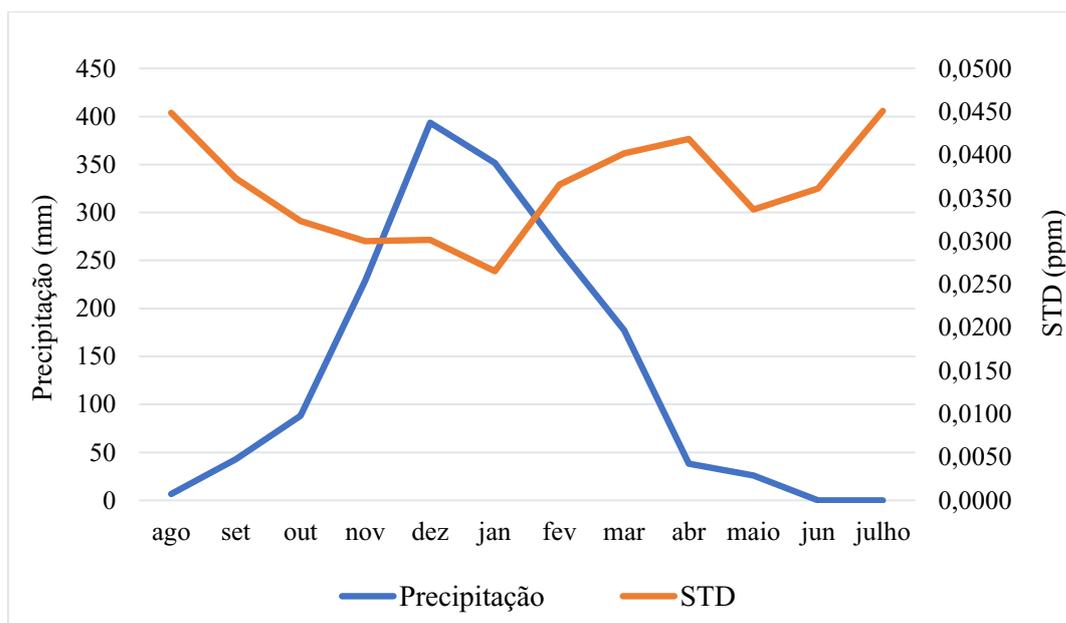
Gráfico 11: Comparação sólidos totais dissolvidos e sedimentos (g/L) no canal artificial



A maior correlação apresentada de STD com as demais variáveis foi com a precipitação (Gráfico 12), no entanto, uma relação inversa de ($r = -0,6925$), com valor de -47 %, indicando que a variável que mais influenciou o STD foram os volumes precipitados na área, mesmo que de forma inversa.

Isto se deve as mudanças promovidas pela precipitação na paisagem influenciando nas vazões do canal e no ambiente de seu entorno principalmente na vegetação, ocasionando o seu crescimento e seu perecimento, entrando em decomposição e adicionando material na água.

Gráfico 12: Comparação sólidos totais dissolvidos e precipitação no canal artificial



4.5 Escolha dos pontos amostrais

Os pontos amostrais foram estipulados de forma a abranger as heterogeneidades apresentadas ao longo do transecto do canal artificial. Em seu percurso obras de engenharia foram realizadas com o intuito de direcioná-lo e promover a sua permanência na paisagem, refletindo em diferentes formas de condução da água. Deste modo optou-se por analisar segmentos do canal que abarcaram as diversidades apresentadas, buscando compreender como sua presença interfere nas rotas de fluxos e sedimentos do canal.

Devido ao comportamento dinâmico do canal, as informações obtidas em cada ponto de coleta são resultantes das interações das condições pontuais bem como de toda extensão que o antecede, permitindo compreender as rotas de fluxos e matéria ao longo canal.

O traçado do canal artificial se efetiva ao longo de uma mesma vertente na qual abrange duas veredas, a distância entre o barramento de sua origem até a sua foz no córrego Guaribas possui distância de 3500 metros em linha reta, porém o canal percorre aproximadamente 8300 metros ao longo do seu traçado, com amplitude altimétrica aproximada de 44 metros, partindo de 850 metros de altitude a 806 metros.

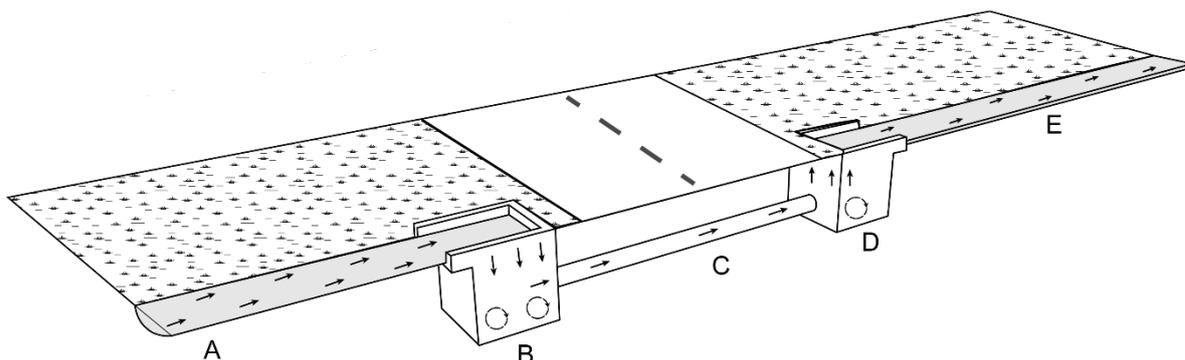
A distribuição dos pontos pode ser observada na Figura 30, na qual o croqui representa o traçado do canal natural e do artificial assim como os pontos de coleta. O

canal artificial parte do P0, por meio de um barramento no canal natural onde também foram realizadas coletas alguns metros após barramento (PN).

Após o P0, o canal percorre aproximadamente 638 metros até o anel viário setor Oeste, se deparando com a primeira obra de transposição subterrânea visando a continuação de seu traçado na vertente se tornando canal de fluxo fechado por aproximadamente 43 metros foram realizadas coletas antes (P1) e depois do anel viário (P2) (Figura 29).

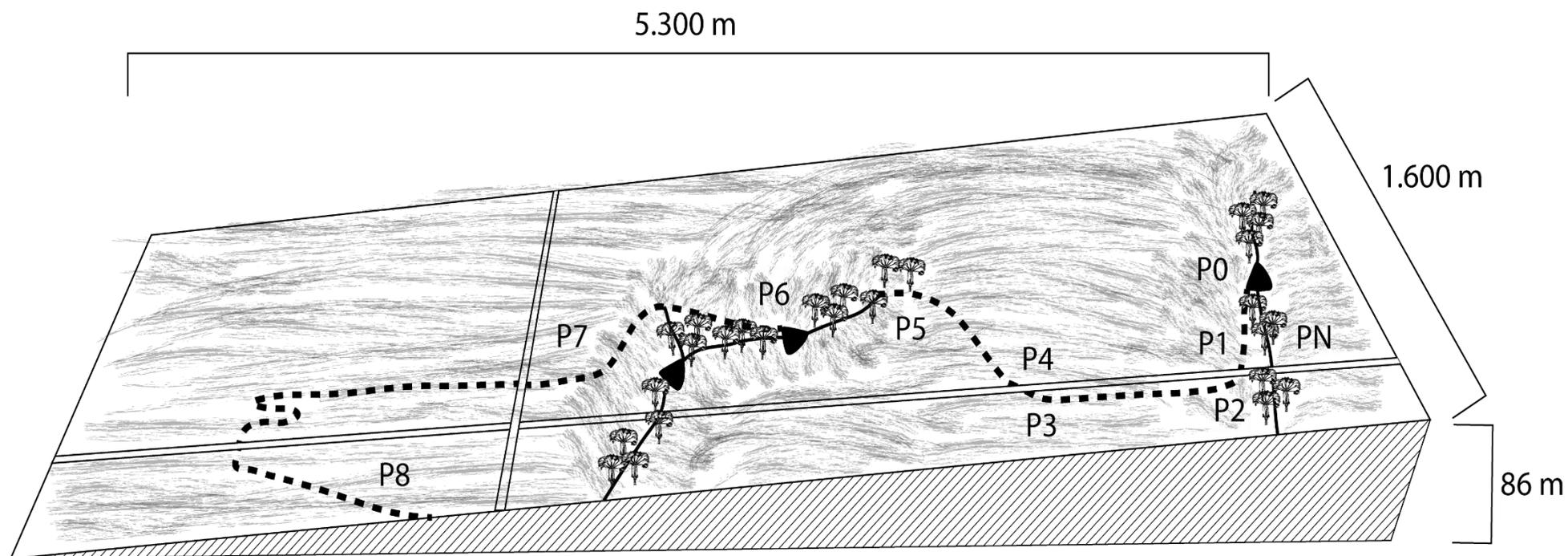
Do ponto P2 ao P3 o canal percorre 790 metros em fluxo aberto, se deparando novamente com a necessidade de transpor-se o anel viário, se tornando um canal de fluxo fechado por aproximadamente 48 metros por uma obra de engenharia semelhante (P3 – P4). Deste modo essas obras estão presentes em P1 – P2 e P3 – P4.

Figura 29: Croqui obra de engenharia presente em alguns pontos do canal



Fonte: Autora

Figura 30: Croqui da área de estudo: veredas naturais, traçado do canal artificial, rodovias e pontos amostrais



Fonte: Autor

O P5 se localiza 400 metros após o P4, percorrendo este trecho em canal aberto situando-se pouco antes do canal artificial ser destinado a cabeceira de um canal natural (Vereda). O canal artificial renaturaliza-se por um trecho aproximado de 600 metros, sendo novamente barrado nos moldes de P0, onde todo o fluxo da vereda mais o fluxo advindo do canal artificial redirecionado a formação de um novo trecho de canal artificial, sendo realizadas novas coletas logo após esse barramento (P6).

Após o P6 o canal percorre 1160 metros passando pelo alto da cabeceira de outra vereda, porém sem a presença de um novo barramento, indo até o P7. O ponto 7 está localizado antes do entroncamento do anel viário setor Oeste e a BR 455, onde é novamente canalizado por um trecho de 325 metros, sendo uma incógnita se percorre este trecho como um canal subterrâneo de fluxo aberto ou fechado.

Posteriormente ao P7, o canal percorre mais 3615 metros até chegar no ponto 8, neste trecho o canal meandra-se por um longo trecho passando novamente por baixo do anel viário de forma semelhante ao P1- P2 / P3 – P4, sendo coletado o P8 alguns metros antes de sua foz no canal córrego Guaribas.

Ao longo do transecto do canal artificial os pontos apresentaram baixo coeficiente de desnível (Tabela 5), notando-se que o mesmo tem por finalidade a máxima permanência na vertente, visando produzir a oferta de maneira facilitada para a dessedentação dos animais ao longo de toda a propriedade.

Tabela 5: Relação distância percorrida pelo canal artificial e o gradiente altimétrico apresentado entre os pontos

Ponto	Altitude	Distância percorrida (D)	Amplitude altimétrica (A)	Coefficiente desnível (A/D)
PN	840 m	-	-	-
P0	850 m	-	-	-
P1	849 m	638 m	1 m	0,001
P2	848,5 m	43 m	0,5 m	0,011
P3	848 m	790 m	0,5 m	0,0006
P4	847,5 m	48 m	0,5 m	0,010
P5	847 m	400 m	0,5 m	0,001
P6	838 m	1250m	9 m	0,0072
P7	836 m	1160m	2 m	0,001
P8	806 m	3940m	30 m	0,007

Fonte: Autora

Síntese dos pontos amostrais

Visando melhor compreensão das características pontuais, o quadro a seguir sintetiza de forma resumida os atributos expressos em cada localidade:

Quadro 3: Características de cada ponto amostral

Canal	Ponto	Características
Canal natural	PN	<ul style="list-style-type: none"> - Ponto inserido em um dos afluentes do Córrego Guaribas - Ambiente de Vereda - Se encontra a jusante do barramento - Coleta: Canal natural - Uso: Área de preservação
Barramento	P0	<ul style="list-style-type: none"> - Ponto inserido no barramento - Lagoa - Elevação altimétrica da lâmina d'água para início dos canais artificiais - Supressão da vegetação de vereda pelo aumento do nível da água apresentando gramíneas no entorno - Coleta: Na lagoa - Uso: Dessedentação e pesca.
Canal artificial	P1 e P2	<p>(P1) - Presença de uma pequena lagoa</p> <ul style="list-style-type: none"> - Obra de engenharia (canalização subterrânea) se tornando fluxo fechado - Vegetação: Gramíneas - Coleta: No canal aberto (antes de sua canalização subterrânea) <p>Uso: Tomada de água por caminhão pipa.</p> <p>(P2) – Saída do fluxo do P1</p> <ul style="list-style-type: none"> - Após saída da canalização segue de forma aberta

		<ul style="list-style-type: none"> - Vegetação: Gramíneas - Coleta: No canal aberto (depois de sua canalização subterrânea) Uso: Dessedentação animal.
Canal artificial	P3 e P4	<p>(P3) - Obra de engenharia (canalização subterrânea) se tornando fluxo fechado</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vegetação: Gramíneas - Coleta: No canal aberto (antes de sua canalização subterrânea) Uso: Dessedentação animal <p>(P4) – Saída do fluxo do P3</p> <ul style="list-style-type: none"> - Após saída da canalização segue de forma aberta - Vegetação: Gramíneas - Coleta: No canal aberto (depois de sua canalização subterrânea) - Uso: sem uso
Canal artificial	P5	<ul style="list-style-type: none"> - Canal aberto - Ponto que antecede a transposição do canal para outra vereda - Vegetação: Gramíneas - Coleta: no canal artificial Uso: Dessedentação animal.
Barramento / Canal artificial	P6	<ul style="list-style-type: none"> - Novo barramento do canal natural - Ambiente de Vereda - Lagoa - Supressão da vegetação de vereda pelo aumento do nível da água apresentando gramíneas no entorno - Coleta: no canal artificial após saída da lagoa - Uso: Dessedentação e pesca.

Canal artificial	P7	- Ponto que antecede a canalização do canal abaixo da tesoura do anel viário - Vegetação: Gramíneas - Coleta: no canal artificial - Uso: Dessedentação
Canal artificial	P8	- Ponto próximo a foz do canal artificial no Córrego Guaribas - Vegetação: Gramíneas - Coleta: no canal artificial - Uso: Dessedentação

Fonte: Autora

4.6 ANÁLISE DOS CENÁRIOS MENSAIS DOS PONTOS DE COLETA

4.6.1 Ponto N – Canal natural abaixo do barramento

O ponto N se localiza na mesma vereda a qual foi realizado o barramento do ponto 0, as coletas foram realizadas poucos metros antes do canal transpor o anel viário de forma subterrânea. Deste modo o canal natural é reflexo da dinâmica de uma vereda segmentada em duas porções de tamanhos semelhantes, não havendo comunicação de fluxos superficiais entre as duas partes.

O ponto se insere em uma área de preservação com a fitofisionomia de Cerrado – Vereda, local de exfiltração de água, sendo um dos afluentes do Córrego Guaribas. A vegetação local é caracterizada pela presença de gramíneas e buritis locados sobre solos hidromórficos (Figura 31 e 32).

A área encontra-se relativamente preservada, dispendo-se de cercas que envolvem todo o perímetro, visando evitar o trânsito de pessoas e animais domésticos. Durante o período de análise a vegetação do local apresentou variações sazonais (Figura 31).

Figura 31- Ponto de amostragem no canal natural inserido em ambiente de vereda



(A) - Registro realizado no mês de julho de 2020 (período de estiagem) (B) -Registro realizado no mês de janeiro de 2020 (período chuvoso) Fonte: Autora.

Figura 32: Ponto de coleta em um dos afluentes do Canal natural



Registro realizado no mês de janeiro de 2020 Fonte: Autora

Apesar de protegida, no mês de setembro o local passou por um episódio de queima, na qual o fogo advindo de áreas circunvizinhas adentrou o local de preservação atingindo e queimando a vegetação rasteira (gramíneas e pequenos arbustos) afetando também as copas de alguns buritis, diminuindo a massa vegetativa local (Figura 33).

Figura 33- Episódio de incêndio registrado no mês de setembro/2019 – Ponto natural



Fonte: Org. Autora

De acordo com os dados coletados e analisados, a vazão apresentou maiores variações ao longo do período de análise em relação aos demais parâmetros (Gráfico 13 e Tabela 6). Isto se deve a sazonalidade da precipitação no ambiente ao qual se insere, apresentando o período de chuvas (novembro- março) e entre chuvas (abril – outubro) com resposta na oferta de entrada de água no sistema.

Gráfico 13: Variação dos parâmetros analisados no canal natural

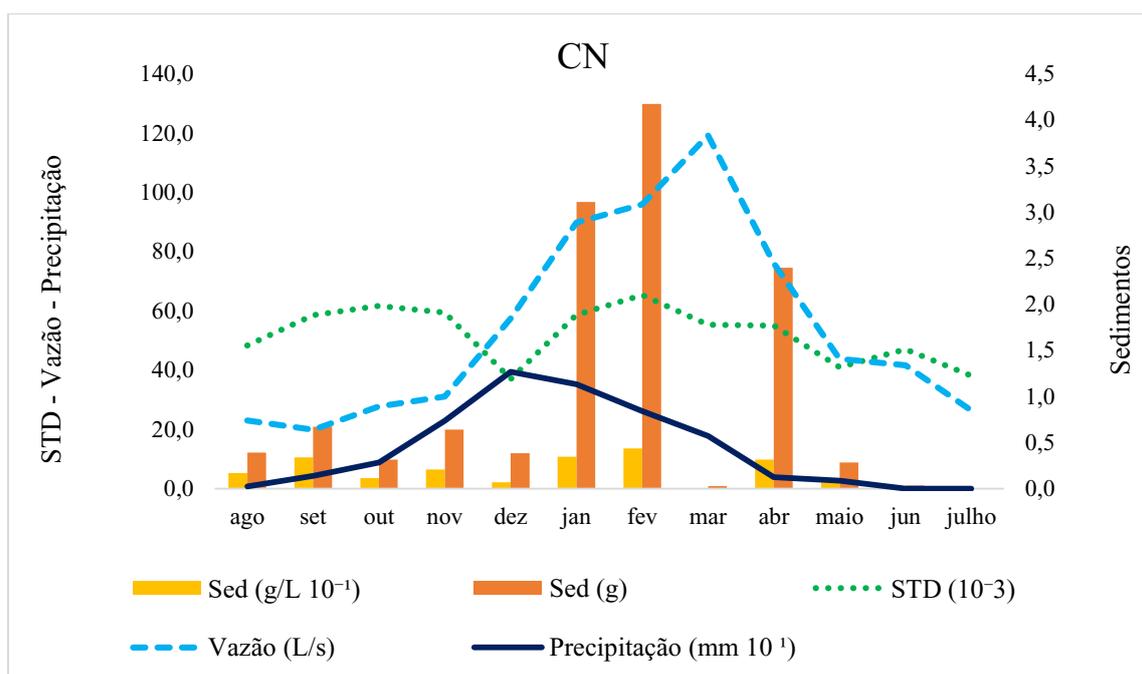


Tabela 6: Variação dos parâmetros ao longo do ano

Variação ao longo do ano					
	Sed (g/L)	Sed (g)	STD	Vazão (L/s)	Precipitação
Variância	0,0002	1,7	1,7	1014,1	18766,4
Desvio Padrão	0,0147	1,3	1,3	31,8	136,9

Fonte: Autora

A resposta da vazão do canal natural frente a precipitação não apresentou correlações significativas, expondo valores de apenas 27% ($r=0,52$). Entretanto, quando se confronta os valores de vazão com a precipitação do mês antecedente, a correlação eleva-se para 77% ($r=0,82$) aumentando ainda mais quando comparada a precipitação de dois meses antecedentes, subindo para 87% ($r=0,93$) (Gráfico 14 e Tabela 7).

Isso demonstra que a vazão do canal natural possui um intervalo melhor de resposta de 2 meses, sendo o tempo necessário para que a água precipitada infiltre no solo ao longo de toda vertente de contribuição, e exfiltre na vereda, localizada na porção inferior do terreno, contribuindo para o incremento nos volumes de vazão do canal natural (Tabela 7).

Gráfico 14: Comparação precipitação realocada e vazão no ponto natural

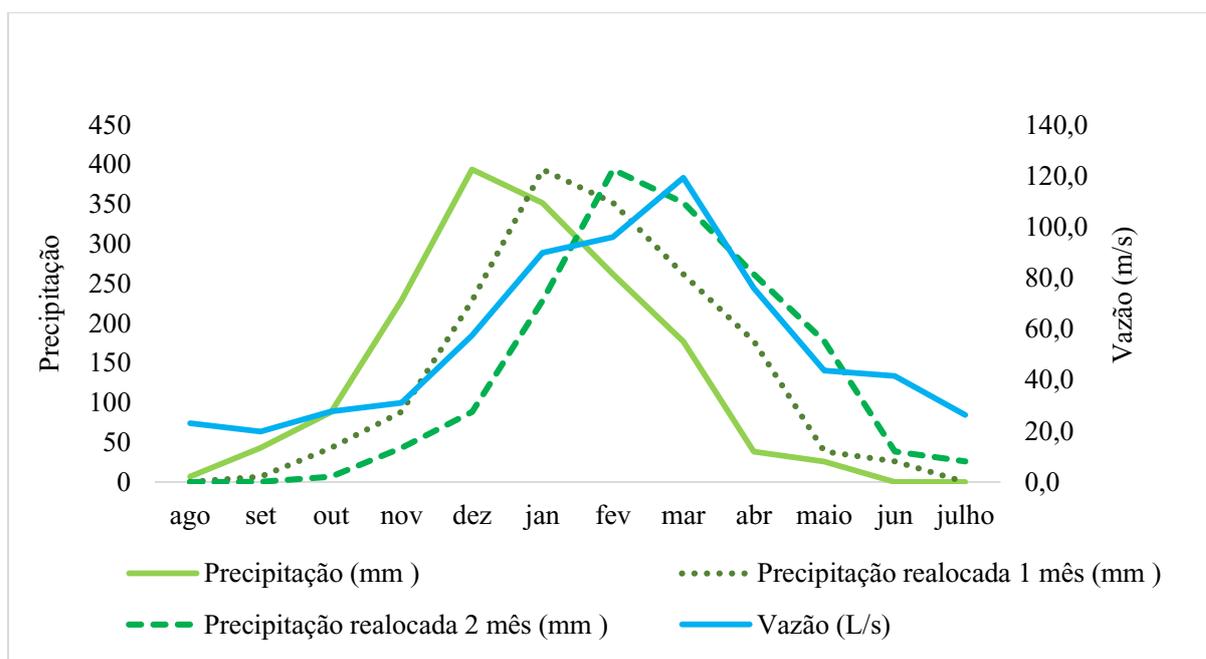


Tabela 7: Comparação vazão com precipitação do mês antecedente

Vazão x Precipitação												
	ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	maio	jun	jul
Vazão (L/s)	23	19,8	27,7	31	57,5	89,8	95,9	119,2	76	43,7	41,6	26,3
Precipitação (mm)	6,8	43	88,2	228,8	393,6	351,6	261,8	177,2	38,4	26	0	0
Vazão x Precipitação realocada 1 mês												
	ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	maio	jun	jul
Vazão (L/s)	23	19,8	27,7	31	57,5	89,8	95,9	119,2	76	43,7	41,6	26,3
Precipitação (mm) realocada 1 mês	0,2	6,8	43	88,2	228,8	393,6	351,6	261,8	177,2	38,4	26	0
	jul	ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun
Vazão x Precipitação realocada 2 meses												
	ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul
Vazão (L/s)	23	19,8	27,7	31	57,5	89,8	95,9	119,2	76	43,7	41,6	26,3
Precipitação (mm) realocada 2 meses	0	0,2	6,8	43	88,2	228,8	393,6	351,6	261,8	177,2	38,4	26
	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai

Fonte: Autora

A quantidade de sedimentos presentes em 1 Litro de água, apresentou grande constância ao longo do ano (Gráfico 13) sendo um parâmetro que apresentou baixa correlação com os demais, como Vazão: 3%, precipitação 8% e Velocidade do Fluxo 0,02 %, de forma a remeter a um certo equilíbrio do canal com meio no qual se insere.

A quantidade de sedimentos totais transportada pelo fluxo do canal (Sed -g) apresentou maiores variações e correlações devido a esta variável ser produto dos Sed

g/L x vazão. Deste modo, expos correlação de 29% com a Vazão, Velocidade do Fluxo 20% e Precipitação 19 %.

O STD do canal natural apresentou variação semelhante aos sedimentos transportados do canal, sendo sua maior correlação com os sedimentos (g/L) 40% e sedimentos transportados (g) 32%, demonstrando baixa correlação com as demais variáveis (Vazão: 9%; Precipitação 4 %; Velocidade do Fluxo 0,11%).

Apesar da queima da vegetação na vereda no período de entre chuvas, não foi constatado respostas na quantidade de sedimentos no mês de retomada da precipitação (novembro), sendo apresentado maiores valores de sedimentos dois meses após a retomada da precipitação (janeiro) não evidenciando relação com a queima.

4.6.2 Barramento: Ponto 0

O ponto zero se configura no barramento realizado na vereda, apresentando uma lagoa a qual da início aos canais artificiais produzindo o acúmulo de água e causando a elevação do fluxo, gerando um maior gradiente altimétrico permitindo assim a retirada de água pelo canal artificial por meio do exutório do barramento.

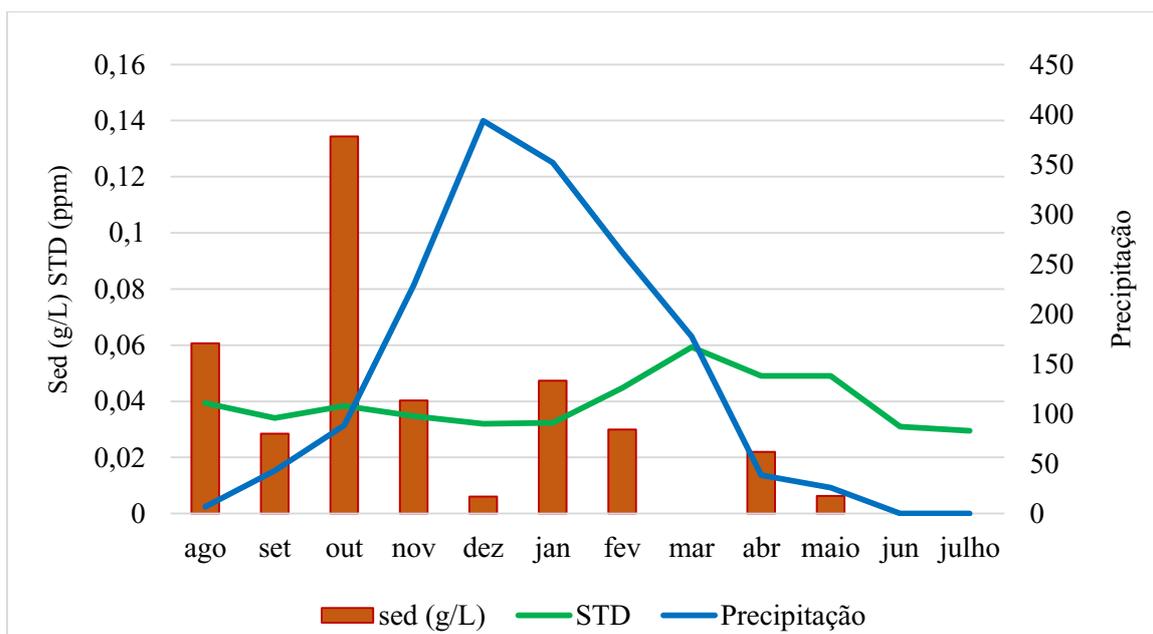
A área originalmente também se constituía em ambiente de vereda, no entanto, com a realização do barramento a vegetação foi suprimida dando lugar a lagoa e campos de gramíneas destinados a pastagem (Figura 34). A vegetação do entorno também apresentou variações imprimidas pelo regime pluviométrico característicos do ambiente de Cerrado.

Figura 34: Barramento realizado na vereda (P0)



Mês agosto Fonte: Autora

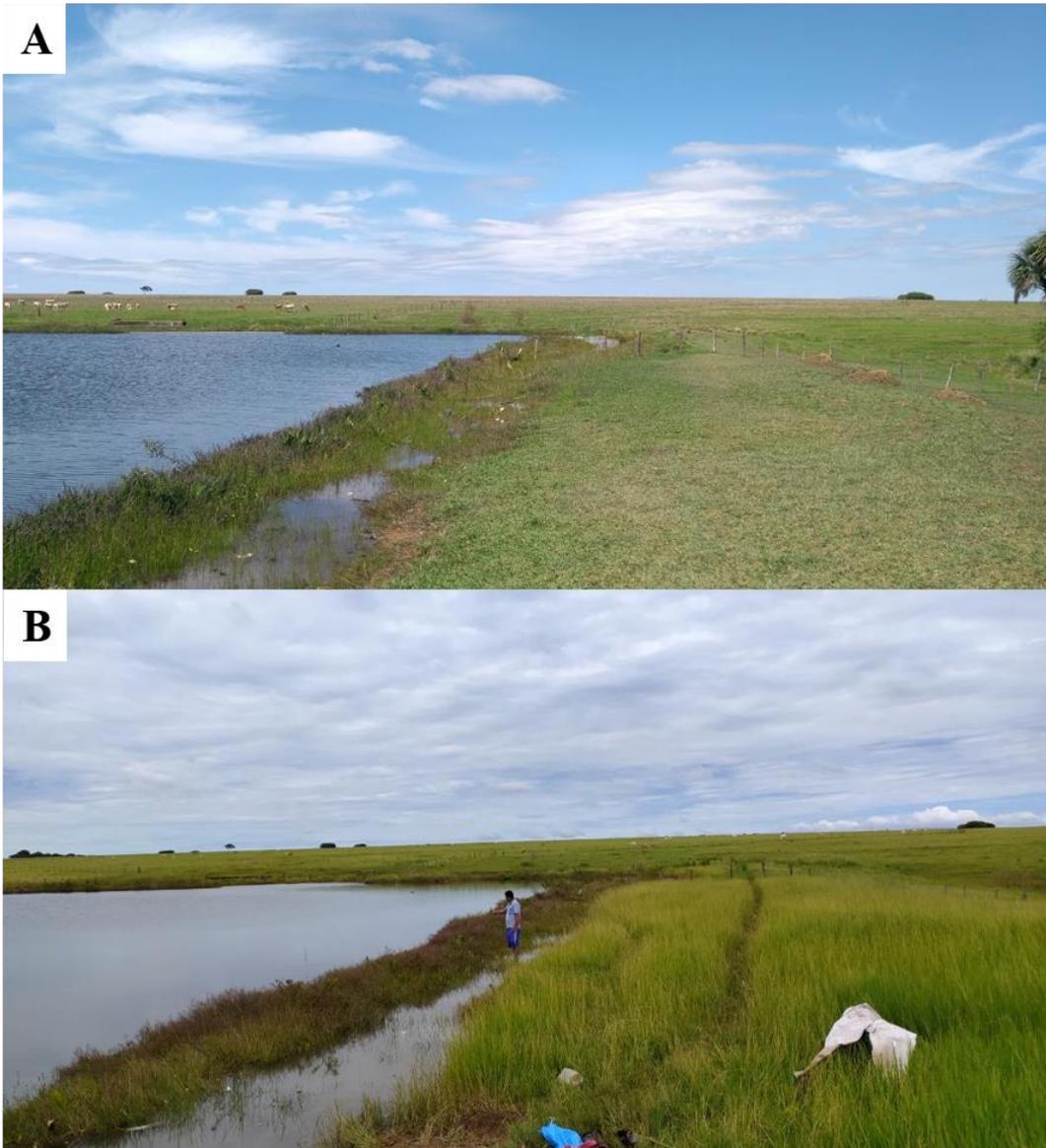
Gráfico 15: Variação dos parâmetros analisados no barramento (P0)



As variáveis analisadas no ponto zero não apresentaram grandes alterações durante o período de análise, exceto por alguma anomalia observada no mês de outubro (Sed g/L). A presença de sedimentos na lagoa não apresentou correlação com a precipitação (0,00004 %), desta maneira necessitou-se correlacionar este parâmetro com outros elementos, como a eventual presença de pessoas (pescadores) e animais (dessedentação) transitando no local, produzindo a suspensão de partículas na água (Figura 35).

Além disso, a velocidade dos ventos da região também passa por uma variação ao longo do ano, refletindo em perturbações no espelho d'água na forma de pequenas marolas, que colidem repetidas vezes com as laterais de terra da lagoa, incorporando sedimentos em suspensão em uma faixa circundante do perímetro da mesma. Deste modo, rajadas de vento podem alterar a presença de sedimentos nesta faixa (Gráfico 16 e Tabela 8).

Figura 35: Presença de pescadores e animais no barramento



(A) transito de gado ao redor do barramento (mês outubro) (B) transito de pessoas pescando no barramento (mês fevereiro)

Gráfico 16: Variação dos parâmetros analisados no barramento (com variável vento)

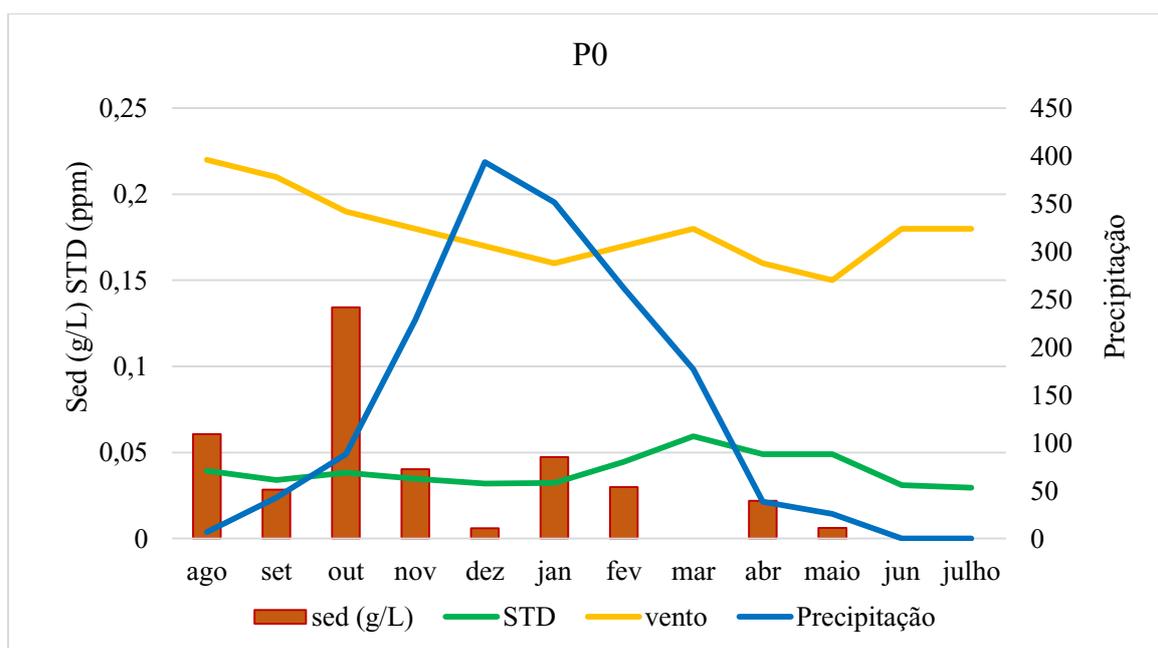


Tabela 8: velocidade vento na Cidade de Uberlândia

Velocidade do vento na Cidade de Uberlândia												
	ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	maio	jun	julho
Vento (m/s)	0,22	0,21	0,19	0,18	0,17	0,16	0,17	0,18	0,16	0,15	0,18	0,18

Fonte: Autora

O parâmetro STD apresentou baixa variação neste ponto (Tabela 9), e não expos correlação com as demais variáveis, sendo mínima correlação negativa com sed (g/L) e a precipitação (-1,3% e -0,8 respectivamente), demonstrando que os valores de STD se tornam independentes das demais variáveis.

Tabela 9: Variação dos parâmetros ao longo do ano em P0

Variação ao longo do ano			
	Sed (g/L)	STD	Precipitação
Variância	0,0013	0,0001	18766,4
Desvio Padrão	0,0367	0,0088	137,0

Fonte: Autora

4.6.3 Canal artificial: Pontos 1 e 2

Os pontos um e dois (P1 e P2) serão analisados conjuntamente devido à proximidade entre os mesmos, buscando avaliar o comportamento individual de cada um e efetuar comparações entre eles promovidas pela transposição subterrânea do canal sob o anel viário, transformando-o em um canal de fluxo fechado.

O ponto 1 apresenta uma pequena lagoa a qual utilizam suas águas para abastecimento das propriedades através de sua tomada por meio de caminhões pipa (Figura 39). Neste ponto foi realizada uma obra de engenharia para condução do canal artificial ao outro lado da via onde encontra-se o ponto 2.

As coletas no ponto 1 foram realizadas entre a pequena lagoa e a canalização subterrânea (Figura 36) com distância aproximada de 638 metros do P0, no qual o canal neste trecho foi conduzido de forma aberta (Figura 38) em uma região de pastagem com ausência de animais em quase todo período analisado (presença de gado apenas no mês de agosto).

Figura 36: Local de coleta do ponto 1 (antes de sua canalização)



Fonte: Autora

Esse trecho, (P0-P1) pela localização próxima a vereda apresentou maior presença de aves utilizando seu leito. Além disso observou-se a ocorrência de pessoas transitando dentro da calha do canal artificial com o intuito de pescar manualmente pequenos peixes para utiliza-los como iscas, causando perturbação no leito.

Os canais artificiais também exercem influências em diferentes fatores, como expresso na Figura 37, onde o canal atuou na contenção do incêndio acometido na vertente, atuando para a preservação da vegetação.

Figura 37: Canal artificial em interrupção de queimada



Traçado entre P0 e P1 Ao lado esquerdo (seta amarela) a indicação de um episódio de queimada e ao lado (seta vermelha) nota-se que o canal funcionou como interceptor desta queimada sendo esse lado preservado. Fonte: Silva, 2019

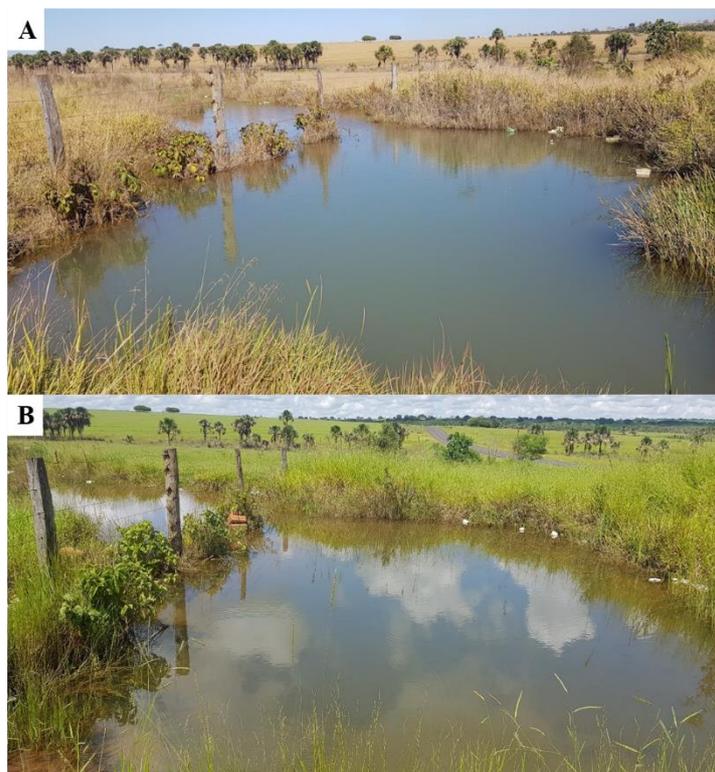
A vegetação do entorno deste ponto assim como no P0 apresentou variações relacionadas ao regime pluviométrico. Além disso, com o aumento da precipitação a vegetação ocupou a seção molhada do canal artificial (Figura 38).

Figura 38: Canal artificial em P1



Varição da vegetação de um trecho do canal artificial (P1) entre os meses de agosto 2019 (A) e junho 2020 (B), traçado do ponto 1 antes de sua canalização. Fonte: Org. Autora

Figura 39: Pequena lagoa presente em P1



Varição sazonal da lagoa presente no ponto 1 entre os meses de julho 2020 (A) e janeiro 2020 (B). Fonte: Org. Autora

Para o P1, a variável STD apresentou grande estabilidade ao longo do ano (tabela 10), demonstrando pouca variação neste período com maiores correlações ligadas a: Vazão (29 %), Velocidade dos ventos (29%) e Precipitação (27%), e ao contrário do canal natural, expôs menor correlação com os sedimentos presentes na água Sed (g/L) 8% e Sed (g) 1%.

Os valores de sedimentos (g/L) também apresentaram pouca variação, (Gráfico 17 e Tabela 10) entretanto, no mês de agosto houve uma anomalia, podendo ser explicada pela presença de animais (gado) dentro do canal artificial. Quando se correlaciona sedimentos (g/L) com as demais variáveis, a velocidade do vento apresenta maior influência (30 %), seguida por velocidade do fluxo (5%), vazão (4%) e precipitação (1%). Porém, ao analisar os dados sem a anomalia de agosto proveniente do pisoteio do gado, há uma inversão nos valores de correlação, vento (3 %), precipitação (18%), Vazão (14 %) e velocidade do fluxo (14%).

Já os sedimentos totais (Sed /g) apresentou maiores correlações com as variáveis: vazão (31 %) e Precipitação (20%), demonstrando pequena correlação com o vento (4%). Ao excluir a anomalia de agosto, os valores de correlação aumentam, sendo o sedimento (g) fortemente influenciado pela vazão (45 %), precipitação (29 %), seguido do vento (16 %) e velocidade do fluxo (15%).

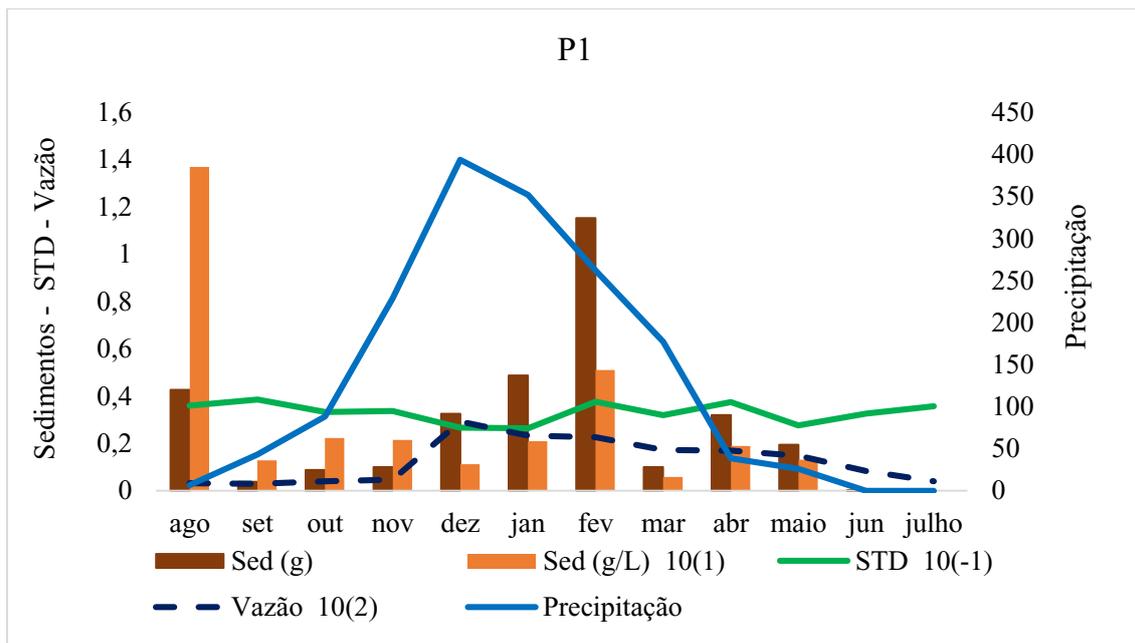
Por se tratar de um ambiente de movimento intenso, torna-se difícil traçar paralelos entre as variáveis, uma vez que, perturbações realizadas por animais ou pessoas podem afetar qualquer tipo de correlação. Percebe-se com isso, que não há apenas um fator dos analisados que influencia diretamente a presença de sedimentos na água, sendo esta variável resultante da interação de todos, aliado às especificidades já mencionadas.

Tabela 10: Variação dos parâmetros ao longo do ano em P1

P1					
	Sed (g)	STD	Vazão	Precipitação	Sed (g/L)
Variância	0,10	0,00002	79	18766,4	0,001
Desvio Padrão	0,31	0,004	89	137,0	0,036

Fonte: Autora

Gráfico 17: Variação dos parâmetros analisados no ponto 1

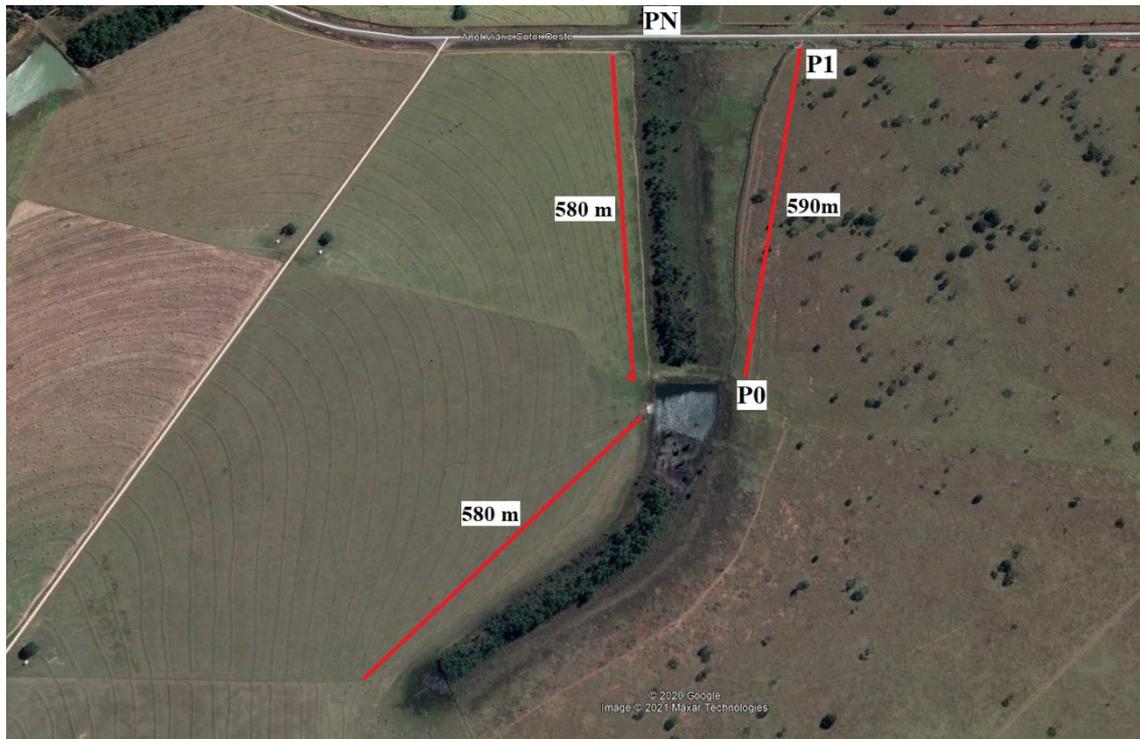


4.6.4 Comparação Canal natural e Ponto 1

Para formação do canal artificial a vereda foi segmentada exatamente em duas metades, havendo uma área de contribuição até a formação do CA de aproximadamente 590 metros. Após o barramento, 580 metros abaixo foram realizadas as coletadas no ponto do canal natural (P- CN). Deste modo, a formação do canal artificial e natural tem grande semelhança na área de contribuição da vereda à qual os formam (Figura 40).

O canal artificial entre P0 e P1 se faz de forma próxima e paralela à vereda, perpassando ao lado da área de contribuição do canal natural em uma cota altimétrica mais elevada localizando-se no terço inferior da vertente, segmentando a dinâmica de fluxos em duas entre o alto da vertente e o canal natural (Figura 41).

Figura 40: Comparação entre a distância do trecho de canal natural (vereda) para formação do canal artificial e canal natural.



O trecho de contribuição do canal natural para formação do canal artificial se assemelha ao trecho de contribuição de CN. Distância entre P0 e P1 se assemelha a distância entre o início a segmentação da vereda e o ponto de coleta CN. Fonte: Google Earth, 2020

Figura 41: Segmentação vertente (lateral a vereda)



Área de vereda a esquerda; elevação para inserção do canal artificial. Fonte: Org. Autora

Apesar destas semelhanças, os dois canais se comportaram de formas distintas. O CN expos vazões 77 % maiores que em relação ao CA, podendo este fato ser explicado por algumas razões:

1- O barramento no canal natural para produção do canal artificial gera uma grande lagoa, o espelho d'água sem nenhum sombreamento favorece a elevação da temperatura na água e por consequência maiores volumes evaporados. Ademais o trecho do canal artificial ocorre sem a presença de vegetação em suas margens, diferente do canal natural que conta com um maior sombreamento ocasionado por diferentes extratos vegetativos (Gramíneas arbustos e buritis) auxiliando na redução das temperaturas da água (vide Gráfico 48).

2- O barramento impossibilita a comunicação de fluxos superficiais de água entre as duas porções da vereda, entretanto, pode-se ocorrer a passagem subsuperficial (infiltração) de água da lagoa para a vereda inferior, aumentando seus volumes exfiltrados.

3- A extração de volumes de água por dessedentação e tomada de água também ocorrem no P1 refletindo em seus volumes de fluxos.

A vazão do canal artificial demonstrou resposta mais rápida da precipitação com 55,8 %, contra apenas 27 % do canal natural, o período de resposta frente a precipitação do canal artificial também se diferiu do natural, apresentando maiores correlações entre o atraso da vazão e a precipitação de 1 mês, já o canal natural no segundo mês (Tabela 11).

Isto indica que a presença do canal artificial na vertente, logo ao lado da vereda produz certa interceptação dos fluxos que seriam destinados ao canal natural. A lagoa também se configura como reservatório para a água, captando a água de toda vereda e partes superiores estocando-a e escoando de forma mais lenta pelo canal artificial. Deste modo, o canal artificial possui respostas mais rápidas nos volumes de vazão frente a precipitação quando comparados ao canal natural (Gráfico 18).

Gráfico 18: Comparação: vazão e precipitação entre canal natural e ponto 1 no canal artificial

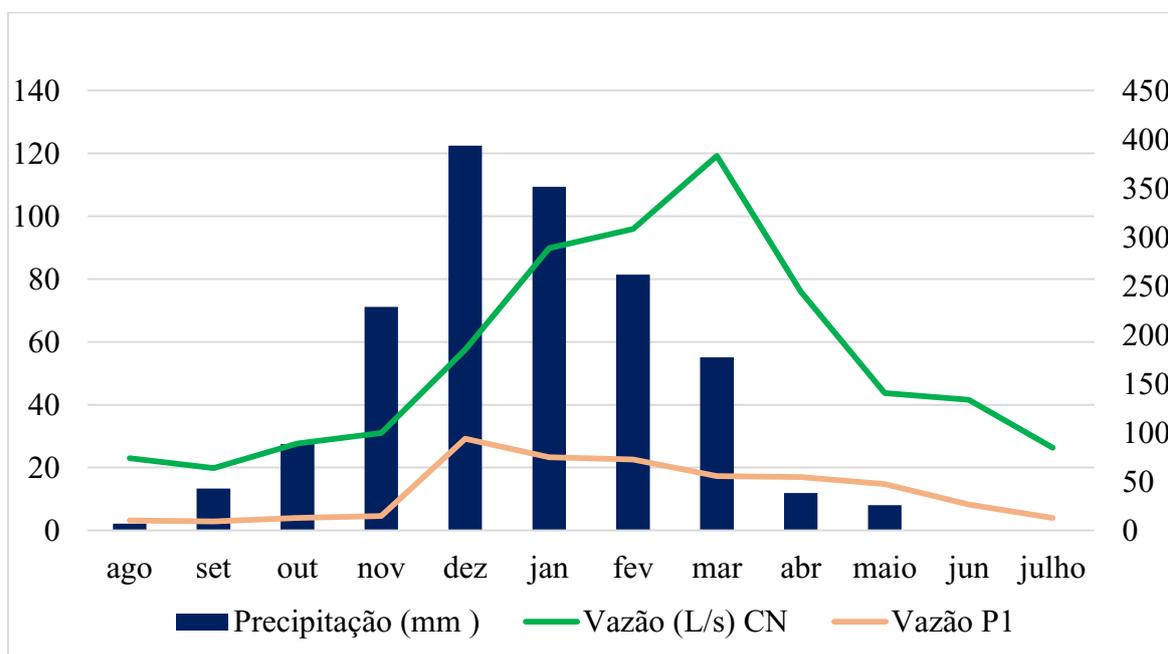


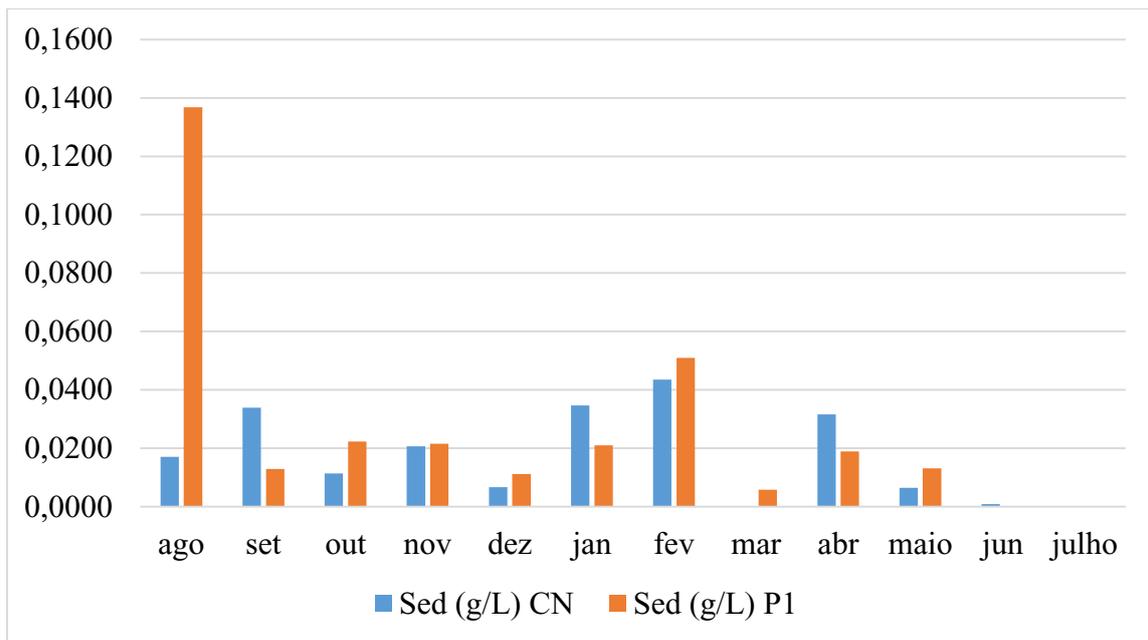
Tabela 11: Comparação vazão com precipitação do mês antecedente

Vazão x Precipitação														r	r%
Meses	ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	maio	jun	julho			
Vazão (L/s)	3,1	2,9	3,9	4,6	29,2	23,2	22,6	17,3	17	14,8	8,3	3,9	0,7	55,8	
Precipitação (mm)	6,8	43	88,2	228,8	393,6	351,6	261,8	177,2	38,4	26	0	0			
Precipitação realocada 1 mês														r	r%
	ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	maio	jun	julho			
Vazão (L/s)	3,1	2,9	3,9	4,6	29,2	23,2	22,6	17,3	17	14,8	8,3	3,9	0,8	71,6	
Precipitação (mm) realocada 1 mês	0,2	6,8	43	88,2	228,8	393,6	351,6	261,8	177,2	38,4	26	0			
Precipitação realocada 2 meses														r	r%
	ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul			
Vazão (L/s)	3,1	2,9	3,9	4,6	29,2	23,2	22,6	17,3	17	14,8	8,3	3,9	0,7	49,2	
Precipitação (mm) realocada 2 meses	0	0,2	6,8	43	88,2	228,8	393,6	351,6	261,8	177,2	38,4	26			

Fonte: Autora

O CA expos 34% a mais de sedimentos (g/L) do que CN (Gráfico 19), relacionado a maior presença antrópica e animais domésticos no local, contudo, quando excluída a anomalia de agosto CN expos 6% a mais de sedimentos em relação ao CA tornando os valores mais aproximados.

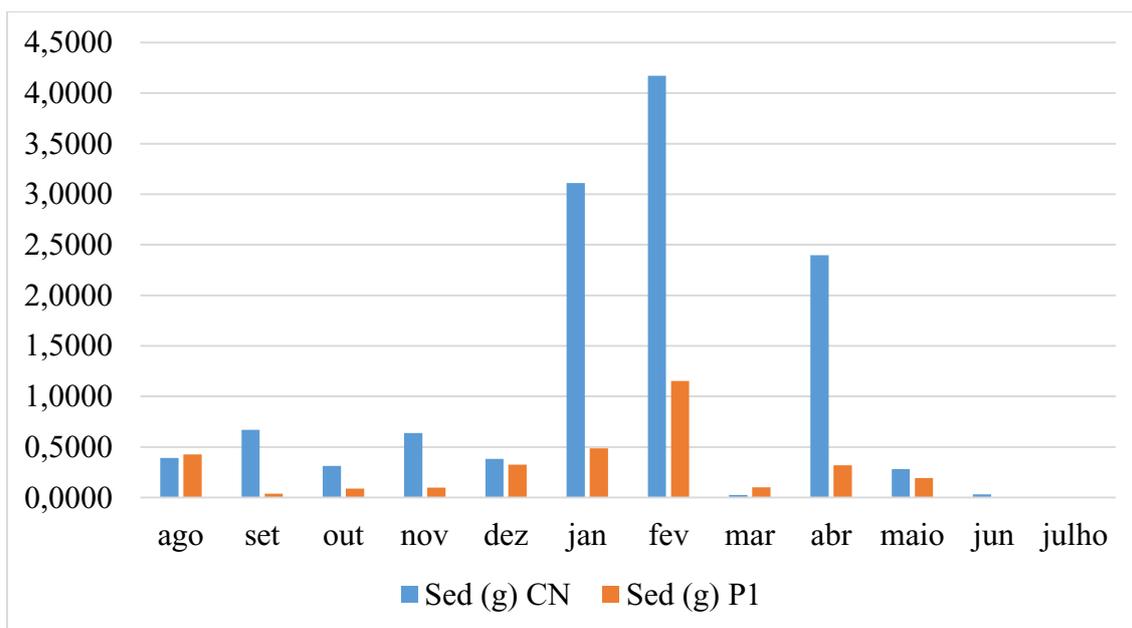
Gráfico 19: Comparação sedimentos (g/L) entre canal natural e ponto 1 no canal artificial



A maior correlação entre precipitação e vazão no CA quando comparado ao canal natural, indica que a presença do canal artificial na vertente de forma antecedente ao fundo de vale promove a integração de eventuais partículas dissolvidas na água na calha do canal artificial.

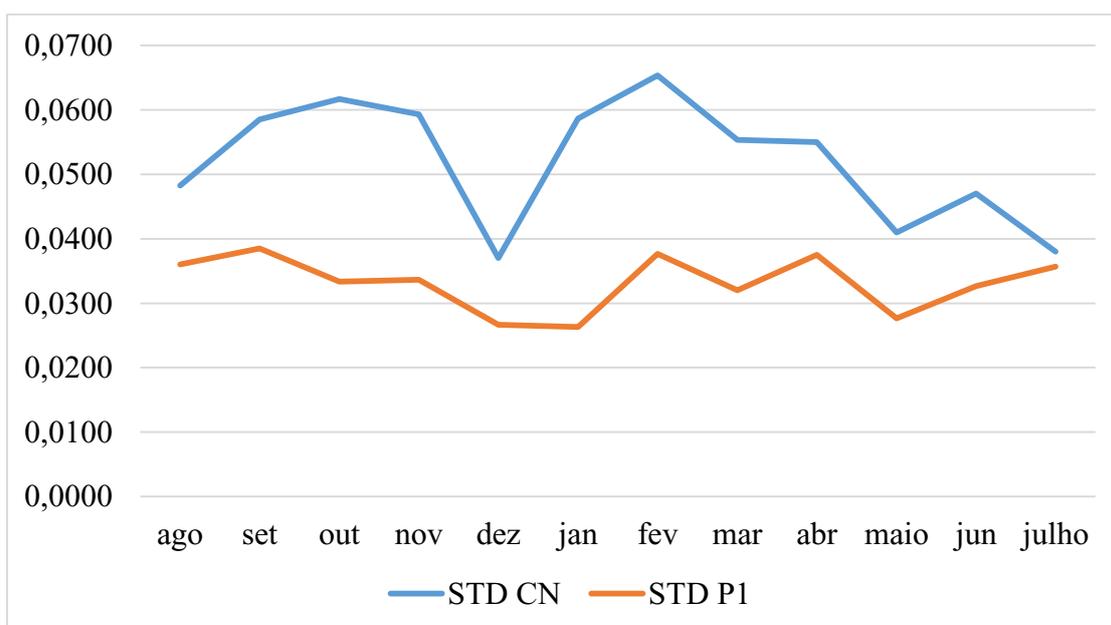
Essa situação torna-se inversa em relação aos sedimentos totais (Sed/g) nos canais. O canal natural apresentou 74% a mais de sedimentos que o canal artificial (Gráfico 20), uma vez que, os sedimentos totais são dependentes dos valores de vazão, os quais o canal natural apresentou 76% a mais.

Gráfico 20: Comparação sedimentos totais entre canal natural e ponto 1 no canal artificial



O canal natural apresentou valores maiores de STD que o canal artificial, em média 36% a mais fato que pode estar relacionado a maior presença de vegetação no CN, a qual eventualmente transporta matéria orgânica em diferentes estágios de decomposição no leito do canal e adjacências contribuindo para essa elevação (Gráfico 21)

Gráfico 21: Comparação STD entre canal natural e ponto 1 no canal artificial



Verificou-se também que o STD do CN tem maiores correlações com a carga sedimentológica se comparado ao CA. Já o canal artificial apresentou maiores correlações com a vazão e precipitação, corroborando com a ideia de que o canal artificial exerce uma barreira de fluxos superficiais na vertente, e por consequência sedimentos que seriam destinados ao CN (Tabela 12).

Tabela 12: Comparação STD entre canal natural e artificial

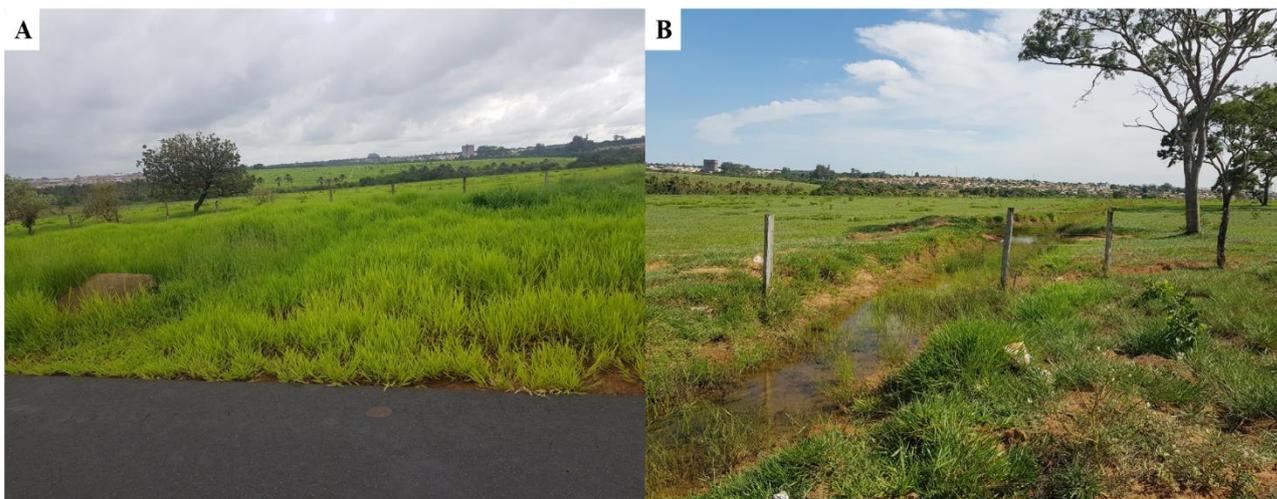
Comparação correlações de STD entre os parâmetros nos canais					
	Sed (g/L)	Sed (g)	Vazão	Precipitação	Velocidade
STD CN	39,48237225	32,17272	9,09504964	3,89628121	0,1182397
STD P1	0,971860789	7,905095	29,2443008	27,49324356	6,69567376

Fonte: Autora

4.6.5 Ponto 2

O ponto 2 localiza-se poucos metros após o ponto 1, se tornando um canal artificial de fluxo fechado por um trecho aproximado de 40 metros, sendo as coletas realizadas logo após a saída da tubulação, (Figura 41- A) esse ponto também encontra-se as margens do anel viário de forma oposta ao P1 no entanto, não há um trânsito frequente de pessoas no local e nem de animais.

Figura 41: Localização ponto 2



Fonte: Org. Autora

Com exceção da vazão, as demais variáveis apresentaram pouca variação ao longo do ano (Gráfico 22), isto se explica pelo fato de que a variação da precipitação ao longo do ano produz reflexos nos volumes escoados pelo canal conferindo mudanças em seus volumes, com uma correlação de 56%.

Por se tratar de um trecho de canal fechado não houve nenhuma anomalia verificada. O STD se manteve estável ao longo do ano, e apresentou uma correlação inversa de 25% com a precipitação expondo também baixas correlações com as demais variáveis Sed (g/L) 19%; Vazão 12%. Nota-se que as chuvas interferem nas vazões, a menor oferta de chuvas aumenta o STD podendo ser explicado pela maior concentração de partículas em um menor volume de água escoado e que a mudanças na paisagem provocam alterações nas ofertas de sedimentos.

Os sedimentos presentes em 1 litro de água (Sed g/L) também se mantiveram estáveis, não demonstrando correlações com nenhuma variável, (Vazão – 2%; Precipitação 2%; Velocidade 1%; e vento 12%) indicando uma exclusão de eventos externos sobre os parâmetros analisados no canal.

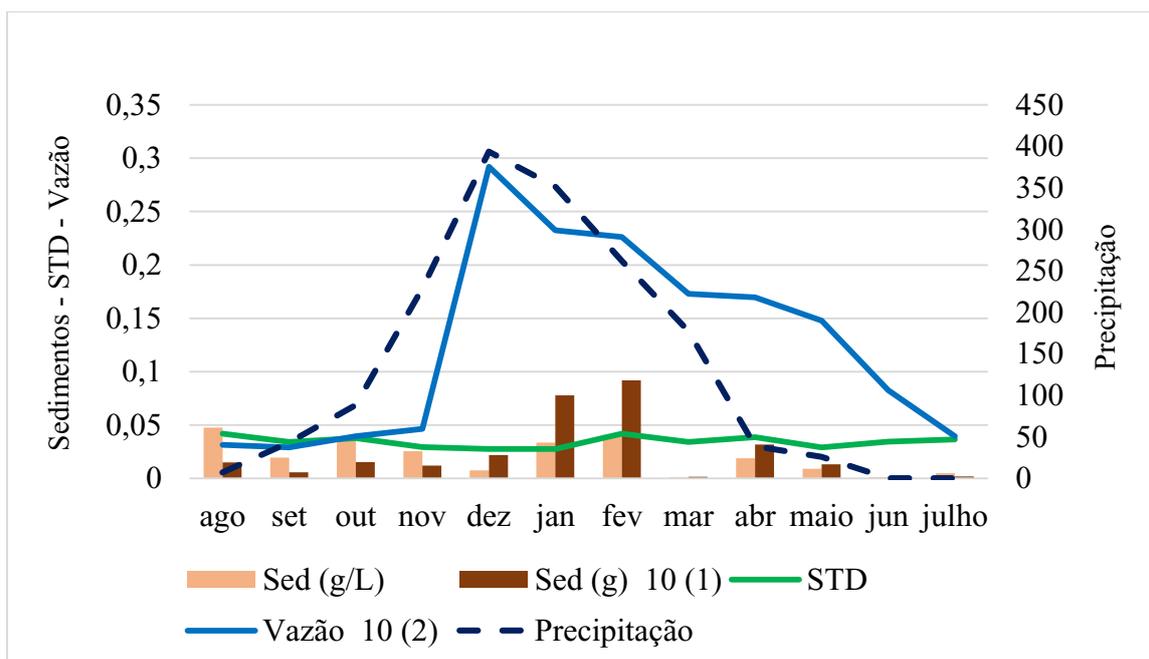
Já os sedimentos totais transportados Sed (g) por serem dependentes dos valores de Sed (g/L) e vazão, expos correlações com essas três variáveis (vazão 36%, precipitação 34% e Sed g/L 31%). Por se tratar de um sistema fechado a velocidade do fluxo pode produzir perturbações no canal elevando a quantidade de sedimentos em suspensão possuindo relação com a velocidade do fluxo (17%).

Tabela 13: Variação dos parâmetros ao longo do ano em P2

P2					
	Sed (g)	STD	Vazão	Precipitação	Sed (g/L)
Variância	0,082	0,00002	79,3	18766,4	0,0002
Desvio Padrão	0,29	0,0049	8,91	137	0,016

Fonte: Autora

Gráfico 22: Variação dos parâmetros analisados no ponto 2



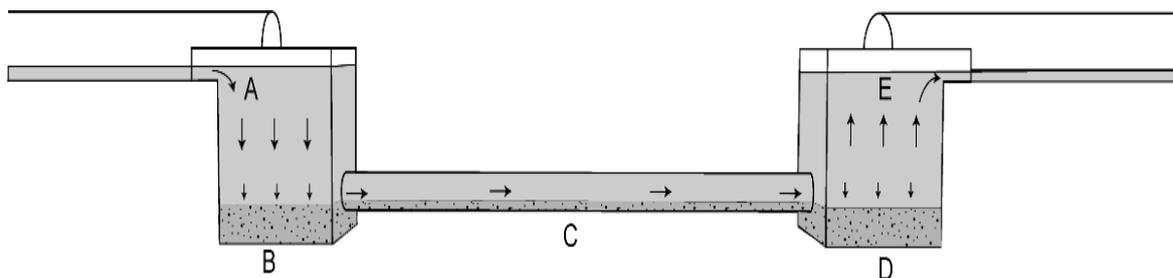
4.6.7 Comparação entre P1 e P2

A vazão entre os pontos não se diferenciou, evidenciando nenhuma perda de água pela passagem subterrânea do canal sob o anel rodoviário. Por se tratar de um local fechado, não há perdas por qualquer tipo de uso e/ou evapotranspiração. As principais perdas poderiam ser por infiltração, entretanto os dados confirmaram a integridade da obra neste transecto.

Diferente dos volumes de vazão, a presença de sedimentos (g/L) apresentou variação, onde o P2 apresentou um valor de 22 % menor em relação ao P1, esta diferença considerável em apenas 40 metros de distância é reflexo da forma na qual o canal é conduzido. Por se tratar de um ambiente fechado não há perturbações no canal por fatores externos, e a disposição das caixas de entrada e saída de fluxo (Figura 42- B e D) favorecem à decantação dos sedimentos em suspensão, que se acumulam no fundo da caixa de passagem.

Estes sedimentos se depositam no assoalho do canal fechado até que uma perturbação ocorra, podendo ser uma mudança repentina de fluxo provocada por chuvas, reinserrindo estes sedimentos no canal. Entretanto, não foi observado nenhum evento como descrito nos momentos de coleta.

Figura 42: Croqui obra de transposição subterrânea do canal artificial sob o anel viário



(A) Canal artificial de fluxo aberto ao ser conduzido até a obra de condução se torna um canal de fluxo fechado. O fluxo ao adentrar na caixa de recebimento (A) perde velocidade de maneira a apresentar um ambiente propício de decantação de sedimentos suspensos na água depositando no fundo da caixa (B) o tubo de passagem transpõe o canal na forma de fluxo fechado até a caixa de saída (E) a qual também expõe ambiente sedimentar, retornando o canal após passagem do anel viário fluxo aberto Fonte: Autora

O P2 apresentou valores de STD pouco maiores que P1 (3,5%), essa diferença não se mostrou significativa, entretanto, esta alta pode estar ligada ao eventual acumulo de materiais que se depositam no fundo da estrutura do canal fechado podendo, sedimentos orgânicos entrarem em decomposição e se dissolverem neste tipo de ambiente incorporando nos valores de STD.

4.6.8 Canal artificial: Pontos 3 e 4

Após percorrer uma distância aproximada de 800 metros pós P2, o canal artificial é novamente conduzido a atravessar o anel viário, se tornando um canal artificial fechado por aproximadamente 50 metros (Figura 45). Este trecho entre P2 e P3 se efetivou pela necessidade de ofertar água aos animais (gado) que estão dispostos na pastagem que foi segmentada pelo anel viário, deste modo, por se tratar de um canal aberto, a água pode ser conduzida sem a necessidade de desprendimento de qualquer tipo de equipamento podendo os animais utilizarem a água em um longo trecho.

As coletas nesses dois pontos foram feitas (P3 antes de sua canalização – P4 após a saída da canalização) ambos em fluxo aberto. A vegetação do entorno se constituiu por gramíneas e algumas árvores espaçadas, como observa-se na Figura 43 e 44.

Figura 43: Canal artificial no ponto 3



Canal aberto ponto 3 antes de sua canalização (mês maio de 2019). Fonte: Autora

Figura 44: Canal artificial no ponto 3



Canal aberto ponto 3 antes de sua canalização (mês junho de 2020), nota-se parte da vegetação avançando sobre a seção molhada do canal. Fonte: Autora

Figura 45: Localizações dos pontos P1, P2, P3 e P4



Fonte: Google Earth, 2020

4.6.9 Ponto 3

Assim como nos pontos anteriores a maior variação apresentada no ponto 3 foi a vazão, ocasionada pela variação sazonal da precipitação, expondo correlação de 43%. A vazão também refletiu na quantidade de sedimentos totais (g) transportados (39%), porém, a quantidade de sedimentos totais não reflete diretamente a qualidade da água do canal.

A análise desse parâmetro por si só pode induzir conclusões errôneas, visto que a presença de sedimentos totais transportados é fortemente influenciada pela vazão. Deste modo, a quantidade de sedimentos presentes em 1 Litro de água se torna um parâmetro de melhor análise da qualidade da água.

Constatou-se para o ponto analisado baixa correlação entre Sed (g/L) vazão (0,7%) e precipitação (3,7%) indicando que esse trecho de canal não apresentou comunicação com os fluxos superficiais provindos da vertente, que eventualmente poderiam incrementar a presença de sedimentos na água (Gráficos 23 e 24).

Os maiores valores foram observados em agosto, período no qual o entorno do canal foi queimado, inserindo partículas em sua calha (Gráfico 23). Após queima, a

vegetação presente no local foi drasticamente afetada, diminuindo significativamente sua biomassa (Figura 46). Com o retorno das chuvas, as margens do canal desprovidas de vegetação aliado ao solo inconsolidado pelo período de entre chuvas, disponibilizou uma quantidade significativa de material para o canal.

Figura 46: Canal artificial no ponto 3



Episódio de queima em ponto 3 no mês de agosto, observa-se que o canal serviu como barreira para a progressão do fogo (A) não seguindo para o outro lado do canal (B) Fonte: Autora

Devido a queima da pastagem, o gado foi retirado do local, sendo que, no mês de dezembro, a pastagem apresentou-se regenerada, coincidindo com o pico de precipitação, que também ocorreu no mesmo mês. E apesar do canal apresentar elevados valores de vazão, esse mês foi um dos que menos apresentaram sedimentos para o ponto, verificando que a vegetação presente às margens do canal oferece proteção ao mesmo (Gráficos 23 e 25).

Após o aumento da biomassa da pastagem o gado retornou ao local, de forma a produzir perturbações no leito do canal em momento de passagem e dessedentação, elevando a quantidade de sedimentos. Os animais foram reintroduzidos até o mês de fevereiro, verificando a baixa imediata no mês de março até julho, período em que a pastagem do entorno do canal não apresentou animais (Gráficos 23 e 25).

Assim sendo, verificou-se a correlação dos sedimentos presentes na água intimamente ligada a presença de animais os quais produzem distúrbios no leito do canal de forma a introduzir sedimentos em suspensão na água.

Gráfico 23: Variação dos parâmetros sedimentos (g/L) e precipitação no ponto 3

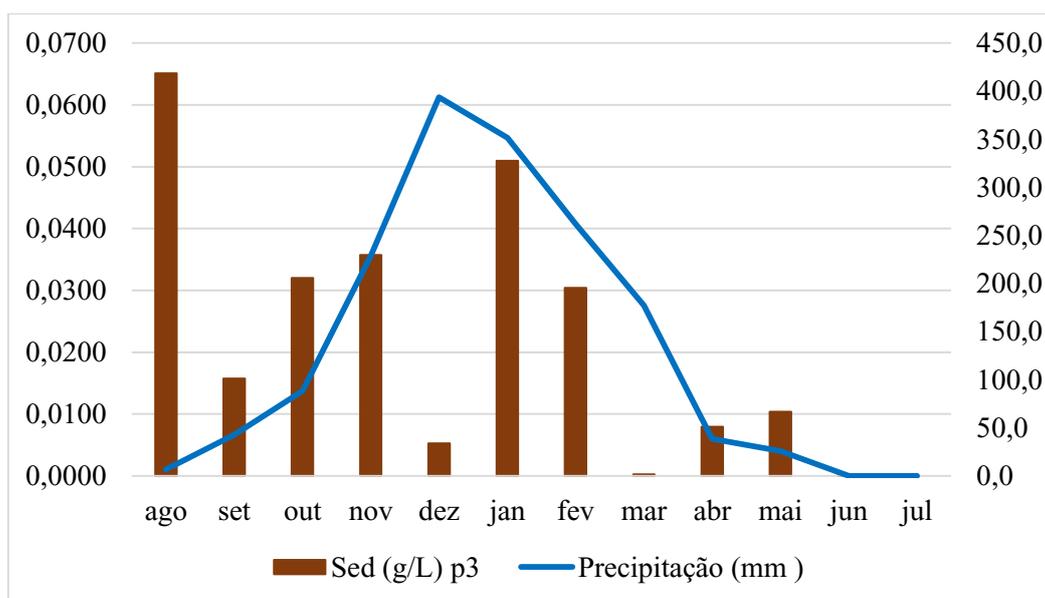
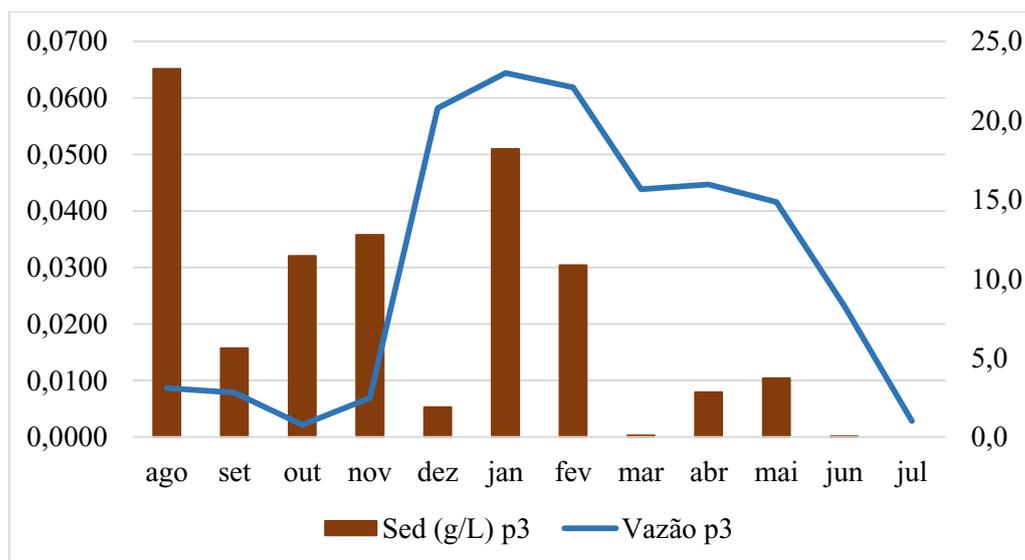


Gráfico 24: Variação dos parâmetros sedimentos (g/L) e vazão no ponto 3



O STD apresentou correlação inversa com todos os parâmetros analisados, 28% precipitação, 19% sedimentos totais, 17% sedimentos g/L, 7% vazão e 4% velocidade do fluxo. A correlação negativa com a precipitação pode indicar o impacto direto entre a oferta de chuvas e a paisagem, na qual em momentos de entre chuva a paisagem se torna mais seca, dispondo de maiores quantidades de material particulado fino, que pode ser incorporado na água.

Gráfico 25: Variação dos parâmetros analisados no ponto 3

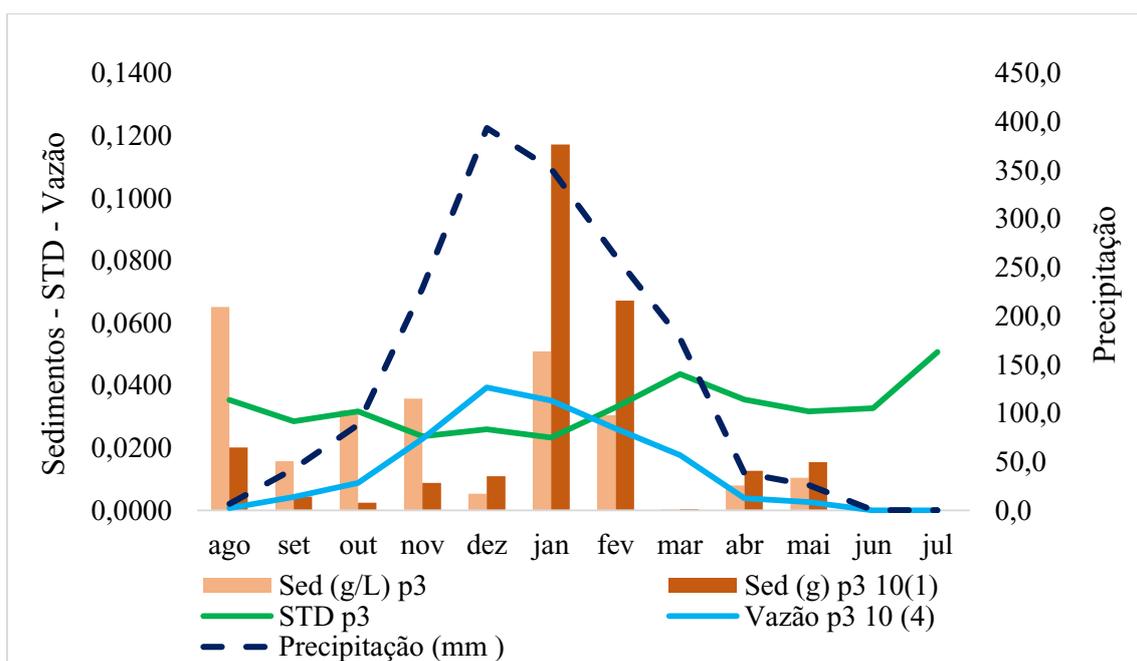


Tabela 14: Variação dos parâmetros ao longo do ano em P3

P3					
	Sed (g/L)	Sed (g)	STD	Vazão	Precipitação
Variância	0,0004	0,11	0,0001	69,8	18766,44
Desvio Padrão	0,02	0,34	0,01	8,4	137,0

Fonte: Autora

4.6.10 Ponto 4

Após o ponto 3, o canal novamente passa por debaixo do anel rodoviário por meio de uma estrutura nos mesmos moldes apresentada no ponto 1 e 2, tornando-se novamente um canal fechado por um trecho aproximado de 50 metros de extensão, após saída das caixas (Figuras 47 e 48) segue de forma aberta (Figura 49 e 50).

Figura 47: Canal artificial no ponto 4 após saída pela passagem subterrânea



Saída de P4 após travessia em anel viário (1) local onde é realizada as coletas (período entre chuvas) Fonte: Autora

Figura 48: Canal artificial no ponto 4 após saída pela passagem subterrânea



Saída de P4 após travessia em anel viário (período chuvoso) Fonte: Autora

Figura 49: Seguimento de forma aberta do canal artificial no ponto 4 após saída subterrânea



Diques marginais com solo exposto em P4 após limpeza (mês agosto 2019). Fonte: Autora

Figura 50: Seguimento de forma aberta do canal artificial no ponto 4



Diques marginais vegetados após alguns meses, vegetação suprimindo o canal artificial em P4 (mês julho 2020) Fonte: Autora

A vazão neste ponto apresentou correlação com a precipitação (43%), possuindo respaldo nos sedimentos totais transportados (39%). Assim como no ponto 2, por se tratar de um canal fechado, a presença de sedimentos em 1 L de água não expos nenhuma correlação com as demais variáveis (velocidade 10%; precipitação 4,5 % e vazão 0,5 %).

Da mesma forma, o STD também foi pouco influenciado pelas variáveis (Precipitação 9%; vazão 8%; Sed g/L 1%), havendo correlação inversa com a velocidade do fluxo (28%) (Gráfico 26) podendo essa relação estar ligada a maior permanência ou não da água dentro da caixa de passagem, onde em períodos de menor velocidade do fluxo a água do canal permanece por um período maior dentro das caixas, permitindo a solubilização de eventuais partículas de material sedimentado em seu interior (Gráfico 26).

Gráfico 26: Variação dos parâmetros STD e velocidade no ponto 4

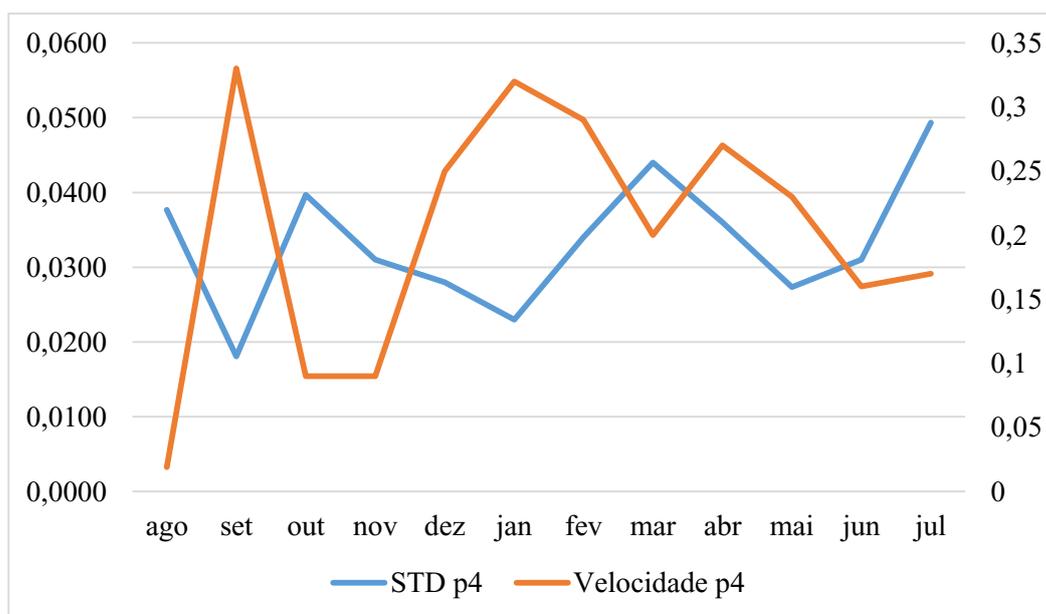


Gráfico 27: Variação dos parâmetros analisados no ponto 4

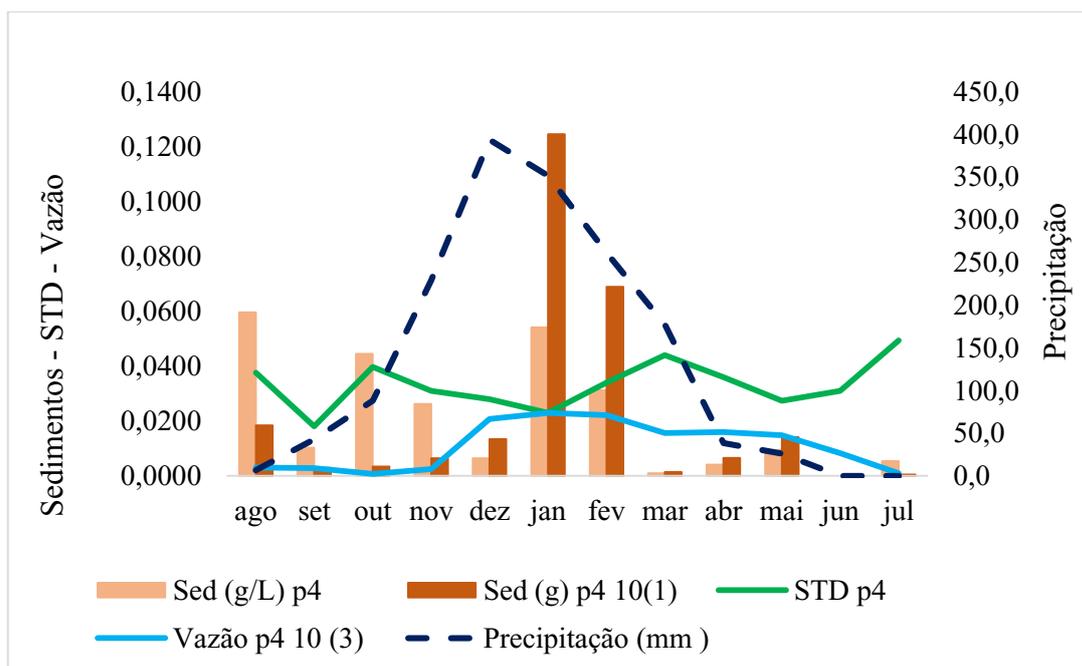


Tabela 15: Variação dos parâmetros ao longo do ano em P4

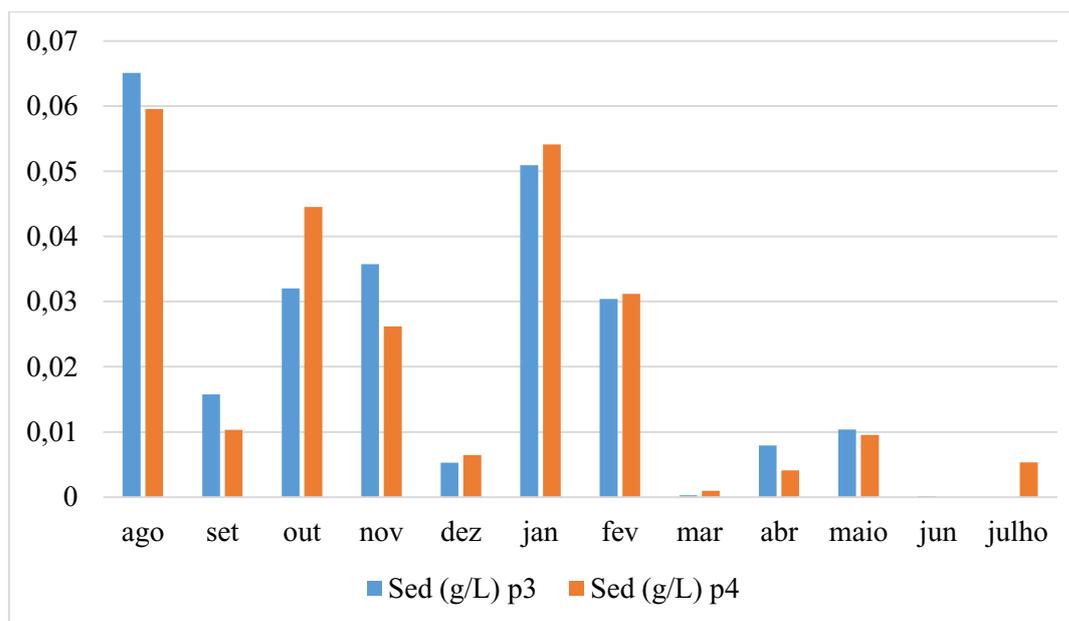
P4					
	Sed (g/L)	Sed (g)	STD	Vazão	Precipitação
Variância	0,0004	0,1284	0,0001	69,8239	18766,4431
Desvio Padrão	0,02	0,36	0,01	8,36	136,99

4.6.11 Comparação P3 e P4

A passagem do canal de forma subterrânea ao anel viário não expôs perdas de água entre estes pontos, sendo constatados os mesmos valores de vazão, indicando a integridade da obra. Os sedimentos presentes em 1 L de água apresentaram variação de 67% a mais no P3 em relação ao P4 (Gráfico 28), indicando que a estrutura se comporta de forma semelhante a caixas de decantação, depositando o material em seu fundo. Por apresentar mesma vazão, a quantidade de sedimentos totais transportados também expôs mesmas valores.

O STD apresentou aumento de 87 % entre P3 e P4, podendo esta variação estar ligada ao período de permanência da água em contato com o material decantado no leito das caixas, havendo dissolução de materiais minerais e/ou decomposição de material orgânico, permitindo o incremento nos valores de STD.

Gráfico 28: Comparação sedimentos (g/L) entre P3 e P4 no canal artificial



4.6.12 Comparação P1-2 e P3-4

No geral todas variáveis se comportaram da mesma maneira frente as duas estruturas presentes no canal. Não houve alterações nos valores de vazão, indicando que as perdas de água por este tipo de estrutura são mínimas. Os valores de sedimentos presentes em 1 L de água diminuiram com a passagem do canal por debaixo do anel viário (P1-P2 redução de 22%; P3-P4 redução de 67%) demonstrando que as estruturas de passagem se comportam como caixas de decantação, depositando o material em seu fundo.

Os valores de STD também se comportaram de forma semelhante, apresentando aumento com a transformação do canal de fluxo aberto para fluxo fechado, indicando que as caixas de passagem permitem maior solubilização de materiais na água. Entre P1-P2 houve aumento de 4%, e 87% entre P3 - P4, fato que pode estar ligado à maior decantação de sedimentos exposta em P3/4, ofertando maiores quantidades de materiais para incremento de STD.

4.6.13 Canal artificial: Ponto 5

Após 350 metros do ponto 4, encontra-se o ponto cinco, esse ponto se localiza em uma vertente plana de topografia suave onde o fluxo do canal percorre de forma aberta

sem obras de intervenções, expondo vegetação no entorno composta de gramíneas e árvores espaçadas, se tornando fonte de pastagem para bovinos e equinos.

No período de início das coletas nesse ponto o canal havia sido limpo, ou seja, foram removidos sedimentos e materiais orgânicos de seu leito, de forma a dar mais fluidez a água permitindo a utilização animal. O canal apresentou variação significativa na vegetação presente em sua calha, sendo que no mês de agosto o canal estava desvegetado (Figura 51) e na última coleta no mês de julho a vegetação recobriu seu leito e espelho d'água (Figuras 54 e 55) e (Figura 52 – mês de novembro).

Figura 51: Canal artificial aberto ponto 5



Registro realizado em agosto de 2019 o canal havia passado por limpeza anteriormente, observa-se a ausência de vegetação nas margens e leito do canal Fonte: Autora

Figura 52: Canal artificial aberto ponto 5



Registro realizado em novembro de 2019 observa-se a supressão da vegetação nas margens e leito do canal Fonte: Autora

Apesar de neste ponto o canal ter percorrido apenas 25% de sua extensão total, esse trecho apresentou-se seco por diversas vezes (agosto, outubro e novembro) sendo que de maneira geral, expos menores valores de vazão, e sua seção molhada denotou um traçado mais estreito e de águas rasas comparado aos demais trechos, além da ocupação da vegetação no leito do canal artificial (Figura 53).

Figura 53- Variação sazonal de um trecho do canal artificial (P5)



(A) junho 2020 (B) maio 2020 Fonte: Org. Autora

A vazão apresentou grande variação ao longo do período de análise, expressando 24% de correlação com a precipitação. Esse ponto é resultante dos usos já mencionados, diminuindo a oferta de água até o ponto analisado. Além disto, neste ponto não existe sombreamento, e o canal se efetiva com baixa profundidade, havendo pouco estoque de água.

As perdas por evaporação, transpiração e infiltração tem grande reflexo nos volumes de água neste ponto, reduzindo seu volume a 0 nos meses de menor precipitação, além disso, com o passar do tempo a vegetação reincorporou-se a seção molhada do canal, diminuindo sua velocidade de maneira a expor a água lântica a evaporação (Figuras 54 e 55). A maior biomassa vegetativa no canal também reflete na vazão, visto que as plantas utilizam a água em seus processos biológicos aumentando a evapotranspiração principalmente nos meses de maiores temperaturas e menor umidade coincidindo com os meses em que o canal secou.

Figura 54: Presença de vegetação dentro do leito do canal artificial (P5) no último mês de análise (julho 2020)



Registro realizado no ponto cinco 270 metros após saída do ponto 4. Fonte: Autora

Figura 55: Presença de vegetação dentro do leito do canal artificial no mês de maio 2020



Registro realizado no ponto cinco 670 metros após ponto 4. Fonte: Autora

A presença de sedimentos em 1 L de água expos baixas correlações com a vazão e precipitação (-3 e 2%), exibindo correlação inversa com a velocidade do fluxo (8%) evidenciando novamente que o canal não possui conexão direta com a vertente, e que a presença de sedimentos na água se efetiva por eventuais distúrbios ocasionados pelo trânsito de animais no local.

Verificou-se a diminuição dos sedimentos presentes em 1L de água ao longo do período de análises, coincidindo com o aumento da vegetação na calha do canal. A vegetação pode se comportar como barreira física e atuar na retenção de eventuais partículas que estejam sendo carregadas pelo fluxo, e concomitante a isso ao diminuir a velocidade do fluxo também proporciona ambiente para deposição das partículas suspensas. Com isso, esse trecho demanda manutenções periódicas que visam a limpeza da calha do canal.

O STD não apresentou correlação com nenhuma variável analisada, (Sed g/L 8%; e correlação inversa com a precipitação 6%). Deste modo, a presença de sólidos dissolvidos na água se remete por eventuais presenças de materiais na calha do canal (matéria orgânica) e de materiais já dissolvidos no próprio canal advindos de trechos anteriores.

Gráfico 29: Variação dos sedimentos (g/L) no ponto 5

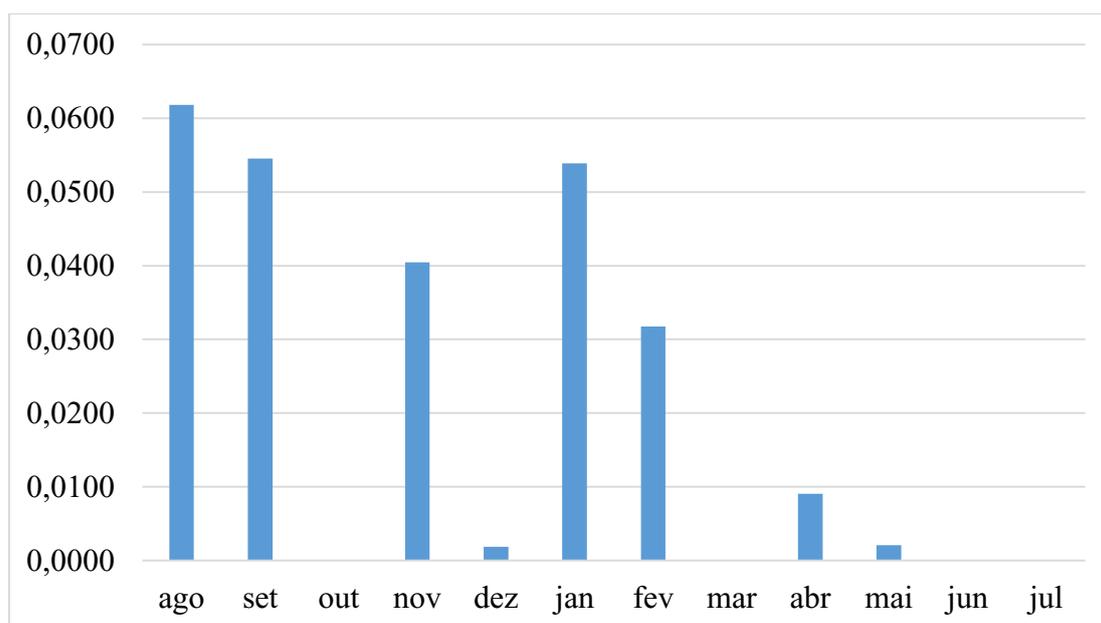


Gráfico 30: Variação dos parâmetros analisados no ponto 5

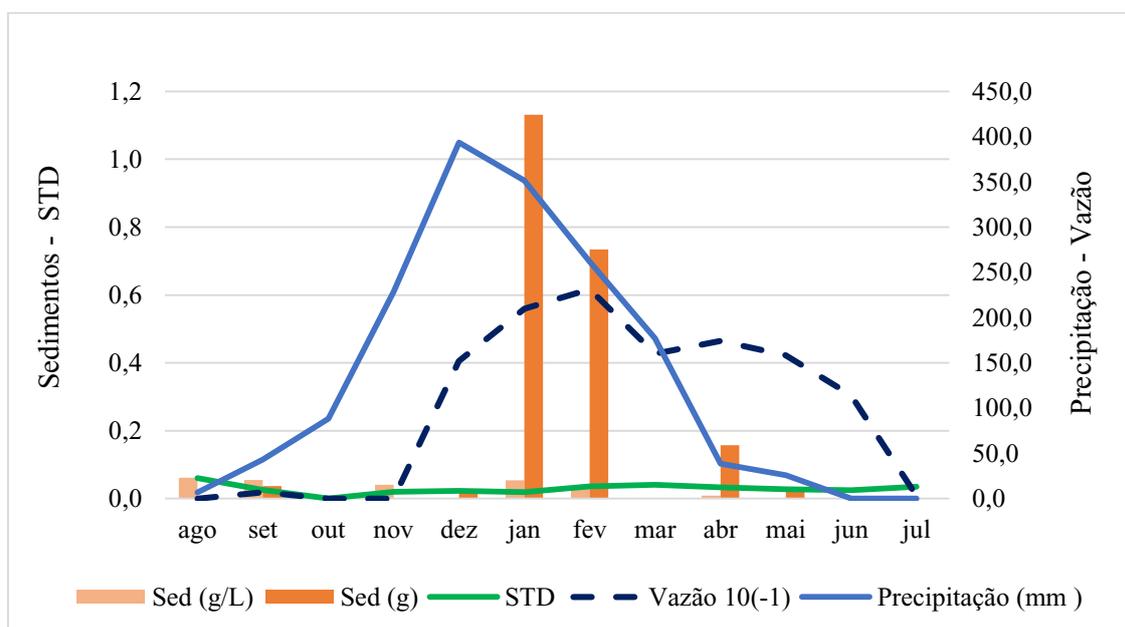


Tabela 16: Variação dos parâmetros ao longo do ano no P5

P5					
	Sed (g/L)	Sed (g)	STD	Vazão	Precipitação
Variância	0,001	0,123	0,000	77,388	18766,443
Desvio Padrão	0,02	0,35	0,01	8,80	136,99

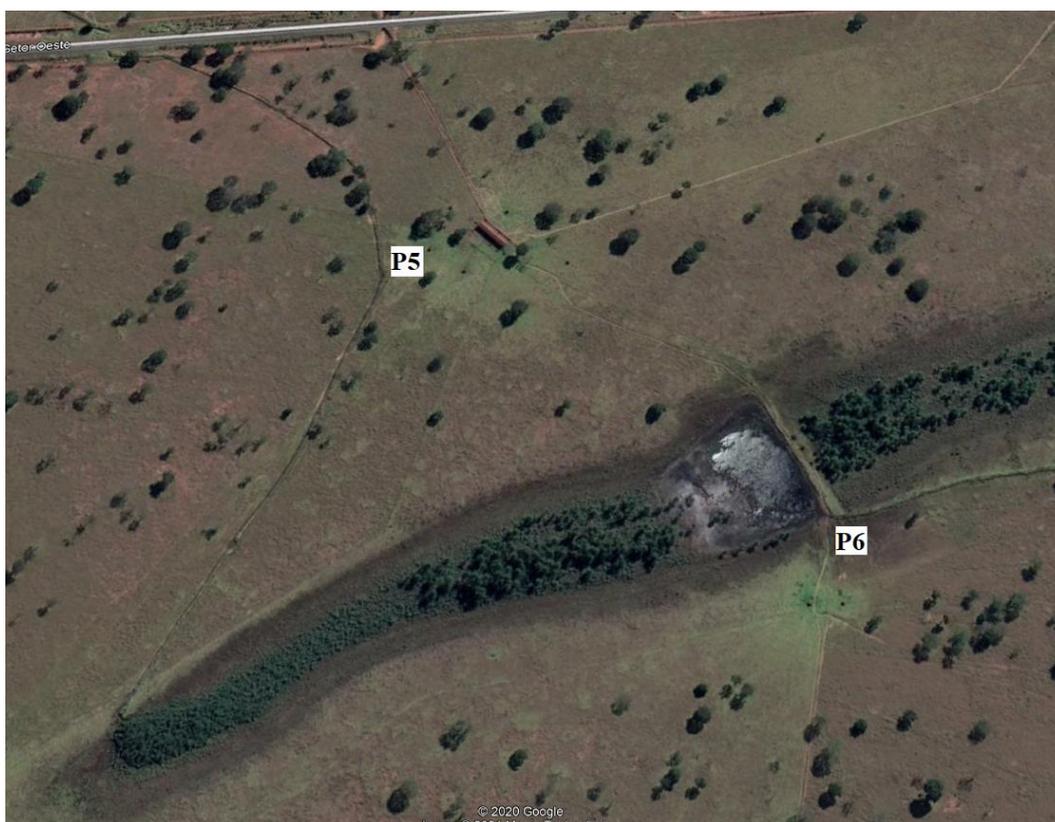
Fonte: Autora

4.6.14 Barramento - Canal artificial: Ponto 6

O ponto 6 se localiza a aproximadamente 1300 metros após o ponto 5 (Figura 56) suas proximidades apresentam vegetação de vereda com solos hidromórficos e gramíneas, e apesar de que o ponto 5 apresentou-se seco durante certos meses do ano, o ponto 6 subsequente não secou em nenhum mês do ano.

Isto se explica pois o canal artificial é introduzido na cabeceira de outra vereda (Figura 57) de forma a renaturalizar-se por um trecho de 560 metros, incorporando a água que exfiltra da vereda em seu volume. E assim como no P0, um barramento foi realizado nesse trecho de forma a redirecionar totalmente o fluxo da vereda/canal artificial para a vertente, se transformando em canal artificial.

Figura 56: Localizações dos pontos P5 e P6



Fonte: Google Earth, 2020

Figura 57: Entrada do canal artificial no canal natural presente na vereda



Entrada ponto 5 na vereda (seta vermelha) Fonte: Autora.

Esse segundo barramento apresenta características próximas ao primeiro, no entanto, é mais notável a presença de vegetação bem como a sedimentação de óxido de ferro (Fe_2O_3) fixados nas hastes da vegetação e no leito (Figura 58). As coletas foram realizadas na saída do barramento, ou seja, no início do canal artificial (Figura 59).

Figura 58- Presença de óxido ferro precipitado na vegetação em P6



Fonte: Autora

Figura 59- Gênese ponto 6 (agosto de 2019)



Local de coleta (seta vermelha) do ponto 6 após barramento. Fonte: Autora.

Figura 60- Gênese ponto 6 (janeiro de 2020)



Local de coleta do ponto 6 após barramento no mês de janeiro (2020) Fonte: Autora.

Figura 61: Canal artificial ao lado do canal natural presente na vereda



Saída canal artificial do barramento presente na vereda (P6) (mês maio) após elevação lamina d água pelo o canal artificial segue na vertente fora do fundo de vale, ao lado do canal natural que se encontra na vereda. Nota-se a vegetação ao lado direito composta de gramíneas de pastagem, ao lado esquerdo vegetação de solos hidromórficos e na parte mais esquerda vegetação natural composta de Buritis. Fonte: Autora

Nesse ponto a correlação da vazão com a precipitação foi de 30%, no entanto essa correlação aumenta ao comparar a vazão com a precipitação do mês antecedente (69%), e para dois meses 68%, indicando um atraso de 1 mês (Tabela 17). Esse segmento de vereda/CA incorporou em suas respostas de vazão semelhanças entre o canal natural (CN) e o canal artificial (P0-P1).

A quantidade de sedimentos por litro não apresentou nenhuma correlação com a precipitação (0,38 %) e vazão (correlação inversa de 10%), tal fato relacionado a localização logo após um ambiente lótico, no qual se comporta como um reservatório, de forma a incorporar e dispersar os sedimentos em todo o seu volume.

No mês de outubro existe uma anomalia referente a quantidade de sedimentos (g/L) que destoa das demais coletas (Gráfico 31). Esse ponto não apresenta trânsito frequente de animais e pessoas, que poderiam eventualmente ocasionar distúrbios na água, entretanto é possível observar a grande presença de óxidos de ferro precipitados no assoalho do canal e na vegetação, o eventual desprendimento e carreamento pelo fluxo de parte destas partículas poderiam ser coletadas em uma das amostragens realizadas, refletindo em picos de sedimentos, como visto no mês de outubro.

O STD deste ponto apresentou relação de 8% com os sedimentos g/L, e correlação inversa com todos os demais parâmetros analisados, precipitação -20%, Velocidade -18%, Vazão -11%. Deste modo, esta variável pode estar ligada à maior presença de óxidos de ferro precipitados na água, vindo a influenciar neste parâmetro.

Constata-se nesse ponto que o canal artificial tem papel de transposição da água entre duas veredas, podendo a maior presença de óxidos de ferro dissolvidos no segundo barramento estar relacionada a incorporação desse material provindos da primeira lagoa somado ao trecho do canal percorrido anteriormente, aumentando a quantidade desse mineral na água em níveis necessários para que possa precipitar.

Tabela 17: Comparação vazão com precipitação do mês antecedente

Vazão x Precipitação														
Meses	ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	julho	r	r%
Vazão (L/s)	4,9	12,7	8,8	13,0	82,9	80,0	105,4	66,7	84,0	49,1	53,1	20,7	0,551083	30,3692
Precipitação (mm)	6,8	43	88,2	228,8	393,6	351,6	261,8	177,2	38,4	26	0	0		
Precipitação realocada 1 mês														
	ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	julho	r	r%
Vazão (L/s)	4,9	12,7	8,8	13,0	82,9	80,0	105,4	66,7	84,0	49,1	53,1	20,7	0,833349	69,44698
Precipitação realocada 1 mês (mm)	0,2	6,8	43	88,2	228,8	393,6	351,6	261,8	177,2	38,4	26	0		
	jul	ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun		
Precipitação realocada 2 meses														
	ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	r	r%
Vazão (L/s)	4,9	12,7	8,8	13,0	82,9	80,0	105,4	66,7	84,0	49,1	53,1	20,7	0,828008	68,55979
Precipitação realocada 2 meses (mm)	0	0,2	6,8	43	88,2	228,8	393,6	351,6	261,8	177,2	38,4	26		
	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai		

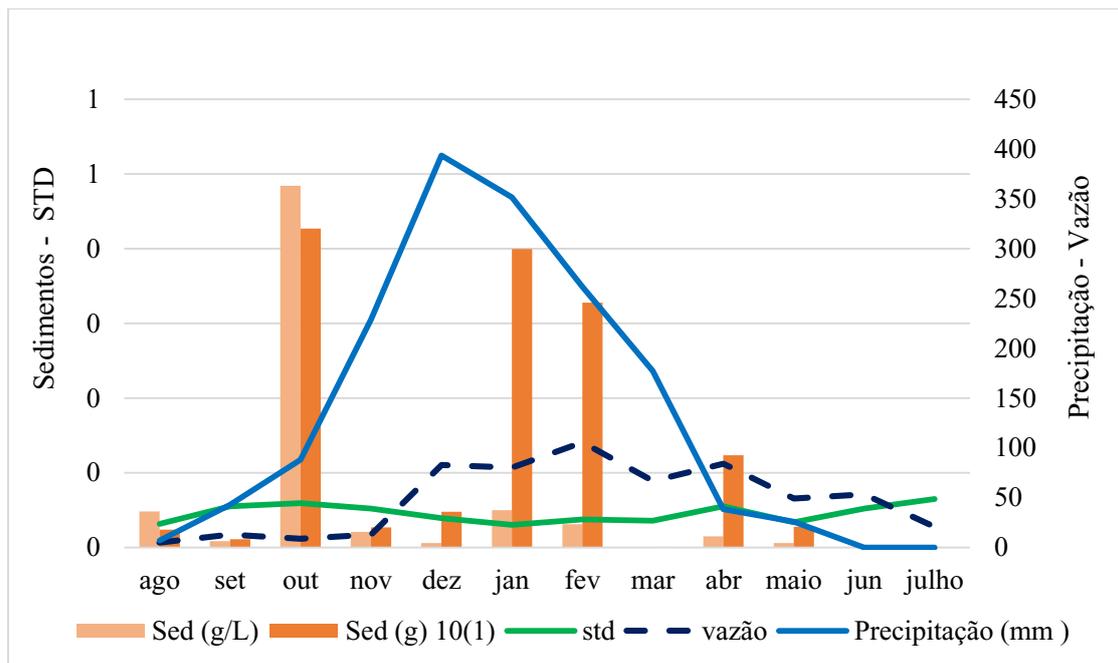
Fonte: Autora

Tabela 18: Variação dos parâmetros ao longo do ano em P6

P6					
	Sed (g/L)	Sed (g)	STD	Vazão	Precipitação
Variância	0,017	2,515	0,000	1151,684	18766,44
Desvio Padrão	0,13	1,59	0,01	33,94	137,0

Fonte: Autora

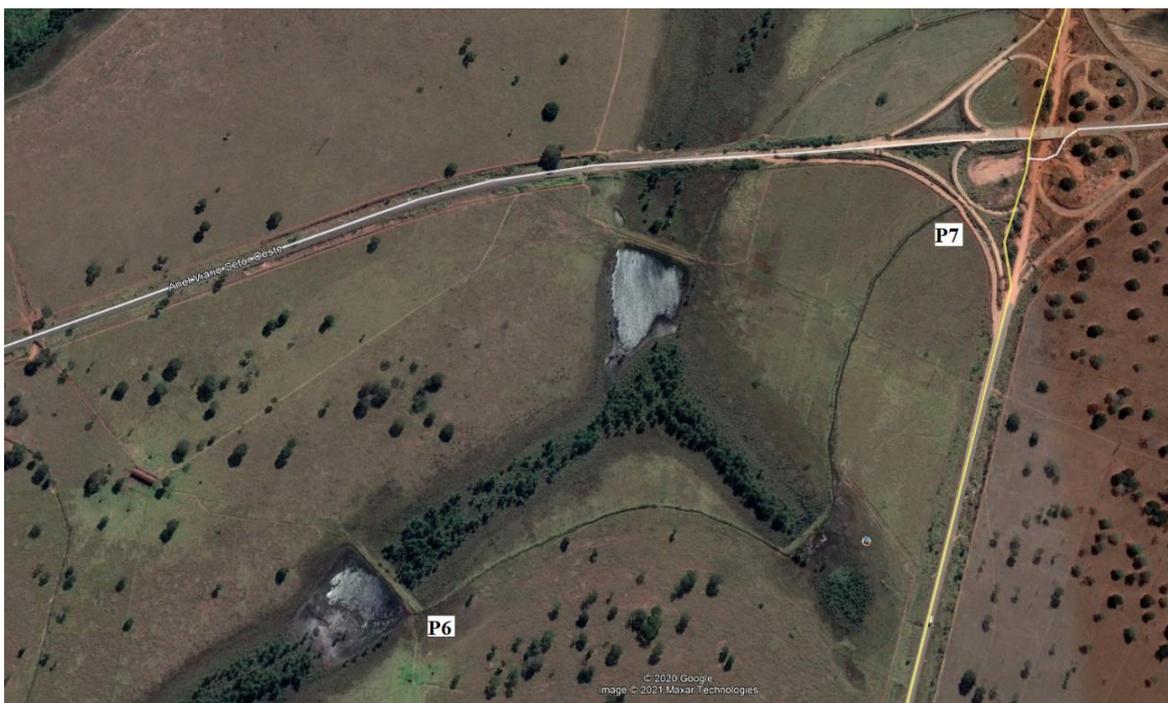
Gráfico 31: Variação dos parâmetros analisados no ponto 6



4.6.16 Canal artificial: ponto 7

Posteriormente, o canal segue de forma aberta pela vertente por aproximadamente 1200 metros onde encontra-se o ponto 7, cabe ressaltar que na metade da distância (550 m) entre os pontos 6 e 7 o canal perpassa por uma cabeceira de Vereda (Figura 62). No entanto, diferente da vereda anterior o canal artificial recebe a apenas a contribuição de uma área de 120 metros da vereda, não existindo nesse local a presença de um grande barramento, apenas a formação de uma lagoa de pequena dimensão, assim o canal artificial cruza a vereda e segue até o ponto 7 por mais aproximadamente 500 metros.

Figura 62: Localização ponto 7



Fonte: Google Earth, 2020

Esse ponto é novamente conduzido por tubulações subterrâneas para atravessar o anel viário, e, diferente das já apresentadas, nesse ponto o canal passa de forma subterrânea por um trecho maior (370 metros), em baixo do entroncamento do anel viário com a BR-455. As amostragens foram realizadas antes da transposição subterrânea, onde o canal ainda apresentava fluxo aberto (Figura 63).

Neste transecto entre o ponto 6 e 7 o canal apresenta as maiores profundidades verificadas, de forma a apresentar velocidade de fluxo quase nula. Devido a essa característica as amostragens de velocidade foram realizadas na entrada da tubulação subterrânea, à qual afunila o canal aumentando a velocidade de fluxo (Figura 63- A).

Figura 63: Canal artificial ponto 7



Mudanças paisagísticas no canal e em seu entorno promovidas pela variação sazonal da precipitação: (A) período entre chuvas (julho) seta vermelha: local de coletas em P7 (B) período chuvoso. Fonte: Org. Autora

Nesse ponto a vazão expos 32% de correlação com a precipitação, quando correlacionados à precipitação do mês antecedente esse valor subiu para 60% e 55% para dois meses de antecedência, indicando melhores respostas da vazão frente a precipitação de 1 mês de atraso.

A vazão apresentou baixa correlação com os sedimentos g/L (Gráfico 34) visto que, como mencionado o canal apresentou-se profundo e com baixa velocidade, auxiliando a precipitação das partículas em seu leito.

O STD expos relação inversa significativa entre a vazão e precipitação (56% e 69%) (Gráfico 34) indicando que esse parâmetro não insere sedimentos de forma direta

no canal. A correlação inversa pode indicar que maiores volumes precipitados tendem a aumentar a vazão do canal, circulando a água de forma mais rápida e renovando-a constantemente. A não circulação da água permite a dissolução de partículas minerais e de matéria orgânica, elevando os níveis de STD.

No mês de julho a vegetação do entorno do canal foi queimada, não apresentando respostas nos atributos analisados. Cabe ressaltar, que como o ocorrido no transecto entre P0 e P1, o canal artificial auxiliou a não propagação do fogo, atuando como barreira e inibindo sua continuidade, queimando apenas a parte da vegetação vertente abaixo (Figura 64).

Figura 64: Traçado ponto 7



Observa-se na figura o papel do canal artificial como intervenção na progressão do fogo pela vertente (lado direito queima em pasto) (lado esquerdo sem queima), além da presença da obra de engenharia que da passagem ao canal artificial pelo anel viário (seta branca) Fonte: Autora

Gráfico 34: Variação dos parâmetros analisados no ponto 7

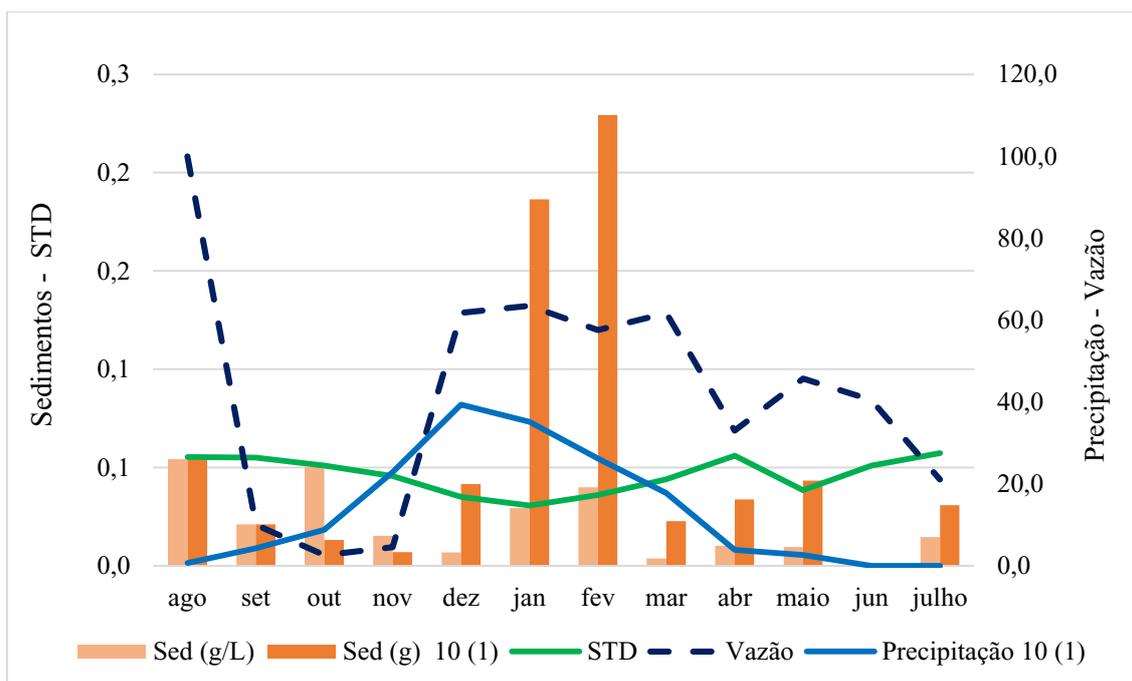


Tabela 19: Variação dos parâmetros ao longo do ano em P7

P7					
	Sed (g/L)	Sed (g)	STD	Vazão	Precipitação
Variância	0,000	0,486	0,000	526,173	18766,443
Desvio Padrão	0,02	0,70	0,01	22,94	136,99

Fonte: Autora

4.6.17 Canal artificial: Ponto 8

O ponto 8 se localiza após 3940 metros após o ponto 7, se configurando como o último ponto analisado no canal artificial. A vegetação de seu entorno continua sendo de pastagens e pontuais árvores espaçadas na vertente (Figura 66 e 67). Este trecho (P7-P8) (Figura 65) o canal experimenta a maior declividade quando comparado aos demais, com desnível de 30 metros. O ponto já extrapolou várias vezes, sendo necessário nele uma maior manutenção (Figura 68- A e B) e também já secou.

Figura 65: Localização do ponto 8



Fonte: Google Earth, 2020

Figura 66- Canal artificial ponto 8



Mudanças paisagísticas no canal e em seu entorno promovidas pela variação sazonal da precipitação no período de estiagem Fonte: Autora

Figura 67- Canal artificial ponto 8



Mudanças paisagísticas no canal e em seu entorno promovidas pela variação sazonal da precipitação no mês de fevereiro, canal artificial encoberto pela vegetação nas margens e em seu leito (seta branca) Fonte: Autora

A presença de animais nas pastagens e por consequência fazendo uso do canal perdurou durante o ano todo. Por se tratar do ponto mais próximo à sede da fazenda o manejo constante nessa área induzia a passagens mais frequente dos animais próximos ao canal artificial refletindo em uma água mais turva (Figura 68- A).

A vazão neste ponto oscilou frequentemente, havendo baixa correlação com a precipitação (17%). A distância deste ponto até a última fonte de incremento de água no canal (Vereda) é distante, fazendo com que as perdas de água pelos usos, evapotranspiração e infiltração afetem a quantidade de água disponível em sua calha. Em função dessas perdas, o canal secou durante dois meses do ano consecutivos (outubro e novembro).

Devido à grande oscilação da vazão, em certos períodos a lâmina d'água extrapolou suas margens, fazendo com que o fluxo excedente de água escoasse de forma continua vertente abaixo (Figura 68). Isto demonstra que nesse trecho o canal foi subdimensionado ou seu leito foi assoreado pela precipitação de sedimentos, reduzindo sua capacidade de transporte d'água, demonstrando a importância de manutenções frequentes.

Figura 68- Manutenção P8 após vazamento por cheia



Fonte: Org. Autora

A quantidade de sedimentos g/L evidenciou baixas correlações com a vazão (18 %), velocidade do fluxo (11 %) e precipitação (2 %) (Gráfico 35). A menor correlação com as variáveis analisadas indica que o constante tráfego de animais na área gerem perturbações em seu leito.

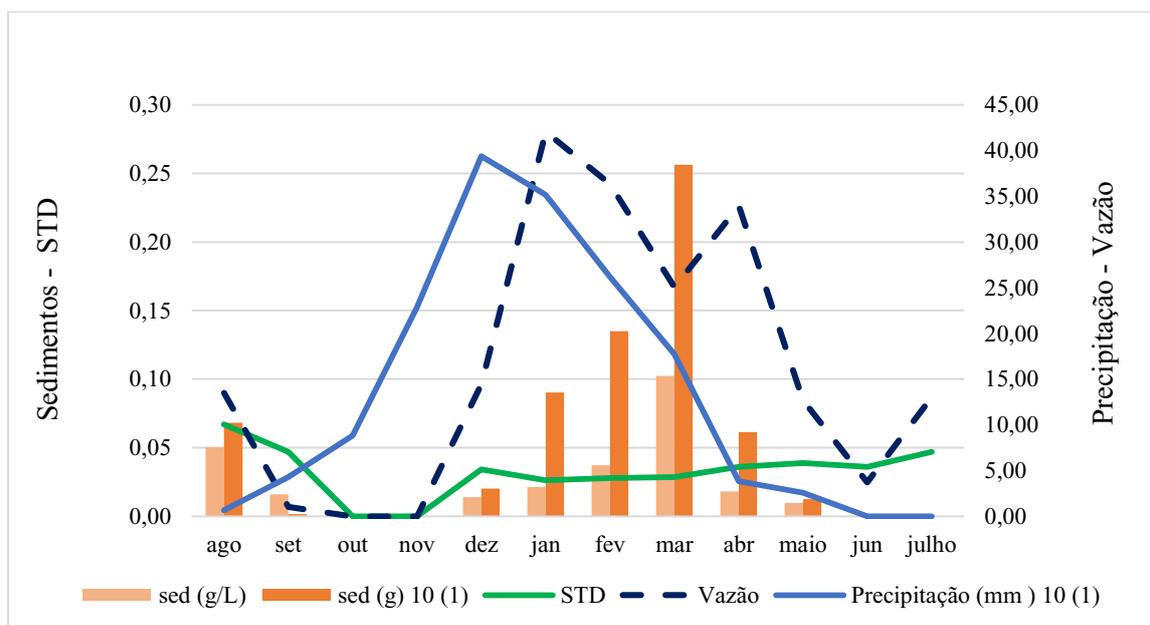
O STD expôs correlação negativa com a precipitação (18%), e nenhuma correlação com as demais variáveis (Velocidade 8%; Sed g/L 5% e Vazão 2%). A não correlação com os parâmetros analisados indica outras fontes de alterações no STD, fato que pode estar ligado pela maior presença de animais (bovinos e equinos) no local, produzindo alterações que sobressaem as variáveis analisadas.

Tabela 20: Variação dos parâmetros ao longo do ano em P8

P8					
	Sed (g/L)	Sed (g)	STD	Vazão	Precipitação
Variância	0,001	0,552	0,000	200,715	18766,443
Desvio Padrão	0,03	0,74	0,02	14,17	136,99

Fonte: Autora

Gráfico 35: Variação dos parâmetros analisados no ponto 8



4.7 DIAGNÓSTICO INTEGRADO DOS CENÁRIOS PONTUAIS DO CANAL ARTIFICIAL

A análise do canal de forma pontual visou contemplar as características específicas expressas nos ambientes de análise, demonstrando que a dinâmica do canal artificial se mostra heterogênea ao longo de sua extensão, variando de acordo com seu ambiente, forma, tempo e usos.

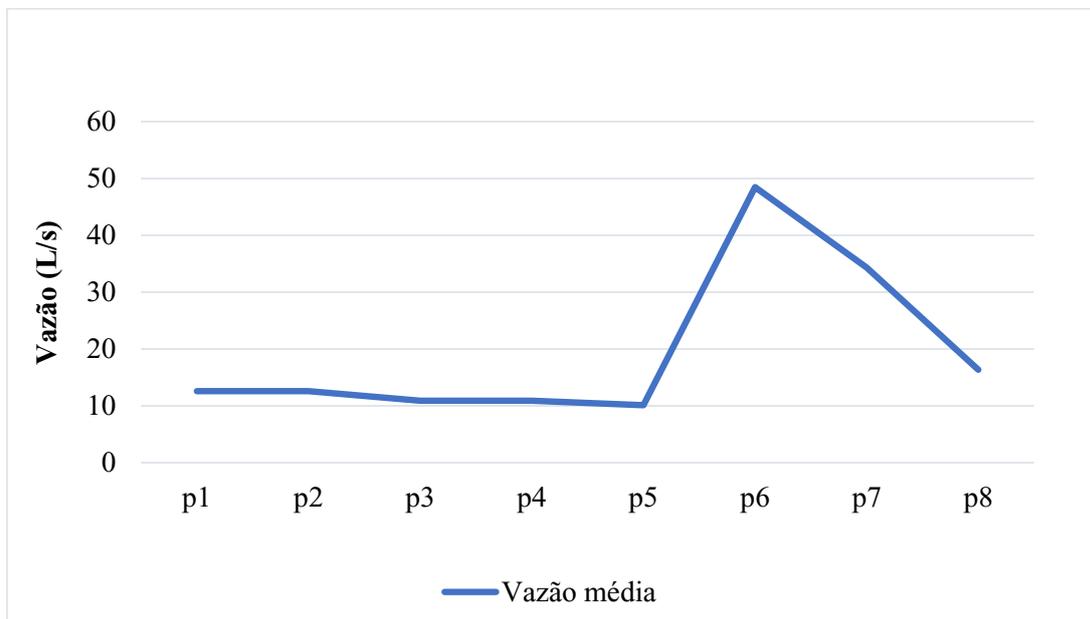
Entretanto, o canal artificial se configura como um corpo moldado pela dinâmica conjunta de seus pontos. Deste modo, a análise a seguir exhibe o comportamento integrado dos pontos do canal ao longo do ano, sendo o valor apresentado por cada ponto a média de todos os meses de análise (12 meses), permitindo acompanhar a variação dos parâmetros analisados ao longo do traçado do canal artificial.

4.7.1 Vazão

Notou-se para o parâmetro vazão uma perda média de 20% nos volumes expostos entre o trecho do ponto 1 e 6 relativa à: usos, evapotranspiração e infiltração. O canal apresentou acréscimo significativo em seu volume após o ponto 6 (Gráfico 36) devido à incorporação do canal artificial à vereda, a qual é barrada e novamente seu fluxo desviado

à vertente, produzindo um aporte de água considerável no sistema do canal artificial (480%), um total de 38,3 L/s a mais de água no sistema.

Gráfico 36: Variação da vazão média de todos os pontos do canal artificial



O valor de cada ponto se refere a média ao longo dos 12 meses de análise em que os mesmos apresentaram

Entre o ponto 1 e 5 o canal percorre aproximadamente 2400 metros, perdendo ao longo deste caminho 2,5 L/s em sua vazão, correspondendo à 20 % do volume total, numa taxa de perda de 1 L/s por km percorrido. Entre o P6 e P8 o canal percorre aproximadamente 5100 metros, perdendo 66,3 % de seu volume total, uma redução de 32,1 L/s, numa taxa de 6,3 L/s por km percorrido.

Esta grande diferença de taxas de perda pode ser explicada por alguns fatores. Entre o ponto 1 e 5 o canal apresenta-se menos profundo quando comparado ao segundo trecho (P6 – P8) a maior superfície de contato entre a água e o leito do canal pode induzir a maiores taxas de água perdida por infiltração.

Outro fato é que diferente do segundo trecho, o primeiro não apresentou a presença de gado em todos os meses do ano, exibindo menor consumo de água. O consumo de água por bovinos varia de acordo com diversas circunstâncias, peso do animal, idade, período de reprodução, corte ou lactação, temperatura ambiente, dentre outros (EMBRAPA, 2005).

Segundo Embrapa (2005) este consumo varia de 11 a 62 L por dia para cada animal, uma média de 37 litros/dia/animal. Sendo assim, a variação na quantidade de

animais que utilizam a água do sistema pode impactar diretamente em seu volume. O ato de utilização da água pelos animais diretamente na calha do canal também pode promover o rompimento dos diques laterais pelo constante tráfego.

Deste modo, observou-se que para o segundo trecho que o canal apresentou avarias em seus diques laterais, havendo perdas significativas em seu volume pelo extravio de água de sua calha para a vertente (Figura 69). Devido a maior presença de animais na segunda área este transecto demandou manutenções periódicas com intuito de manter os volumes de água no canal ao longo do período de análise.

Figura 69: Interrupções da calha do canal



Fonte: Autora

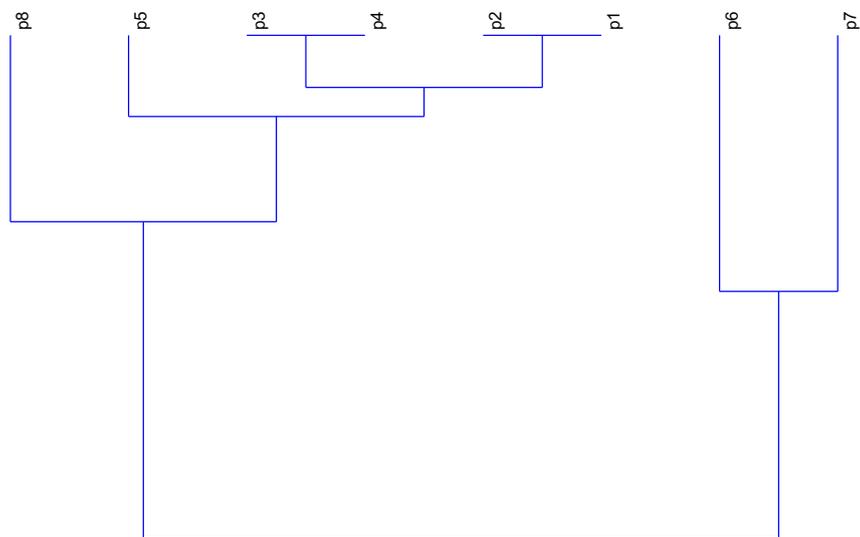
Para melhor representar o comportamento da vazão entre os pontos, foi realizada uma análise cluster entre eles (Figura 70) verificando os agrupamentos dos pontos de acordo com suas paridades. Os pontos 1-2 e 3-4 apresentam comportamentos idênticos, demonstrando que não houve perdas nos volumes promovidas no processo de passagem subterrânea do canal pelo anel viário.

O ponto 5 por estar próximo ao ponto 3 e 4 exibiu comportamento mais semelhante aos mesmos. Os pontos 6 e 7 por receberem contribuição dos volumes de

água provindo do segundo barramento apresentam comportamento semelhante entre si e totalmente diferente dos demais.

Por fim, apesar de se localizar pós P7, o ponto 8 se comportou de maneira mais semelhante aos pontos antecedentes ao segundo barramento. As perdas de água até este ponto refletiram em uma vazão mais aproximada antes do incremento no P6, se comportando de forma semelhante ao P5, os quais vieram a secar durante alguns meses do ano devido ao período de estiagem.

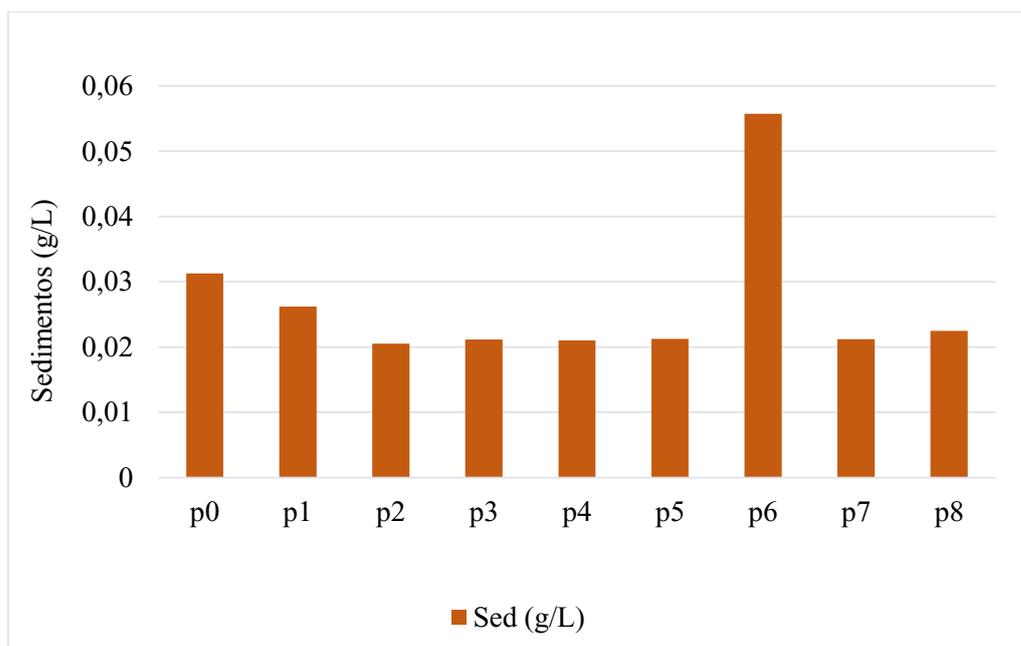
Figura 70: Dendrograma Cluster de vazão dos pontos de análise



4.7.2 Sedimentos (g/L)

Se tratando da carga sedimentológica presente na água do canal, notou a grande semelhança apresentada pelos pontos que se inserem propriamente no canal, sendo os valores que destoam dos demais expressos pela existência dos barramentos (Gráfico 37). Os barramentos geram um espelho d'água, sendo que, eventuais rajadas de vento podem produzir oscilações na forma de ondulações na água, que se chocam com as margens e produzem o desprendimento e incorporação de sedimentos na água.

Gráfico 37: Variação dos sedimentos (g/L) de todos os pontos do canal artificial



Cada lagoa tem uma dinâmica específica que pode afetar em sua carga sedimentológica. Para o P0 notou-se a presença de pessoas e da fauna selvagem utilizando a lagoa formada para pesca. O ato de pesca de forma a pisar no leito da lagoa produz perturbações em seu fundo que elevam a quantidade de sedimentos em suspensão, refletindo em maiores valores.

O segundo barramento (P6) observa-se os valores mais elevados de sedimentos g/L dentre todos os pontos (Gráfico 37). Ao incorporar a água do canal artificial provinda da primeira lagoa (P0) há uma incorporação dos sedimentos da lagoa inicial aliado aos demais captados ao longo do traçado do canal artificial, de forma a aumentar a quantidade de sedimentos na segunda lagoa.

No segundo barramento, diferente do primeiro, foi verificado a presença de apenas animais selvagens utilizando-se de suas águas para pesca (Cegonha Branca, Maria faceira, Saracura, Biguá) contribuindo para a elevação dos sedimentos em suspensão. Além disto, o segundo barramento apresentou uma quantidade elevada de óxidos de ferro precipitados em seu leito e nas hastes da vegetação de seu interior (não foi constatado a presença de óxidos de ferro no P0).

O ferro apresenta baixa solubilidade em água em sua forma de óxido (Fe_3), porém, as veredas que dão origem ao canal artificial estudado situam-se em ambientes redutores (devido à presença de solos inundados de forma constante pelo afloramento do nível freático). O ambiente aquoso promovido pelas veredas promove a redução do ferro

(Fe²⁺), o qual apresenta maior solubilidade e mobilidade quando comparado a sua forma oxidada (Fe³⁺).

O ferro dissolvido na vertente é exfiltrado na vereda e conduzido pela água até os barramentos. Alguns fatores podem contribuir para maior presença de óxidos de ferro no segundo barramento, o primeiro se refere a concentração de Fe dissolvido na água, sendo menor concentração no P0, e quando o canal destina estes óxidos ao segundo barramento a concentração aumenta acima da capacidade de suporte da água, de forma a precipitá-lo.

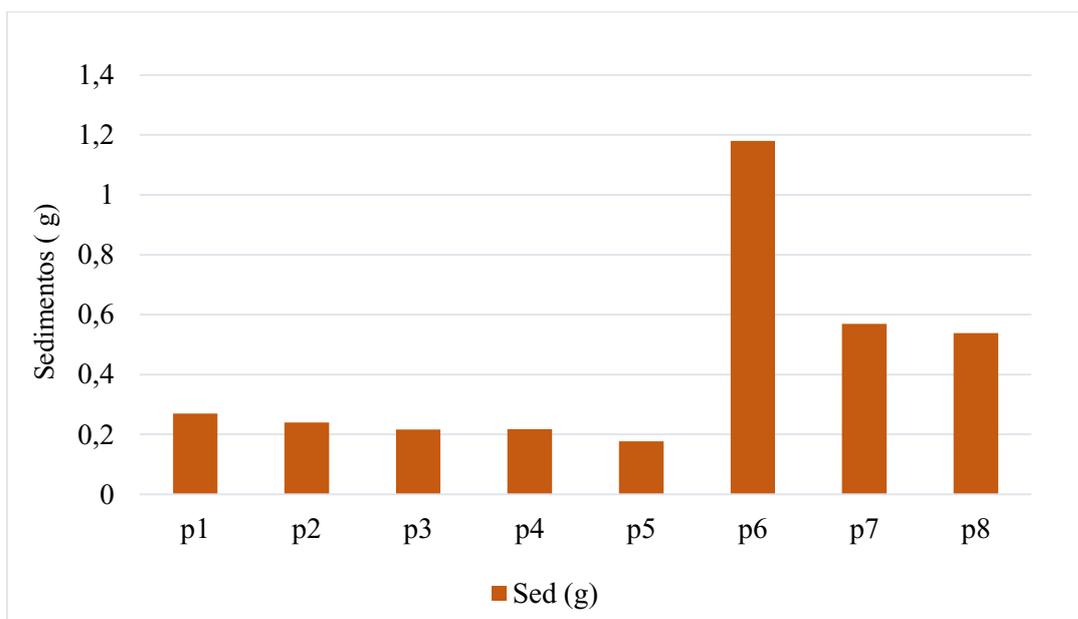
Outro fator importante se refere a baixa concentração de oxigênio dissolvido na água de nascentes, característico do ambiente de vereda, o qual permite a redução do ferro neste tipo de sistema. A incorporação de água do canal artificial de uma cabeceira de vereda até outra induz a um incremento no volume de vazão, podendo o fluxo maior atingir maiores velocidades e por consequência transpor obstáculos de forma mais abrupta, de maneira a produzir distúrbios na água e permitir a eventual incorporação de oxigênio na água, quando este fluxo mais rico em oxigênio chega ao segundo barramento pode ofertar ambiente necessário para precipitação do Fe em forma de óxido.

4.7.3 Sedimentos totais

Assim como os volumes de vazão, a quantidade de sedimentos totais dos pontos observados também apresentou grande elevação a partir do P6 (Gráfico 38). Isto se deve pois como já mencionado os sedimentos totais transportados é produto dos valores de vazão e sedimentos g/L.

Apesar do canal expor a presença de sedimentos g/L de forma semelhante ao longo dos pontos, a dependência da vazão neste parâmetro conduz sua elevação pós P6, repetindo a tendência expressa pelo comportamento da vazão.

Gráfico 38: Variação dos sedimentos totais de todos os pontos do canal artificial



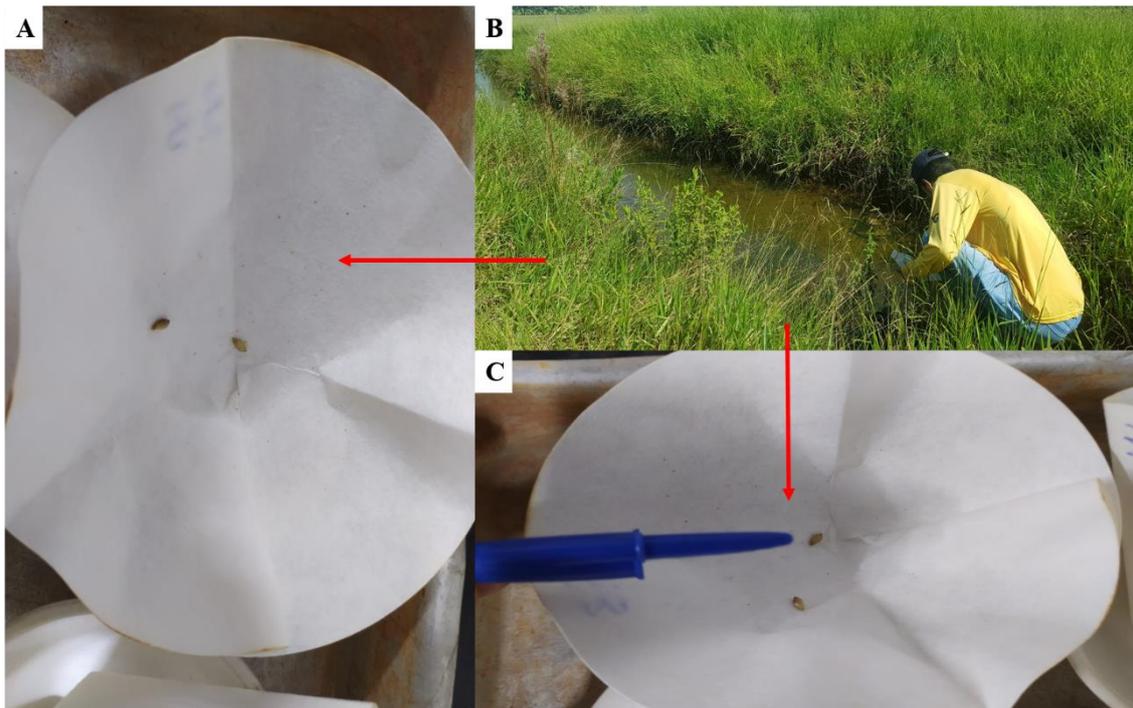
4.7.3.1 Relação entre sedimentos do canal e a paisagem

Realizando-se uma análise mais específica dos sedimentos nos pontos dos canais algumas observações são importantes. A paisagem exibe variação ao longo do ano, devido a variação sazonal da precipitação, refletindo em alterações paisagística e por fim em seu uso.

A oferta de chuvas impacta diretamente biomassa das pastagens do entorno do canal, refletindo diretamente na oferta de alimento para o gado. Deste modo, verificou-se a variação da presença dos animais na área ao longo do período de análise, refletindo na utilização do canal pelos mesmos (Figura 74- A)

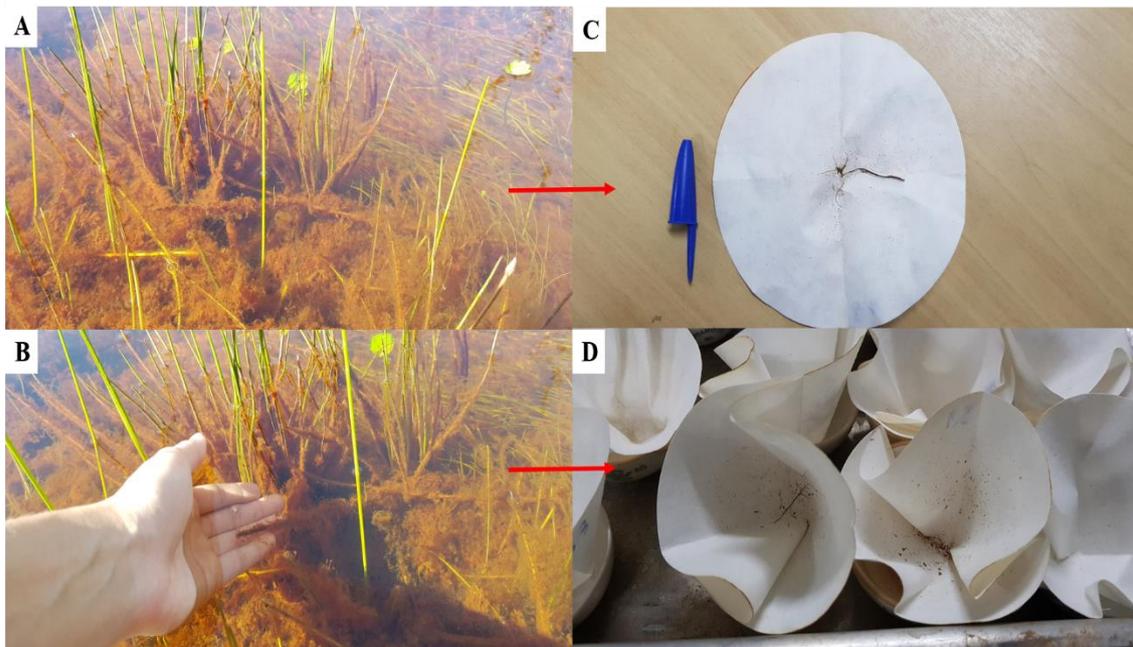
A oferta de chuvas e de animais pastoreando também impactou na qualidade das pastagens, sendo que, em certos períodos alguns pastos não receberam animais, permitindo que as plantas pudessem crescer e avançar em suas nas fases vegetativas, onde em alguns meses sementes de *brachiaria* foram coletadas nos frascos de amostragem (Figura 71) contribuindo para o aumento dos sedimentos presentes na água. A quantidade de algas no canal também oscilou ao longo do período de análise, e por estarem presentes no fluxo eventualmente também foram contabilizadas na análise (Figura 72 e 73).

Figura 71: Sementes de brachiaria recolhidas no momento da coleta



Sementes de *brachiaria* que provavelmente caíram no leito no canal artificial e foram coletadas (A) pois como é visto em (C) a vegetação em muitos meses do ano avança sobre a seção molhada do canal. Fonte: Org. Autora

Figura 72: Análises dos sedimentos no canal



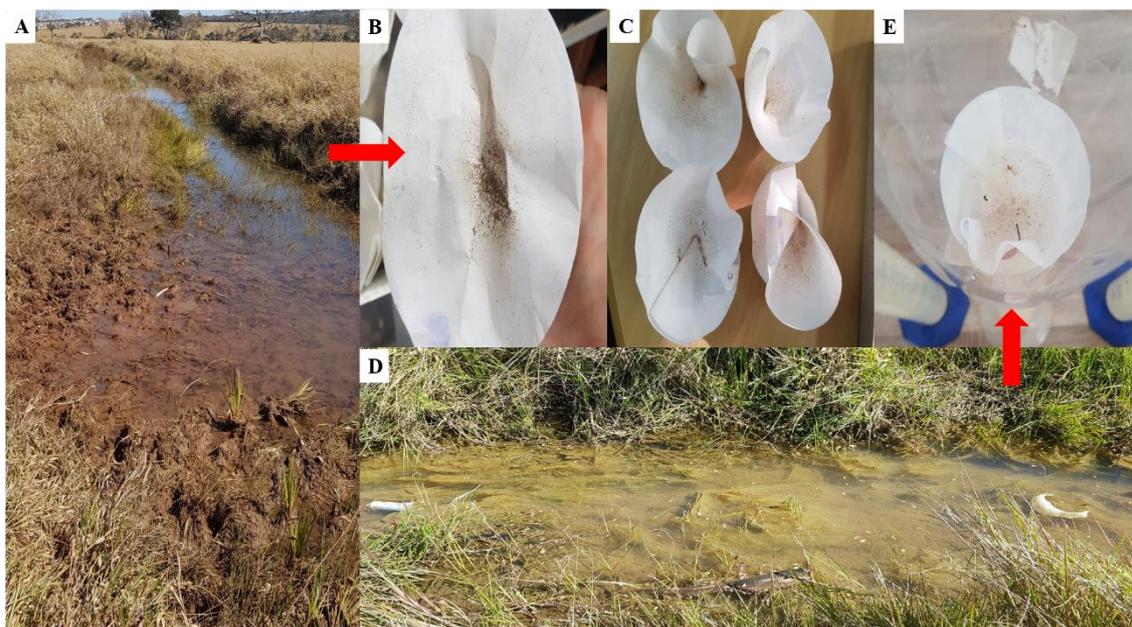
Presença de óxido de ferro precipitado incorporado na vegetação e no leito do canal (A e B), com sua suspensão no leito alguns meses foram coletados essas substâncias nas amostragens (C e D) Fonte: Org. Autora

Figura 73: Óxido de ferro coletado nas amostras



No processo de filtragem essas substâncias puderam ser observadas nos filtros Fonte: Autora

Figura 74: Interferências nos canais artificiais



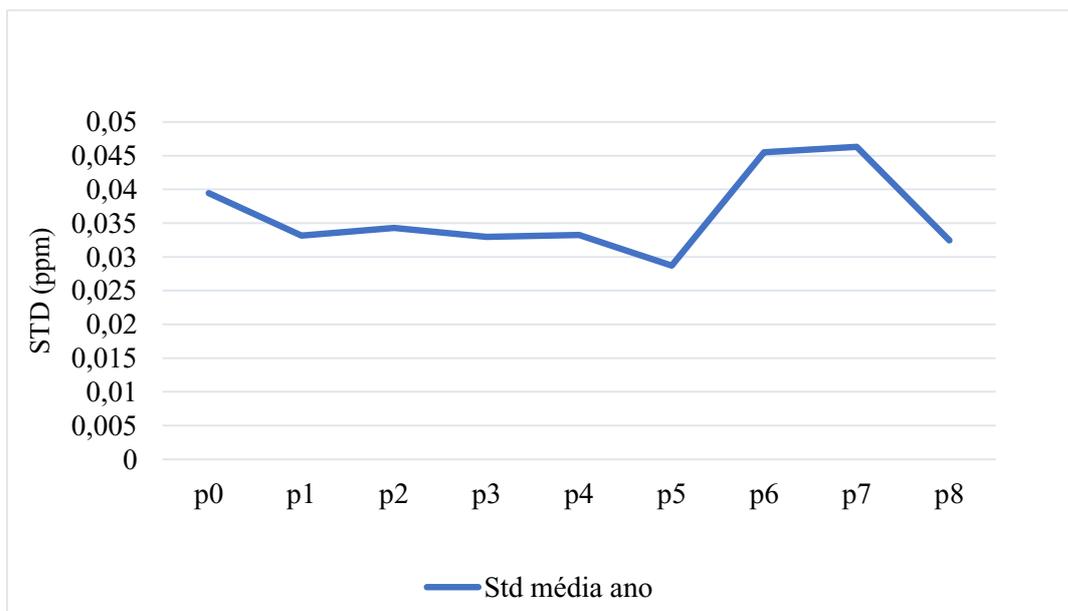
Na figura observa-se as relações do meio com as condições acometidas ao canal artificial. (A) passagem do gado pelo canal provocando perturbação na água e movimentação dos sedimentos que foram coletados, filtrados e pesados (B e C). Há também a presença de algas em alguns meses do ano nos canais (D) é localizado no ponto 2 e (E) uma das amostragens colhidas no ponto 2. Fonte: Org. Autora

4.7.4 Sólidos totais dissolvidos (STD)

Assim como os demais parâmetros analisados, o STD também apresentou elevação em seus valores nos pontos dos barramentos (P0 e P6 – Gráfico 39) podendo estar ligado ao tipo de ambiente, o qual o volume de água estocada com baixa circulação permite a incorporação pela dissolução de materiais minerais e orgânicos na água.

O ponto que apresentou maior valor foi o P7, sendo um trecho do canal artificial que apresentou maior profundidade e menor velocidade de fluxo, se assemelhando ao ambiente exibido nas lagoas. Deste modo, notou-se que a elevação do STD se relaciona com ambientes lóticos, os quais permitem a solubilização dos materiais em seu leito elevando os valores, e por exibirem baixa circulação de água corrobora ainda mais para a manutenção dos picos de STD.

Gráfico 39: Variação média anual do STD entre todos os pontos do canal artificial



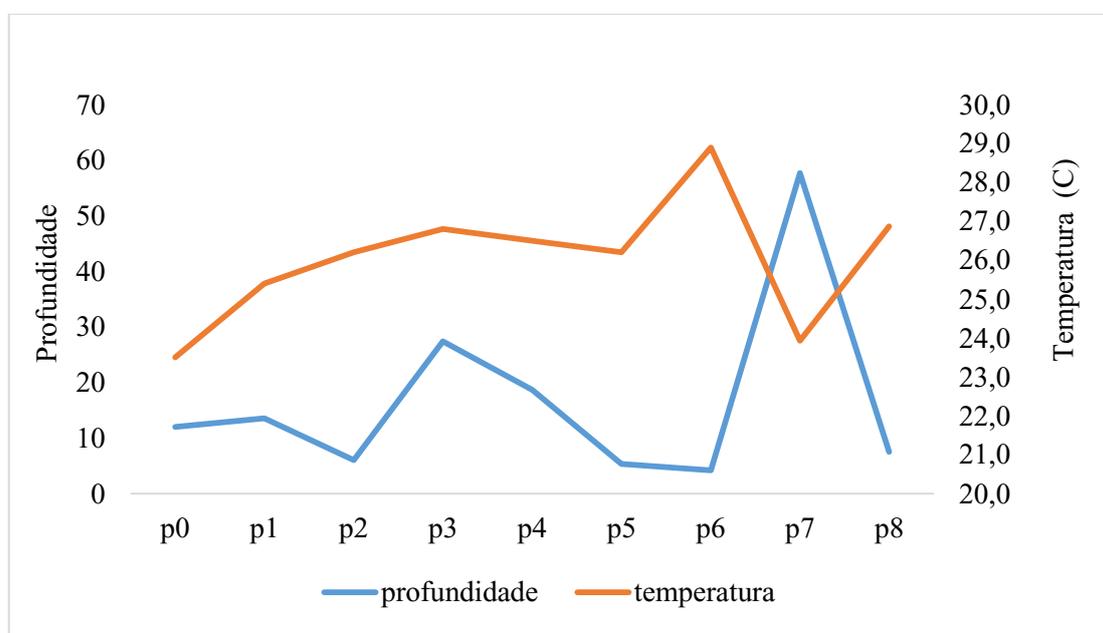
4.7.5 Temperatura

A temperatura do canal é influenciada por muitas variáveis como clima, sombreamento por cobertura vegetal, sombreamento por assinaturas topográficas, posição na paisagem, sentido no qual seu traçado estende, condições da vegetação, tipos de usos, dentre outros.

O canal artificial da área de estudo percorre extensões com diferentes características, suas condições podem promover mudanças na temperatura da água e por consequência influenciar em suas perdas. Alguns fatores como: maior exposição à radiação solar, falta de vegetação ciliar, volume de água e profundidade podem contribuir para mudança nos valores de temperatura ao longo do canal.

Notou-se ao longo do transecto do canal a ausência de cobertura arbórea além disso, sua profundidade não se mostrou constante havendo variações nos volumes de água em seu leito. Tomando o mês de agosto como exemplo observa-se uma correlação inversa entre a profundidade e temperatura (- 49% - Gráfico 40), indicando forte influência da profundidade nos ganhos e perdas de temperatura.

Gráfico 40: Variação temperatura e profundidade de todos os pontos do canal artificial



Mês: Agosto

Apesar de não apresentarem os maiores picos de temperatura os pontos 5 e 8 secaram em alguns meses (Figura 75) tal fato se deve também a vazão desses pontos, quanto menos a água é renovada menos as perdas são compensadas. O ponto 6 se efetiva na saída da lagoa no segundo barramento demonstrando nesse mês o maior pico de temperatura indicando que o barramento interfere nesta variável. O ponto se mostrou o mais profundo, e por ser mais estreito se comparada a lagoa suas margens promovem o sombreamento da água diminuindo sua temperatura.

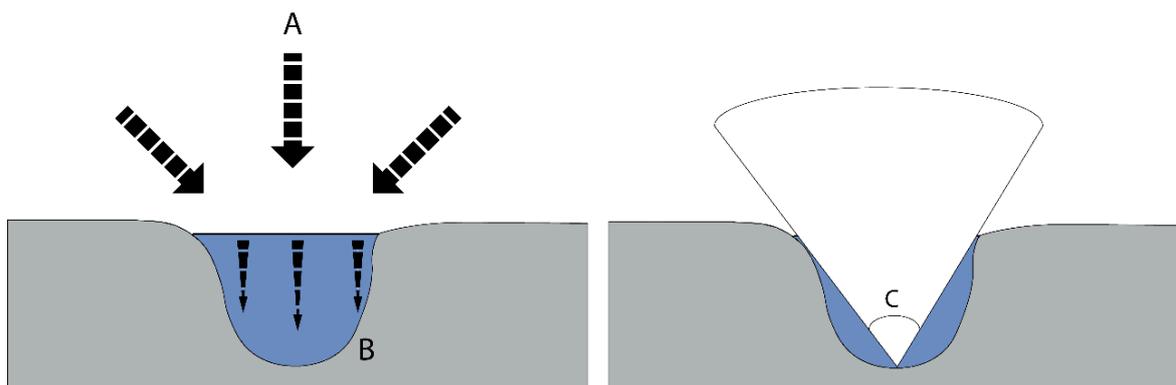
Figura 75: Canal artificial (P8) seco



A seta indica o local de passagem do canal artificial, este ponto (P8) tem característica de ser raso e estreito essas condições facilitaram esse trecho secar, há também o maior trânsito de animais que colaboram para desconfiguração de suas margens Fonte: Autora

A Figura 76 exemplifica um modelo de canal sem a presença de vegetação e diques em suas margens, e nela, percebe-se que a profundidade atua de duas formas na regulação da temperatura da água do canal, quanto mais profundo o canal mais água há em seu interior demandando maior energia para seu aquecimento, desta forma a radiação solar (Figura 76 - A) atinge com menor intensidade áreas mais profundas (Figura 76 -B) e por consequência interferindo na temperatura. Canais profundos e estreitos intervêm no ângulo da entrada de radiação solar (Figura 76- C), proporcionando um período reduzido de contato entre a água e os raios solares.

Figura 76: Esquema representativo de canal artificial profundo e estreito



Entrada de radiação solar (A), perdas de energias ao longo da profundidade (B), ângulo de entrada de energia solar promovida pelas margens do canal (C). Fonte: Autora

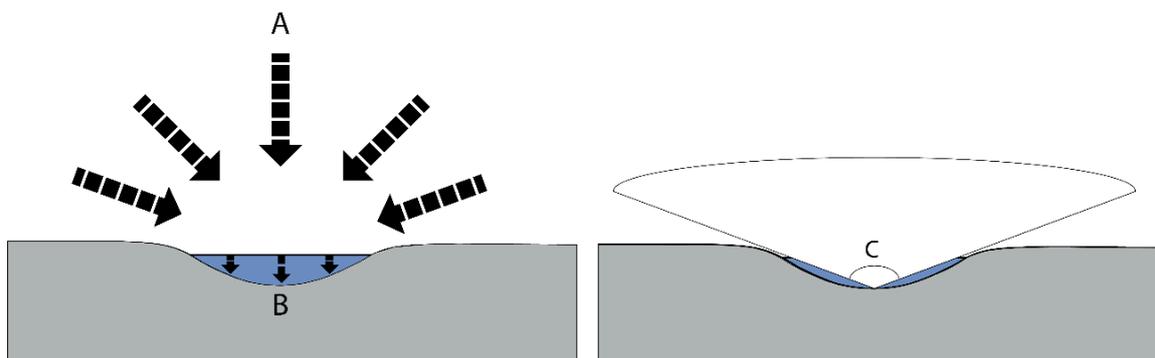
Figura 77: Canal artificial profundo



Nota-se uma maior profundidade do canal artificial, além da presença de vegetação em seu leito (esse trecho de canal apresentou no mês de agosto profundidade de 75 cm) Fonte: Autora

Diferente disto, canais menos profundos possuem menores volumes de água demandando menor energia para seu aquecimento, diminuindo também as perdas de energia com a profundidade pois há uma menor quantidade de água a ser atravessada (Figura 78- A e B). Canais mais largos e menos profundos exibem maior ângulo de entrada de radiação (Figura 78- C) ficando mais expostos a entrada de energia ao longo do dia.

Figura 78: Esquema representativo de canal artificial raso e largo



Entrada de radiação solar (A), perdas de energias ao longo da profundidade (B), ângulo de entrada de energia solar promovida pelas margens do canal (C). Fonte: Autora

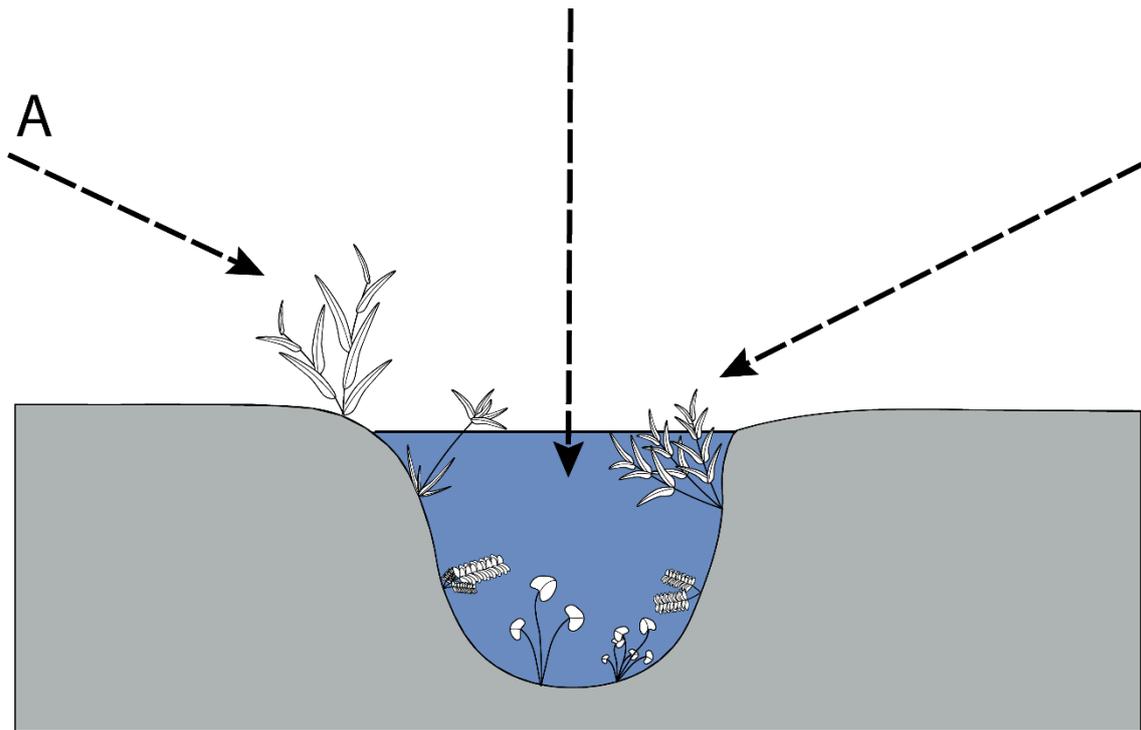
Figura 79: Canal artificial raso e largo



Nota-se um maior alargamento e menor profundidade do canal artificial em comparação a figura 77. Fonte: Autora

Canais artificiais que possuem mais vegetação em suas margens e leito (Figura 80) promovem o sombreamento da água diminuindo o contato direto entre a radiação e o seu leito. A menor entrada de energia no sistema influencia na temperatura do canal, e por consequência interferindo nas perdas de água por evaporação. Cabe ressaltar que a vegetação também se utiliza da água do canal em seus processos fisiológicos havendo perdas por evapotranspiração.

Figura 80: Esquema representativo de canal artificial vegetado



(A) entrada de radiação solar interceptada pela vegetação. Fonte: Autora

Figura 81: Leito de canal artificial vegetado



Fonte: Autora

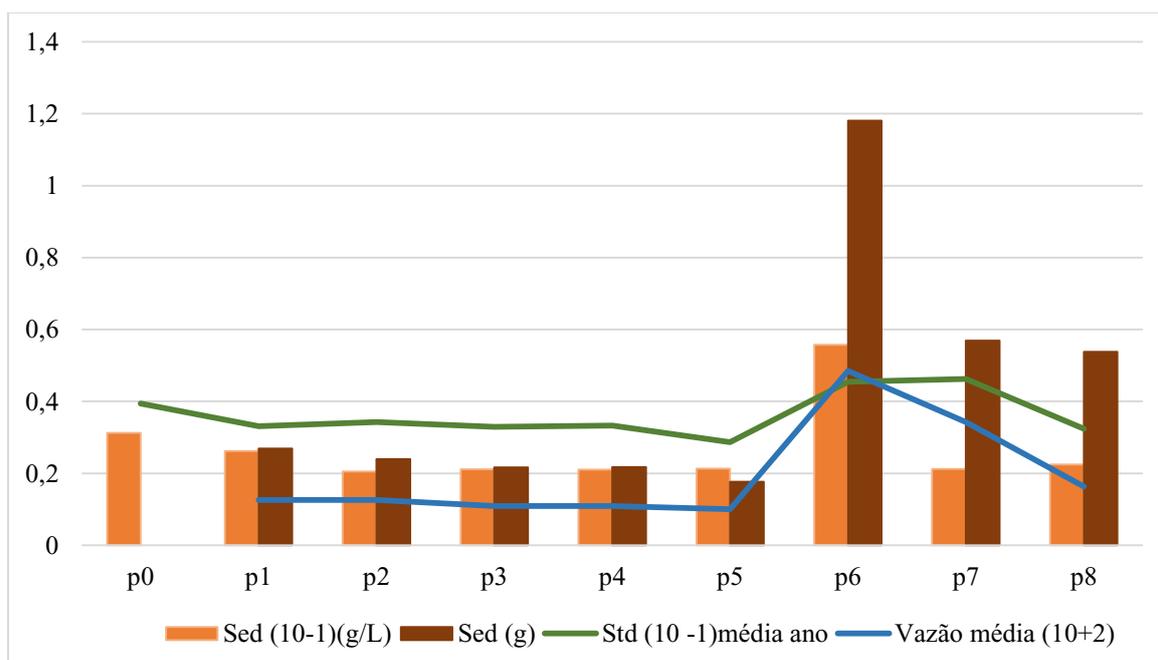
4.8 Análise conjunta dos parâmetros nos pontos do Canal artificial

Deste modo, em uma análise interpolada de todos os pontos e parâmetros (Gráfico 41) constatou-se os maiores valores no ponto P6, após incorporação do canal artificial e o canal natural presente na segunda vereda. Isto demonstra que ao conectar os fluxos de água entre duas veredas há também um incremento de outras variáveis, alterando a dinâmica sistêmica.

Por meio da análise pontual apresentada anteriormente verificou-se similaridades e dicotomias no funcionamento do canal entre os pontos. Deste modo, observa-se que o canal artificial expos dois comportamentos distintos ao longo de sua extensão, com semelhanças do ponto 0 ao ponto 5 e outra lógica de funcionamento do ponto 6 ao ponto 8. Isso ocorre devido a incorporação do canal artificial na segunda vereda com a integração de fluxos e sedimentos transportados, contribuindo para alteração da dinâmica pré-existente no canal artificial com novos aportes.

Pelos pontos de cada trecho apresentarem grande similaridade entre si e diferenças notáveis entre os trechos (Gráfico 41), sugere-se a existência não apenas de um único canal artificial, mas sim dois canais. Assim, adotou-se a análise de dois canais sendo: Canal artificial 1 (CA1 – P0, P1, P2, P3, P4 e P5) e Canal artificial 2 (CA2 – P6, P7 e P8).

Gráfico 41: Variação dos parâmetros analisados em todos os pontos do canal artificial

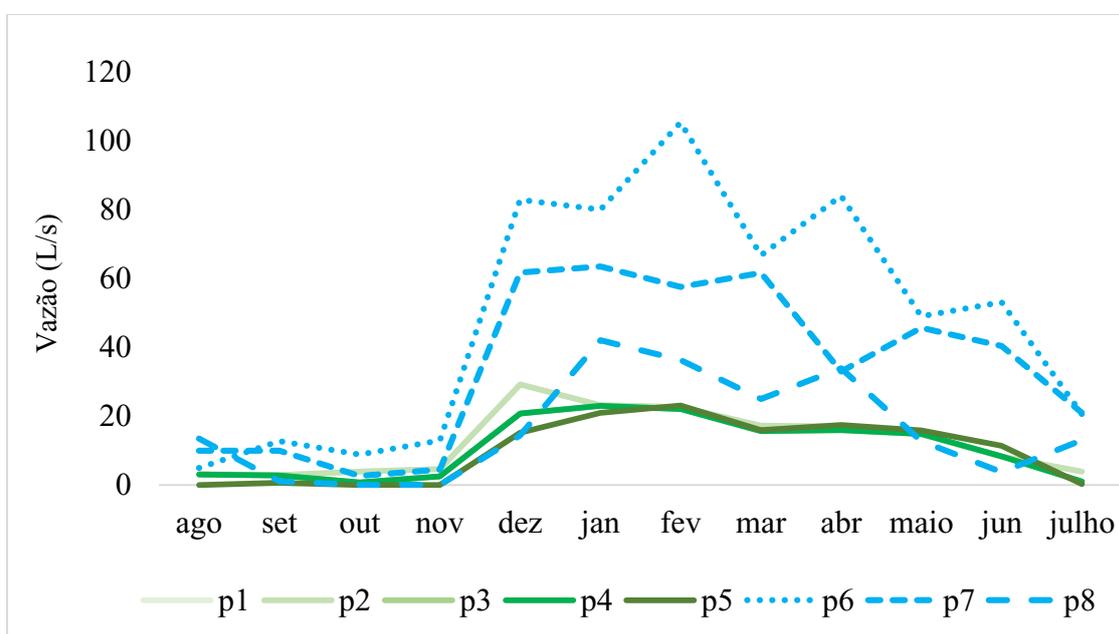


4.8.1 Análise comparativa entre os canais

Vazão

Para a compreensão das diferenças e similaridades dos canais foram feitas suas correlações, em primeiro lugar serão explorados os episódios de vazões (Gráfico 42). Os pontos do CA1 apresentaram entre eles comportamento homogêneo, sem muitas variações ao longo dos meses do ano. Diferente disso, os pontos do CA2 exibiram maiores variações entre si, com perdas expressivas nos volumes da vazão.

Gráfico 42: Variação mensal da vazão ao longo dos meses nos pontos do canal artificial



Observa-se um comportamento mais próximo do P1 ao P5 e do P6 ao P8

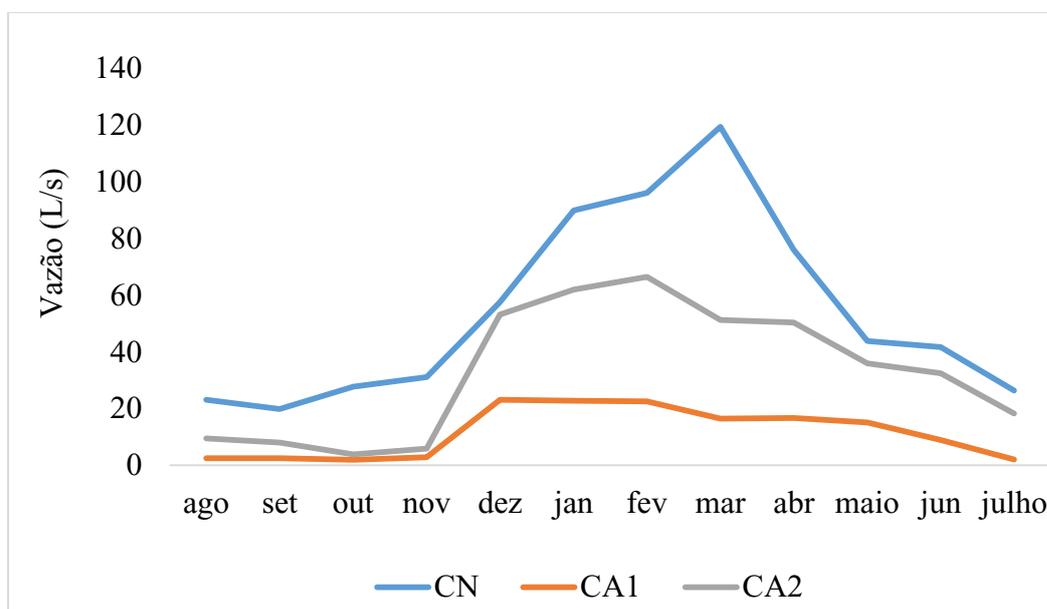
Em uma nova comparação foram realizadas as médias dos canais (média do Ca1 – P1, P2, P3, P4 e P5) (média do Ca2 – P6, P7 e P8) e média do CN, possibilitando a compreensão do comportamento de cada canal auxiliando o entendimento de suas semelhanças e diferenças.

O CN apresentou vazão média de 54,3 (L/s) ao longo dos meses de análise, com grande amplitude entre o maior e menor valor aferido, março (119 L/s) e setembro (19,8 L/s) variando seu volume 502%. O CA1 apresentou vazão média de 11,4 (L/s) e apesar do menor volume médio quando comparado ao canal natural expos maior amplitude entre os valores aferidos, dezembro (23 L/s) e outubro (1,9 L/s) com variação de 1125%. Já o

CA2 apresentou vazão média de 33 (L/s), correspondendo a maior variação apresentada com amplitude de 1643% entre fevereiro (66,4 L/s) e outubro (3,8 L/s).

Nos canais artificiais as variações ao longo do ano foram maiores que as variações obtidas no canal natural, todavia, todos os canais demonstraram variações significativas (Gráfico 43). Os valores de vazão do canal natural foram mais altos se comparado aos artificiais, com média de 4,7 vezes maior que CA1 e 1,6 vezes maior que CA2.

Gráfico 43: Comparação da vazão entre o canal artificial 1, canal artificial 2 e canal natural



Vazão dos canais (média CA1- P1 ao P5 / CA2- P6 ao P8)

Sedimentos

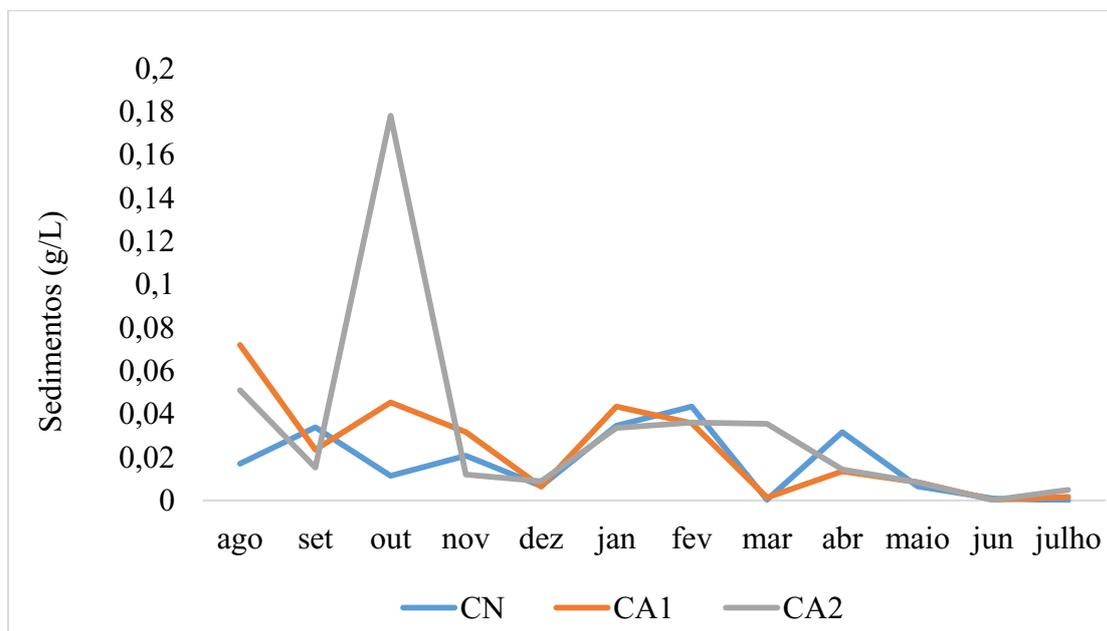
Os canais apresentam elevada sazonalidade, tanto os naturais quanto os artificiais, essas sazonalidades refletiram nos valores de sedimentos, onde em alguns meses foram coletados materiais suspensos advindos da vegetação como sementes entre outros. Essa variação é ainda maior nos canais artificiais, o canal natural de forma geral se apresentou mais constante.

A proporção de sedimentos g/L no CN apresentou em média 0,017 (g/L) de sedimentos suspenso ao longo dos meses de análise, com amplitude de 24.910% (Fevereiro 0,043 g/L) e (Julho, 0,0001 g/l). CA1 expos médias de 0,024 (g/L) de sedimentos com variação de 30.660% (Agosto 0,07191 g/L) e Julho (0,00023g/L). CA2

movimentou em média 0,033 (g/L) com amplitude de 105.887%, Outubro (0,17809 g/L) e Junho (0,00017g/L).

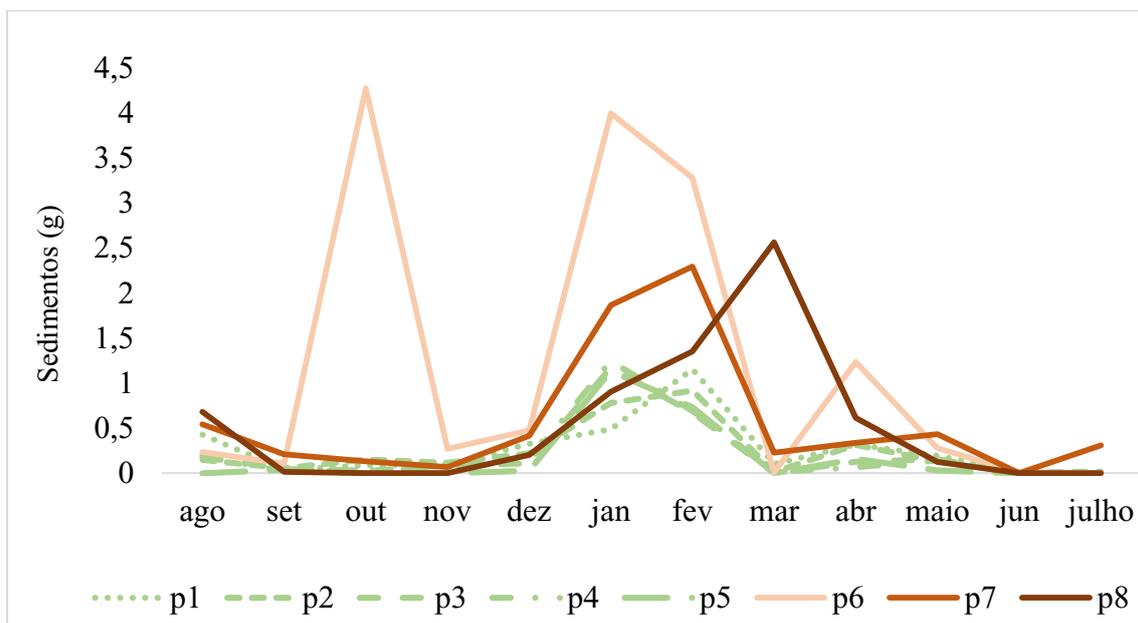
Diferente dos valores de vazão o qual o CN apresentou maiores valores em relação aos artificiais, os valores de sedimentos (g/L) nos canais artificiais se mostraram mais elevados que no canal natural (Gráfico 44). O CA2 teve valores médios de 1,4 vezes maiores que o CA1 e 1,9 vezes maior que CN. Os maiores valores de sedimentos nos canais artificiais são correlacionados a não proteção de suas margens pela vegetação, trânsito de animais, maior manejo e usos.

Gráfico 44: Comparação dos sedimentos (g/L) entre o canal artificial 1, canal artificial 2 e canal natural



Se tratando dos sedimentos transportados o CA1 se comportou de forma homogênea entre os pontos já o CA2 de forma heterogênea. Como mencionado anteriormente a partir do CA2 a existência do novo barramento e os usos se intensificam, além de que o CA2 também exhibe maiores variações em suas vazões afetando diretamente os sedimentos totais (Sed total = Sed g/L x vazão), demonstrando um ambiente mais dinâmico no qual os valores de sedimentos são afetados por um número maior de variáveis.

Gráfico 45: Variação mensal dos sedimentos totais ao longo dos meses nos pontos do canal artificial

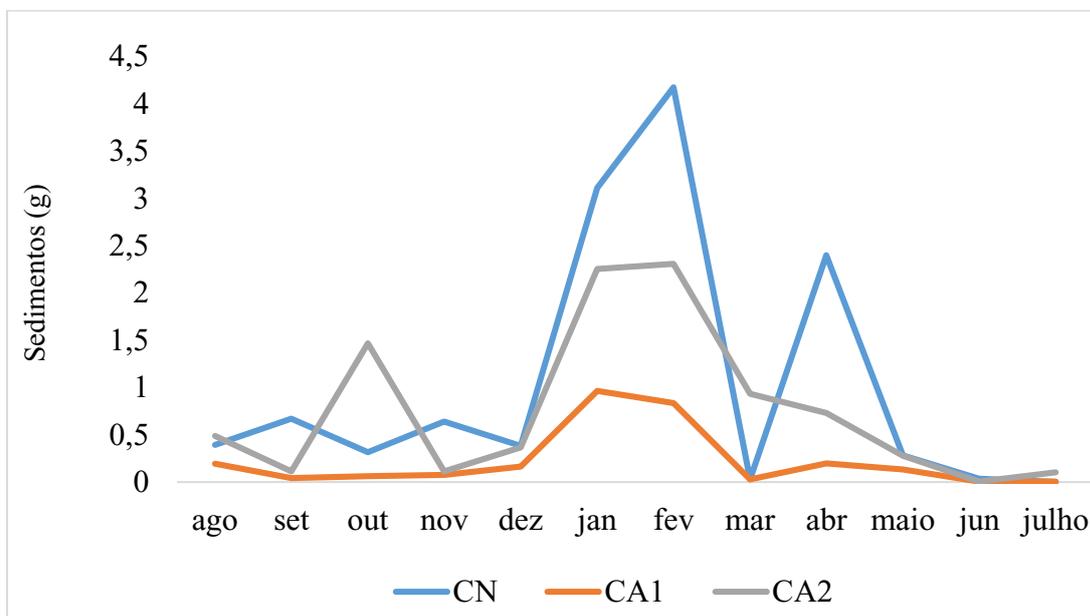


Observa-se um comportamento mais próximo do P1 ao P5 e do P6 ao P8

Apesar do canal natural ter água de maior qualidade, com menores concentrações de sedimentos em suspensão, o CN exibe maiores quantidade de sedimentos totais transportados devido sua maior vazão. O canal natural movimentou em média 1,03 (g/s) de sedimentos ao longo dos meses de análise, com amplitude de 41.623 % Fevereiro (4,17 g/s) e (Julho, 0,01 g/s). CA1 transportou em média 0,22 (g/s) de sedimentos, com amplitude de 41.443% (Agosto 0,96 g/s e Março 0,0023 g/s). O CA2 movimentou em média 0,76 (g/s) de sedimentos apresentando amplitude de 63.692 % (Dezembro 2,3g/s e Março 0,0036 g/s).

Os valores de CN foram superiores se comparados aos canais artificiais, com média de 4,6 vezes maior que o CA1 e 1,35 vezes maior que o CA2 (Gráfico 46). Isto se deve pois os sedimentos totais são fortemente influenciados pela vazão, sendo assim, os canais que expuseram maiores vazões tenderam a apresentar sedimentos mais elevados.

Gráfico 46: Comparação dos sedimentos totais entre o canal artificial 1, canal artificial 2 e canal natural

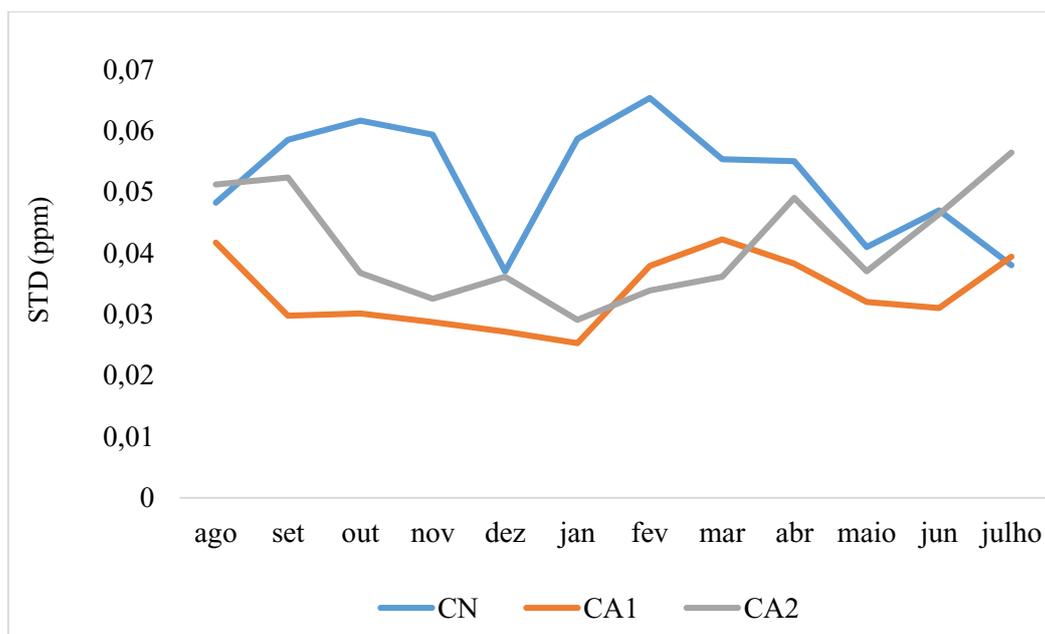


STD

Para os valores de STD, CN exibiu valor médio de 0,0520 (ppm) com amplitude variada de 77%, (fevereiro 0,0653 ppm) e (dezembro, 0,0371ppm). O CA1 apresentou STD médio de 0,0336(ppm) com variação de 67% (março 0,04222 ppm) e (janeiro 0,0252 ppm). A maior variação de STD foi observada no CA2 de 94%, com STD médio de 0,0414(ppm), variando de (0,0564 ppm junho) e (0,0291 ppm janeiro). Novamente obteve-se maiores valores no canal natural 1,5 vezes maior que o CA1 e 1,25 vezes maior que o CA2 (Gráfico 47).

O maior valor de STD no canal natural pode ser atribuído pela maior presença de vegetação em seu entorno a qual se decompõe no leito do canal dissolvendo elementos e incorporando nos valores obtidos. CA2 expressou maiores valores do que CA1 devido a presença da lagoa no segundo barramento e o trânsito mais intensos de animais.

Gráfico 47: Comparação do STD entre o canal artificial 1, canal artificial 2 e canal natural



Por meio desta análise foi possível constatar que os três canais apesar de próximos uns dos outros possuem dinâmicas próprias. A derivação do canal natural reflete em alterações no ambiente inserido, modificando as taxas de vazões e sedimentos o qual carrega, produzindo novos comportamentos sistêmicos.

A vazão do canal natural não representa seu volume real, visto que o ambiente onde CN se insere recebeu alterações de natureza antrópica configurando-o como um canal natural com intervenções. Sendo assim, sua vazão real deveria ser representada pelo somatório dos volumes de CN e a contribuição de CA1.

O barramento realizado na vereda produziu respostas diretas no extravio de fluxos de energia e matéria do ambiente natural, fazendo com que o canal natural (CN) passe a funcionar com déficit e o canal anteriormente natural (presente entre P5 e P6) passe a funcionar com o acréscimo de energia e matéria.

De todo modo, os canais artificiais CA1 e CA2 destinam seu fluxo no mesmo canal natural que as veredas destinariam (Córrego Guaribas) porém as perdas de água evidenciadas no estudo podem ser maiores do que os canais naturais (Veredas) devido aos usos empregados.

Como visto, a quantidade de sedimentos em suspensão (Sed g/L) nos canais artificiais foram maiores do que no canal natural, logo, quando o fluxo do canal artificial encontra sua foz no Córrego Guaribas além da contribuição de sua vazão também

incrementa uma quantidade maior de sedimentos neste local alterando a dinâmica hidrossedimentar.

4.9 RELAÇÃO DOS CANAIS ARTIFICIAIS COM A PAISAGEM

Em paisagens rurais, alterações antrópicas são promovidas visando respaldar práticas agrícolas, com a supressão da vegetação natural e incorporação de novas espécies de plantas e animais. A remoção da vegetação primária altera o balanço pré-existente, com mudanças na dinâmica hídrica, vegetativa e por fim faunística.

Neste processo de construção de paisagens rurais, nota-se um elemento que por vezes acompanha as práticas agrícolas. A abertura de canais artificiais multifuncionais proporcionou ao homem do campo suporte na colonização de novas áreas, permitindo o acesso mais fácil de um recurso de extrema importância para a vida, a água.

Os canais artificiais podem ser observados ao longo de várias paisagens, e, por si só não produzem alterações nos locais onde se situam, por se configurarem como valas pouco profundas abertas de forma linear ao longo do terreno (ROBINSON, 1990). Entretanto, normalmente são encontrados em ambientes com grandes mudanças paisagísticas, sistematizados para agricultura e pecuária.

A sistematização de áreas naturais voltadas à agricultura aliada à utilização de canais artificiais, ofertou a possibilidade da incorporação de práticas agrícolas de plantio e criação de animais em regiões anteriormente não aptas à tais funções. Desta forma, proporcionou o aproveitamento maior destas regiões, permitindo sua utilização de forma mais intensiva, produzindo mudanças ainda mais significativas ao meio.

Apesar de visualmente não impactar de forma drástica, canais artificiais (regos d'água), são elementos que compõem diversas paisagens, sendo assim influenciam nos demais constituintes que as compõem. Estas assinaturas a um olhar despercebido por vezes não são notadas (Silva, 2018), entretanto devem ser consideradas em diversos estudos, pois sua existência por si só gera repercussões tanto em fatores bióticos como abióticos.

Neste contexto, este texto busca compreender como a presença de canais artificiais multifuncionais repercute na paisagem biótica, principalmente em seus constituintes faunísticos. Por se tratar de um ambiente não natural e que se difere do meio em que se insere, os canais artificiais se mostram como alterações que podem repercutir neste ambiente sistêmico.

Isto posto, a interação dos canais artificiais com o sistema, efetiva-se pelo mesmo conduzir um elemento essencial para manutenção da vida, a água. Apesar de serem elementos paisagísticos comuns em algumas regiões, canais artificiais são pouco notados em estudos acadêmicos (SILVA, 2018 E SILVA, 2019). A um olhar mais atento, percebe-se que sua presença impacta e é impactada por elementos tanto do meio físico como biótico, e apesar de ser um componente paisagístico ainda pouco estudado, uma gama variada de relações complexas passam a existir por sua presença.

Os canais artificiais expõem conexões para com o meio que vão muito além das propostas por seus genitores. Após inseridos nas paisagens, são incorporados pelo sistema, exibindo relações ainda não compreendidas em sua totalidade, devido à falta de estudos específicos, cabendo a este texto discorrer sobre algumas conexões existentes entre esta feição antrópica e o ambiente natural.

O movimento natural por vezes é interrompido e reorganizado por ações antrópicas. A construção de canais artificiais de derivação força a água a realizar um movimento não usual, sendo conduzida em porções mais elevadas nas vertentes, distantes dos fundos de vale.

Esta ocorrência de fluxos superficiais em posições não naturais produzem uma nova dinâmica entre os constituintes paisagísticos pré-existentes no local. Silva (2018) e Silva (2019) expuseram como a interação destes canais antrópicos alteram a dinâmica hídrica geomorfológica dos locais onde se inserem.

Com a alocação dos canais artificiais no terreno, além de promover alterações hidrogeomorfológicas, também influenciam diretamente no comportamento biótico. A presença contínua de água em superfície e em porções atípicas do relevo anteriormente não existente, promove alterações na distribuição e hábitos de espécies da fauna e flora local.

Esta distribuição atípica induz a uma nova dinâmica sistêmica, espécies de fundo de vale passaram habitar porções mais elevada do relevo, passando a ser encontradas nas vertentes e até em seus divisores. Podendo estas espécies serem divididas em dois grandes grupos, as dependentes do ambiente aquático para sobrevivência, como peixes e plantas aquáticas, e as oportunistas, que utilizam estes ambientes para prospecção de recursos, como dessedentação, abrigo ou alimentação.

Peixes:

A ictiofauna presente nestes canais teve que se adequar às condições que estes lhe impuseram, normalmente em grande parte de sua extensão estes canais apresentam-se estreitos e pouco profundos, com baixas velocidades de fluxo. Esta combinação tende a se tornar um ambiente sedimentar, depositando as partículas em suspensão de forma a dar um caráter translucido a água, com possibilidade de visualização do leito do canal.

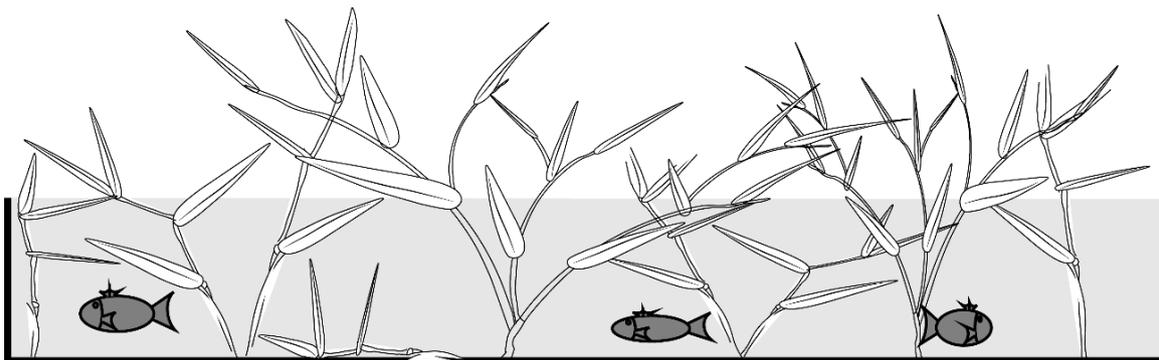
Estas características impactam na distribuição e constituição de espécies de peixes que habitam estes sistemas. A morfologia estreita, pouco profunda e translúcida oferta ambiente propício para predação dos animais, havendo maior concentração de peixes de pequeno porte.

A baixa energia do fluxo de água decai ainda mais quando o canal se torna habitado por plantas, pois as mesmas se tornam barreiras naturais que impedem o movimento da água, e, se não retiradas o canal tende a assorear e desaparecer. Desta forma, limpezas periódicas são realizadas com intuito de fornecer maior facilidade no deslocamento da água em seu interior

Ao extrair a vegetação dos canais por consequência também são removidos eventuais refúgios utilizados pela ictiofauna contra a predação, expondo os animais ao longo de toda calha do canal. A visibilidade em profundidade permite ao predador que observe os peixes, entretanto o inverso também ocorre.

Ao contrário que se espera, observou-se aves predadoras caçando preferencialmente em áreas com maior concentração de vegetação, regiões estas que proporcionam camuflagem tanto para presa como predador, ofertando falsa sensação de segurança aos peixes, e por ser um ambiente pouco profundo, estreito e de boa visibilidade, são predados frequentemente por aves especializadas (principalmente da família *Ciconiidae*).

Figura 82: Canal artificial vegetado, produzindo ambientes de abrigo para ictiofauna



Fonte: Autora

Foram observados peixes de tamanho variado, entretanto os de maior porte são exceção, talvez a oferta de alimento nestes sistemas não suporte animais maiores, aliado a dificuldade de mobilidade dos mesmos na água pouco profunda e largura estreita dos canais, gerando maior facilidade em sua localização, podendo os animais de maior porte serem predados pelas limitações do sistema.

Figura 83: Tamanho característico de peixe mais comum encontrado em um canal artificial inserido em região de cerrado de Uberlândia –MG



Fonte: Autora

A legislação das águas vigente trata apenas de canais naturais, ressaltando a necessidade de respeitar uma distância mínima de uso a partir de suas margens. Diferente dos canais naturais, os artificiais normalmente apresentam margens desprotegidas por

vegetação lenhosa (mata ciliar), está maior exposição ao sol altera a temperatura da água, se diferindo das condições naturais.

Em acompanhamento do canal artificial, percebe-se como a temperatura da água aumenta de acordo com o distanciamento da tomada de água do canal natural. As leituras são influenciadas pelo ambiente nas quais foram extraídas, como velocidade do fluxo e profundidade, entretanto, nota-se que em aproximadamente 9 quilômetros de extensão a temperatura média da água do canal artificial se mostrou 3,2 °C mais elevada quando comparada ao natural, com pico de + 4,8 °C (Gráfico 48).

Gráfico 48: Variação de temperatura ao longo dos pontos do canal artificial

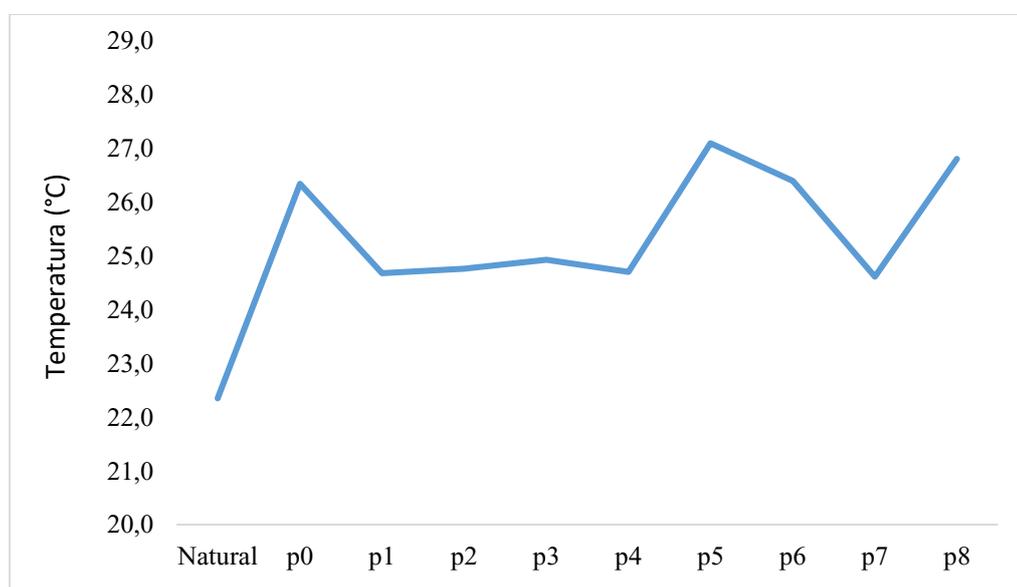


Gráfico de alteração de temperaturas do canal artificial inserido em região de cerrado de Uberlândia -MG. Leituras referentes aos pontos do canal artificial e uma leitura do canal natural. Os valores são medidas de temperaturas extraídas de forma mensal, entre os meses de Setembro/2019 e Março/2020.

Esta diferença de temperatura influencia de forma direta os peixes que habitam este sistema. Apesar de apresentarem faixas de tolerância de temperatura amplas, cada espécie de peixe necessita de uma condição ideal para melhor desempenho de suas funções de crescimento e reprodução (SCHMIDT-NIELSEN,1996).

De acordo com Piedras, Moraes e Pouey (2004), a temperatura corporal dos peixes é regulada através do ambiente, havendo trocas de calor entre o sangue e o meio através do processo de respiração dos animais, onde, ao passar pelas brânquias, o calor metabólico é transferido para água.

Desta forma, a temperatura exerce fator de controle na atividade alimentar, digestibilidade do alimento, taxas metabólicas e consumo de oxigênio, ou seja, afetam diretamente no crescimento dos animais CANPANA *et al.* (1996). Apenas quando o animal atinge a temperatura corpórea ideal suas funções passam a atuar de forma ótima, como digestão do alimento consumido, posterior liberação de energia, multiplicação celular e por consequência o crescimento (PIEDRAS, MORAES e POUHEY, 2004). Sendo assim, a temperatura tem respaldo na seleção e crescimento dos peixes, onde animais mais adaptados ao meio em que se inserem tendencialmente prosperarão com mais sucesso.

Anfíbios:

A ictiofauna não é a única a utilizar estes canais como habitat, Anfíbios Anuros também possuem uma relação de dependência com a água, passando parte de sua vida submersos nas formas de girinos até desenvolvimento completo de sua morfologia estrutural corporal, passando pelo processo de transformação gradual de girino até adulto (LOPES, 1996), se tornando animais terrestres (POUGH *et al* 1999).

Figura 84: Fases de crescimento de um anfíbio anuro encontrado nos canais artificiais



Fase aquática, girino (A); Fase juvenil terrestre (B); Fase adulta ainda utilizando a água do canal (C) Fonte: Autora

Normalmente o período de reprodução destes animais se efetiva na estação chuvosa de cada região, visto que, a fecundação dos gametas é realizada de forma externa, havendo a necessidade de umidade para auxiliar a locomoção e encontro entre os gametas femininos e masculinos.

Após fecundados, os gametas se transformam em ovos recobertos por uma camada gelatinosa, e quando expostos em ambientes externos a água, perdem a proteção advinda da umidade e morrem (GRAEFF, PRUNER e SPENGLER, 2001). Se tornando vital a

escolha do melhor local para o acasalamento, pois se as lagoas temporárias secarem, os seus habitantes entram em senescência (MARTINS, 1988).

Neste contexto, os canais artificiais se tornam de grande interesse para a reprodução de algumas espécies, visto que a oferta de água ao longo de sua calha é perene, ofertando ambiente propício para a desova assim como o desenvolvimento dos animais até sua metamorfose.

A temperatura mais elevada da água presente nos canais artificiais quando comparada ao curso natural também auxilia no desenvolvimento destes animais. Anfíbios assim como peixes possuem temperatura e metabolismo que varia de acordo com o ambiente, sendo caracterizados como ectotérmicos (FERREIRA, PIMENTA e PAIVA, 2002).

Necessitam de água a uma temperatura acima de 18°C para propagação e desenvolvimento, sendo o comportamento destes animais enquadrados nos ritmos dependentes da temperatura (CARTHY, 1980). Sendo assim, a temperatura mais elevada da água dos canais artificiais tende a auxiliar no desenvolvimento dos girinos que nela foram depositados.

Aves:

Ao longo de toda extensão do canal é possível observar aves se utilizando da área do canal e adjacências para promoção de suas atividades cotidianas, como dessedentação e alimentação. A vegetação no entorno do canal se efetiva basicamente por pastagens de gramíneas, tornando um espaço aberto com atração de variados tipos de espécies.

Como mencionado anteriormente, os canais artificiais se tornaram habitats de reprodução e desenvolvimento de peixes e anfíbios. Esta concentração de animais em uma posição não convencional da vertente gera maior disponibilidade de alimento e oportunidade de predação para algumas aves em um ambiente não usual.

Nota-se a grande presença de Aves da Ordem dos Pelecaniformes (Figura 85 A-B-C), constituídos de indivíduos de porte médio que habitam regiões com abundância de água, possuem o bico protuberante utilizado para prospecção de alimento, como peixes, crustáceos, invertebrados e anfíbios (HEBERT e MORRISON, 2003).

Estas aves especializadas em ambientes úmidos se utilizam de um mosaico de corpos d'água para sua prospecção de alimentos, estando o acesso a ele relacionado de

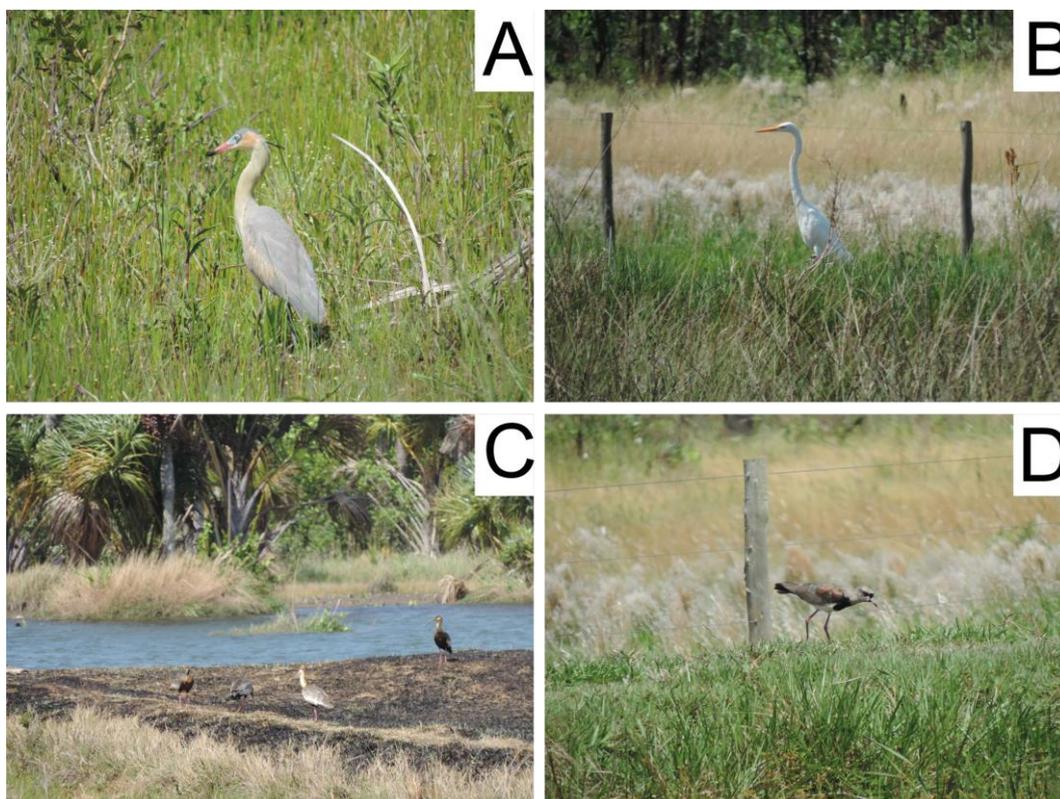
forma principal a dois fatores, a disponibilidade e vulnerabilidade de suas presas (Kushlan, 1981).

A disponibilidade está ligada a presença das presas no ambiente, já a vulnerabilidade está intimamente ligada a profundidade na qual se encontram para que as aves tenham acesso, sendo que, profundidades menores são mais aceitas. A presença destas aves de forma rotineira, demonstra a incorporação dos canais artificiais em seus hábitos de alimentação, pois as mesmas tendem a realizar a seleção dos locais de forma evidente, garantindo o ótimo forrageamento (Almeida, 2014).

Nota-se que os canais oferecem uma gama variada de presas a pequenas profundidades, estando inserido em um ambiente aberto, muito diferente do fundo de vale, aumentando a área de caça destas aves, e por consequência melhorando as chances de sucesso na prospecção de alimentos.

Além da caça, o canal também atua como receptor de várias outras espécies de aves que não possuem uma relação intrínseca com ambientes aquáticos (Figura 85 D), sendo o principal objetivo do uso a dessedentação. Observou-se que estas aves fazem uso da área de forma rápida, e acessam o canal principalmente em áreas onde suas margens apresentam vegetação mais rasteira, visando diminuir a chance eventual de serem predadas no ato do consumo.

Figura 85: Exemplos de aves registradas ao longo dos meses nos canais artificiais



Aves registradas ao longo dos meses nos canais: Indivíduos pertencentes a Ordem dos Pelecaniformes, (A)- Maria Faceira (*Syrigma sibilatrix*); (B)- Garça Branca Grande (*Ardea alba*) (C)- Curicaca (*Theristicus caudatus*); e espécie que utiliza o canal de forma esporádica (D)- Quero-quero (*Vanellus chilensis*). Fonte: Autora

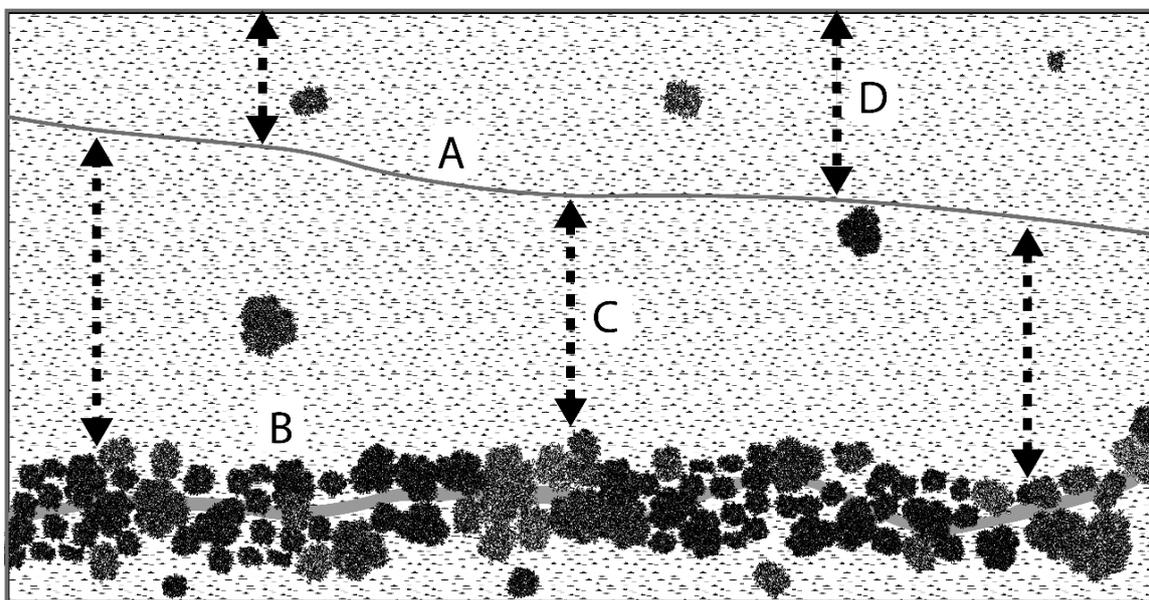
4.9.1 Movimento da fauna

A alocação de um habitat com presença de água corrente em sentido e posição na vertente que não seja o fundo do vale ocasiona transformações hidrogeomorfológicas no meio, e por consequência, alterações na dinâmica sistêmica florística e faunística local.

Animais adaptados às condições pré-existentes nos fundos de vale, presentes em áreas de água corrente ou úmidas, podem utilizar o ambiente do canal artificial como área de expansão territorial, havendo um incremento na variabilidade espacial destes animais.

A transição destes animais entre o fundo de vale e o canal artificial (Figura 86 C) não é necessariamente efetivada de forma definitiva, podendo estas áreas serem incorporadas em sua utilização como nova fonte de prospecção de alimento e/ou proteção, estendendo o território de abrangência de algumas espécies.

Figura 86: Possíveis efeitos da inserção do canal artificial



Possível efeito do canal artificial (A) sobre a fauna de seu entorno, exercendo papel de condutor à espécies que habitam o canal natural (B) no fundo de vale para locais mais elevados na vertente (C), e atuando na permanência de animais no alto das vertentes pela disponibilidade de água em porções mais elevadas do relevo. Fonte: Autora

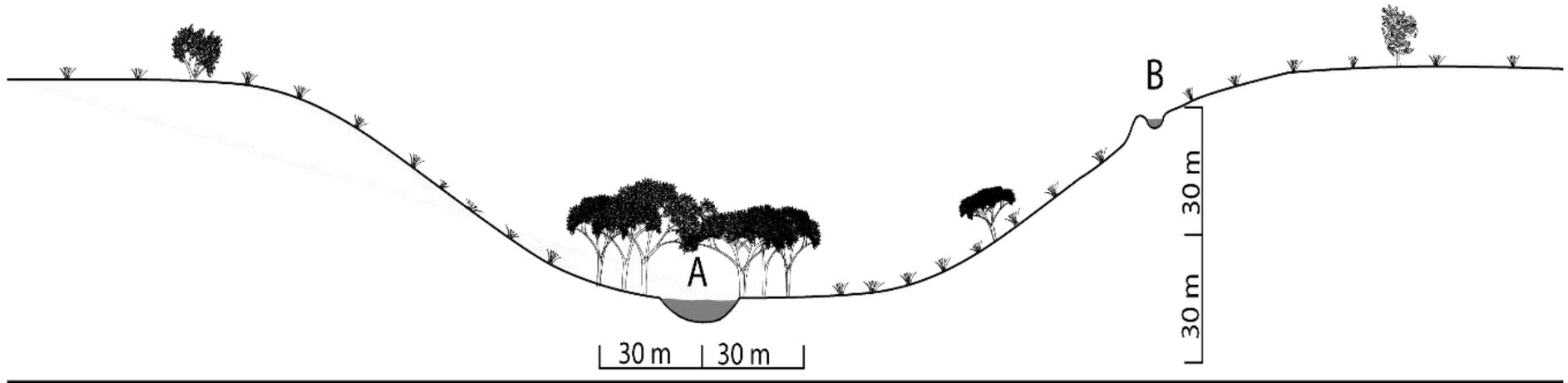
Diferente dos animais pertencentes a áreas de fundo de vale, uma gama variada de espécies se utiliza da água dos canais naturais como forma de dessedentação, saindo das vertentes para partes mais inferiores do relevo buscando fontes de água. A inserção do canal artificial ao longo da vertente pode promover uma alteração neste comportamento, visto que a presença de água corrente em um local mais elevado reduz a necessidade de visitação do canal natural.

Os desníveis altimétricos necessários para acesso a água do canal natural também podem influenciar em sua utilização pela fauna, pois a oferta de água em abundância conduzida pelo canal artificial em partes mais altas do relevo pode frear a descida dos animais até os fundos de vale, pois irão desprender menor gasto energético se utilizando das águas dos canais artificiais (Figura 87), podendo levar à uma mudança da utilização de alguns territórios.

Apesar da oferta de água em um ambiente mais elevado na vertente, como mencionado anteriormente o canal artificial usualmente não se mostra densamente vegetado, com vegetação ciliar como ocorre nos canais naturais. A menor densidade vegetativa dos canais artificiais quando comparadas ao canal natural produz respaldo na menor oferta de proteção, podendo contribuir para a utilização dos canais artificiais por algumas espécies apenas de forma esporádica, permanecendo seu território em áreas mais protegidas.

Desta forma, os canais artificiais surgem num contexto de alteração na variação espacial e temporal da fauna, produzindo características ambientais que afetam a diversidade das espécies, por meio de diferentes mecanismos estruturadores presentes ao longo de sua sessão.

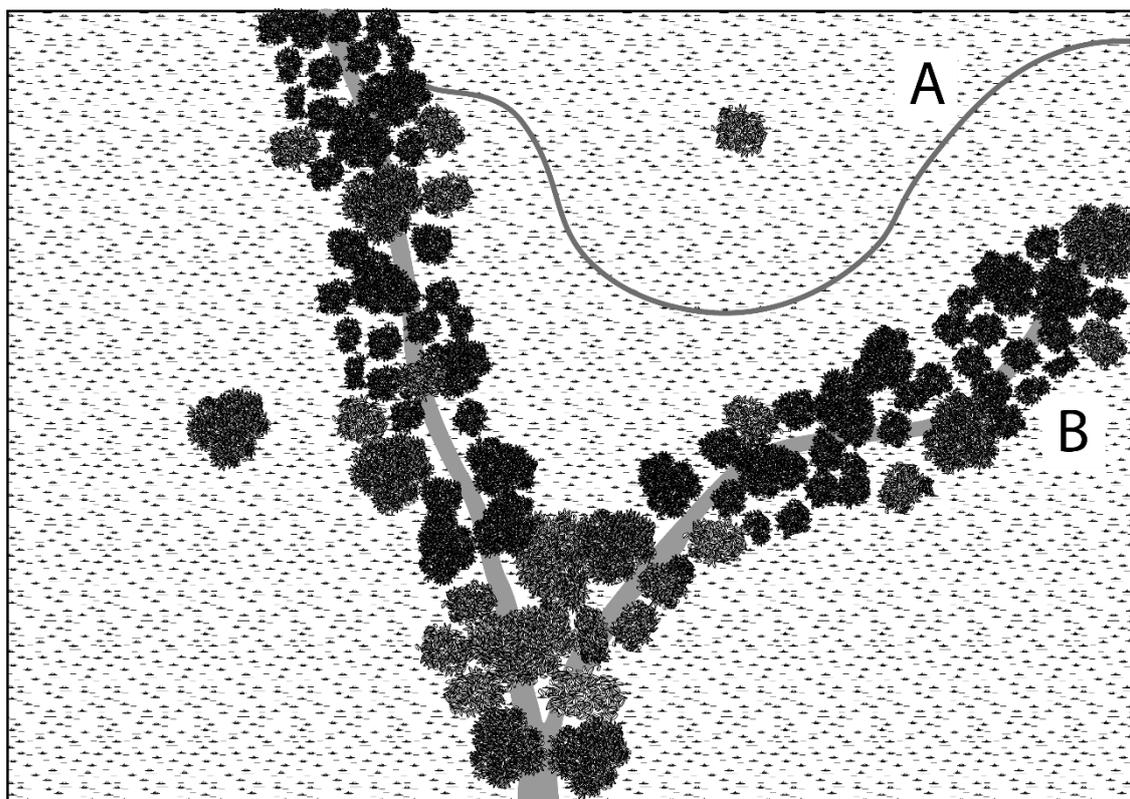
Figura 87: Esquema representativo posição canal natural e canal artificial



Canal natural no fundo do vale (A) e canal artificial inserido em porções mais elevadas do terreno, posicionado ao longo de uma vertente (B). O gradiente altimétrico entre o canal natural e artificial pode promover a mudanças de hábitos nos animais pertencentes a regiões onde canais artificiais se fazem presentes.

Fonte: Autora

Figura 88: Esquema de paisagem alterada por processos antrópicos



Esquema de paisagem alterada por processos antrópicos, vegetação natural presente apenas nos fundos de vale margeando o canal natural, devido à proteção integral destas áreas por legislação (Lei nº 12.727, de 2012), circundada por vegetação de gramíneas (pastagens). Canal artificial no alto da vertente (sem a proteção de vegetação ciliar lenhosa) com menor oferta de proteção para fauna (A). Canal natural com vegetação ciliar, com maior oferta de proteção para fauna (B).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio desse estudo evidenciou-se o comportamento de canais artificiais inseridos em ambiente de Cerrado, no qual foram analisados parâmetros físicos (STD, Sedimentos e vazão) possibilitando a comparação entre os dados obtidos e o ambiente o qual se insere, gerando informações referentes ao canal em questão, não sendo uma representação igualitária para outros canais artificiais, entretanto, podem se tornar base para a análise e compreensão de outros.

O canal artificial surge como uma fonte de água para os animais de acesso facilitado, na qual oferta água ao longo de uma faixa extensa da propriedade diminuindo os riscos no ato de consumo em relação ao canal natural pois o canal artificial permeia partes mais altas da vertente longe da presença de solos hidromórficos. Além disso, o canal não se utiliza de fontes externas de energia, sendo o fluxo regulado pela gravidade, não havendo custos para seu funcionamento.

A presença do barramento na vereda segmentou os processos naturais preexistentes, interferindo nos fluxos de vazão com efeitos na dinâmica sistêmica. A elevação do nível da água produziu uma lagoa, suprimindo a vegetação natural dando origem a um espelho d'água.

Se tratando da dinâmica do canal artificial, de maneira geral expos grande variação em sua vazão ao longo do ano onde foi verificado um atraso em sua resposta por um período de um mês em relação a precipitação. As demais variáveis analisadas não obtiverem alta correlação com uma única fonte, sendo os sedimentos e o STD influenciados por agentes naturais (precipitação, vento, velocidade do fluxo), assim como agentes antrópicos (manejo dos canais, queimadas, trânsito de animais e pessoas).

Em uma análise mais detalhada do canal artificial foi possível verificar como as diferentes morfologias apresentadas ao longo de seu traçado influenciaram nos parâmetros analisados expondo dinâmicas pontuais distintas. A presença de obras de engenharia afetou principalmente na dinâmica sedimentológica do canal (sólidos totais dissolvidos e sedimentos em suspensão). Os barramentos e caixas de passagem subterrânea presentes no canal modificaram sua dinâmica hidrossedimentológica, entretanto possibilitou a existência do traçado do canal e sua permanência na paisagem, permitindo transpor obstáculos e adicionando volumes de água em seu leito.

Cada ponto analisado apresentou diferentes respostas nos parâmetros em relação aos fatores exteriores, expondo interdependência com os elementos externos, notou-se

que quanto mais próximo da origem do canal (fonte de água) maiores são as correlações com as variáveis naturais e quanto mais distante maiores as correlações com os seus usos.

Notou-se que o canal artificial 1 é afluente do canal artificial 2, sendo essa conexão efetuada por meio de um transecto de vereda onde a mesma dá gênese ao canal artificial 2. Constatou-se para o segundo barramento a diferença na carga sedimentológica da lagoa com maior presença de sedimento sem suspensão e dissolvidos no qual a fonte deste incremento pode ser correlacionada também ao canal artificial 1.

Na análise comparativa dos dois canais artificiais analisados e o canal natural percebeu-se a maiores sedimentos em suspensão nos canais artificiais, cabe ressaltar que devido a maior vazão do canal natural os sedimentos totais transportados se mostraram mais elevados que em ambos no ambiente natural. Sobre os sólidos totais, os canais artificiais demonstraram menores valores pois o canal natural recebe para este parâmetro maior contribuição do ambiente vegetado do seu entorno inserindo uma quantidade maior de matéria orgânica que é decomposta e seus elementos são incorporados a água.

Nas relações entre trechos equivalentes do canal artificial e natural presentes lado a lado indicou que a vazão do canal artificial possui intervalo de resposta frente a precipitação menor que CN (CA- 1 mês CN- 2 meses) demonstrando interceptação dos fluxos da vertente pelo canal artificial corroborando para a ideia de segmentação dos processos nos ambientes em que se inserem.

Os sedimentos em suspensão do CA se mostraram mais elevados que CN devido aos usos apresentados, porém quando excluídas as anomalias (relacionadas aos usos – trânsito de pessoas e animais) o canal natural expõe maior quantidade de sedimentos, sendo assim, possivelmente com a retirada dos usos no CA o mesmo poderá apresentar menores quantidades de sedimentos em relação a CN, se tornando um parâmetro fortemente influenciado pela ação antrópica.

Para derivação do canal artificial volumes de água são extraídos do canal natural desregulando a vazão e os processos interdependentes da mesma no ambiente natural, os fluxos transportados pelo canal artificial apresentam dinâmicas diferentes do natural (sedimentos, vazão e perdas) e ao transpor e promover o processo de transposição de águas a outras localidades também alteram os ambientes receptores promovendo modificações da sua origem a foz.

Por fim, a alteração dos processos hidrogeomorfológicos locais possui respaldo em ambientes bióticos nos quais interferem na distribuição de plantas e animais tornando

os canais artificiais uma extensão do habitat natural ofertando abrigo e alimento, de forma a modificar os padrões de comportamento dos mesmos, refletindo assim em alterações paisagísticas.

O potencial de interferência do ambiente sobre os canais artificiais também foi notável, demonstrando as relações mútuas entre o meio e as alterações antrópicas carecendo de contínuas investigações futuras.

Como visto, a simples utilização do canal artificial como fonte de água para dessedentação animal promovem grande repercussão no meio desregulando a lógica sistêmica natural e induzindo a um rearranjo dos elementos, indo muito além da própria transposição de água, se tornando importante sua consideração nos estudos ambientais visto que seu conhecimento poderá contribuir no melhor planejamento ambiental e na identificação de seus impactos, auxiliando assim no manejo de Bacias hidrográficas.

6. REFERENCIAS

- ABDEL-DAYEM, S; EL-SAFTY, M. Review of the Egyptian experience in implementing land. **Irrigation and Drainage Systems**, v. 6, p. 311-324, 1993. <https://doi.org/10.1007/BF01112231>
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR ISO/IEC 17025 – Requisitos gerais para competência de laboratórios de ensaio e calibração, 20p, 2001
- AB'SABER, A.N. 1971. A organização natural das paisagens Inter e Subtropicais do Brasil. In: **III Simpósio Sobre o Cerrado**. São Paulo, Edusp.
- AB'SABER, A.N. **Os Domínios de Natureza no Brasil**: Potencialidades Paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- ALMEIDA, Bia de A. **Como a heterogeneidade espaço-temporal afeta a diversidade funcional de assembleias de Pelecaniformes e Ciconiiformes em uma planície de inundação**. Dissertação (mestrado). Universidade Estadual de Maringá 2014.
- ALMEIDA, L.Q; CARVALHO, P. F. Representações, riscos e potencialidades de rios urbanos: análise de um (des) caso histórico. **Caminhos de Geografia**, v. 11, n. 34, p. 145 -161, 2010.
- ANDRADE, R. Da Transposição das Águas do Rio São Francisco à Revitalização da Bacia: **As Várias Visões de um rio**, Ago 2002.
- ANGELAKIS A. N. and KOUTSOYIANNIS D. Urban Water Resources Management in Ancient Greek Times. In: **The Encycl. of Water Sci.**, Markel Dekker Inc., B. A. Stewart and T. Howell (Eds), Madison Ave. New York, N.Y., USA, pp. 999–1008, 2003.
- ANTOINE, M. & JAVAUX, M. & BIELDERS, C. (2009). **What indicators can capture runoff-relevant connectivity properties of the micro-topography at the plot scale?**. *Advances in Water Resources*. 1297-1310. 10.1016/j.advwatres.2009.05.006.
- ARONOFF, S. **Geographic Information Systems: a management perspective**. WDL. Publications. Ottawa, Canadá. 1989.
- ASSUNÇÃO. W. L. Metodologia para a definição da duração das estações seca e chuvosa na região dos cerrados do Brasil Central -primeira aproximação. In: **Encontro de Geografia da América Latina**; Lima. 2013.
- AUGUSTIN, C. H. R. R., MELO, D. R., ARANHA, P. R.A. Aspectos geomorfológicos das veredas: um ecossistema do bioma do cerrado, Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, V. 10, nº 1, 2009, p. 103-114.
- BAKRY, M, F. Effect of submerged weeds on the design: Procedure of earthen egyptian canals. **Irrigation and Drainage Systems**, v. 6, p. 179-188, 1992. <https://doi.org/10.1007/BF01109708>
- BAZZA, M. Overview of the history of water resources and irrigation management in the Near East region. **Water Science and Technology: Water Supply**, v. 7 (1) p. 201-209, 2007. <https://doi.org/10.2166/ws.2007.023>
- BELTRAME, A. V. **Diagnóstico do Meio Físico de Bacias Hidrográficas: modelo e aplicação**. Florianopolis: Ed. da UFSC, 1994. 122p.

BENNION, D.H; MANNY, B.A. **Construction of Shipping Channels in the Detroit River: History and Environmental Consequences**. Washington: U.S. Department of the Interior/ U.S. Geological Survey, 2011.

BEVEN, K. Changing ideas in hydrology: the case of physically-based models. *J. Hydrology*, 105:157-172, 1989.

BHUTTA, M.N; VAN DER VELDE, E. J. Equity of water distribution along secondary canals in Punjab, Pakistan. **Irrigation and Drainage Systems** v.6, p. 161-177, 1992.
<https://doi.org/10.1007/BF01102975>

BÖHM H. Die Wiesenbewässerung in Mittel Europ Anmerkungen zu einer Karte von C Troll. **Erdkunde**, v. 44(1), p. 1-10, 1990.

BORG, D. et al. The geomorphic and ecological effectiveness of habitat rehabilitation works: Continuous measurement of scour and fill around large logs in sand-bed streams, **Geomorphology**, v. 89, p. 205 -216, 2007.
<https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2006.07.027>

BOTELHO, R. G. M. Bacias hidrográficas urbanas. In: GUERRA, A. J. T. (Org.). **Geomorfologia urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. p. 71-115.

BRADY, V. et al. **Field Guide for Maintaining Rural Roadside Ditches**. Minneapolis: Fortin Consulting, Inc., 2014.

BREDA E.M. 2001. Água grau reagente para laboratório e outros fins especiais. UNICAMP, Campinas, p. 31. 2001

CABOURET M. L'irrigation des prés de fauche en Europe occidentale, centrale et septentrionale. In: **Essai de géographie historique**. Paris: Editions Karthala, 1999.

CÂMARA, G. **Modelos, Linguagens e Arquiteturas para Bancos de Dados Geográficos**. Tese de Doutorado em Computação Aplicada. São José dos Campos, INPE, 1995.

CAMPANA, D. et al. Channel degradation and restoration of an Alpine river and related morphological changes. **Geomorphology**, v.15 p. 230-241, 2014.
<https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2014.06.016>

CANPANA, S.E.; MOHN, R.K.; SMITH, S.J.; CHOUINARD, G.A. Reply: **spatial implications of a temperature-based growth model for Atlantic cod (Gadus morhua) off the eastern coast of Canada**. 1996. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 53: 2909-2911.

CARRIJO, B. R.; BACCARO, C. A. D. Análise sobre a erosão hídrica na área urbana de Uberlândia(MG). **Caminhos de Geografia**, v. 2, n. 2, fev/2001, p. 70-83

CARTHY, J.D. 1980. **Comportamento animal**. São Paulo: EPU: Ed. Universidade de São Paulo. 79p.

CARVALHO, N. O. **Hidrossedimentologia prática**. CPRM, Rio de Janeiro - RJ, 1994. 372 p.

CARVALHO, R. A; OLIVEIRA, M. C. V. **Princípios Básicos de Saneamento do Meio**. São Paulo. 3ªed.: Editora SENAC. São Paulo, 2003.

- CARVALHO, T.M. Quantificação de sedimentos em suspensão e de fundo no médio rio Araguaia. *Revista Geografia Acadêmica*, 1,1: 55-64, 2007.
- CARVALHO, T.M. Transporte de Carga Sedimentar no médio rio Araguaia entre os rios Crixás-Açú e Javaés. Dissertação de mestrado (Geografia). 2006. 87p.
- CASTRO, C. N. **Transposição do rio São Francisco: análise de oportunidade do projeto**. Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, p. 60, 2011.
- CASTRO, J.P.C. As veredas e a sua proteção jurídica. *Análise e Conjuntura*, 1980.
- CHOW, V.T, **Open Channel Hydraulics** McGraw-Hill Book Company, New York. P. 780, 1959.
- CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia fluvial. In; ____ **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. Ed. Edgard Blucher Ltda e EDUSP. 1974
- CLEMMENS A J, SCHUHRMANS J. Simple optimal downstream feedback canal controller: Theory. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, v. 130, p. 26-34, 2004. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9437\(2004\)130:1\(26\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9437(2004)130:1(26))
- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Guia Nacional De Coleta E Preservação De Amostras**. Brasília, 2011.
- CONFESSOR, J. G. **Avaliação de processos erosivos hídricos em diferentes usos agrícolas, utilizando simulador de chuvas no ambiente de Cerrado**. 2019. 187 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2019.606>
- CONTICELLO, L. et al. Dinâmica de Comunidades hidrófilas associadas a canais de riego en El Alto Valle De Rio Negro (Argentina). **Gayana Bot**, v. 59, n. 1, p. 13- 20, 2002. <https://doi.org/10.4067/S0717-66432002000100003>
- CORRÊA, A.C.B.; FONSÊCA, D.N. Lineamentos de Drenagem e de Relevô como Subsídio para a Caracterização Morfoestrutural e Reativações Neotectônicas da Área da Bacia do Rio Preto, Serra do Espinhaço Meridional – MG. **Revista de Geografia**, Recife: UFPE – DCG/NAPA, v. especial VIII SINAGEO, n. 1, p. 72-86, Set. 2010.
- COSTA Y. T.; BARCELOS A. C.; RODRIGUES. Avaliação da eficiência de proteção da cobertura vegetal sobre o processo de escoamento superficial por meio de parcelas experimentais na fazenda experimental do glória (Uberlândia – MG). **Simpósio Mineiro de Geografia**, Alfenas. Anais (online) p. 50-60, 2014.
- COSTA, R.N.T. **Condutos livres**. Universidade Federal do Ceará - Departamento de Engenharia Agrícola Hidráulica Aplicada, Fortaleza, p. 6, 2006.
- COSTA, R.N.T. **Vertedouros**. Universidade Federal do Ceará - Departamento de Engenharia Agrícola Hidráulica Aplicada, Fortaleza, p. 6, 2004.
- CUNHA, M.C. et al Medidas de controle de erosão em estradas rurais na bacia do rio das Pedras, Guarapuava-pr. **Sociedade e Natureza**, v.25 (1), p, 107-118, 2013.
- CUNHA, S. B. Geomorfologia fluvial. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995. p. 211-252.

DELMÉE, G.J. **Manual de medição de vazão**. São Paulo: Edgard Blucher, 3ª ed. 2003. 474p.

DEPEWEG, H; MÉNDEZ, N. Sediment Transport Applications In Irrigation Canals, **Irrigation and Drainage**. v. 51 p. 167-179, 2002. <https://doi.org/10.1002/ird.49>

DOLLAR, E.S.J. Fluvial geomorphology. **Progress in Physical Geography**, v. 28, p. 405-450, 2004. <https://doi.org/10.1191/0309133304pp419pr>

DREW, D. **Processos interativos homem-meio ambiente**. Trad. João A. dos Santos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1984.

DUTT, H. et al. Users' Perceptions and Impact of Participatory Irrigation Management. In: **Ecologically Fragile Watershed Areas of Jammu and Kashmir**, India, 2010.

EINSTEIN, H.A. The Bed-Load Function for Sediment Transportation in Open Channel Flows. **Hydraulic Engineer and Soil Conservation Service**, Washington DC, p.74, 1956.

EL-SERSAWY, H.; AHMED, A.F. Inland waterways design criteria and its applications in Egypt **Ninth International Water Technology Conference, IWTC9**, 2005, (Anais do evento)

EMBRAPA. Estimando o consumo de água de suínos, aves e bovinos em uma propriedade. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**, dez. 2005. Disponível em: <http://atividaderural.com.br/artigos/50527abe5e31a.pdf>. Acesso em: 01 jan. 2021

EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA CNPS, 1997.

FABER, M. A importância dos rios para as primeiras civilizações. **História Livre**. [s. l.], v. volume 2, p. 3-24, 10 ago. 2011.

FERREIRA, C. PIMENTA, A. PAIVA, S. **Introdução à ricultura**. **Boletim Técnico do Instituto de Pesca**, São Paulo, 33, 2002, 15p.

FERREIRA, I. M; MARTINS, R. A; SANTOS, E. V. Conhecendo o subsistema vereda: um ambiente integrante do mosaico fitofisionômico do bioma Cerrado. In: **XI Simpósio Regional de Geografia**. Universidade Federal de Goiás-Campus Jataí, 04 a 07 de setembro de 2009.

FERREIRA, I. M; TROPPEMAIR, H. Aspectos do cerrado: análise comparativa espacial e temporal dos impactos no subsistema de veredas do chapadão de Catalão (GO). In: GERARDI, L. H. O; LOMBARDO, M. A (orgs). *Sociedade e Natureza na visão da Geografia*. Rio Claro: Palas Athena. 2004, pp. 135 – 152

FILHO, O.M.; BUCKUP, P. A. A poorly known case of watershed transposition between the São Francisco and upper Paraná river basins. **Neotropical Ichthyology**, v. 3(3), p. 449-452, 2005. <https://doi.org/10.1590/S1679-62252005000300015>

FOLEY, J.A. et al. 2005. Global consequences of land use. **Science**, v. 309, p. 570- 574, 2005. <https://doi.org/10.1126/science.1111772>

- FONSECA, A. de F. C. **Controle e uso da água na Ouro Preto dos séculos XVIII e XIX. 2004.** 127 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2004.
- GIREL J. Old distribution procedure of both water and matter fluxes in floodplains of western Europe. Impact on present vegetation. **Environmental Management** v. 18(2), p. 203-221.1994.
- GOOGLE EARTH. **Guia do usuário.** Disponível em: <https://earth.google.com/web/>. Acesso em: 10 janeiro 2021.
- GOUDIE, A.S. **Encyclopedia of Geomorphology** Routledge Ltd, London. p.1202, 2004. <https://doi.org/10.1002/hyp.1366>
- GRAEFF, A. PRUNER, E. SPENGLER. **Girinos de Anuros na Propagação de Pós-Larvas de Carpa Comum** (Cyprinus carpio Linnaeus, 1758 Var. Specularis). Rev. Bras. Zootec. vol.30 no.6 Viçosa Nov./Dec. 2001.
- GRAY, W. et al. Channel Design and Vessel Maneuverability - Next Steps, **Marine technology**, v. 40(2), v. 93-105, 2003.
- GREENE, S.L, KNOX, J. Coupling legacy geomorphic surface facies to riparian vegetation: Assessing red cedar invasion along the Missouri River downstream of Gavins Point dam, South Dakota. **Geomorphology**, v. 204, n. 277-286, 2014
- GREGORY, K.J. The human role in changing river channels. **Geomorphology** v. 79, p. 172-191, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2006.06.018>
- GUERRA, Antônio Teixeira. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos.** São Paulo: Bertrand Brasil, 2003.
- GUTIERREZ, G,E. **Hidráulica de Canales.** Laboratorio de Hidráulica de Canales. Ciudad de México. P. 54, 2013
- HARDY, R.J. Fluvial geomorphology. **Progress in Physical Geography**, p. 30, p. 553-567, 2006.
- HARPOLD, A. A. et al. Relating hydrogeomorphic properties to stream buffering chemistry in the Neversink River watershed, New York State, USA. **Hydrological Processes** v. 24, p. 3759-3771, 2010. <https://doi.org/10.1002/hyp.7802>
- HEBERT C. E. & MORRISON H. A. (2003) **Consumption of fish and other prey items by Lake Erie waterbirds.** Journal of Great Lakes Research 29, 213-227.
- HENKES, S.L.; A política, o direito e o desenvolvimento: Um estudo sobre a transposição do rio São Francisco. **Revista Direito GV**, São Paulo 10(2) | P. 497- 534 | Jul-Dez 2014. Doi: 10.1590/1808-2432201421
- HILL, J. Farmer-managed irrigation systems in Baltistan and Kargil, **Ladakh Studies**, v. 31, p. 4 – 23, 2014.
- HRITZ, C; WILKINSON, L.G. Using Shuttle Radar Topography to map ancient water channels in Mesopotamia, **Antiquity**. v. 80, p. 415-424, 2006. <https://doi.org/10.1017/S0003598X00093728>

- IGRECIAS, L.F.M. **Avaliação da influência do entorno e do Canal de Pereira Barreto na qualidade da água do Baixo São José dos Dourados**, Dissertação (Mestrado em Hidrologia) Universidade Estadual de São Paulo, Araraquara, 2009.
- IMAIZUMI, F. et al. Channel initiation by surface and subsurface flows in a steep catchment of the Akaishi Mountains, Japan. **Geomorphology**, v. 115, p. 32-42, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2009.09.026>
- INFANTE, P. S; SEGERER, C. D. **Guía de Estúdio “Obras Hidráulicas I”**. Cuyo: Universidad Nacional de Cuyo -Facultad de Ingenieria. 2010.
- ISAPOOR, S. et al. Slope-stability-constrained design of irrigation canals using particle swarm optimization. **Irrigation and Drainage**, v. 60, p.70-79, 2011. <https://doi.org/10.1002/ird.545>
- JAMES, L.G. **Principles of Farm Irrigation System Design**. London: Krieger Pub Co. UK. 1993.
- JORGE, M. do C. O. Geomorfologia Urbana: conceitos, metodologias e teorias. In: GUERRA, A. J. T. (org). **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.
- KHAIR, A. et al. Soil-cement tiles for lining irrigation canals. **Irrigation and Drainage Systems** v. 5, p. 151-163, 1991. <https://doi.org/10.1007/BF01140519>
- KOUCHAKZADEH, S.; MARASHI, A. End sill impact on water surface profile in nonprismatic side channels: a design guideline. **Irrigation and Drainage**. v. 54, p. 91-101, 2005. <https://doi.org/10.1002/ird.156>
- KUSHLAN J. A. **Resource use strategies of wading birds**. The Wilson Bulletin 93, 145– 163. 1981.
- LAWRENCE, P.; ATKINSON, E. Deposition of fine sediments in irrigation canals. **Irrigation and Drainage Systems**, v. 12, p. 371-385, 1998. <https://doi.org/10.1023/A:1006156926300>
- LEIBUNDGUT, C; KOHN, I. European traditional irrigation in transition part i: irrigation in times past—a historic land use practice across Europe. **Irrigation and Drainage**, v. 63 p. 273-293, 2014. <https://doi.org/10.1002/ird.1826>
- LEITE, E. S. **Sistemas atmosféricos, precipitações intensas e impactos na cidade de Uberlândia** - MG. 2019. 185 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2019.608>
- LIEBMANN, Hans. **Terra um Planeta inabitável?** Da antiguidade até os nossos dias toda a trajetória poluidora da humanidade. Tradução: Flávio Meurer. Rio de Janeiro: Biblioteca do Exército, 1979. 181p.
- LIMA, P. H. M. et al. Parâmetros Morfométricos Relacionados às Bacias de 1º Ordem e a Ocorrência de Deslizamentos Rasos na Bacia do Córrego Dantas: Nova Friburgo - RJ. **Revista Geonorte**, v. 10, p. 165-170, 2014.

- LOPES, Luiz Henrique Antunes; LOCH, Carlos. Composição do cadastro técnico multifinalitário. Mapas temáticos. In: **Simpósio Latino Americano de Agrimensura**, 1992, Foz do Iguacu. Anais. Criciúma: Mira, 1992. v. único.
- LORD, M.L. et al. Fluvial geomorphology: Monitoring stream systems in response to a changing environment. **Geological Society of America**, p. 69-103, 2009.
- LUNA, H. A. **Manutenção em canais de irrigação revestido em concreto** / Hugo de Andrade Luna. - Recife: O Autor, 2013.
- MAAS, S; BROOKES, A. **Fluvial geomorphology**, Londres: FCERM. 2009
- MARQUES, J. S. Ciência geomorfológica. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 9. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009. p. 23-50.
- MARSH, GP 1864. Homem e natureza; ou, geografia física modificada pela ação humana. Nova York: Scribner.
- MARTINELLI, M; GRAÇA, A. J. S. Cartografia temática: uma breve história repleta de inovações. **Revista Brasileira de Cartografia**. ISSN: 1808-0936, [s. l.], p. 913- 928, 14 dez. 2013.
- MARTINS, M. Biologia reprodutiva de *Ieptodacylus Fuscus* em boa vista, Roraima (Amphibia: anura). **Rev. Brasil. Biol.**, 48(4):969-977 Novembro, 1988. Rio de Janeiro, RJ.
- MATIAS, L. F. **Por uma cartografia geográfica - uma análise da representação gráfica na geografia**. São Paulo: FFLCH/USP, 1996, 146p.
- MAYS L. W., KOUTSOYIANNIS D. and ANGELAKIS A. N. A brief history of urban water supply in antiquity. **Water Science & Technology: Water Supply**. 7(1), 1–12, 2007. 10.2166/ws.2007.001.
- McBRIDE, M. et al. Riparian reforestation and channel change: A case study of two small tributaries to Sleepers River, northeastern Vermont, USA. **Geomorphology**, v.102, p. 3-4, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2008.05.008>
- McCARTNEY et al. **Inland Navigation Channel Training Works**. ASCE MOP. EUA. 2012.
- MELLO, C. C. A. O debate parlamentar sobre o projeto de transposição do rio São Francisco no segundo governo Fernando Henrique Cardoso (1998-2002). **Gestión Ambiental y Conflicto Social em América Latina**, p. 105-134, 2008.
- MELO, Eloi. CONSIDERAÇÕES SOBRE A HIDRÁULICA DE CANAIS FLUVIAIS E DE CANAIS DE MARÉ. **RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, [s. l.], v. Volume 3, n. 2, p. 95-107, 9 jun. 1998.
- MENDES, P. C. **Gênese e estrutura espacial das chuvas na cidade de Uberlândia-MG**. Dissertação (Mestrado) 258 fl. Instituto de Geografia. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2001.
- MENDONÇA, F. A. **Geografia e meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 2010.
- MINELLA, J. P. G.; MERTEN, G. H. and MAGNAGO, P. F.. **Análise qualitativa e quantitativa da histerese entre vazão e concentração de sedimentos durante**

eventos hidrológicos. Rev. bras. eng. agríc. ambient. [online]. 2011, vol.15, n.12, pp.1306-1313. ISSN 1415-4366. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662011001200013>

MONTGOMERY, D. R. Process domains and the river continuum1. **Journal of the American Water Resources Association**, v. 35 p.397- 410, 1999. <https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.1999.tb03598.x>

MOSLEY, M. P; LARONNE, J. B. **Erosion and sediment yield**, Hutchinson Ross Pub. Co, Stroudsburg, Pa, 1982.

MUELLER, E. N. et al. Impact of connectivity on the modeling of overland flow within semiarid shrubland environments. **Water Resources Research**, v. 43, p. 1-13, 2007. <https://doi.org/10.1029/2006WR005006>

MURRAY-RUST, D. H; VANDER VELDE, E.J. Changes in hydraulic performance and comparative costs of lining and desilting of secondary canals in Punjab, Pakistan. **Irrigation and Drainage Systems**, v. 8, p. 137-158, 1994. <https://doi.org/10.1007/BF00881015>

NAZAR, T. I. S. M. **O Chapadão do Diamante na Serra da Canastra/MG, Brasil: caracterização geomorfológica e análise integrada do meio físico a partir de dados multifontes.** 2018. 270 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.

NEVES, C.; CARDOSO, A.P. A Experiência Internacional Com Projetos De Transposição De Águas - Lições Para O Do Rio São Francisco. In: **XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção.** Peru. Peru. 2009 14 p.

NEWLIN, B. et al. Southern California Water Markets: Potential and Limitations. **Journal of Water Resource Planning and Management**, v. 128:1(21), p. 21-32, 2002.

NISHIYAMA, L. Geologia do Município de Uberlândia e Áreas Adjacentes. **Revista Sociedade e Natureza.** Uberlândia, nº 1, vol.1 p 9-16, Junho. 1989.

NISHIYAMA, L. **Procedimentos de Mapeamento geotécnico como base para análises e avaliações ambientais do meio físico em escala 1:100.000: aplicação no município de Uberlândia-MG.** 1998. Tese (Tese de Doutorado). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1998.

NOVAIS, G. T. **Caracterização climática da mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e do entorno da Serra da Canastra (MG).** 175 f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011.

ODUM, H. T.; ODUM, B. Concepts and methods of ecological engineering. **Ecological Engineering** v. 20 p. 339-361, 2003. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2003.08.008>

OLIVEIRA, A.H. **Erosão Hídrica e Seus Componentes na Sub-Bacia Hidrográfica Do Horto Florestal Terra Dura, Eldorado Do Sul (RS).** 2010. 179 f. Tese (Doutorado em: Conservação do Solo e da Água) -Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

OLIVEIRA, P. C. A. de; CRUZ, L. M.; S.; RODRIGUES, S. C. Análise Morfométrica da Bacia Hidrográfica do Córrego Guaribas, Uberlândia - MG. In: **VII Simpósio**

Nacional de Geomorfologia e II Encontro Latino-Americano de Geomorfologia, 2008, Belo Horizonte. Anais do VII Simpósio Nacional de Geomorfologia e II Encontro Latino-Americano de Geomorfologia, 2008.

OLIVEIRA, P. C. A. de; RODRIGUES, S. C. Utilização de cenários ambientais como alternativa para o zoneamento de bacias hidrográficas: estudo da Bacia Hidrográfica do Córrego Guaribas, Uberlândia. MG. **Sociedade e natureza** (UFU. Online), v. 21, p. 305-314, 2009.

OLIVEIRA, P. C.A. **Cenários Ambientais e Diagnóstico da Bacia Hidrográfica do Córrego Guaribas, Uberlândia-MG**. 2009. 142 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2009.

OLSON, P.L. **City Of Wilkeson - SMP Update**: channel migration assessment. Department of Ecology, Shorelands and Environmental ASSISTANCE. p. 34, 2011

PAUDYAL, G. N. et al. Optimization of design of on-farm channel network in an irrigation area. **Irrigation and Drainage Systems**, v. 5, p. 383-395, 1991.

PETRUCCI, E. **Características do clima de Uberlândia-MG: análise da temperatura, precipitação e umidade relativa - Uberlândia**. 2018. 245 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.

PHILLIPS H. History of the Water Supply of the Borough of Beaver. Published jointly by the Beaver Area Heritage Foundation and the Beaver County Tourist Promotion Agency. Pennsylvania, USA, 1972.

PIEDRAS S. MORAES P. POUHEY J. **Crescimento de juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*), de acordo com a temperatura da água**. B. Inst. Pesca, São Paulo, 30(2): 177 - 182, 2004.

PIRES, E. V. R.; SILVA, R. A.; IZIPPATO, F. J.; MIRANDOLA, P. H. Geoprocessamento Aplicado a análise do uso e ocupação da terra para fins de planejamento ambiental na bacia hidrográfica do Córrego Prata – Três Lagoas (MS). *Revista Geonorte*, v. 2, n. 4, p. 1528–1538, 2012.

POUGH, H. F.; HEISER, J. B. & McFARLAND, W. 1999. A vida dos vertebrados. São Paulo, **Atheneu Editora**, 798p.

RAINA, A.N; DANGA, C, P. **Geography of Jammu & Kashmir State Jammu**, Sirinagar: State of Jammu & Kashmir, 2010.

REIS, T.E.; BOAS, L.G.V.; OLIVEIRA, B.T.A.; FELIPPE, M.F. Caracterização Hidrogeomorfológica do Rio Paraibuna no Trecho Urbano de Juiz de Fora/MG. **Revista de Geografia**, Juiz de Fora, v. 2, n. 2, 2013

RELATÁRIO DE IMPACTO AMBIENTAL – RIMA. **Projeto de integração do rio São Francisco**. Distrito Federal: Ministério da Integração Nacional, 2004.

RENAULT, D. Modernization of furrow irrigation in the South-East of France automation at field level and its implications. **Irrigation and Drainage Systems**, v. 2, p. 220-240, 1988. <https://doi.org/10.1007/BF01103623>

REPLOGLE, J. A. Practical technologies for irrigation flow control and measurement. U.S. Water Conservation Laboratory, **Agricultural Research Service**, v. 11, p. 241-259, 199.

- RIBEIRO, J.F. & WALTER, B.M.T. 1998. Fitofisionomias do bioma cerrado. In Cerrado ambiente e flora (S. Sano & S.P. Almeida, eds.). EMBRAPA-CPAC, Brasília, p.89-166.
- RIJO, M; PEREIRA, L. S. Measuring conveyance efficiencies to improve irrigation management Water. **Irrigation and Drainage Systems** v. 3, p. 267-276, 1987
- ROBINSON, M. **Impact of improved land drainage on river flows**. Institute of Hydrology. Wallingford. p. 233, 1990.
- RODRIGUES, J. A. SOUZA, F. Dimensionamento de sistemas de irrigação por sulcos abertos em declive para o vale do Jaguaribe aplicando o método do SCS, **Ciências Agrônomicas**. v. 22 (1/2) p. 169-178, 1991.
- ROSA, R. M; FERREIRA, V. de O. Análise da paisagem e proposição de zoneamento ambiental da bacia do rio Uberabinha, Minas Gerais. **Caderno de geografia** (PUCMG. ONLINE), v. 28, p. 404-427, 2018 Doi: <https://doi.org/10.5752/P.2318-2962.2018v28n53p404-427>
- ROSA, R.; BRITO, J. L. S. **Introdução ao geoprocessamento: sistema de informação geográfica**. Uberlândia: EDUFU, 1996.
- ROSATI, D; KRAUS, N. C. Rapid Methods for estimating navigation channel shoaling. In: **29th Technical Conference & 40th TAMU Dredging Seminar**, Tempe. Tempe. 2009, p. 176-191.
- SANTOS, F. C.; RODRIGUES, S. C. **Procedimento Operacional Padrão (POP) - Laboratório de Geomorfologia e Erosão de Solos**. 30p. Uberlândia, 2019. DOI:10.13140/RG.2.2.11998.59202
- SANTOS, M. **A natureza do espaço: técnica e tempo – razão e emoção**. São Paulo: Edusp, 2002. 384p.
- SCHMIDT, M. Land use, land administration and land rights in Shigar, Baltistan. In: BEEK, M.V; PIRIE, F. (eds.) **Modern Ladakh: Anthropological perspectives on continuity and change**. Leiden: Brill. 2008.
- SCHMIDT-NIELSEN, K. **Fisiologia animal adaptação e Meio Ambiente**. São Paulo: Editora Santos. 600p. 1996.
- SCHNEIDER, W. De Babilônia a Brasília: a cidade como destino do homem, de Ur a Utopia. São Paulo: Boa Leitura, 1950
- SCHUMM, S.A. **River metamorphosis** Proceedings of the American Society of Civil Engineers, Journal of the Hydraulics Division, 95 (1969), pp. 255-273
- SHAACK, J. USBR canal lining experience. **Irrigation and Drainage Systems** 93- 99. 1986. <https://doi.org/10.1007/BF01422980>
- SHELLBERG, ET AL. The hydrogeomorphic influences on alluvial gully erosion along the Mitchell River fluvial megafan. **Hydrological Processes**. p. 1-19. 2012
- SHEN, H. W.; YEN, B. C. 1984, Advances in openchannel hydraulics after V. T. Chow's book, **Journal of Hydrology**, 68, pp 333-348.

SHIH, S. et al. Ecotechnologies Applied to Agricultural Irrigation and Drainage Channels: Case Study of the Taichung Irrigation Association In Taiwan. **Irrigation and Drainage**. v.60, p. 80-92, 2011. <https://doi.org/10.1002/ird.522>

SILVA, E.; ASSUNÇÃO, W. O clima na cidade de Uberlândia. **Sociedade & Natureza**, v. 16, n. 30, p. 91–107, 2004.

SILVA, L. L. **Canais artificiais: uma contribuição geográfica ao estudo de suas multifuncionalidades**. 2019. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020.

SILVA, N. R. **Precipitações intensas e seus impactos no ambiente urbano de Uberlândia** – MG. 2018. 187 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG, 2018.

SILVA, R. E. **Assinaturas topográficas humanas (ATH'S) no contexto dos canais derivados multifuncionais e suas repercussões hidrogeomorfológicas**. 2018. 266 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.

SILVA, R. E.; RODRIGUES, S. C. Contribuições da Geomorfologia nos estudos de canais abertos artificiais. In: XI SINAGEO - **SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA**, 2016, Maringá. XI SINAGEO - SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA - Anais do Evento, 2016.

SILVA, R. E.; VIEIRA, A.V.B; RODRIGUES, S. C. Derivação da levada de água do Piscaredo, assinatura topográfica e impactos hidrogeomorfológicos. In: **Congresso Nacional de Geomorfologia - Portugal**, Porto. Anais, 2017

SILVA, R.E.; ALLAN SILVA, G. A comunidade rural de Dourados no município de Patrocínio -MG: Contatos entre rural e urbano, as relações de resistência e sobrevivência no campo. **XXI Encontro Nacional de Geografia Agrária -ENGA**. Uberlândia: UFU, 2012.

SILVA, R.E; RODRIGUES, S. C. Identificação de impactos e obras hidráulicas na bacia do córrego Estiva - Patrocínio/MG. In: **I Simpósio Internacional de Águas, Solos e Geotecnologias**, Uberaba. Uberaba, 2015.

SMITH, M. J. Digital Mapping: visualization, interpretation and quantification of landforms. In: SMITH, M. J.; PARON, P. GRIFFITHS, J. S. **Geomorphological Mapping: methods and applications**. Elsevier, 2011. p. 225 – 252. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53446-0.00008-2>

SMITH, R.J; GILLIES, M.H. Head ditch hydraulics and the variability of inflows to irrigation furrows. **Irrigation and Drainage**, v. 59, n. 4 p. 442-452. 2010. <https://doi.org/10.1002/ird.495>

SNELL, M. lining old irrigation canals: thoughts and trials. **Irrigation and Drainage**. v.50 p. 139-157, 2001. <https://doi.org/10.1002/ird.13>

SOUZA, D.H.; HACKSPACHER, P.C.; TIRITAN, C.D.; RIBEIRO, L.F.B.; CAMPANI, M.M. Aplicação De Análise Morfométrica - Relação Declividade Vs. Extensão E Perfil Longitudinal Das Drenagens - Na Bacia Do Ribeirão Das Antas Para Detecção De Deformações Neotectônicas No Planalto De Poços De Caldas. **Revista de Geografia**. Recife, v. 27, n. 1, Set. 2010.

- SOUZA, J.A; RIBEIRO, E. Transposição do rio São Francisco e seus efeitos sobre o território. **VII CBG**, 2004 (Anais).
- STANFORD, J. A. et al. A general protocol for restoration of regulated rivers. **Regulated Rivers: Research e Management**, v. 12, p. 391-413. 1996. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1646\(199607\)12:4/53.0.CO;2-4](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1646(199607)12:4<53.0.CO;2-4)
- STOTT, T. Fluvial geomorphology. **Progress in Physical Geography**, v. 34, n2, p. 221-245, 2010. <https://doi.org/10.1177/0309133309357284>
- STRAHLER, A. N. Dimensional analysis applied to fluvial eroded landforms. **Geological Society of America Bulletin**, v.69, p.279-300, 1958.
- TAROLLI, P. High-resolution topography for understanding Earth surface processes: opportunities and challenges. **Geomorphology**, 2014.
- TAROLLI, P. SOFIA, G. Human topographic signatures and derived geomorphic processes across Landscapes. **Geomorphology**, 2016.
- TESTEZLAF, R. Irrigação: métodos, sistemas e aplicações. -- Campinas, SP.: Unicamp/FEAGRI, 2017.
- THOMAS, WL, Jr, ed. 1956. **O papel do homem na mudança da face da terra**. Chicago: University of Chicago Press.
- TUCCI, C.E.M. Impacto das variabilidades climáticas e do uso do solo nos recursos hídricos. In: **Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas**. Brasília-DF: ANA, Brasília DF. 2002.
- VIANA, M. B. **Programa de preservação de veredas na área de influência da UEH de Miranda**. 1987. 25f. Monografia (Curso de Especialização em Análise Ambiental) - Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo horizonte, 1987.
- VILAÇA, M. F. et al. Bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão: o estudo de caso do ribeirão Conquista no município de Itaguara – MG. In: XIII Simpósio Brasileiro de geografia física aplicada. Anais..., Viçosa, MG, 2009.
- VILLATE, J. E. (2013b). **Electricidade, magnetismo e circuitos (1st ed.)**. Porto, Portugal: Author's edition. 240 p.
- VIOLLET P. L. Water management in the early Bronze age civilizations. In: *Water Engineering and Management through Time: Learning from History*, F. Arregui (ed.), Taylor and Francis Group, London, UK, pp. 29–54, 2010.
- WAHL, T.L. et al. Simplified design of flumes and weirs. **Irrigation and Drainage**, v. 54, p. 231-24, 2005. <https://doi.org/10.1002/ird.160>
- WALLING, D.E; WEBB, B.W. Erosion and sediment yield: a global overview. **IAHSPubl**, n. 236, p.3-20, 1996.
- WILLIAMS, P.B. **Rethinking Flood Control Channel Design**, New York: Civil Engineering, ASCE, 1990.

WOLMAN, M.G. **A cycle of sedimentation and erosion in urban river channels**
Geografiska Annaler, 49A (1967), pp. 385-395

WOLTERS, W. et al. Division of irrigation water in The Fayoum, Egypt. **Irrigation and Drainage Systems**, v. 1, p. 159-172, 1987. <https://doi.org/10.1007/BF01139327>

WONG, R. P. L.; KONDOLF, M. Usace flood control projects in Bay Area, Projets Usace de lutte contre les inondations dans la région de la baie de San Francisco. **Is Rivers**, p. 1-3, 2012.

WORBOYS, M.F. **GIS: A Computing Perspective**. London, Taylor and Francis, 1995.

XAVIER-DA-SILVA, J. **Geoprocessamento para Análise Ambiental**. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 2001.

ZETLAND, D. **Colorado River Aqueduct, Berkeley**: Agricultural & Resource Economics. 2011.

ZETLAND, D. **Water reallocation in California**: a broken hub will not wheel. Berkeley: Agricultural & Resource Economics, 2009.