ESTADO DE MATO GROSSO
SECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

MARCOS DOS SANTOS

ELEMENTOS AMBIENTAIS, USO E OCUPAÇÃO DA TERRA, FRAGILIDADE AMBIENTAL E A MORFODINÂMICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO CACHOEIRINHA, MATO GROSSO

Tese apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais para obtenção do título de Doutor.

CÁCERES

MATO GROSSO - BRASIL

2022

MARCOS DOS SANTOS

ELEMENTOS AMBIENTAIS, USO E OCUPAÇÃO DA TERRA, FRAGILIDADE AMBIENTAL E A MORFODINÂMICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO CACHOEIRINHA, MATO GROSSO

Tese apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais para obtenção do título de Doutor.

Orientadora: Profª. Drª. Célia Alves de Souza

Coorientador: Prof. Dr. Juberto Babilônia de Sousa

CÁCERES

MATO GROSSO - BRASIL

2022

CIP – CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

S237e Santos, Marcos dos.

Elementos ambientais, uso e ocupação da terra, fragilidade ambiental e a morfodinâmica da Bacia Hidrográfica do Córrego Cachoeirinha, Mato Grosso / Marcos dos Santos. – Cáceres, 2022.

331 f. ; 30 cm. il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Tese/Doutorado) – Curso de Pós-graduação *Stricto Sensu* (Doutorado) Ciências Ambientais, Faculdade de Ciências Agrárias e Biológicas, Câmpus de Cáceres, Universidade do Estado de Mato Grosso, 2022.

Orientadora: Dra. Célia Alves de Souza.

Coorientador: Dr. Juberto Babilônia de Sousa.

1. Bacia Hidrográfica. 2. Elementos Ambientais. 3. Uso e Ocupação da Terra. 4. Fragilidade Ambiental. 5. Dinâmica Fluvial. I. Souza, C. A. de, Dra. II. Souza, J. B. de, Dr. III. Título.

CDU 502/504(817.2)

Ficha catalográfica elaborada pelo bibliotecário Luiz Kenji Umeno Alencar - CRB1 2037.

MARCOS DOS SANTOS

ELEMENTOS AMBIENTAIS, USO E OCUPAÇÃO DA TERRA, FRAGILIDADE AMBIENTAL E A MORFODINÂMICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO CACHOEIRINHA, MATO GROSSO

Esta tese foi julgada e aprovada como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Ciências Ambientais.

Cáceres-MT, 20 de abril de 2022.

Banca examinadora



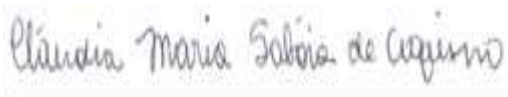
Profª Drª Célia Alves de Souza
Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/Campus de Cáceres
Orientadora



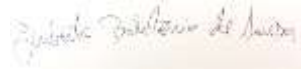
Profª Drª Carla Galbiati
Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/Campus de Cáceres



Profª Drª Solange Kimie Ikeda Castrillon
Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/Campus de Cáceres



Profª Drª Cláudia Maria Saboia de Aquino
Universidade Federal do Piauí/UFPI – Programa de Pós-Graduação em Geografia



Prof. Dr. Juberto Babilônia de Sousa
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso-IFMT/ Campus de Cáceres

CÁCERES

MATO GROSSO, BRASIL

2022

DEDICATÓRIA

Dedico esta tese a Deus por mais essa benção, pelos livramentos, proteção durante as viagens e atividades de campo. Por tornar sonhos em realidade.

A geografia tem suas raízes na busca e no entendimento da diferenciação de lugares, regiões, países e continentes, resultante das relações entre os homens e entre estes e a natureza.

Roberto Lobato Corrêa

AGRADECIMENTOS

Ao Estado de Mato Grosso, à Universidade do Estado de Mato Grosso e ao Programa de Pós-Graduação em “Ciências Ambientais”, por me oportunizarem a profissionalização e a qualificação através da ciência.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, pelo empenho e dedicação externados durante as aulas.

Aos membros da banca examinadora, Prof. Dr. Juberto Babilônia de Sousa, Profª Drª Solange Kimie Ikeda Castrillon, Profª Drª Carla Galbiati e a Profª Drª Cláudia Maria Saboia de Aquino, pela disposição em aceitar o convite de participação e sugerir importantes melhorias nos resultados desta pesquisa.

Aos colegas Doutorandos 2018/1, pela amizade e parceria durante as aulas no cumprimento dos créditos e nos campos. Ao colega Ademilso Sampaio de Oliveira, da turma 2017/1, pela valiosa ajuda e incentivo referente ao domínio da interpretação das características pedológicas.

Aos pesquisadores do Laboratório de Pesquisa em Geomorfologia Fluvial-LAPEGEOF, Vinícius Neves da Silva e Carolina da Costa Tavares, pelo apoio prestado sempre que necessário nas coletas em campo e nas análises.

A minha esposa, Rosânia, aos meus filhos, Kaio Emanoel e Igor Matheus, e a nora, Fernanda Santos, pelo incentivo durante o doutorado.

Ao casal e grandes amigos, Prof. Aquiles Bezerra Lira e a Profª Luzinete Scaunichi Barbosa, pela atenção, consideração, carinho e ajuda quando necessitei na resolução das equações.

A professora Daniela Castagna, por sua valiosíssima contribuição na confecção da base cartográfica. Ao colega professor Dr. Josiel Dorriguete, pelo incentivo e disposição em sempre me prestar esclarecimentos durante o doutorado.

Ao Professor e brilhante pesquisador Dr. Juberto Babilônia de Sousa, que sempre esteve à disposição para repassar importantíssimas informações referentes ao solo. Mesmo em meio às limitações da Pandemia - COVID 19, dispôs-se a realizar os campos, enfrentou abertura de trincheiras, chuva, sol, contribuindo para a efetivação e sucesso desta pesquisa.

Enfim, à Profª Drª Célia Alves de Souza, pesquisadora e orientadora comprometida com a profissão. Enquanto me existir fôlego, serei grato por sua dedicação e incentivo com foco em transformar a minha vida. Que Deus abençoe grandemente você e a sua família, sempre!

SUMÁRIO

Lista de tabelas 13
Lista de quadros..... 15
Lista de figuras..... 16
Resumo geral..... 23
Abstract..... 25
Introdução geral..... 27
Referências bibliográficas..... 31

CAPÍTULO I

ELEMENTOS AMBIENTAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO CACHOEIRINHA, MUNICÍPIO DE CÁCERES – MATO GROSSO..... 32
Resumo..... 32
Abstract..... 33
1. INTRODUÇÃO 34
2. MATERIAIS E MÉTODOS..... 36
2.1. Área de estudo..... 36
2.2 Procedimentos metodológicos..... 38
2.2.1. Revisão conceitual..... 38
2.2.2 Definição da bacia..... 38
2.2.3 Caracterização dos elementos ambientais..... 38
2.2.4 Confecção da base cartográfica..... 38
2.2.5 Definição dos setores: alto, médio e baixo curso da bacia..... 39
2.2.6 A caracterização da rede de drenagem..... 41
2.2.7 Atividades de campo..... 41
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 41
3.1. Caracterização ambiental..... 41
3.1.1. Clima..... 41
3.1.1.1 Tropical de Altitude Mesotérmico Quente da Fachada Meridional das Chapadas e Planaltos 43
3.1.1.2 Tropical Megatérmico Sub-Úmido das Depressões e Pantanais de Mato Grosso..... 48
3.1.1.3 Distribuição da precipitação anual..... 51

3.1.2. Geologia..... 53
3.1.2.1 Alto curso..... 56
3.1.2.1.1 Formação Moenda..... 55
3.1.2.1.2 Formação Araras..... 58
3.1.2.1.3 Formação Raizama..... 59
3.1.2.1.4 Formação Sepotuba..... 64
3.1.2.2 Médio curso..... 67
3.1.2.2.1 Coluviões Pleistocênicos..... 67
3.1.2.2.2 Aluviões Holocênicos..... 68
3.1.2.3. Baixo curso..... 71
3.1.2.3.1 Terraços Holocênicos 71
3.1.3. Geomorfologia..... 72
3.1.3.1. Alto e médio curso..... 74
3.1.3.1.1. Província Serrana..... 74
3.1.3.1.2. Depressão do Alto Paraguai..... 80
3.1.3.2. Baixo curso..... 81
3.1.3.2.1. Planície do rio Paraguai..... 81
3.1.4. Cobertura vegetal..... 83
3.1.4.1. Alto curso..... 85
3.1.4.1.1. Savana Parque, sem floresta-de-galeria..... 85
3.1.4.1.2 Savana Arborizada sem floresta-de-galeria 86
3.1.4.1.3 Savana Florestada 87
3.1.4.1.4 Savana Arborizada com floresta-de-galeria..... 88
3.1.4.2. Médio curso..... 89
3.1.4.2.1 Floresta Estacional semidecidual aluvial com dossel emergente…..... 89
3.1.4.3 Baixo curso..... 89
3.1.4.3.1. Savana Arborizada sem floresta-de-galeria..... 89
3.1.4.3.2 Floresta Estacional semidecidual aluvial com dossel emergente..... 89
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 91
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 93

CAPÍTULO II

UNIDADES PEDOLÓGICAS E SEUS ATRIBUTOS FÍSICO-QUÍMICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO CACHOEIRINHA, MUNICÍPIO DE CÁCERES – MATO GROSSO 99

Resumo 99
Abstract 100
1. INTRODUÇÃO 101
2. MATERIAIS E MÉTODOS 103
2.1. Área de estudo 103
2.2 Procedimentos metodológicos 104
2.2.1 Atividades de gabinete 104
2.3 Confecção de base cartográfica 104
2.4 Definição das unidades pedológicas 104
2.5 Atividades de campo 105
2.6 Análises de laboratório 109
2.6.1. Análise física 110
2.6.2 Análise química do solo 110
2.7. Relação solo-paisagem 111
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO 111
3.1 Solos representativos da bacia hidrográfica do córrego cachoeirinha 111
3.2 Características ambientais e morfológicas dos solos 116
3.3 Características físicas dos solos 128
3.4 Características químicas dos solos 130
3.5 Relação solo-paisagem 134
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS 142
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 144

CAPÍTULO III

USO, OCUPAÇÃO E A COBERTURA DA TERRA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO CACHOEIRINHA, MUNICÍPIO DE CÁCERES – MATO GROSSO 148

Resumo 148
Abstract 149

1. INTRODUÇÃO..... 150
2. MATERIAIS E MÉTODOS..... 153
2.1. Área de estudo..... 153
2.2 Procedimentos metodológicos..... 154
2.2.1 Revisão conceitual..... 154
2.2.2 Delimitação da área da bacia..... 155
2.2.3 Divisão dos setores da bacia..... 155
2.2.4 Caracterização das formas de uso e ocupação..... 157
2.2.5 Elaboração do mapa de uso e ocupação..... 157
2.2.6 Classificação da tipologia das propriedades rurais..... 158
2.2.7 Elaboração do mapa de classificação das propriedades rurais..... 160
2.2.8 Pesquisa de campo..... 160
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 162
3.1 Uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do córrego Cachoerinha..... 162
3.2 Dinâmica do uso e ocupação da terra..... 169
3.3.1 Ocupação atual da bacia do córrego Cachoeirinha..... 174
3.3.2 As pequenas e médias propriedades..... 175
3.3.3 As grandes propriedades..... 178
3.4 O impactos socioambientais na bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha..... 182
3.5.1 As formas de produção agrícola e de proteção do ecossistema, frente aos objetivos da Agenda 2030..... 189
3.5.2 O monocultivo no contexto da conservação ambiental..... 191
3.5.3 A pecuária..... 193
3.5.4 O cultivo consorciado..... 197
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 199
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 201

CAPÍTULO IV

A FRAGILIDADE AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO CACHOEIRINHA, MUNICÍPIO DE CÁCERES – MATO GROSSO..... 209
Resumo..... 209
Abstract..... 210

1. INTRODUÇÃO..... 211
2. MATERIAIS E MÉTODOS..... 214
2.1. Área de estudo..... 214
2.2 Procedimentos metodológicos..... 216
2.2.1 Revisão conceitual..... 216
2.2.2 Confecção da base cartográfica..... 216
2.2.3 Atividades de campo..... 216
2.2.4 A fragilidade ambiental..... 217
2.2.5 Elementos utilizados na classificação da fragilidade ambiental..... 217
2.2.6 Classificação das fragilidades..... 218
2.2.7 Caracterização do Solo..... 219
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 221
3.1 Fragilidade ambiental da declividade..... 221
3.2 Fragilidade ambiental do clima..... 225
3.3 Fragilidade ambiental do solo..... 229
3.4 Fragilidade ambiental da cobertura e uso da terra..... 235
3.5 Fragilidade Potencial..... 239
3.6 Fragilidade Emergente..... 243
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 248
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 249

CAPÍTULO V

CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS E HIDRODINÂMICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO CACHOEIRINHA, MUNICÍPIO DE CÁCERES – MATO GROSSO..... 254
Resumo..... 254
Abstract..... 255
1. INTRODUÇÃO..... 256
2. MATERIAIS E MÉTODOS..... 259
2.1. Área de estudo..... 259
2.2. Procedimentos metodológicos..... 260
2.2.1. Revisão conceitual..... 260
2.2.2.1 Mapa da bacia hidrográfica..... 260

2.2.2.2 Mapa dos setores e seções na bacia..... 261
2.2.3 Morfometria da rede de drenagem..... 262
2.2.3.1 Análise do relevo..... 262
2.2.3.2 Hierarquia fluvial..... 263
2.2.3.3 Relação entre o comprimento do rio principal e a área da bacia..... 263
2.3 Hidrodinâmica da bacia..... 265
2.3.1 Atividade de campo..... 265
2.3.1.1 Monitoramento da batimetria..... 265
2.3.3 Análise de laboratório..... 267
2.3.3.1 Concentração de sedimentos em suspensão..... 267
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 268
3.1 Morfologia e morfometria da bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha..... 268
3.2. Hidrodinâmica da bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha..... 278
3.2.1 Alto curso..... 278
3.2.1.1 Seção I..... 278
3.2.1.2 Seção II..... 280
3.2.1.3 Seção III..... 286
3.2.2 Médio curso..... 288
3.2.2.1 Seção IV..... 288
3.2.2.2 Seção V..... 294
3.2.3 Baixo curso..... 297
3.2.3.1 Seção VI..... 297
3.2.3.2 Seção VII..... 300
3.2.3.3 Seção VIII..... 305
3.2.3.4 Seção IX..... 306
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 309
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 312
APÊNDICE..... 317

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

ELEMENTOS AMBIENTAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO CACHOEIRINHA, MUNICÍPIO DE CÁCERES – MATO GROSSO

Tabela 01: Composição do clima na bacia do córrego Cachoeirinha..... 43
Tabela 02: Composição geológica da bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha..... 55
Tabela 03: Formações geomorfológicas e a área de abrangência na bacia..... 74
Tabela 04: Composição da cobertura vegetal da bacia do córrego Cachoeirinha..... 83

CAPÍTULO II

UNIDADES PEDOLÓGICAS E SEUS ATRIBUTOS FÍSICO-QUÍMICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO CACHOEIRINHA, MUNICÍPIO DE CÁCERES – MATO GROSSO

Tabela 01: Características morfológicas dos perfis dos solos na Bacia Hidrográfica do córrego Cachoeirinha – MT..... 116
Tabela 02: Características físicas dos solos na Bacia Hidrográfica do Córrego Cachoeirinha – MT..... 129
Tabela 03: Características químicas dos solos da bacia do córrego Cachoeirinha..... 133
Tabela 04: Elementos ambientais que influenciam na relação solo-paisagem na bacia do córrego Cachoeirinha..... 135

CAPÍTULO III

USO, OCUPAÇÃO E A COBERTURA DA TERRA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO CACHOEIRINHA, MUNICÍPIO DE CÁCERES - MATO GROSSO

Tabela 01: Classes da cobertura e uso da terra na bacia do Córrego Cachoeirinha..... 170
Tabela 02: Classes da cobertura e uso da terra na bacia do Córrego Cachoeirinha..... 172
Tabela 03: Caracterização das propriedades rurais da bacia do córrego Cachoeirinha..... 175
Tabela 04: Área ocupada pelas propriedades rurais na bacia do Cachoeirinha..... 176

CAPÍTULO IV

FRAGILIDADE AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO CACHOEIRINHA, MUNICÍPIO DE CÁCERES – MATO GROSSO

Tabela 01: Fragilidade ambiental de acordo com a declividade.....222
Tabela 02: Classe da Fragilidade Ambiental de acordo com o clima.....225
Tabela 03: Classe da Fragilidade Ambiental de acordo com a classificação do solo..... 229
Tabela 04: Classe de Fragilidade Ambiental de acordo com a cobertura e uso da terra.....235

CAPÍTULO V

CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS E HIDRODINÂMICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO CACHOEIRINHA, MUNICÍPIO DE CÁCERES – MATO GROSSO

Tabela 01: Paramentos morfológicos e morfométricos da bacia do córrego Cachoeirinha.....268
Tabela 02: Características hidrodinâmicas das seções monitoradas do alto curso nos períodos de cheia e estiagem.....280
Tabela 03: Características hidrodinâmicas das seções monitoradas no médio curso em períodos de cheia e estiagem.....289
Tabela 04: Características hidrodinâmicas das seções monitoradas no baixo curso em períodos de cheia e estiagem no córrego Cachoeirinha.....297

LISTA DE QUADROS

CAPÍTULO I

ELEMENTOS AMBIENTAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO CACHOEIRINHA, MUNICÍPIO DE CÁCERES – MATO GROSSO

Quadro 01: Características climáticas da bacia do córrego Cachoeirinha..... 44
Quadro 02: Altitudes das nascentes e as litologias das serras..... 78

CAPÍTULO II

UNIDADES PEDOLÓGICAS E SEUS ATRIBUTOS FÍSICO-QUÍMICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO CACHOEIRINHA, MUNICÍPIO DE CÁCERES – MATO GROSSO

Quadro 01: Plano metodológico para o estudo das unidades pedológicas..... 105
Quadro 02: Localização geográfica dos perfis e pontos de coleta dos solos..... 108

CAPÍTULO III

USO, OCUPAÇÃO E COBERTURA DA TERRA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO CACHOEIRINHA, MATO GROSSO

Quadro 01: Caracterização das módulos fiscais rurais..... 158

CAPÍTULO IV

FRAGILIDADE AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO CACHOEIRINHA, MUNICÍPIO DE CÁCERES – MATO GROSSO

Quadro 01: Classificação de fragilidade da declividade..... 218
Quadro 02: Ações e atividades desenvolvidas na determinação da fragilidade ambiental da bacia do córrego Cachoeirinha..... 218

CAPÍTULO V

CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS E HIDRODINÂMICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO CACHOEIRINHA, MUNICÍPIO DE CÁCERES – MATO GROSSO

Quadro 01: Parâmetros morfométricos, equações e padrão de referência..... 263

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

ELEMENTOS AMBIENTAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO CACHOEIRINHA, MUNICÍPIO DE CÁCERES - MATO GROSSO

Figura 01: Mapa de localização da bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha..... 37
Figura 02: Compartimentação dos setores: alto, médio e baixo curso da bacia..... 40
Figura 03: Mapa da distribuição climática na bacia do córrego Cachoeirinha..... 42
Figura 04: Canal fluvial intermitente do alto curso que no período de chuva abastece o córrego Cachoeirinha..... 45
Figura 05: Formação de nuvens enquanto a massa de ar transpõe a serra Chapola (chuva orográfica)..... 46
Figura 06: Mapa de distribuição das temperaturas na bacia do córrego Cachoeirinha..... 47
Figura 07: Mapa de distribuição da precipitação..... 52
Figura 08: Mapa Geológico da bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha..... 54
Figura 09: Topo de morro. Características do ambiente com blocos e fragmentos de rocha e cobertura vegetal que favorecem a infiltração..... 61
Figura 10: Foto A – Nascente da fissura da rocha de arenito. Foto B – Nascente em meio a fragmentos de rocha. Ambas na encosta da confluência das serras Chapola e Campina..... 62
Figura 11: Aprofundamento do canal em rochas de arenito da formação Raizama..... 63
Figura 12: A – Afloramento de folhelhos na base da serra Chapola composta por Arenito (alto curso) 66
Figura 13: Geoformas presente na área dos Aluviões Holocênicos..... 70
Figura 14: Mapa Geomorfológico da bacia do córrego Cachoeirinha..... 73
Figura 15: Vale do Desperdício onde se encontra a nascente do córrego Cachoeirinha..... 76

Figura 16: Perfil de elevação mostrando a distribuição das serras paralelas e a geologia local..... 77
Figura 17: Mapa de localização das serras da bacia do córrego Cachoeirinha..... 79
Figura 18: Mapa da cobertura vegetal da bacia do córrego Cachoeirinha..... 84
Figura 19: Domínio de arvoretas na encosta oriental da serra da Chapola em solo com concreções..... 86
Figura 20: Mosaico da vegetação com elementos arbóreos de galeria (acima) e paisagem aberta de cerrado (abaixo)..... 88
Figura 21: Características da vegetação no baixo curso do córrego Cachoeirinha..... 90

CAPÍTULO II

UNIDADES PEDOLÓGICAS E SEUS ATRIBUTOS FÍSICO-QUÍMICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO CACHOEIRINHA, MUNICÍPIO DE CÁCERES - MATO GROSSO

Figura 01: Mapa de localização da bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha..... 103
Figura 02: Materiais e equipamentos utilizados nas atividade de campo..... 106
Figura 03: Amostras de solo separa por horizonte para a descrição morfológica..... 107
Figura 04: Perfil realizado em trincheiro. B- Perfil em barranco de estrada..... 108
Figura 05: Amostras de solo sendo preparadas para análise física e química..... 109
Figura 06: Distribuição dos solos da bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha..... 112
Figura 07: Perfil de elevação: distribuição e a altitude das unidades pedológicas na bacia..... 113
Figura 08: Distribuição dos solos na bacia do córrego Cachoeirinha..... 115
Figura 09: A- Paisagem de ocorrência do ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico arênico. B- Perfil de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico arênico..... 117

Figura 10: A- Paisagem de ocorrência do NEOSSOLO FLÚVICO Tb Eutrófico típico. B- Perfil de NEOSSOLO FLÚVICO Tb Eutrófico típico..... 118
Figura 11: A- Paisagem de ocorrência do LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico. B- Perfil de LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico..... 120
Figura 12: Fragmento da vegetação do Cerrado em área de pastagem..... 121
Figura 13: A- Paisagem de ocorrência do CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico. B- Perfil de CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico..... 122
Figura 14: A - Vista parcial da fina camada de solo com fragmentos do material de origem sobre os folhelhos. B- Pacotes de folhelhos que facilita a percolação secundária. 123
Figura 15: A- Paisagem de ocorrência do LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico. B- Perfil de LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico..... 124
Figura 16: A- Paisagem de ocorrência do NEOSSOLO REGOLÍTICO Distrófico leptofragmentário. B- Perfil de NEOSSOLO REGOLÍTICO Distrófico leptofragmentário..... 125
Figura 17: Corte na serra Chapola onde mostra fina camada de solo sobre rocha de arenito..... 126
Figura 18: A- Paisagem de ocorrência do LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico. B- Perfil de LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico..... 127
Figura 19: Área onde houve a substituição da vegetação primária pela pecuária e monocultivo de grãos..... 128
Figura 20: Vista parcial da paisagem nos perfis 02, 03 e 07..... 131
Figura 21: Aplicação de calcário. Área onde se localiza o Perfil 7..... 131
Figura 22: Mapa da distribuição das unidades de paisagem e pedológicas na bacia do córrego Cachoeirinha..... 137
Figura 23: Estrutura da cobertura vegetal e as formações geomorfológicas..... 141
Figura 24: Composição da cobertura vegetal nas margens do Córrego Cachoeirinha..... 139
Figura 25: Estrutura da vegetação encontrada sobre as serras na Província Serrana..... 141

CAPÍTULO III

USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO CACHOEIRINHA, MUNICÍPIO DE CÁCERES - MATO GROSSO

Figura 01: Mapa de localização da bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha..... 154
Figura 02: Divisão dos setores do alto, médio e baixo curso da bacia do córrego Cachoeirinha..... 156
Figura 03: Mapa de classificação dos módulos fiscais..... 159
Figura 04: Comprovação do histórico processo de ocupação na bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha..... 163
Figura 05: Casa de pau-a-pique coberta com folhas de indaiá no sítio Bezerro Branco - Comunidade Anhumas..... 164
Figura 06: Vista parcial da Avenida Silvestre Carlos - Distrito de Vila Aparecida... 166
Figura 07: Infra-estrutura do setor secundário e terciário desenvolvida no Distrito de Vila Aparecida: **A**- Escola Buriti. **B**- Posto de Saúde. **C**- Marcenaria. **D**- Comércio..... 167
Figura 08: Mapa de uso, ocupação e cobertura da terra nos anos de 1986 e 1996..... 169
Figura 09: Mapa de uso, ocupação e cobertura da terra nos anos de 2006 e 2020..... 171
Figura 10: Estruturação do processo de uso e ocupação da terra na bacia do córrego Cachoeirinha..... 173
Figura 11: Mapa da caracterização das propriedades rurais na bacia do córrego Cachoeirinha..... 174
Figura 12: Áreas ocupadas pelas propriedades na bacia do Cachoeirinha..... 176
Figura 13: Cultivo de banana consorciada com milho..... 177
Figura 14: Cultivo de banana consorciada com mandioca..... 177
Figura 15: Pequeno lote de novilhas da raça nelore..... 178
Figura 16: A- Entrada da Fazenda Bom Tempo. B- Cultivo de milho. C- Cultivo de milheto. D- Cultivo de soja..... 179
Figura 17: Fazenda Bom Tempo..... 180
Figura 18: Fazenda Santa Maria. Vista parcial das áreas de cultivo em curvas de nível com terraceamento..... 180

Figura 19: Vegetação do Cerrado sendo desmatada e seguida pela aplicação do calcário..... 181
Figura 20: Remanescente da vegetação primária nas áreas de proteção ambiental..... 183
Figura 21: A- Segmento intermitente do córrego Grande em consequência da construção de represas/barramento no alto curso. B- Represamento próximo a nascente do córrego Cachoeirinha..... 186
Figura 22: Desmatamento com o uso de trator com lâmina em área de relevo rampeado..... 188
Figura 23: A- Pisoteio dos bovinos na margem do canal. B- Abertura de ravinas pela movimentação..... 194

CAPÍTULO IV

A FRAGILIDADE AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO CACHOEIRINHA, MUNICÍPIO DE CÁCERES - MATO GROSSO

Figura 01: Mapa de localização da bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha..... 215
Figura 02: Esquema de informações para determinar a fragilidade potencial e a fragilidade emergente..... 217
Figura 03: A- Trincheira em área de pastagem. B- Perfil em encosta de morro C- Perfil em barranco de estrada. D- Materiais utilizados na abertura dos perfis..... 220
Figura 04: Processo de separação das amostras de solo a serem enviadas ao laboratório..... 223
Figura 05: Mapa da fragilidade por declividade..... 226
Figura 06: Área de transição da Depressão do Alto Paraguai para a Planície do Rio Paraguai com fragilidade muito fraca a fraca..... 224
Figura 07: Mapa da distribuição climática da bacia..... 228
Figura 08: A - Cambissolo Háplico Tb distrófico típico. B - Neossolo Regolítico distrófico leptofragmentário..... 230
Figura 09: Área com pastagem degradada, que foi abandonada, favorecendo a regeneração da vegetação do Cerrado..... 232
Figura 10: Mapa de distribuição dos solos da bacia..... 233

Figura 11: A - Produção de grãos (soja) em área de latossolo, região de cabeceira da bacia. B – Pecuária bovina..... 234
Figura 12: Desmatamento na encosta da serra para cultivo de pastagem..... 237
Figura 13: Mapa de fragilidade do uso e cobertura da terra na bacia do córrego Cachoeirinha..... 238
Figura 14: Fragmentação da vegetação do Cerrado na área da Província Serrana..... 239
Figura 15: Classes de Fragilidade Potencial da bacia hidrográfica do Córrego Cachoeirinha..... 240
Figura 16: Mapa de Fragilidade Potencial..... 241
Figura 17: Área com fragilidade forte localizada em topo de serra no alto curso..... 242
Figura 18: Classes de Fragilidade Emergente da bacia hidrográfica do Córrego Cachoeirinha..... 243
Figura 19: Mapa de fragilidade Emergente..... 245
Figura 20: Área de cultivo com desnível localizada no alto curso da bacia..... 246
Figura 21: Represamento do fluxo do córrego para dessedentação de bovinos (alto curso) 247

CAPÍTULO V

CARACTERÍSTICA MORFOMÉTRICA E HIDRODINÂMICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO CACHOEIRINHA, MUNICÍPIO DE CÁCERES - MATO GROSSO

Figura 01: Mapa de localização da bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha..... 259
Figura 02: Mapa da divisão dos setores da bacia e das seções de estudo..... 261
Figura 03: Foto: A - Vista parcial da nascente do córrego Cachoeirinha na serra da Chapola. Foto: B - Vista parcial da nascente na serra da Campina..... 274
Figura 04: Hierarquia fluvial da bacia do córrego Cachoeirinha..... 276
Figura 05: Perfil altimétrico longitudinal do córrego Cachoeirinha..... 275
Figura 06: Foto A e B: Cachoeiras entre a serra da Chapola e a serra da Cachoeira. Foto C: Corredeira no sítio Sete Quedas..... 276
Figura 07: Afluente efêmero da nascente do córrego Cachoeirinha (alto curso).... 277

Figura 08: Características da paisagem na seção I..... 279
Figura 09: Vista parcial do canal, da vegetação ciliar e depósito de sedimentos da seção II..... 281
Figura 10: Perfil transversal entre a margem esquerda (ME) e a margem direita (MD) da seção II..... 284
Figura 11: Características do leito fluvial em um trecho do córrego no alto curso..... 285
Figura 12: Seixos de arenito formado pelo processo de rolamento..... 287
Figura 13: Relação da vazão e descarga sólida no período de cheia do córrego Cachoeirinha..... 290
Figura 14: Vista parcial Vista parcial dos afloramentos rochosos, seixos e matacões no córrego Cachoeirinha..... 291
Figura 15: Vista parcial da paisagem do córrego Cachoeirinha..... 291
Figura 16: Perfil transversal da seção IV..... 292
Figura 17: Local de dessedentação e da travessia do gado de uma pastagem para outra a montante da seção IV..... 293
Figura 18: Vista parcial das características do córrego Cachoeirinha e da cobertura vegetal..... 294
Figura 19: Vista parcial da barra de seixos rolados no centro do canal..... 296
Figura 20: Vista parcial da APP com reflorestamento natural e com plantio de espécies nativas..... 299
Figura 21: Vista parcial da paisagem na seção VII..... 301
Figura 22: Vista parcial da foz do córrego Cachoeirinha..... 302
Figura 23: Camadas de sedimentos próximo a foz do córrego Cachoeirinha..... 303
Figura 24: Perfil transversal da seção VII..... 305
Figura 25: Vista parcial das características do ambiente de confluência do córrego Cachoeirinha com o rio Paraguai e da Seção VIII..... 306
Figura 26: Variação da descarga sólida nos períodos de cheia e estiagem nos setores da bacia do córrego Cachoeirinha..... 307

RESUMO GERAL

SANTOS, Marcos dos. **Elementos ambientais, uso e ocupação da terra, fragilidade ambiental e a morfodinâmica da bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha, Mato Grosso.** Cáceres: UNEMAT, 2022. 331 f. (Tese – Doutorado em Ciências Ambientais).

Esta pesquisa foi desenvolvida na bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha, localizada no município de Cáceres, Mato Grosso. O objetivo foi estudar as características ambientais, as unidades pedológicas, os diferentes tipos de uso da terra, as fragilidades ambientais e a morfodinâmica da bacia. A metodologia incidiu primeiramente, em estruturar este estudo em cinco capítulos e realizar a caracterização dos elementos ambientais através de revisão em publicações científicas, das cartas topográficas do Projeto RADAMBRASIL, do Ministério do Exército e do Atlas de Mato Grosso - Secretaria de Estado de Planejamento de Mato Grosso – SEPLAN. A delimitação da área da bacia foi realizada por meio do Modelo Digital de Elevação (MDE) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), a confecção dos mapas temáticos através do banco de dados do IBGE e atividades de campo. A caracterização das unidades pedológicas mais representativas foi obtida com base nos manuais da EMBRAPA, observações em campo, abertura de trincheiras, descrição morfológica, coletas e análises físico-químicas dos solos. O processo de uso e ocupação e cobertura da terra foi caracterizado por meio de publicações científicas, documentos públicos, mapas e informações do INCRA e do MAPBIOMAS com imagens referentes aos anos de 1986, 1996, 2006 e 2020, processados no software QGis 3.4.6 e atividades de campo com entrevista informal. A compartimentação da bacia em alto, médio e baixo curso e a caracterização da rede de drenagem foi através da SEPLAN-MT, a confecção dos mapas com as classes de fragilidade foi realizada por meio da álgebra de mapas “Calculadora Raster”, seguindo adaptações de produções científicas. Na definição dos parâmetros morfométricos, foram realizadas atividades de campo nos meses de março e agosto/2020 (períodos de cheia e estiagem na bacia) para as observações, realizar a batimetria, coleta de amostras de água para análise a fim de quantificar a carga sólida suspensa. Os resultados do primeiro capítulo mostraram que o clima regional é Aw. Entretanto, as diferentes altitudes influenciaram na formação de duas unidades climáticas, o Tropical de Altitude Mesotérmico Quente da Fachada Meridional das Chapadas e Planaltos, com área de 69,16%, compreendendo o alto curso da bacia (Província Serrana), e o Tropical Megatérmico Sub-Úmido das Depressões e Pantanais de Mato Grosso, que ocupa 30,84% no médio e baixo curso (Depressão do Alto Paraguai e Planície do Rio Paraguai). Das formações geológicas, evidencia-se o Arenito da Formação Raizama, presente em 27,88% do alto curso da bacia, desenvolvendo importante função no processo de abastecimento do lençol freático e, a Formação Sepotuba, ocupando os vales do alto e médio curso, onde escoam as vertentes fluviais, com área equivalente a 41,03%. A Geomorfologia evidencia a Província Serrana, ocupando 52,65% da bacia (alto curso) e a Planície do Rio Paraguai com área de 0,24% no baixo curso, ambiente de deposição de sedimentos que influencia na exuberância da paisagem florística. A cobertura vegetal predominante é do tipo Savana, com características influenciadas, principalmente, pelos atributos pedológicos. A maior unidade é a Savana Arborizada sem floresta-de-galeria, cobrindo 54,78% da bacia, correspondente às áreas com altitudes mais elevadas (315 a 700 metros) na Província Serrana. A composição de maior estatura é a Floresta Estacional Semidecidual Aluvial com dossel emergente, presente no baixo curso, região da Planície do Rio Paraguai. No segundo capítulo,

foram apontadas as unidades pedológicas, evidenciando a maior representatividade o Neossolo Regolítico, ocupando uma área de 40,69% na região da Província Serrana e os Latossolos, em 40,5% na Depressão do Alto Paraguai, região em que é desenvolvido o monocultivo de grãos e a pecuária de leite e corte. O terceiro capítulo mostrou que o uso e a ocupação iniciaram durante o século XVIII com atividades agrícolas e extrativas de subsistência. A partir do século XIX, com a chegada de imigrantes, houve a inserção da agricultura mecanizada, iniciando conflitos sociais, desmatamento de grandes áreas, queimadas, uso de agrotóxico, erosão e compactação do solo, dentre outros impactos. Na atualidade, 63% da bacia são cobertas pela vegetação do Cerrado, 34,52% são ocupadas por pastagem e 1,68%, pelo monocultivo de grãos. No quarto capítulo, mostra-se que a fragilidade ambiental muito forte está na região da Província Serrana com área de 11,57% da bacia, onde o relevo é declivoso e a menor classificação (muito fraca e fraca) encontra-se nos vales da Depressão do Alto Paraguai e na Planície do Rio Paraguai, onde o relevo apresenta menor declividade. Em relação ao clima, a fragilidade forte foi na área de domínio do clima Tropical de Altitude Mesotérmico Quente da Fachada Meridional das Chapadas e Planaltos, como consequência da maior incidência da precipitação em encostas declivosas. Quanto aos solos, o Neossolo Flúvico Tb eutrófico típico na Planície do Rio Paraguai e o Neossolo Litólico eutrófico na Província Serrana apresentaram fragilidade muito forte e, com fragilidade fraca, para os Latossolos do médio curso, onde o relevo apresenta-se suave ondulado. Onde aparece a cobertura da terra pela Formação Florestal no baixo curso, a fragilidade ambiental é muito fraca (23,57% da bacia), para a Formação Savânica e Campestre, 39,37% de área no alto curso, a fragilidade é fraca. A classe de fragilidade potencial (46,42% de área) e emergente (68,19% da bacia) de maior expressividade é a média. O aumento da área ocupada entre as fragilidades acontece com a inserção do uso e ocupação da terra. O quinto capítulo mostra que a geomorfologia criou o padrão de escoamento exorreica e a drenagem paralela. A densidade de drenagem foi de 0,52 km/km² e de canais, 0,10 canais/km², considerada baixa em razão da geologia e geomorfologia da bacia. Os períodos de cheia e estiagem influenciam nos índices de vazão, profundidade, velocidade e, consequentemente, no aporte da descarga líquida e sólida ao rio Paraguai. A realização deste estudo permitiu o conhecimento sobre as características da bacia, que poderão nortear ações de gestão ambiental e contribuir na conservação ambiental.

Palavras-chave: bacia hidrográfica, uso da terra, dinâmica fluvial

---

[1]Orientadora: Profª Drª Célia Alves de Souza – UNEMAT/Cáceres.

GENERAL ABSTRACT

SANTOS, Marcos dos. **Environmental elements, land use and occupation, environmental fragility and the morphodynamics of the Cachoeirinha stream hydrographic basin, in Mato Grosso state.** Cáceres: UNEMAT, 2022. 331 f. (Doctoral Dissertation – Doctorate degree in Environmental Sciences).

This research was carried out within the hydrographic basin of Cachoeirinha stream, placet at Cáceres city, Mato Grosso State. The main purpose was to study the several environmental characteristics, the pedological units, the distincts ways of land usage, the environmental fragilities and the morphodynamics of the hydrographic basin. The methodology focused, firstly, on structuring this study in five chapters. The environmental elements characterization was performed through a review in scientific publications, also from the RADAMBRASIL Project and from the Ministry of Defense, pages and yet from Mato Grosso Atlas – Planning Secretary of Mato Grosso State-SEPLAN. The basin area delimitation was made through the Digital Elevation Model (MDE) and the National Institute for Space Research (INPE). The thematic maps were elaborated through the IBGE database and field activities. The representative pedological units characterization was outlined based on EMBRAPA manuals, field observations, opening of trenches, morphological description, gathering and physical-chemical analyzes. The land usage, ocuppation and covering process was characterized through scientific publications, public documents, maps and information from INCRA and MAPBIOMAS with images referring to the years 1986, 1996, 2006 and 2020, processed in the software QGis 3.4.6 and field activities with informal interviews. The basin compartmentalization in high, medium and low course and the drainage network characterization was carried out through the SEPLAN-MT; regarding the maps elaboration with the classes of fragility, it was outlined through the algebra of maps "Calculator Raster", following adaptations of scientific productions. In relation to the morphometric parameters definition it were performed field activities in March and August/2020 (flood and drought periods in the hydrographic basin) for observations, also bathymetry and gathreing of water samples for analysis in order to quantify the suspended solid load. The results from first chapter show that the regional climate is AW. However, the different altitudes influenced the formation of two climatic units: Hot Mesothermal Altitude Tropical of Southern Facade of Plateaus, with na area of 69,16%, comprising the upper course of the basin (Serrana Province), and the Sub-Humid Megathermal Tropical of the Depressions and Plateaus of Mato Grosso, which occupies 30.84% in the middle and lower courses (Depression of the Upper Paraguai and the the Paraguay River Plain). Of the geological formations, the Raizama Formation Sandstone is evident, present in 27.88% of the upper course of the basin, playing an important role in the process of supplying the groundwater table and the Sepotuba Formation, occupying the upper and middle course valleys, where the fluvial slopes flow, with an area equivalent to 41.03%. The Geomorphology shows the Serrana Province, occupying 52.65% of the basin (upper course) and the Paraguay River Plain with an area of 0.24% in the lower course, an environment of sediment deposition that influences the exuberance of the floristic landscape. The predominant vegetation cover is the Savanna type, which characteristics are influenced mainly by

pedological attributes. The largest unit is the Wooded Savanna without gallery forest, covering 54.78% of the basin, corresponding to areas with higher altitudes (315 to 700 meters) in the Serrana Province. The composition with the highest stature is the Alluvial Seasonal Semideciduous Forest with an emerging canopy, present in the lower course, in the Paraguay River Plain region. In the second chapter, the pedological units were identified, evidencing the greatest representation of the Regolithic Neosol, occupying an area of 40.69% in the Serrana Province region and the Latosols, in 40.5% in the Upper Paraguay Depression. The third chapter showed that usage and occupation began during the 18th century with subsistence agriculture and extractive activities. From the 19th century, with the immigrants arrival, there was the insertion of mechanized agriculture, initiating social conflicts, deforestation of large areas, fires, use of pesticides, erosion and soil compaction, among other impacts. Currently, 63% of the basin is covered by Cerrado vegetation, 34.52% is occupied by pasture and 1.68% by grain monoculture. The fourth chapter show that the strongest environmental fragility is in the region of the Serrana Province with an area of 11.57% of the basin, where the relief is sloping and the lowest classification (very weak and weak) is found in the valleys of Depression of the Upper Paraguai and in the Plain of the Paraguai River, where the relief presents a lower slope. Regarding the climate, the strong fragility was in the area dominated by the Tropical Climate of Hot Mesothermal Altitude of the Meridional Facade of Plateaus, as a consequence of the higher precipitation incidence on steep slopes. As for the soils, the Eutrophic Fluvic Neosol Tb typical in the Paraguay River Plain and the Eutrophic Litholic Neosol in the Serrana Province showed very strong fragility and really weak fragility for the middle course Latosols, where the relief presents smooth wavy areas. Where the land covered by the Forest Formation appears in the low course, the environmental fragility is very weak (23.57% of the basin), for the Savanna and Campestral Formation; 39.37% of the area in the upper course and the fragility is weak. The most expressive class of potential fragility (46.42% of area) and emerging (68.19% of the basin) is the medium. The increase in the occupied area among the fragilities happens with the insertion of land use and occupation. The fifth chap4ter shows that geomorphology created the exorheic flow pattern and the parallel drainage. The drainage density was 0.52 km/km² and channels, 0.10 channels/km², considered low due to the geology and geomorphology of the basin. The periods of flood and drought influence the indices of flow, depth, velocity and, consequently, the contribution of liquid and solid discharge to the Paraguay River. The realization of this study allowed the knowledge about the characteristics of the basin, which can guide environmental management actions and contribute to environmental conservation. The flood and drought periods influence the indices of flow, depth, velocity and, consequently, the contribution of liquid and solid discharge to the Paraguay River. Performing this study allowed the knowledge about the characteristics of the hydrographicy basin, which can guide environmental management actions and contribute to environmental conservation.

Keywords: Hydrographic Basin; Land Usage; River dynamics

---

[2] Adviser: Profª Drª Célia Alves de Souza – UNEMAT/Cáceres-MT.

INTRODUÇÃO GERAL

A bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha possui uma área de 952,61 km², com suas nascentes nas encostas das serras da Província Serrana, percorre os vales da Depressão do Alto Paraguai, por onde transporta água e sedimentos, até desaguar na margem esquerda do alto curso do rio Paraguai, em área de planície. Sendo uma bacia contribuinte, fornece uma descarga líquida e sólida com volumes sazonais variados, em razão da conectividade com os elementos ambientais da bacia, como exemplo, o clima, influenciando na dinâmica, principalmente, na carga sedimentológica no Pantanal Norte de Mato Grosso.

O processo de uso e ocupação da terra na bacia do Cachoeirinha iniciou-se através das Sesmarias, durante o século XVIII, onde se desenvolveram as comunidades tradicionais com atividades agropecuárias e extrativas, condicionadas às variações de relevo e atributos do solo. Inicialmente, essas comunidades cultivaram arroz, banana, feijão, mandioca, cana-de-açúcar, entre outros produtos. Criavam-se criavam alguns animais (porcos, galinhas, cabritos) e extraiam-se recursos florestais, tais como: folhas e palmitos das palmeiras indaiá (*Attalea dubia*) e babaçú (*Attalea ssp*.), cipó, frutas e madeira para a construção de casas, curral, cercas, visando à subsistência.

Atualmente, a ocupação da terra tornou-se diversificada. O alto curso é ocupado pelos latifúndios que desenvolvem a pecuária (corte e leite) e o monocultivo de grãos (soja, milho, milheto e sorgo), atendendo a demanda do agronegócio. No médio curso, estão as pequenas e as médias propriedades com atividades da agropecuária, onde a produção é destinada à subsistência e ao comércio. No baixo curso, nas áreas de planície do rio Paraguai, registram-se as fazendas de pecuária extensiva (corte), que intensificam as alterações no ambiente natural.

Christofoletti (1999) salienta que o conhecimento adequado dos sistemas ambientais possibilita compreender suas reações diante dos impactos causados pelas formas de uso e ocupação da terra, avaliando os benefícios e os malefícios em curto, médio e longo prazo. Fortalecendo essa discussão, Resck et al. (2007) afirmam que, através do estudo morfométrico, podem ser geradas informações de grande valia no direcionamento de ações de conservação de corpos d'água, pois, possibilita o conhecimento preciso da morfologia, tornando-se fundamental para a elaboração de planos de mitigação de áreas impactadas, a fim de recuperar e/ou manter a qualidade e a quantidade da água em ambientes fluviais.

De acordo com Souza e Cunha (2012), a dinâmica fluvial de uma bacia hidrográfica reflete as inter-relações existentes entre as características dos elementos ambientais, tais como: clima, geologia, cobertura vegetal, geomorfologia, solo e das formas de uso e ocupação da terra. Esses elementos, juntos, determinam o regime hidrológico através da quantidade de água e do tipo de sedimentos fornecidos à bacia.

Cunha (1998) considera que a bacia hidrográfica é uma unidade geomorfológica muito importante por agrupar vários fatores, tais como: bióticos, abióticos, econômicos e sociais, que interagem numa visão de conjunto, ressaltando-se as condições naturais e as atividades humanas desenvolvidas nelas. Intervenções expressivas, principalmente de origem antrópica, em qualquer parte de uma bacia, podem gerar alterações, cujos impactos serão transferidos a jusante, influenciando na dinâmica fluvial.

Gonçalves et al. (2011, p. 02) afirmam que a bacia hidrográfica é uma unidade de manejo ambiental, “com características intrínsecas, como relevo, tipo de solo e geologia, que em conjunto, convertem-se em um atributo denominado vulnerabilidade natural”. Quando inserida a ação humana, é possível acelerar o nível de degradação que produzem. Nesse contexto, surge a possibilidade de intervenções através de estudos de fragilidade ambiental, “constituindo-se numa importante ferramenta no planejamento ambiental estratégico”.

A relação sociedade-natureza tem provocado desequilíbrios à medida que aumenta sua capacidade tecnológica, produtiva e de consumo. Mesmo em meio aos desafios, é preciso buscar soluções, apontar metodologias, redirecionar ações que sejam suficientes para conservar, reverter e recuperar paisagens naturais degradadas (GUERRA E MARÇAL, 2018).

Para Botelho e Silva (2014, p. 153), “a bacia hidrográfica é reconhecida como unidade espacial”, sendo que, nos últimos anos, vários pesquisadores vêm desenvolvendo projetos de pesquisa para conhecer e avaliar seus componentes, processos e interações a fim de propor ações que possam reverter os impactos advindos das formas de exploração humana, capaz de proporcionar qualidade de vida para as atuais e futuras populações.

Considerando resultados de pesquisas científicas como medidas norteadoras, Bayer e Zancopé (2014) fazem alusão ao estudo dos materiais depositados na planície aluvial do rio Araguaia, o que permitiu compreender as respostas do sistema fluvial às fortes mudanças ocorridas há décadas na própria bacia.

Ross (1994), em sua proposta de estudo da fragilidade ambiental em bacias hidrográficas, assinala que os procedimentos requerem informações que englobem a declividade do terreno, tipo de solo, precipitação pluvial, dados referentes ao uso da terra e de cobertura vegetal. Assim sendo, possibilita-se uma análise integrada da paisagem, gerando infomações capazes de mostrar as diferentes fragilidades do ambiente.

Embasados por Ross (1994), Pachechenik et al. (2013) discutem duas fragilidades ambientais. A fragilidade potencial, que determina as restrições naturais para o uso do solo, independente da atividade a ser praticada, e a fragilidade emergente, que mostra a atual condição de usos do solo, dando uma visão da proteção da bacia.

Localizada em meio às feições morfológicas da Província Serrana, da Depressão do Alto Paraguai e da Planície do Rio Paraguai, a bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha apresenta uma diversidade de paisagem, composta por morros, morrotes, vales, serras paralelas e áreas sazonalmente inundadas, e sua interação com as intervenções antrópicas vem provocando modificações em sua paisagem natural.

Em consequência da intervenção humana, através da exploração dos recursos naturais, a qualidade ambiental da bacia, como, por exemplo, a água e o solo, vem sendo comprometida, potencializada pela degradação ambiental através do uso da terra com técnicas incorretas. Pois, é de suma importância a conservação em níveis de qualidade e quantidade, considerando a importância para a vida, para a manutenção dos ciclos naturais e para o desenvolvimento sustentável.

A realização desta pesquisa aporta a conhecimentos, mostrando a inter-relação entre os elementos ambientais, as mudanças ocorridas na paisagem através do processo e uso e ocupação da terra, as áreas com fragilidades ambientais e a dinâmica fluvial, podendo fornecer subsídios ao gerenciamento ambiental, além de contribuir com novas pesquisas na mesma bacia e em outras bacias hidrográficas, na perspectiva da conservação ambiental.

A paisagem heterogênea em consequência da inter-relação dos elementos ambientais, das formas de uso e ocupação da terra, da dinâmica fluvial, a necessidade de conhecimento científico com apontamento de ações mitigadoras de impactos ambientais são os fatores que justificam a realização desta pesquisa na bacia

hidrográfica do córrego Cachoeirinha, a qual objetivou estudá-la, fazendo-o em uma estrutura de cinco capítulos, que seguem descritos em continuidade.

O primeiro capítulo aborda as características ambientais da bacia, tais como: clima, geologia, geomorfologia e vegetação, analisando a inter-relação desses elementos à dinâmica fluvial do córrego Cachoeirinha. O segundo capítulo refere-se às unidades pedológicas representativas, objetivando conhecer suas características morfológicas, físicas e químicas, bem como suas relações com os demais elementos da paisagem.

O terceiro capítulo referencia-se ao processo de uso e a ocupação da terra, com foco a conhecer as transformações do espaço, os impactos ambientais, bem como apontar ações mitigadoras que levem ao desenvolvimento sustentável.

O quarto capítulo apresenta as áreas com fragilidade ambiental na bacia, analisando a influência das características do clima, relevo, solo, precipitação e das formas de uso e cobertura da terra.

No quinto capítulo, discute-se as características morfométricas, a descarga líquida e sólida da bacia, na perspectiva de conhecer a dinâmica da sua capacidade de aporte de água e sedimentos ao rio Paraguai.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAYER, M.; ZANCOPÉ, M. H. C. Ambientes sedimentares da planície aluvial do rio Araguaia. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 15, nº 2, 2014. Acesso: 24/08/2021. Disponível: <http://www.lsie.unb.br/rbg/index.php/rbg/article/view/414>.

BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. *In*: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. (Orgs.) **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. 7ª ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014, p. 153 -192.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. 1ª ed. São Paulo: Editora Blucher, 1999.

CUNHA, S. B. Bacias hidrográficas. *In*: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (Orgs.). **Geomorfologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil, 1998. p. 229 – 265.

GONÇALVES, G. G. G.; DANIEL, O.; COMUNELLO, É.; VITORINO, A. C. T.; ARAI, F. K. Determinação da fragilidade ambiental de bacias hidrográficas. **Rev. FLORESTA**, Curitiba, PR, v. 41, n. 4, p. 797 - 808, out./dez. 2011. Disponível: <ile:///C:/Users/USER/Downloads/document%20(2).pdf>. Acesso: 30/08/2021.

GUERRA, J. A. T.; MARÇAL, M. S. **Geomorfologia ambiental**. 8ª ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2018.

PACHECHENIK, P. E.; SOUZA, J. L. M.; JERSZURKI, D.; SCHERAIBER, C. F.; DONHA, A. G. Fragilidade potencial e emergente na bacia do rio das Pedras, Guarapuava, PR – BRASIL. **Rev. Caminhos de Geografia,** Uberlândia v. 14, n. 47, p. 01–14, 2013. Acesso: 30/08/2021. Disponível: <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/17661/13387>.

RESCK, R. P.; BEZERRA NETO, J. F.; COELHO, R. M. P. Nova batimetria e avaliação de parâmetros morfométricos da Lagoa da Pampulha (Belo Horizonte, Brasil). **Rev. Geografias***.* Belo Horizonte, 03(2) 17 - 23 julho -dezembro de 2007. Acesso: 01/11/2012. Disponível no site: <http://www.cantacantos.com.br/revista/index.php/geografias/article/viewFile/49/47>.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, SP, n. 8, p. 63-74, 1994. Disponível: <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47327>. Acesso: 08/02/2021.

SOUZA, C. A.; CUNHA, S. B. Feições morfológicas do rio Paraguai e sua dinâmica entre a cidade de Cáceres e a Estação Ecológica da Ilha de Taiamã-MT. *In*: SOUZA, C. A. (Org.). **Bacia hidrográfica do rio Paraguai – MT**: dinâmica das águas, uso, ocupação e degradação ambiental. São Carlos-SP: ed. Cubo, 2012, p. 81 – 94.

CAPÍTULO I

ELEMENTOS AMBIENTAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO CACHOEIRINHA, MUNICÍPIO DE CÁCERES - MATO GROSSO

RESUMO

Este estudo foi realizado na bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha, afluente da margem esquerda do rio Paraguai, no sudoeste do estado de Mato Grosso, e teve como objetivo realizar a caracterização dos elementos ambientais e analisar suas inter-relações com o sistema de drenagem da bacia. Os procedimentos metodológicos incidiram na revisão conceitual, definição da área da bacia, preparação das fontes de pesquisa, confecção da base cartográfica, compartimentação dos setores: alto, médio e baixo curso, levantamento da rede de drenagem e atividades de campo. Os resultados mostram que, em razão das diferentes altitudes, incorrem duas unidades climáticas, o Tropical de Altitude Mesotérmico Quente da Fachada Meridional das Chapadas e Planaltos, na Província Serrana, com área de 69,16%, em altitudes de 300 a 700 metros, e o clima Tropical Megatérmico Sub-Úmido das Depressões e Pantanais de Mato Grosso, com 30,84% de área nos vales da Depressão do Alto Paraguai e na Planície do Rio Paraguai, nas altitudes de 120 a 300 metros. A Geologia apresenta as Formações Raizama, Araras, Sepotuba e Moenda no alto curso, as Formações Araras, Raizama, Sepotuba, os Aluviões Holocênicos e Coluviões Pleistocênicos no médio curso e, no baixo curso, além das Formações dos Aluviões Holocênicos e Coluviões Pleistocênicos, aparecem os Terraços Holocênicos nas bordas da planície de inundação. A Geomorfologia mostra a Província Serrana no alto curso, uma estreita e alongada faixa de dobramentos rochosos paralelos, que provê as nascentes e influencia na dinâmica da bacia. A Depressão do Alto Paraguai no médio curso, estabelecida nos vales da Província, com a função de transportar água e sedimentos, e a Planície do Rio Paraguai no baixo curso, uma área plana sazonalmente inundada. A cobertura vegetal é a Savana Parque sem floresta-de-galeria e a Savana Arborizada sem floresta-de-galeria nas áreas secas, assim como a Savana Florestada e a Savana Arborizada com floresta-de-galeria nos locais de maior umidade do alto curso. O médio curso é coberto pela Savana Arborizada sem floresta-de-galeria, Savana Florestada, Savana Arborizada com floresta-de-galeria, já citadas, e a Floresta Estacional semidecidual aluvial com dossel emergente na área de depressão e de planície. No baixo curso, reaparece a Savana Arborizada sem floresta-de-galeria, com predomínio da Floresta Estacional semidecidual aluvial com dossel emergente com uma robusta vegetação na área úmida. Em razão da conectividade entre os elementos ambientais, mostra-se a necessidade de políticas de planejamento para ordenar a conservação ambiental e a exploração da terra, atendendo os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

Palavras chave: elementos ambientais, bacia hidrográfica, inter-relação

CHAPTER I

ENVIRONMENTAL ELEMENTS THE HYDROGRAPHIC BASIN OF THE CACHOEIRINHA STREAM, CÁCERES MUNICIPALITY - MATO GROSSO

ABSTRACT

This study was carried out within the Cachoeirinha stream hydrographic basin, the left bank tributary of Paraguai river, in the southwest of the of Mato Grosso state. It aimed to characterize the environmental elements and analyze their interrelationships with the drainage system of the basin. The methodological procedures focused on the conceptual review, definition of the hydrographic basin area, research sources selection, cartographic base elaboration, sectors compartmentalization in: high, medium and low course, drainage network survey and field activities. The results show that, due to the different altitudes, there are two climatic units, the Hot Mesothermal Altitude Tropical of the Meridional Facade of Plateaus, in the Serrana Province, with an area of 69.16%, at altitudes from 300 to 700 meters, and the Sub-humid Megathermal Tropical climate of the Depressions and Plateaus of Mato Grosso, with 30.84% of area in the valleys of the Depression of the Upper Paraguay and in the Plain of the Paraguay River, at altitudes of 120 to 300 meters. Geology presents the Raizama, Araras, Sepotuba and Moenda Formations in the upper course; Araras, Raizama and Sepotuba Formations as the Holocene Alluvium and Pleistocene Colluvium in the middle course and, in addition to the Holocene Alluvium and Pleistocene Colluvium Formations, in the low course the Holocene Terraces appears on the edges of the floodplain. The Geomorphology shows the Serrana Province in the upper course, a narrow and elongated band of parallel rocky folds, which provides the springs and influences the dynamics of the hydrographic basin. In the middle course the Upper Paraguai Depression, established in the valleys of the Province, holds the function of transporting water and sediments, and there is the Paraguay River Plain in the lower course, a flat area that is seasonally flooded. The vegetation cover is Savanna without gallery forest and Wooded Savanna without gallery forest in dry areas, as well as Afforesting Savanna and Wooded Savanna with gallery forest in the higher humidity areas of the upper course. The middle course is covered by Wooded Savanna without gallery forest, Afforesting Savanna and Wooded Savanna with gallery forest, as mencioned as well the semideciduous alluvial forest with emerging canopy in the depression and lowland áreas. In the lower course, the Wooded Savanna without gallery forest reappears, poiting out the predominance of semideciduous alluvial forest with emerging canopy and robust vegetation in the wetland. Due to the connectivity between the environmental elements, there is a need for planning policies to organize environmental conservation and land exploitation, meeting the Sustainable Development Goals.

Keywords: Environmental elements, hydrographic basin, interrelation.

1. INTRODUÇÃO

O conhecimento sobre os elementos ambientais de uma bacia hidrográfica é de extrema relevância. Ele contribui na formulação de políticas públicas ambientais para o desenvolvimento econômico e ecológico sustentável da região, tornando-a efetivamente um espaço protegido, mantendo estável as funções do ecossistema (CHEN et al., 2018).

Cunha (2008) considera a bacia hidrográfica como uma unidade geomorfológica muito importante por agrupar e interagir vários fatores, ressaltando-se a inter-relação dos elementos ambientais e as atividades humanas desenvolvidas nelas. Pondera, ademais, que intervenções expressivas, principalmente de origem antrópica, podem gerar alterações, cujos impactos influenciam na dinâmica fluvial.

Dentre os vários conceitos sobre bacia hidrográfica, Feitosa et al. (2011) afirmam que é uma área drenada por um rio e seus afluentes, influenciados pelas características ambientais. Para Azevedo et al. (2016), bacia hidrográfica é uma área da superfície terrestre separada topograficamente de outra, que funcionam como receptoras naturais de água pluvial, em que o volume captado é automaticamente escoado pela declividade do terreno por meio de uma rede de drenagem das áreas mais altas para as mais baixas, formando uma hierarquia fluvial, concentrando-se em um único ponto até definir-se um canal principal.

A bacia hidrográfica é considerada um sistema aberto em razão da troca de energia por meio da relação entre os elementos ambientais (clima, relevo, geologia, solo e vegetação), susceptíveis às influências das atividades antrópicas direta e indiretamente (ANDRADE et al., 2012). Ross (2009) complementa que os elementos naturais que compõem uma bacia hidrográfica não são isolados. O relevo é apenas um de seus integrantes e está relacionado com as rochas que o sustentam, com o clima que o esculpe e os solos que o recobre. Todos influenciam e são influenciados. Desse modo, através de estudos ambientais, os resultados servem de indicadores das potencialidades dos recursos naturais e, ao mesmo tempo, apontam as fragilidades ambientais.

Estudos dos elementos ambientais presentes em uma bacia hidrográfica são de fundamental importância, uma vez que permitem conhecer seu funcionamento natural e, por meio de uma análise sistêmica das informações, implementar planos capazes de minimizar ou até eliminar impactos ambientais (CUNHA e FREITAS, 2004). Isso estabelece uma base científica que fundamenta as ações necessárias

para garantir o uso sustentável e a conservação dos ecossistemas, contribuindo para o bem-estar humano (MEA, 2005).

Tratando-se de estudos das características ambientais em bacias hidrográficas, existem vários que podem ser evidenciados em nível nacional, que servem como referência, tais como: Souza e Batista (2007) com a caracterização fisiográfica da bacia hidrográfica do Alto Rio Jamanxim, no Pará; Manosso (2009) com estudo integrado da paisagem nas regiões Norte, Oeste e Centro-Sul do estado do Paraná; Nunes e Roig (2015) com a análise e mapeamento do uso e ocupação do solo da bacia do Alto do Descoberto, DF/GO; Ferreira et al. (2015) analisando os elementos físicos da bacia hidrográfica do córrego Montalvão, em Maracajú/MS, entre outros.

Em nível regional, merecem destaque os trabalhos de Ross (1987) com a cartografia geomorfológica da Província Serrana-MT; Souza (1998) e Tavares (2020), na bacia hidrográfica do córrego Piraputanga-MT; Santos (2013), na bacia Hidrográfica do Córrego Cachoeirinha, em Mato Grosso; Souza (2015) na bacia hidrográfica do córrego Salobra, no município de Porto Estrela, MT; Silva et al. (2017), em um segmento do rio Paraguai, em Cáceres-MT; Cruz et al. (2017), no córrego Facão, no município de Cáceres, MT; Raymundi et al. (2017) com a caracterização ambiental do córrego do Junco, em Cáceres, MT e Bühler et al. (2020) com a influência geológica e a qualidade da água no córrego Jacobina, em Pantanal Norte, Brasil.

Para Christofoletti (1999), o conhecimento adequado dos elementos ambientais de uma bacia hidrográfica possibilita compreender os interesses das formas de uso e ocupação da terra, suas reações diante dos tipos de exploração e a avaliação dos possíveis danos ambientais em curto, médio e longo prazo.

Para Marques (2008), os estudos geomorfológicos possuem uma importância fundamental no desenvolvimento de trabalhos teóricos e práticos, podendo ser utilizados em monitoramento de impactos ambientais, planejamento, gerenciamento, gestão e prognósticos ambientais, oferecendo condições na identificação e interpretação das múltiplas relações do objeto de estudo com os demais elementos do ambiente.

Os estudos geomorfológicos contemporâneos têm promovido a construção de conhecimentos, técnicas e conceitos, haja vista uma nova relação social, econômica e científica a qual vem criando discussões no âmbito das ciências da terra, capaz de realizar prognósticos das consequências do desequilíbrio das paisagens e dos sistemas ambientais. Com isso, há a necessidade de conhecer os elementos

ambientais e a respectiva conectividade em uma bacia hidrográfica com o intuito de promover a sustentabilidade socioeconômica e ambiental (SILVA et al.,2015).

Considerando a bacia do córrego Cachoeirinha como afluente da margem esquerda do rio Paraguai, o principal formador do Pantanal Norte de Mato Grosso e contribuinte da grande Bacia Platina, tornou-se imprescindível a execução desta pesquisa, uma vez que mostrou as características dos elementos ambientais presentes na bacia: clima, geologia, geomorfologia e cobertura vegetal e suas inter-relações. Os resultados podem contribuir para que a exploração da terra ocorra de forma sustentável e para criação de políticas públicas locais com foco na conservação, através da educação ambiental em conformidade com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) proposto na Agenda 2030.

Nesse enfoque, o objetivo desta pesquisa foi realizar o levantamento das características dos elementos ambientais e suas inter-relações com o sistema de drenagem da bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

A área de estudo é a bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha, localizada a nordeste do município de Cáceres, estado de Mato Grosso. As principais vias de acesso a essa região são percorrendo 40 km pela Rodovia Estadual MT-343, que liga a cidade de Cáceres ao município de Porto Estrela; pela estrada municipal Jaime Campos que dá acesso da Rodovia MT-343 a BR-070 (64 km) ou navegando 90 km pelo rio Paraguai, subindo da cidade de Cáceres à foz do córrego Cachoeirinha localizada na coordenada 15º44’24.82”S e 57º31’10.29”O.

A bacia do Cachoeirinha equivale a 3,90% da área do município de Cáceres, e a nordeste da bacia, serve de divisora natural com o município de Porto Estrela. Possui uma área de 952,61 km², localizada entre as coordenadas 15º35’37” - 16º12’30”S e 57º14’36” - 57º32’24”W (Figura 01).

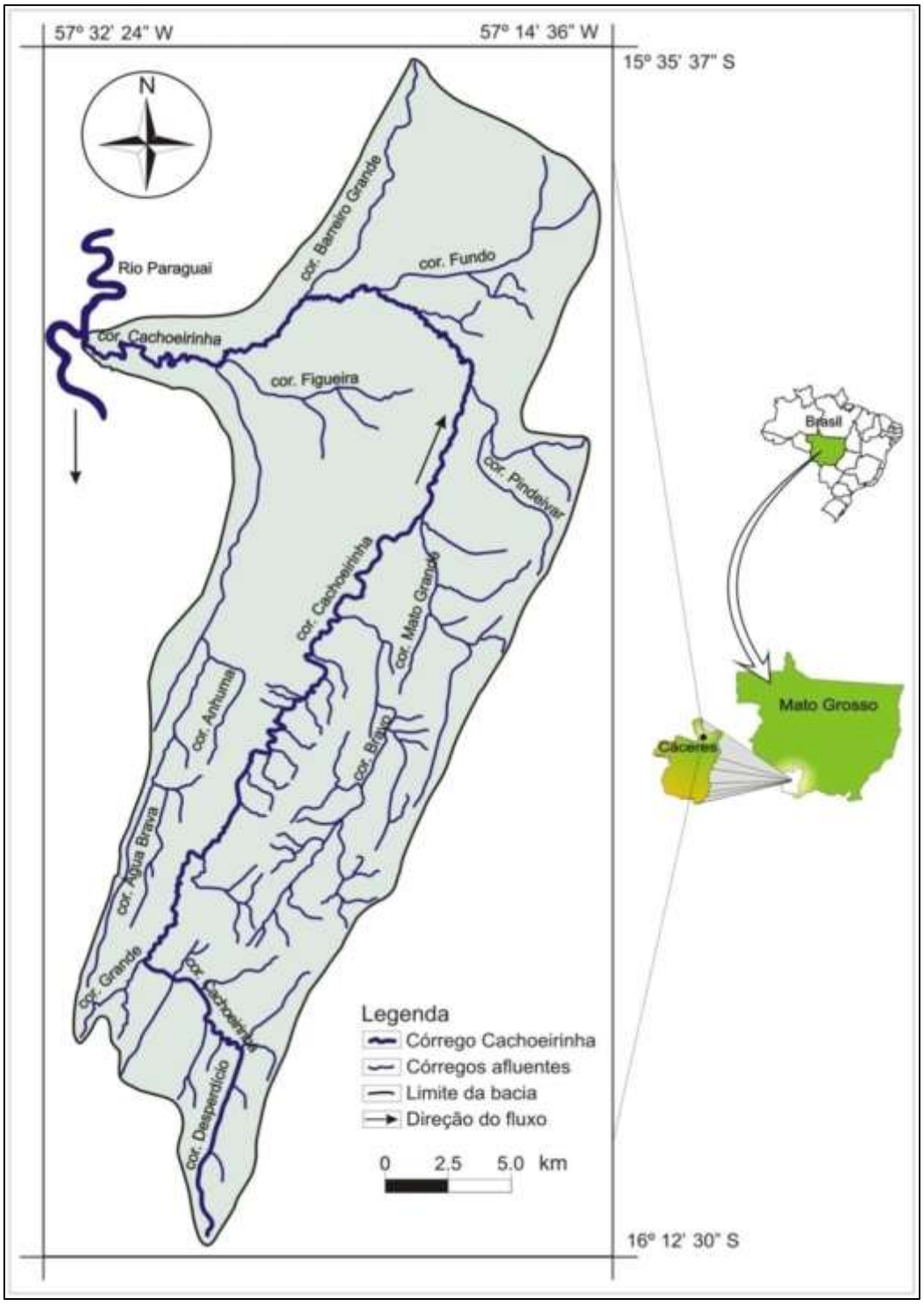


Figura 01: Mapa de localização da bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha
Fonte: INPE/2019. Organizado pelo autor.

2.2 Procedimentos metodológicos

2.2.1 Revisão conceitual

Para iniciar esta pesquisa, foi necessária uma revisão teórico-conceitual, objetivando circunscrever as problemáticas, buscar diferentes conceitos teóricos em

um variado quadro de referências bibliográficas: revistas científicas nacionais e internacionais (artigos científicos), livros, dissertações, teses, TCCs, arquivos públicos, leis, entre outras, na perspectiva de explicação e compreensão da temática do estudo (LUNA, 2000; MARCONI E LAKATOS, 2007).

2.2.2 Definição da bacia

Para todos os dados cartográficos, foi utilizado o DATUM SIRGAS 2000. Para a extração automática da bacia hidrográfica, foi utilizado o Modelo Digital de Elevação (MDE), obtido no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) do banco de dados geomorfométricos do Brasil – TOPODATA (30m) utilizando as folhas: 15_S585_ZN e 16_S585_ZN. Links do TOPODATA:
<http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/>.
<http://www.dsr.inpe.br/topodata/index.php>
<http://www.dsr.inpe.br/topodata/acesso.php>

A delimitação da bacia hidrográfica foi realizada a partir do exutório, utilizando o software r.watershed através do QGIS, que consiste em um conjunto de ferramentas que permite a execução de maneira automática, rápida e objetiva.

2.2.3 Caracterização dos elementos ambientais

A caracterização dos elementos ambientais: clima, geologia, geomorfologia e a cobertura vegetal foi compilada das cartas topográficas e do relatório do Projeto RADAMBRASIL (1982), do Ministério do Exército (1975), Folhas: SE. 21-V-BII – CÁCERES, SD. 21-Y-D-V – TRÊS RIOS, SE. 21-V-B-III – SERRA DA CAMPINA e SD. 21-Y-D-VI – SERRA DA PALMEIRA, na escala de 1:100.000; do Atlas de Mato Grosso - Secretaria de Estado de Planejamento de Mato Grosso – SEPLAN (2011) e, principalmente, do banco de dados do IBGE com mapas na escala de 1:250.000, versão 2019 e através de observações nas atividades de campo.

2.2.4 Confecção da base cartográfica

Todo o processamento dos dados e a confecção da base cartográfica foram realizados através do software QGis 3.4.6. A produção cartográfica é composta pela localização do município; área da bacia; compartimentação em alto, médio e baixo curso; definição da área de domínio dos elementos ambientais e do sistema de drenagem.

A utilização das tecnologias do Sistema de Informações Geográficas - SIG, geoprocessamento, georreferenciamento, sensoriamento remoto, softwares e o GPS possibilitou o levantamento, armazenamento, processamento e cruzamento das informações.

2.2.5 Definição dos setores: alto, médio e baixo curso da bacia

Por apresentar diferenças nas características e composições dos elementos ambientais da nascente à foz da bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha, tais como: clima, geologia, solo, vegetação, especialmente na geomorfologia, que refletem diretamente no sistema hidrográfico, foi possível compartimentá-la em três setores: alto, médio e baixo curso. Para essa compartimentação, foram considerados alguns critérios que são discriminados na sequência.

Alto curso: agrupar as áreas de maior altitude da bacia inserida na Província Serrana, onde estão as nascentes fluviais no terço inferior das serras, que, durante os períodos de cheia, acontece o entalhamento vertical da calha fluvial, forte produção de material de grosso calibre, tais como: blocos de rocha e matacões, locais com corredeiras e algumas cachoeiras. Outra questão considerada é que, nesse segmento, existem vários pontos onde ocorre a migração abrupta na direção do canal principal em razão do controle estrutural exercido pela Província Serrana.

Médio curso: transição entre o alto e o baixo curso, área da Depressão do Alto Paraguai, segmento onde o canal já está encaixado no fundo do vale, fazendo com que apresente trechos mais retos. Nesse setor, durante os pulsos de cheia, ocorre o transporte de sedimentos grosseiros, tais como: seixos rolados e areia grossa, bem como a redução da quantidade de canais afluentes.

Baixo curso: delimitado a partir do local onde não existe afluente, é um compartimento onde o canal apresenta-se com padrão meandrante divagante, com escoamento lento e intenso, processo de deposição de sedimentos transportados da montante em que, nos períodos de cheia, ocorre o transbordamento da água, formando a planície de inundação. A Figura 02 mostra a compartimentação dos três setores da bacia.

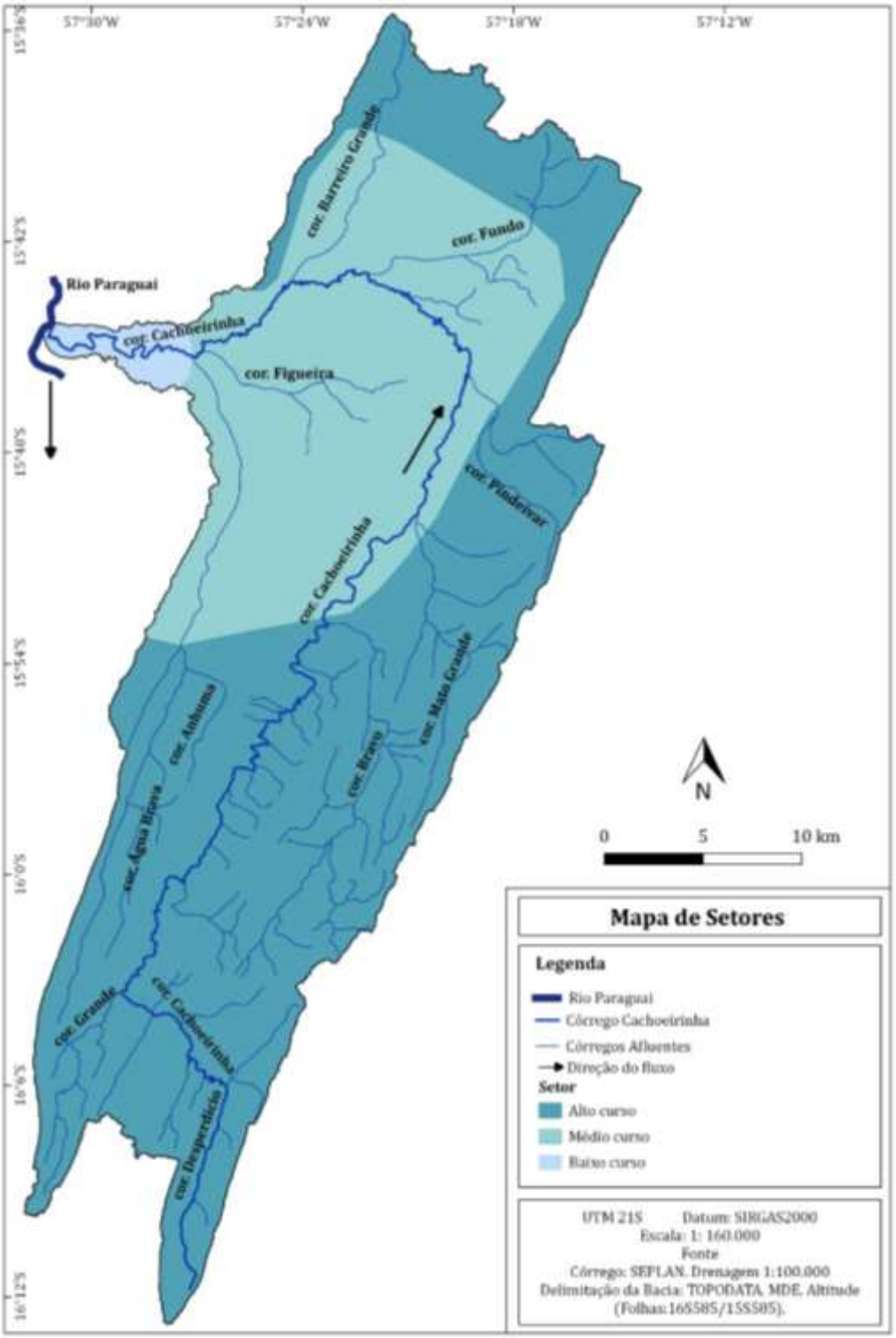


Figura 02: Compartimentação dos setores: alto, médio e baixo curso da bacia. Organizado pelo autor/2020.

França (2019, p.06), quando propôs a metodologia de identificação do alto, médio e baixo curso da bacia hidrográfica do rio Cocó, Ceará, Brasil, afirmou que é de extrema importância conhecer as características ambientais de forma compartimentada ao longo de uma bacia para auxiliar nas pesquisas relacionadas aos

processos hidrológicos de todas as variáveis. Para isso, ele utilizou a discussão de Christofoletti (1980) tratando da importância de analisar a concavidade do perfil longitudinal de um rio. Desse modo, implementou a compartimentação em três setores:

- ✓ Parte superior – Alto curso: área de nascente, coleta de água e erosão, causando o entalhamento e a regressão das cabeceiras;
- ✓ Parte Intermediária – Médio curso: área de transição entre a parte superior e a inferior;
- ✓ Parte Inferior – Baixo curso: área de recepção, deposição, com predominância da sedimentação.

2.2.6 A caracterização da rede de drenagem

Para a definição da rede de drenagem, foi utilizado o banco de dados da Secretaria de Planejamento/MT-SEPLAN, na escala de 1:100.000, conforme Link de acesso: <http://www.seplan.mt.gov.br/-/10951338-bases-cartograficas>.

2.2.7 Atividades de campo

As atividades foram realizadas nos meses de março e agosto/2020 (períodos de cheia e estiagem na bacia), para reconhecimento da área, identificação, análise e validação das informações compiladas das cartas topográficas, das imagens orbitais, das literaturas e para realizar a descrição *in loco* das principais características dos elementos ambientais: clima, geologia, geomorfologia e vegetação.

Foram percorridos diversos pontos na bacia para conferir as características e interpretar a conectividade dos elementos ambientais e dos canais fluviais a fim de compreender sua disposição e suas particularidades.

Os dados levantados através das análises e observações *in loco* foram organizados em anotações e relatórios descritivos. Posteriormente, foram interpretados e comparados gerando uma descrição integrada das características dos elementos ambientais.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização ambiental

3.1.1 Clima

De acordo com a classificação de Koppen-Geiger proposta em 1931, modelo climático global, o clima da região central da América do Sul, dentro da faixa

intertropical onde se encontra a bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha é Aw. Seguindo esse princípio, estudos da SEPLAN/MT (2010), considerando o fator altitude, apresentaram resultados para a bacia do córrego Cachoeirinha, atribuindo duas microunidades climáticas denominadas: Tropical de Altitude Mesotérmico Quente da Fachada Meridional das Chapadas e Planaltos e Tropical Megatérmico Sub-Úmido das Depressões e Pantanais de Mato Grosso, como pode ser observado na Figura 03.

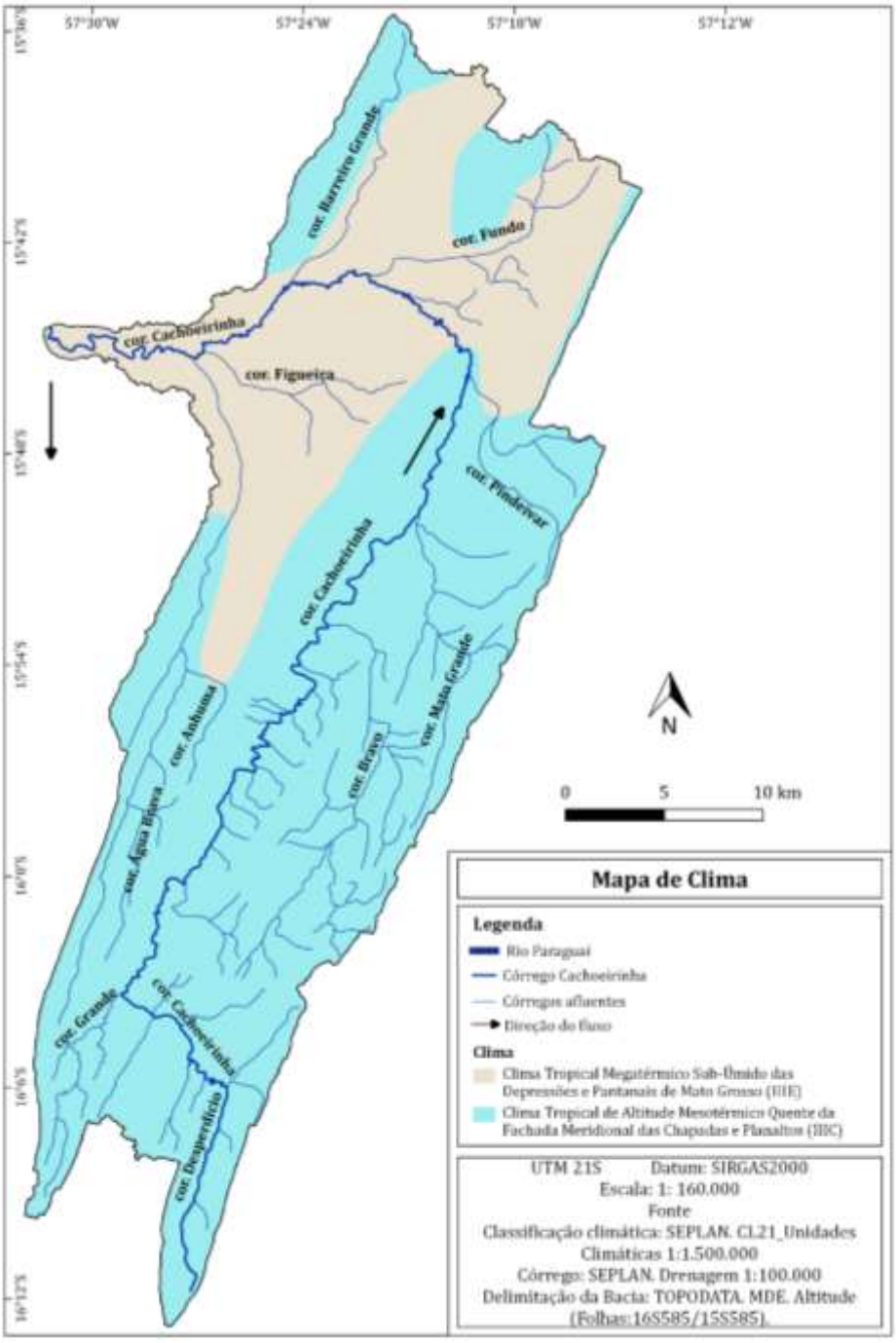


Figura 03: Mapa da distribuição climática na bacia do córrego Cachoeirinha. Organizado pelo autor/2020.

A altitude, a declividade, o desnível altimétrico associados à variação do clima da Província Serrana são fatores importantes para compreender os processos pluviais e ainda sua influência na formação e flutuação do escoamento hídrico para a área de depressão e planície (TARIFA, 2011).

3.1.1.1 Tropical de Altitude Mesotérmico Quente da Fachada Meridional das Chapadas e Planaltos

Esta unidade climática está presente no alto curso da bacia, onde aparece o conjunto de serras e morros da Província Serrana em altitudes que variam de 316 a 886 metros, ocupando um percentual de 69,16% da área (tabela 01), influenciando diretamente na dinâmica fluvial da bacia, na recarga do lençol freático, na composição pedológica, na vegetação, dentre outros elementos.

Tabela 01: Composição do clima na bacia do córrego Cachoeirinha

Classe	**Área em km²**	**Área em %**
Tropical de Altitude Mesotérmico Quente da Fachada Meridional das Chapadas e Planaltos	658,84	69,16
Tropical Megatérmico Sub-Úmido das Depressões e Pantanais de Mato Grosso	293,77	30,84
Total	**952,61**	**100**

Organizado pelo autor/2020.
Fonte: Seplan/MT (2010).

Esse tipo climático aparece em todo o alto curso, onde estão as partes mais elevadas das serras e dos morros sequenciados da Província Serrana, ou seja, considera-se que o fator altitude influencia na existência desse clima e, através das características de temperatura e pluviosidade, intervém diretamente na disponibilidade e manutenção das nascentes fluviais da bacia.

Os índices pluviométricos nessa região exercem alto impacto pluvial nas serras, nos morros e nas escarpas de arenito, influenciando na formação de vertentes e na flutuação do escoamento hídrico e de sedimentos da Depressão do Alto Paraguai à Planície do Rio Paraguai.

De acordo com a SEPLAN (2010), além do fator altitude para a formação dessa unidade climática, existe a própria orientação NNE – SSW na direção estrutural da Província Serrana que faz canalizar os fluxos (massas de ar), forçando o escoamento de Sul – Sudeste – Sudoeste a desenvolver uma ascensão forçada, principalmente os de SSE, gerando aumento da instabilidade atmosférica, com potencial de pluviosidade superior, comparado às áreas circunvizinhas.

A pluviosidade anual aparece entre 1.400mm a 1.600mm, com quatro meses de seca (junho a setembro), com temperaturas máximas de 31,8º e um excedente hídrico de pequeno a elevado, entre 400 e 800mm, com duração entre outubro e abril, como mostra o Quadro 01.

Quadro 01: Características climáticas da bacia do córrego Cachoeirinha

Clima Tropical de Altitude Mesotérmico Quente da Fachada Meridional das Chapadas e Planaltos - IIIC6				
Altitude	**Unidade de relevo**	**Temperatura - ºC**		
300 a 700 m	Província Serrana	Mínima 17.1 / 19.7	Máxima 31.8 / 29.4	Média 24.5 / 22.4

Pluviosidade	
Total Anual	Número de Meses Secos
1400 a 1600 mm	04

Balanço Hídrico			
Deficiência		**Excesso**	
Intensidade	Duração	Intensidade	Duração
200 a 300 mm	Junho/Set	400 a 800 mm	Out/Abril
Pequena moderada seca e pequeno elevado excesso da Província Serrama.			

Clima Tropical Megatérmico Sub-Úmido das Depressões e Pantanais de Mato Grosso - IIIE1				
Altitude	**Unidade de relevo**	**Temperatura - ºC**		
120 a 300m	Depressão do Alto Paraguai	Mínima 20.9 / 20.0	Máxima 32.9 / 32.3	Média 25.4 / 24.9

Pluviosidade (mm)	
Total Anual	Número de Meses Secos
1300 a 1400 mm	08

Balanço Hídrico			
Deficiência		**Excesso**	
Intensidade (mm)	Duração	Intensidade (mm)	Duração
300 a 350	Abril/Nov.	300 a 400	Jan/Mar
Moderada a severa seca e pequeno excesso na Depressão e Planície.			

Fonte: Adaptado da SEPLAM, 2011. Organizado pelo autor, 2020.

A altitude, a declividade das encostas das serras e dos vales encaixados dão origem a um considerável desnível da Província Serrana à Depressão, que influencia diretamente nas caraterísticas do perfil longitudinal, no sistema de drenagem da bacia, em que muitos afluentes possuem pequena extensão e um rápido escoamento.

Durante as chuvas torrenciais, aumenta a capacidade para transportar carga de sedimentos grosseiros (matacões e seixos de arenito).

Santos (2000, p. 58) corrobora com a discussão ao afirmar que as escarpas verticais das serras influenciam na formação de unidades climáticas próprias, em que o ambiente é marcado por forte declividade e desnível altimétrico que acelera o escoamento, reduz a infiltração e a umidade local.

Em razão do rápido escoamento superficial, da percolação nas rochas e sazonalidade de dois períodos bem definidos de chuva e seca, em que os meses com as mais altas temperaturas também são os mais secos, potencializa-se a estação com déficit de água (quadro 01), o que reflete na oscilação do lençol freático, na vazão dos córregos, fazendo com que, no alto curso, apareçam vários canais intermitentes, que, somente durante os períodos com chuvas mais intensas e duradouras, permanecem com fluxo contínuo, o que é mostrado na Figura 04. De acordo com Ross (1987), isso torna a região pobremente suficiente em recursos hídricos.



Figura 04: Canal fluvial intermitente no alto curso que no período de chuva abastece o córrego Cachoeirinha. **Foto:** acervo do autor. **Local:** 16°12’00,65” S e 57°27’32,94” W.

Quanto à ascensão de massas de ar, a condensação e a formação de nuvens (nuvens Cúmulos), seguida de chuvas, as observações durante a realização das

atividades de campo dão suporte a essas informações, pois foram notados vários momentos em dias alternados da estação chuvosa com a formação de nebulosidade escura e chuvas sobre a Província Serrana (Figura 05) em locais com altitudes de 400 a 650 metros, enquanto que, em outras áreas, onde as altitudes são de 250 a 400 metros, o tempo (meteorológico) seguia de forma estável e ensolarado.



Figura 05: Formação de nuvens enquanto a massa de ar transpõe a serra Chapola (chuva orográfica) Foto: Acervo do autor/2020.

Forgiarini et al. (2013) também fazem apontamento da ascensão de massas de ar, seguida de precipitação, ocorrido no Planalto Meridional Riograndense, através das chuvas orográficas. Esse fato é determinado pela subida das massas de ar que se condensam em contato com temperaturas mais frias das altas altitudes sobre as serras.

No médio curso, após a serra das Araras, inicia o desnível altimétrico em direção à planície. Nessa área, o relevo segue com declive suave de 0 a 6% para o rio Paraguai, dando origem a outra condição climática diferenciada, influenciando no escoamento pluvial e fluvial, na infiltração, na rede de drenagem, principalmente na temperatura, mostrada na Figura 06.

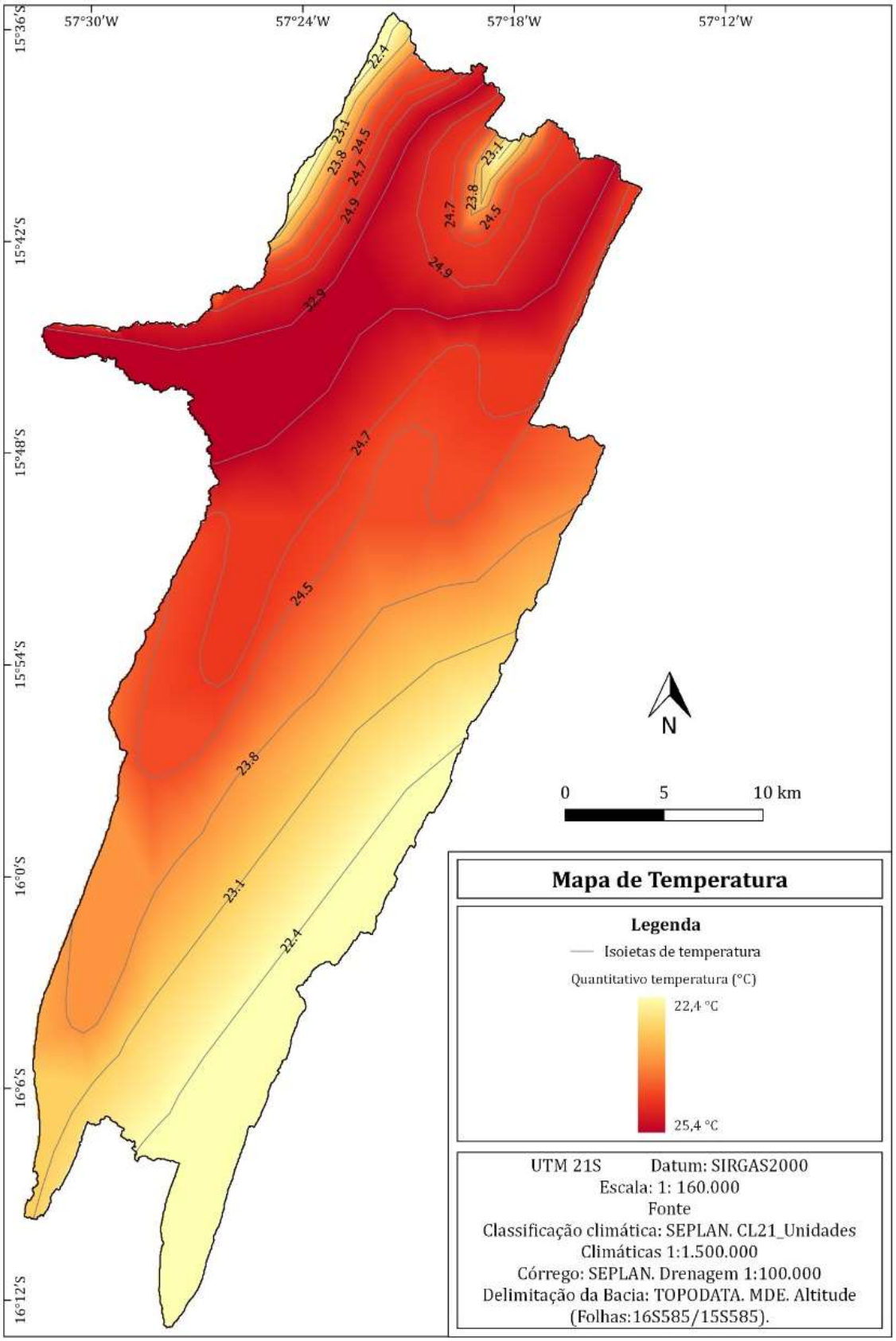


Figura 06: Mapa de distribuição das temperaturas na bacia do córrego Cachoeirinha. Organizado pelo autor/2021.

O fator temperatura elevada não exerce influência na formação e distribuição das chuvas na bacia do Cachoeirinha, pois ela ocorre inversamente às características

termais. Esse fato é demostrado por Maciel et al. (2012) fazendo análise da influência da altitude na temperatura e na precipitação da mesorregião norte de Minas Gerais, onde houve aumento da precipitação acumulada nas regiões com maior altitude e menor temperatura.

Através da figura 06, nota-se que, nas áreas com maior altitude no alto curso, a temperatura é menor (22.4ºC), podendo estar associada ao maior índice de chuva e à presença da cobertura vegetal. No médio e, principalmente, no baixo curso, a temperatura aumenta, chegando a 32.9ºC em razão da menor altitude. Os menores índices de chuvas acumuladas podem estar associados à Província Serrana que pode influenciar nas condições de circulação e direção regional das massas de ar, bem como à dinâmica natural da região de planície.

O clima da Província Serrana também exerce influência na composição da cobertura vegetal dominada pelo Cerrado, bem como a capacidade de determinar o escoamento hídrico, uma vez que corresponde à área de recarga da bacia em razão do Arenito, rocha porosa (Formação Raizama) e do Calcário (Formação Araras), que, embora limitado pelo desnível altimétrico e suas características de impermeabilidade primária, permite uma infiltração secundária através de fissuras, fendas e dutos.

Nos vales das formações da Província Serrana (serras paralelas e morros sequenciados), apesar de apresentarem potencial para a prática da pecuária em razão das características climáticas e da presença da água para a dessedentação dos animais, são áreas de relevo com desnível de 12 a 20% e, devido às maiores precipitações acumuladas (quadro 01), recomenda-se o uso de técnicas de manejo que evitem ações erosivas durante as fortes chuvas e que preservem as áreas com cobertura vegetal no entorno das nascentes e nas margens dos canais fluviais.

3.1.1.2 Tropical Megatérmico Sub-Úmido das Depressões e Pantanais de Mato Grosso

Esta unidade climática predomina sobre uma área de 30.84% (tabela 01) da bacia nos vales encaixados da Depressão do Alto Paraguai, região com altitude inferior a 300 metros (médio curso), e na Planície do Rio Paraguai (médio e baixo curso), a qual se destaca com relevo plano, dominada pela Formação Pantanal, com altitude inferior a 130 metros, como mostra o mapa da Figura 03.

As unidades de relevo da Depressão e da Planície do Rio Paraguai formam um conjunto de terras baixas (entre 129 e 300 metros) cercadas na direção Leste por relevos e topografias mais elevadas (entre 300 e 600 metros) da Província Serrana.

Estudo realizado pela SEPLAN (2010) aponta que a descida forçada das correntes atmosféricas da Província, estabelecendo-se nessa área, dá origem a essa unidade climática com características próprias, fazendo com que a temperatura seja maior em função da altitude mais baixa e com maior pressão. O que causa o aquecimento superficial, acelera a perda de umidade por evapotranspiração, aumentando a deficiência hídrica sazonal, diminuindo o volume de água excedente da estação chuvosa.

Outros estudos realizados na região da Província Serrana, no entorno da bacia do córrego Cachoeirinha, tais como Souza (2015) fazendo a caracterização ambiental da bacia hidrográfica do córrego Salobra; Bühler et al. (2016) com caracterização da bacia hidrográfica do córrego Jacobina; Matos (2018) verificando os fatores condicionantes da disponibilidade hídrica em assentamentos do setor meridional da Província Serrana e Farias (2019) realizando a caracterização climática na sub-bacia hidrográfica do córrego Taquaral, também apontam para as mesmas características climáticas do alto e baixo curso das respectivas bacias hidrográficas.

Algo que se relaciona com o médio curso (Depressão do Alto Paraguai) da bacia do córrego Cachoeirinha é que, de acordo com a SEPLAN (2010), existe uma similaridade nas áreas de depressão das bacias do rio Guaporé, Alto Cuiabá e Médio Araguaia – Rio das Mortes (estado de Mato Grosso), sendo áreas com elevadas temperaturas, altas perdas de águas superficiais através da evapotranspiração potencial e excedente hídrico de médio a reduzido.

Analisando o quadro 01, a temperatura mínima anual pode chegar 20ºC e a máxima a 32.9ºC. Uma amplitude térmica de 12.9º capaz de provocar o déficit de umidade durante os meses de seca. A precipitação média anual é de 1.300 a 1.400 mm com deficiência hídrica de 300 a 350 mm no período seco (abril a novembro). Os maiores índices de pluviosidade iniciam no mês de janeiro e estendem-se até março, quando ocorre de pequeno a moderado excesso de 400 mm no balanço hídrico na Depressão do Alto Paraguai, que abastece os canais intermitentes e contribui no transbordamento das águas do rio Paraguai e do baixo curso do córrego Cachoeirinha.

Quanto à disponibilidade da rede de drenagem, aparece de forma reduzida se comparada ao alto curso. Isso se associa principalmente à menor declividade do

relevo, com poucas vertentes, menor índice de precipitação e à composição do solo sob influência da Formação Pantanal, composto de sedimentos variados que contribuem para infiltração pluvial, reduzindo o escoamento superficial.

Analisando a vegetação, a bacia apresenta diversas fisionomias de Cerrado, influenciado pelas características do solo, da geologia, a forma do relevo, a altitude, principalmente, o ritmo climático marcado pela sazonalidade de chuva e seca. Os topos das serras e morros são os que apresentam as menores deficiências hídricas, entretanto, a vegetação mantém-se pobremente desenvolvida, enquanto, na depressão e na planície, são as unidades com os menores excedentes e as maiores deficiências hídricas, mas apresenta uma cobertura vegetal mais desenvolvida, tipo cerradão, principalmente, em razão das características do solo e umidade.

Através das atividades de campo e dos dados coletados, foi possível analisar que a distribuição espaço-temporal da temperatura e da pluviosidade não é homogênea na bacia. Entretanto, existe a conexão entre as duas unidades climáticas, em que as áreas elevadas do alto curso com os maiores índices de pluviosidade têm a função de regular toda a dinâmica fluvial. Através do escoamento fluvial e subterrâneo influenciados pelas condições climáticas, geológicas e geomorfológicas fornecem água e sedimentos para o médio e baixo curso que são áreas receptoras de depressão e planície com tendência a moderada e severa seca.

É evidente que o índice de chuvas na cabeceira contribui para o abastecimento das nascentes dos córregos (alto curso) e no sustento do fluxo fluvial contínuo. Entretanto, o escoamento pluvial superficial nas encostas das serras compostas de arenito ou calcário pode ocorrer de forma mais acelerada, por serem áreas com maior declividade, muitas vezes, com menores índices de infiltração. Nesse contexto, acionando os processos erosivos, com maior desgaste do solo, transportando-os para os canais fluviais, causando a perda de solo, o assoreamento, a qualidade e a quantidade de água disponível.

É importante salientar que qualquer oscilação climática (prolongamento da estação seca) pode provocar a redução dos fluxos de base dos canais que compõem a bacia do córrego Cachoeirinha, das descargas, alterar o ciclo hidrológico e interferir na quantidade e qualidade da água disponível. Isso pode causar sérios impactos à região, como, por exemplo, a diminuição dos canais fluviais perenes, baixo volume líquido no córrego e até no rio Paraguai, gerando um estresse hídrico, impossibilitando

o abastecimento do solo e aumentando a demanda de água para as atividades sócioeconômicas em geral.

3.1.13 Distribuição da precipitação anual

Conhecer as características climáticas da bacia contribui para, além de entender a dinâmica dos elementos naturais, tornar-se um importante instrumento no planejamento da agropecuária, na mitigação de impactos e de possíveis desastres naturais, como secas severas, enchentes, deslizamentos e inundações.

As linhas isoietas de precipitação transmitem o conhecimento de que a quantidade de chuva e sua distribuição sazonal variam conforme a extensão longitudinal da bacia, ordenada e influenciada, principalmente, pelas feições geomorfológicas da Província Serrana.

No setor do alto curso, onde estão as nascentes dos canais fluviais da bacia, a precipitação chega a 1.600mm durante os meses de outubro a abril, que corresponde ao período chuvoso na região, responsável pela recarga e manutenção do lençol freático.

A distribuição da precipitação ao longo do ano é um fator determinante no volume de recarga da água subterrânea na bacia do Cachoeirinha. As chuvas quando são regularmente distribuídas por toda a bacia promovem maior infiltração, dessa maneira, sua velocidade e a quantidade seguem o volume de precipitação. Algo que não acontece, pois, no alto curso, o volume de chuvas é maior do que o baixo curso.

Conhecendo a distribuição da precipitação anual e as características pluviométricas ao longo da bacia, tem-se informações dos padrões de abastecimento dos corpos hídricos, de escoamento superficial, de drenagem e no modelamento da paisagem. As altitudes menores da Depressão do Alto Paraguai e da Planície do Rio Paraguai no baixo curso são áreas cercadas pelas altitudes maiores, onde ocorre um decréscimo nas isoietas com menores índices de precipitação, como mostra a Figura 07.

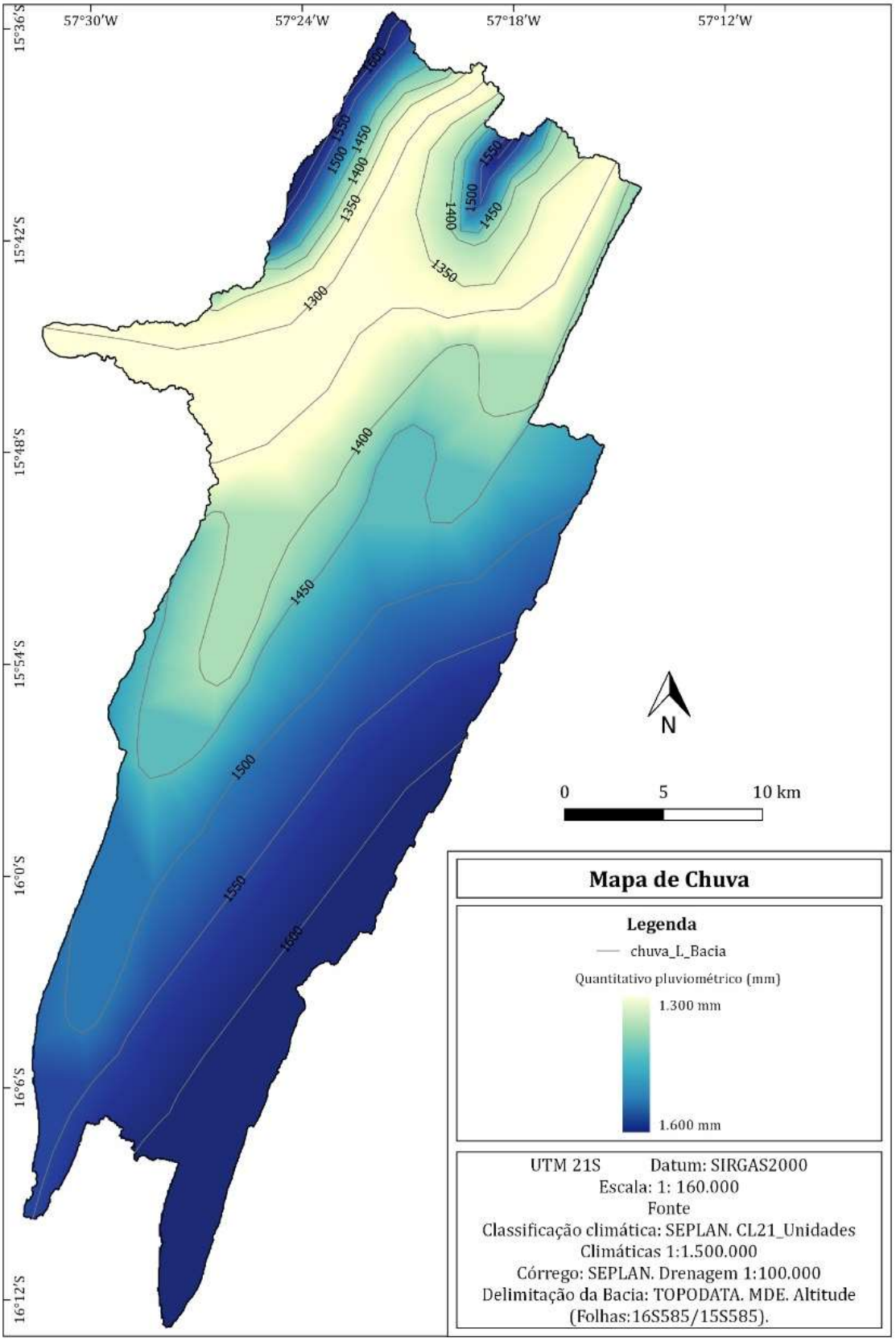


Figura 07: Mapa de distribuição da precipitação.
Organizado pelo autor.

Os fatores que influenciam na formação, na distribuição e nos índices das precipitações na bacia do córrego Cachoeirinha são:

a) localização geográfica no Hemisfério Sul;
b) posição em relação ao sistema circulatório das massas de ar;
c) posição geográfica encaixada em meio as formações geomorfológicas da Província Serrana;
d) variação de altitudes;
e) direção das estruturas da Província Serrana.

Quando as chuvas são torrenciais e confinadas em apenas um setor da bacia, aumenta o escoamento superficial, acelerando ações erosivas e não contribuindo com a taxa de infiltração com importância regional, que é proporcional ao volume de água precipitada e da porosidade. E quando se concentram apenas em um período do ano, provoca a estiagem, a quebra do principal processo de recarga e abastecimento das nascentes, causando um ressecamento na umidade, reduzindo o fluxo de alguns canais. Fato que é registrado no alto e médio curso da bacia.

3.1.2 Geologia

A área de estudo está inserida na Formação do Grupo Alto Paraguai, sendo composta por rochas que datam do Pré-Cambriano Superior até os sedimentos recentes do Quaternário. Após terem sido dobradas, aplanadas e inundadas por cobertura cretácica, as rochas foram, posteriormente, soerguidas através de processos epirogenéticos, exumadas e esculpidas por processos erosivos que se desenvolveram ao longo do Cenozóico.

Na Figura 08, é mostrado o mapa da distribuição das formações geológicas da bacia do córrego Cachoeirinha, em que aparece a ordem cronológica na legenda, ou seja, das formações mais antigas (na base) para as mais recentes.

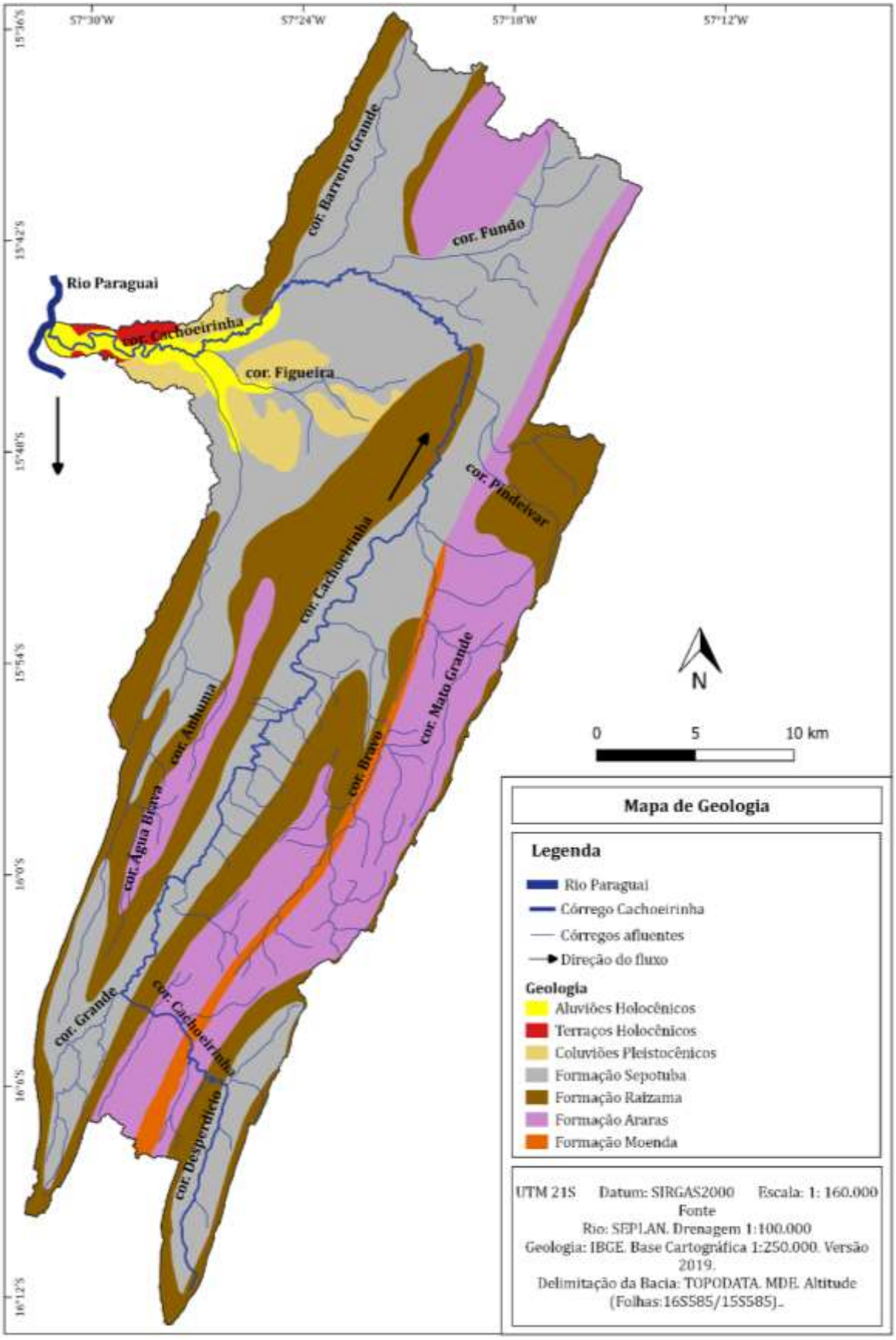


Figura 08: Mapa Geológico da bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha.
Organizado pelo autor/2020.

A modelagem das formações geológicas foi desenvolvida por agentes pluviofluviais que atuaram alternadamente em fases climáticas secas e úmidas, contribuindo com o rebaixamento do relevo, em que as rochas mostraram-se menos tenras, e preservadas nos locais de maior resistência, formando as superfícies mais altas, constituindo as respectivas formações (BARROS et al.,1982; IBGE, 2019).

As litologias são compostas por rochas sedimentares em estruturas dobradas antigas no alto curso a sedimentos recentes no médio e baixo curso, ocupando diferentes áreas na bacia (Tabela 02).

Tabela 02: Composição geológica da bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha

Eon	Era	Período	Formação		Composição	Área (km²)	Área (%)
Farenozoica	Cenozoica	Quaternário	Pantanal	Aluviões Holocênicos	Depósitos conglomeráticos, arenosos e pelíticos	18,83	1,98
				Terraços Holocênicos	Cascalhos lenticulares de fundo de canal, areias quartzosas inconsolidadas de barra em pontal; siltes e argilas de transbordamento	4,12	0,43
				Coluviões Pleistocênicos	Sedimentos conglomeráticos e areno-siltosos laterizados de origem colúvio-aluvial, constituído por depósitos de piemonte (tálus e cones aluviais) e/ou de pedimentos	33,21	3,49
Proterozoico	Médio		Grupo Alto Paraguai	Sepotuba	Sedimentos pelíticos com predomínio de folhelhos e siltitos micáceos e intercalações de arenitos finos	390,83	41,03
				Raizama	Arenitos ortoquartzíticos com intercalações de siltitos e argilitos	265,57	27,88
				Araras	Predominam sedimentos carbonáticos calcíferos e pelíticos na base e dolomitos no topo. Finas intercalações de siltitos e folhelhos.	219,88	23,07
				Moenda	Paraconglomerados com matriz argilo-siltosa, marrom-escuro	20,17	2,12
					Total	**952,61**	**100**

Fonte: Camargo (2011), IBGE (2019).
Organizado pelo autor/2020.

As estruturas geológicas quaternárias tiveram início a 1,6 milhões de anos e prolongam-se até os dias atuais, sendo explicadas por Suguio (2010) como a

superposição das camadas de sedimentos. Marcadas por grandes oscilações climáticas seco-úmida, as camadas sedimentares estão assentadas horizontalmente, sendo que possuem um significado cronológico temporal. Eram denominadas de rochas primárias, secundárias e terciárias, que, posteriormente, foram substituídas por Paleozóicas, Mesozóicas e Cenozóicas.

3.1.2.1 Alto curso

A Geologia presente no alto curso da bacia é proveniente do embasamento da Formação Moenda, Araras, Raizama e Sepotuba, as quais possuem importâncias significativas na recarga e manutenção de aquífero, lençol freático, nascentes e fluxo fluvial contínuo ao longo da bacia.

3.1.2.1.1 Formação Moenda

Estruturalmente, a Formação Moenda distribui-se numa faixa estreita, alinhada na direção Nordeste-Sudoeste no fundo do vale na borda ocidental da serra Chapola e Cachoeira, ocupando uma área de 20,17 km² ou 2,12% (Tabela 02).

É caracterizada de forma detrítica, pela presença de paraconglomerados. Nas observações de campo, foi possível identificar que os morros estão cobertos pela vegetação natural (Cerrado Tropical) que se desenvolveu encravada em meio aos matacões. A intemperização desenvolveu um solo argilo-arenoso amarronzado, com fragmentos de sua fração rudácea, que, em detrimento dos afloramentos, formam pequenos morrotes alinhados e ilhados (testemunhos) coberto pelo Neossolo Regolítico Distrófico leptofragmentário e, no fundo do vale, onde aparece o Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, em que é desenvolvida a pecuária de cria e engorda.

De modo geral, essa Formação apresenta cor marrom-arroxeada a chocolate e cinza-esverdeada. A matriz é de natureza grauvaqueana, frequentemente, siltico-arenosa e/ou argilo-arenosa, podendo chegar à arenosa grosseira. A fração rudácea apresenta uma variação tanto modal como composicional, mostrando uma granulação desde seixos e calhaus até matacões. Constituem-se de quartzo, silex, feldspato, quartzito, calcário, gnaisse, granito e de rocha básica, sendo que o quartzo predomina entre os clásticos, tendo sido observado de 50 cm no seu diâmetro maior. Evidencia-se que a deposição é anterior aos esforços tectônicos que dobraram toda a sequência sedimentar do Grupo Alto Paraguai. Seus contatos são por falhas de empurrão ou por discordância angular e erosiva, originando uma sucessão de dobramentos suaves e

amplos (anticlinais e sinclinais), consequência de esforços tectônicos menos intensos (BARROS ET AL., 1982).

Para Camargo (2011), essa formação é composta por conglomerados de formas e tamanhos variados com intercalações de arenitos, siltitos e folhelhos. No topo dos morros, exibe intercalações de margas de calcários.

Os levantamentos realizados pela SEPLAN/MT (2000) corroboram ao afirmar que essa formação:

> [...] constitui-se essencialmente de paraconglomerados, com camadas de arenitos subarcoseanos a ortoquartzíticos subordinados. Nos conglomerados há um nítido predomínio da matriz que chega a perfazer 80% da rocha, na qual se acham imersos fragmentos de composições variadas (gnaisses, quartzo, anfibolitos, riodacitos, granitos, filitos, calcários, etc.). A matriz, em geral, é argilosa, por vezes mais arenosa, de aspecto maciço, sem estratificação visível em escala de afloramento (SEPLAN/MT, 2000, p.52)

De acordo com RadamBrasil (1982), ocorreu a designação da Formação Moenda em substituição à então Formação Puga de Maciel (1959) na ambiência do Grupo Alto Paraguai. Dentre as possíveis explicações da origem dessa formação, surgiram três hipóteses: uma que defende a origem glacial, a que opta pela origem marinha e a que discute a marinha batial, sendo a última considerada a mais aceita em razão da perfeita continuidade deposicional entre essa unidade e a Formação Araras. O seu posicionamento litoestratigráfico acha-se imediatamente subjacente aos calcários calcíticos dessa formação, com os quais se relaciona gradacionalmente.

Essa formação aparece exclusivamente no alto curso, de forma estreita, alongada, confinada em meio a Formação Araras (calcário), descontínua para o norte da bacia (figura 08), onde inicia o médio curso. O relevo apresenta-se suavemente ondulado, encaixado em meio a serras como uma área de abaciamento. As rochas que afloram nesse segmento apresentam-se bastante intemperizadas, demonstrando que passaram por intenso processo de metamorfização nos pretéritos períodos geológicos.

Por se apresentar de forma estreita, longitudinal, pouco influencia no aparecimento de nascentes. Nas observações de campo, foram notadas áreas com plintitos, argilitos, siltitos e metapelitos, que são componentes rochosos com baixa permeabilidade ou percolação profunda, sendo um indicador de lençol freático raso, entretanto, sem a ocorrência de nascente. Ou seja, essa formação contribui sobremaneira para o escoamento superficial.

Por aparecer em um trecho de fundo de vale do alto e médio curso dos córregos Bravo e Mato Grande, essa formação serve como nível de base local e controle estrutural, fazendo com que esses canais apresentem-se encaixados, com poucos meandros e afluentes.

3.1.2.1.2 Formação Araras

Registra-se a ocorrência dessa Formação ocupando uma área de 219,88 km², que corresponde a 23,08% da bacia (tabela 02), presente na serra das Araras, Lavandeira, Jigum, Morraria, Monjolinho, Muquem e Cachoeira. É uma rocha de elevada importância por apresentar a permeabilidade pluvial através da porosidade secundária ou fissural, capaz de promover o abastecimento do lençol freático e de nascentes na própria bacia ou ressurgência em outra localidade.

Luz et al. (1978) fizeram um estudo mais específico e detalhado da Formação Araras, envolvendo o levantamento geológico e geoquímico, admitindo a espessura de 1.300 metros.

Admite-se que o conjunto carbonático da Formação Araras depositou-se em ambiente marinho raso de águas calmas tipo plataforma. De acordo com a sequência das fácies e com base nas características litológicas, acredita-se que as rochas calcárias da porção inferior do pacote estariam mais relacionadas às fácies de plataforma aberta, provavelmente, sublitorânea e os dolomitos na plataforma restrita, aproximadamente litorânea (WILSON, 1975).

Essa Formação é constituída por calcários calcítico e dolomítico. O calcário calcitíco apresenta cores claras (Cálcio), ocorrendo nas porções inferiores e meias encostas. O dolomítico, com a coloração mais escura (Magnésio), aparece com maior abundância, apresentando feições topográficas de colinas e morros desgastados e abaulados no topo, sequenciados e alongados no sentido da estrutura regional.

A presença do calcário dolomítico na superfície contribui para a conservação da morfologia, por mais resistente à dissolução com a ação das águas subterrâneas e superficiais (flúvio/pluviais).

Para Karmann (2009), a dissolução do calcário através do contato com a água contribui para a formação de fendas, fissuras e galerias com maior disposição à ocorrência de drenagem subterrânea, tais como: aquíferos, sumidouros, dutos e dolinas.

Com a lenta dissolução da rocha superficial, ação variável durante o ano, instalam-se rotas preferenciais de circulação da água (vertentes). Dessa forma, essa litologia influencia na formação e disponibilidade da rede de drenagem na bacia do Cachoeirinha. Nas observações, durante as atividades de campo, foi notado um aumento na drenagem nos locais onde o relevo é mais acidentado, formando os vales encaixados. Nesses locais, ocorre um acréscimo no volume de escoamento superficial e na velocidade, que resulta em maior eficiência na dissolução do calcário, aumentando as rotas superficiais. Entretanto, incorre na existência de vários canais intermitentes no período de seca em razão da percolação da água em fissuras ao longo das encostas.

Quanto à transparência da água, turbidez quase nula, é explicada pela solubilidade do calcário que causa variação no pH e na alcalinidade, pela inexistência de coloração agregada e a rápida sedimentação de partículas em suspensão, sendo que, onde elas afloram, apresentam-se transparentes, como nos córregos Bravo e Fundo, afluentes da margem direita do córrego Cachoeirinha, e nos córregos Anhuma e Figueira, afluentes da margem esquerda. Considerando a característica incolor da água cárstica, Freitas et al. (2017) também fizeram os mesmos apontamentos, quando realizaram estudo referente à dureza e à qualidade da água.

Em se tratando das formações cársticas, Pádua (2010) faz menção à região de Bonito (MS) sobre formação calcária, onde ocorre o “sumiço e o aparecimento das águas”, atribuindo aos efeitos da dissolução do calcário. Se comparado à bacia do Cachoeirinha, atribui-se uma relativa juventude quando analisados os padrões e a densidade da rede de drenagem, que são superficiais sobre um nível de base, não apresentando sumidouros, surgências (exocarste), cavernas ou grutas (endocarste).

Nessa região, o lençol freático é abastecido de forma abundante durante o período de chuva, incorrendo deficiência hídrica nos meses de seca. Para tanto, existem os fatores naturais, tais como: mineralogia, textura, pedregosidade, relevo, tipo do solo, cobertura vegetal, dentre outros e os fatores não naturais ligados ao processo de uso, que promovem a supressão da vegetação, seguida da compactação do solo, impermeabilização, que podem interferir na infiltração da água.

3.1.2.1.3 Formação Raizama

A litologia da Formação Raizama é composta pelo Arenito. Através da sua forma granular, apresenta porosidade primária, comunicante, com capacidade de

promover a infiltração e a recarga do lençol freático. Através de suas características naturais, de forma lenta, é capaz de controlar o armazenamento e o movimento das águas subterrâneas, que ocupam os vazios no interior das rochosas ou no regolito, formando as nascentes da bacia do córrego Cachoeirinha.

Almeida (1964) menciona que a origem da sedimentação do Arenito (Formação Raizama) ocorreu em águas pouco profundas, epineríticas, sob consequência das mudanças climáticas, e ainda continua em subsidência na Província Serrana, comprovada pela espessura da sua formação.

A Formação Raizama ocupa uma área 265,57 km², ou seja, 27,88% da bacia (tabela 02). Litologicamente, apresenta, em sua base, frequentes intercalações de camadas de arenitos grosseiros e conglomerados com matriz arenosa fina, média e grossa. É constituída por cores claras, com tonalidades esbranquiçadas, bege, cinza-claro, rósea e mais raramente arroxeada, camadas conglomeráticas com seixos de quartzo atingindo até 3 cm.

O arenito aparece nas serras Cachoeirinha, Branca, Chapola, Campina, Palmeira, Santana, Grande, Morro Branco e serra Morro Grande. Nas observações de campo, foi notado que os pacotes rochosos são resistentes, mantêm a estrutura com alguns taludes rampeados, cristas e escarpas em algumas encostas, sendo responsável pela manutenção do relevo acidentado da Província Serrana.

Nessa região, a permeabilidade nas rochas, em que, consequentemente, ocorre a infiltração, é o mais importante processo de recarga da água no subsolo. Sobre as serras, aparece solo litólico (Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico e Neossolo Regolítico Distrófico leptofragmentário), com a presença de materiais porosos e permeáveis, que, de modo geral, são rasos, com espessuras que não ultrapassam 0,20 cm, que também permitem a infiltração das águas superficiais.

Apesar de ser uma rocha permeável, durante as chuvas, o escoamento superficial ganha velocidade pela inclinação da superfície nas encostas das serras, dificultando a percolação. Entretanto, os obstáculos compostos por blocos e fragmentos de rocha e a vegetação composta por gramíneas e arvoretas (Figura 09) retardam o escoamento linear, provocando pequenos represamentos, fazendo com que ocorra a infiltração vertical, condicionados pela gravidade, temperatura, concentração de sedimentos e a porosidade na rocha/ambiente.



Figura 09: Topo de morro. Características do ambiente com blocos e fragmentos de rocha e cobertura vegetal que favorecem a infiltração.
Fotos: Acervo do autor. **Local:** 15º54'52.37" S – 57º21'35.95"W.

Nos ambientes onde aparece a rocha do arenito, a infiltração ocorre de forma primária, ou seja, apenas pelos poros (intergranular). Nos locais onde a rocha aparece fragmentada, com falhas ou fissuras, que permite a passagem da água, a infiltração acontece de forma secundária, permitindo dupla recarga do lençol freático, aquíferos e nascentes do alto curso da bacia. Esse fato foi estudado por Brêda et al. (2013) na bacia de Resende/RJ. Entretanto, as fissuras também podem servir de ressurgência da água infiltrada, como acontece em uma das nascentes do córrego Cachoeirinha, mostrada na Figura 10-A.

Dos sopés dos paredões (escarpas) e encostas das serras (rocha de arenito), em que brotam as nascentes que compõem alguns afluentes da bacia, por serem áreas movimentadas (dobradas), acontece o escoamento contínuo, não promovendo o encharcamento, o alagamento ou a formação de ambientes pantanosos (veredas).

Um bom exemplo são as duas nascentes do córrego Cachoeirinha. Conceitua-se que é uma nascente de encosta, onde a água, ao aflorar a superfície, escoa pela vertente, descendo até alcançar o nível de base, como mostra a Figura 10 A e B.



Figura 10: **A** – Nascente da fissura da rocha de arenito. **B** – Nascente em meio a fragmentos de rocha. Ambas na encosta da confluência das serras Chapola e Campina.
Foto: Acervo do autor. **Local**: 16°11’57,9” S e 57°27’30,1” W.

No ambiente logo acima do minadouro, onde se encontra a nascente (figura 10-B), nota-se que há um ambiente com dupla porosidade em razão dos fragmentos e blocos de rocha misturados com solo. Isso contribui para manter a umidade durante os meses de junho a setembro, que corresponde ao período de seca na bacia, quando as temperaturas máximas oscilam entre 29.4ºC a 31.8ºC (tabela 01), impedindo que aumente a deficiência hídrica.

Nos demais afluentes, a água nasce das fendas, fissuras das rochas e escoa em canais paralelos, retilíneos, encaixados, de pequena extensão, até desaguar no córrego Cachoeirinha, onde os declives são mais acentuados, favorecendo ao rápido escoamento fluvial, diminuindo a infiltração. Nos segmentos onde a superfície é suavemente ondulada, faz com que o fluxo seja reduzido, aumentando a possibilidade de infiltração com a água dos próprios canais.

O aumento nos índices da precipitação anual nessa região amplia a infiltração e a recarga do lençol freático, uma vez que o movimento da água subterrânea é muito lento se comparado ao escoamento superficial, principalmente em locais desfavorecidos pela inclinação do relevo ou áreas com solo compactado pelas atividades agrícolas e da pecuária.

Nos vales, a infiltração é favorecida pela diminuição da declividade que aumenta o fluxo pluvial vertical, algo de muita importância para o ciclo hidrológico.

Porém, em algumas áreas, isso vem sendo afetado pelo uso e manejo inadequado do solo.

Há de se considerar que a exploração da pecuária (gado leiteiro de corte) e da agricultura (agronegócio) tem promovido a redução da percolação através da compactação do solo. O pisoteio dos animais e a circulação das máquinas agrícolas causam a aproximação das partículas (grãos) em resposta ao sobrepeso, reduzindo o espaço poroso, ocorrendo o deslocamento, o fraturamento e o esmagamento de agregados, dificultando a permeabilidade e aumentando o escoamento superficial.

Em razão do controle estrutural dessa formação sobre o canal do córrego Cachoeirinha, faz-se com que o padrão de escoamento percorra o fundo do vale de forma meandrante e encaixado, com perfil transversal entre as margens em formato de “U”.

O desnível nas encostas das serras compostas de arenito contribui para direcionar o escoamento pluvial convergindo para o canal fluvial. A água, ao alcançar o leito ou nível de base, não encontra áreas de escape ou de inundação, concentrando o fluxo na calha do córrego.

A declividade da vertente fluvial do alto e do médio curso torna o escoamento rápido e turbulento durante os pulsos de cheia, acelerando o processo da erosão vertical (fundo), das margens e no transporte de sedimentos de grosso calibre da montante para jusante, tais como: blocos e matacões de rocha e principalmente areias (Figura 11).



Figura 11: Aprofundamento do canal em rochas de arenito da formação Raizama.
Foto: Acervo do autor. Local: 16°11’49” S e 57°27’31,53” W.

Para Nunes et al. (1994), nos canais que sofrem o controle estrutural, ocorre aprofundamento no canal, maior do que o desgaste marginal. De acordo com Christofoletti (1980), a erosão fluvial nos ambientes onde ocorre o controle estrutural e o encaixamento do canal fluvial pode incidir sob dois processos: corrasão e cavitação. Desse modo, a corrasão provocou o polimento das margens e do fundo do canal, devido à ação do atrito ou impacto das partículas em suspensão, carregadas pelos fluxos turbulentos da água durante os períodos de cheia. Pela cavitação, a água sob condições de velocidade elevada promoveu a fragmentação dos blocos de rocha em arenito, depositando-os dentro do leito. Além dos pequenos detritos, os pacotes rochosos e as formas topográficas do fundo do canal compõem a rugosidade do leito.

Considerando o controle estrutural exercido pelos componentes geológicos (arenito) e geomorfológicos (serras e morros) da Província Serrana no alto e médio curso, eles fazem com que o canal fluvial apresente trechos encaixados, pequenos segmentos retilíneos e outros com contínuos meandros. A presença do quartzo nas rochas areníticas torna-os resistentes a atritos e estável quimicamente, mantendo lento o processo de desgaste ou erosão na calha fluvial, conservação das formas dos canais fluviais.

3.1.2.1.4 Formação Sepotuba

Esta formação ocupa a maior área da bacia com 390,83 km², ou seja, 41,03% (Tabela 02). Aparece no sopé das anticlinais, formando o nível de base no fundo dos vales (sinclinais) entre serras da Chapola e a serra da Cachoeira, serra Morro Grande e serra Branca, serra da Cachoeirinha e a serra do Muquem e entre as serras das Araras e a do Jigum. Caracteriza-se numa sequência de estratos intercalados, menos permeáveis que os arenitos, porém, com capacidade de percolação secundária através das fissuras.

De acordo com os mapas e o relatório do Projeto Radambrasil (1982), a Formação Sepotuba é composta por argilitos, folhelhos e siltitos, ocorrendo de forma mais intensa no alto curso e moderadamente em alguns locais do médio curso da bacia, nos flancos mais externos das anticlinais e as estruturas dobradas em sinclinais, onde está o curso do córrego Cachoeirinha.

De acordo com Almeida (1964), caracterizando a transição entre os Arenitos da Formação Raizama e os Folhelhos da Formação Sepotuba, concluiu-se que estes últimos correspondem ao material argiloso acumulado em águas mais profundas, a

maior distância da costa do mar transgressivo. Apresenta-se bem estratificada com a granulação composta de argila a areia fina, constituída por grãos de quartzo e material siltico-argiloso e os componentes mineralógicos: palhetas de micas, carbonatos, quartzo, feldspato alterado e argilo-minerais cimentados por óxido de ferro.

Barros et al. (1982) afirmam que, litologicamente, a Formação Sepotuba é caracterizada, em sua seção basal, por frequentes intercalações de siltitos finamente laminados, folhelhos e arenitos finos a médios, em cores vermelho escuro, marrom-chocolate e cinza-esverdeado, todas provavelmente de origem primária. São caracterizados por espessos pacotes, os quais se apresentam em camadas finamente estratificadas.

Existe uma predominância argilosa e foliada. Não se observam indícios de processos de erosão concentrada ou de assoreamento de drenagens. Isso devido ao caráter pelítico da unidade, assim como a sua exposição restrita. De acordo com a SEPLAN/MT (2010), a densidade de drenagem caracteriza-se como média a alta nessas áreas, com padrão subdendrítico.

A ausência de assoreamento nos canais fluviais, onde aparece esse afloramento, ocorre em razão dos sedimentos produzidos serem de pequena granulometria, de fácil transporte e os fluxos com capacidade de promover o desgaste ocorrerem nos períodos de cheia, quando existe a capacidade de transportar os materiais.

Conforme as observações realizadas nos trabalhos de campo, percebe-se que, nos locais onde aparece esse afloramento, a erosão no fundo e nas margens do canal está estável. Esse fato é confirmado por Souza (1998) trabalhando com a bacia hidrográfica do córrego Piraputanga-MT, tendo mostrado que o processo erosivo foi mais intenso nas margens compostas de arenito, calcário e, principalmente, nas formações recentes do Quaternário (Aluviões Atuais e Formação Pantanal), quando a erosão acumulada em um período de monitoramento de sete meses foi de 5 a 20 cm e, na Formação Sepotuba, sendo de 1 a 8 cm.

Por outro lado, devido à baixa permeabilidade e ao aumento no escoamento superficial concentrado, somado ao sistema de diaclasamento e da quebra de fragmento dos folhelhos, há evidências de significativa formação de novos canais nos fundos dos vales entre as serras e os morros, aumentando a densidade de canais e de drenagem, quando comparado as outras litologias da bacia. Esse fato é mostrado no trabalho de Farias (2019) na bacia do córrego Taquaral, localizada a oeste da bacia

do Cachoeirinha, onde existe a mesma litologia. Ela informa que é onde inicia a maior parte dos canais, que a baixa permeabilidade permite que o escoamento superficial realize a esculturação do relevo, formando novos cursos de água.

Suas camadas mostram-se planas no fundo dos vales e inclinadas nas encostas, acompanhando a inclinação, com direção de sudeste para noroeste, evidenciando os dobramentos ocorridos pelos esforços tectônicos que dobraram a litologia do grupo Alto Paraguai, como mostra a Figura 12.



Figura 12: Afloramento de folhelhos na base da serra Chapola composta por Arenito (alto curso – Figura 12-A). **Local:** 16º10’23.95”S – 57º28’00.67”W e no médio curso (Figura 12-B). **Local**: 15º51’26.85”S – 57º20’34.37”W. Ambos apontando para direção NNO.
Fotos: acervo do autor.

A foto “A” registra a formação com a coloração de vermelho escura, em forma de pacote mais desgastado, intemperizado, composto por siltitos e argilitos, a uma altitude de 560 metros. Nesses locais, nota-se a redução da capacidade de percolação em razão da própria granulometria sedimentar e o adensamento dos folhelhos, contribuindo para o escoamento superficial.

A foto “B” apresenta coloração cinza, mais conservada do intemperismo, em que as unidades estão quebradas em razão da pretérita pressão tectônica, na altitude

de 223 metros. Nesses locais, é notório que existe maior capacidade de infiltração pluvial, secundária, em razão dos espaços entre os folhelhos.

O solo que aparece sobre essa formação nos flancos das serras e morros é o Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico. Na superfície, aparecem blocos e fragmentos do material de origem (rocha de arenito), metafilito e cascalho, possivelmente, translocado do topo para a base. No fundo dos vales, aparece o Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, que possui boa capacidade de drenagem, sendo capaz de contribuir com o abastecimento do lençol freático.

3.1.2.2 Médio curso

No médio curso da bacia, registra-se a continuação das Formações Araras, Raizama, Sepotuba, discutidas no item anterior, acrescidas dos Coluviões Pleistocênicos e Aluviões Holocênicos e que também estão presentes no baixo curso.

3.1.2.2.1 Coluviões Pleistocênicos

Essa formação apresenta-se com relevo suave ondulado, ocupando uma área de 33,21 km² ou 3,49% da bacia (tabela 02) nas adjacências do córrego Cachoeirinha, com altitudes que variam de 136 a 171 metros na área de planície do rio Paraguai (figura 08) e no entorno do córrego Figueira, que nasce na encosta ocidental da serra das Araras (flanco oeste) constituída de calcário (Formação Araras).

Esse córrego, além de receber material da desagregação e coluviamento, tem sua origem e direção de escoamento influenciadas pela Província Serrana. No local de nascente, aparece uma área encharcada, tipo vereda, onde o relevo é abaciado e, no pequeno trecho que percorre essa formação, apresenta-se com suaves sinuosidades e com fluxo de baixa velocidade.

Ao comparar a rede de drenagem (afluentes do córrego Cachoeirinha) desse trecho com alto curso, observa-se que houve severa redução. Esse fato está associado à geologia, às características do relevo suavemente ondulado, cujas cotas altimétricas variam entre 120 e 300 metros e, consequentemente, a ausência de vales por onde poderiam concentrar o escoamento superficial e formar novas vertentes.

De acordo com Corrêa e Couto (1972), essa formação é constituída por uma sequência argilo-arenosa inconsolidada, estratificada horizontalmente, formada por uma alternância de argila cinza e areia média a fina, de cor branca, amarela e vermelha, com classificação regular a boa. Além do quartzo, as areias possuem

conteúdo regular de caulim. Entremeados às camadas argilosas e arenosas, são localizados leitos laterizados de pequena espessura de areias e conglomerados finos.

Almeida (1964) afirma que os depósitos da fração cascalho com petroplintitas são o resultado da oscilação pluvial e da movimentação, retrabalhamento da dinâmica fluvial atual. Para Figueiredo et al. (1974, APUD BARROS, 1982), essa formação encontra-se em locais mais elevados, mantendo-se preservados, onde não ocorrem as inundações periódicas, contrastando com as áreas rebaixadas que são inundadas temporariamente. Nesse contexto, o que limita a formação dos coluviões a leste é a Província Serrana.

Em se tratando da presença dessa formação nas proximidades da Província Serrana, Silva (2014) também faz essa alusão na caracterização de perfis transversais no segmento entre a Volta do Angical à confluência com o rio Sepotuba, no rio Paraguai - Mato Grosso. Neste trabalho, os Coluviões Pleistocênicos também aparecem logo após a área da província, quando adentra na planície do rio Paraguai.

Nessa formação, o solo é do tipo Latossolo Vermelho Distrófico típico, com uma boa capacidade de drenagem. Isso contribui para a escassez na rede de drenagem, pois o relevo constitui amplos interflúvios, contribuindo para a infiltração pluvial, minimizando o escoamento superficial, anulando a possibilidade do surgimento de vertentes. Nas atividades de campo, foi notado que, além do relevo plano, toda a área é explorada pela pecuária de corte e leite e a boa manutenção das pastagens com *Brachiaria humidícola* contribui no processo de percolação.

No entorno do córrego Cachoeirinha, essa formação influencia de forma direta na estrutura do sistema de drenagem e na dinâmica fluvial, onde aparece, não existem afluentes, constituindo áreas com nula densidade e pobremente drenadas. Em razão do ciclo de encharcamento e seca ao longo dos anos, fez aparecer algumas áreas com solo plíntico, onde é retirado material (cascalho) para aterros de estradas, curral e construção civil.

3.1.2.2.2 Aluviões Holocênicos

Esta formação ocupa uma área de 18,83 km² ou 1,98% da bacia (tabela 02) e ocorre no final do trecho compreendido como médio curso, na área de planície do rio Paraguai e em todo o baixo curso (figura 08) em altitudes que variam de 129 a 150 metros. A origem dos Aluviões Holocênicos relaciona-se à dinâmica do transbordamento da água nas cheias sazonais do rio Paraguai, córrego Cachoeirinha,

Figueira e do córrego Anhumas, durante períodos geológicos pretéritos e atuais, quando carreiam águas e sedimentos para planície de inundação localizada em ambas as margens (córregos e rio). Os depósitos podem acontecer conforme as características do relevo, granulometria dos sedimentos, velocidade do fluxo e intensidade do pulso da cheia.

Alguns fatores podem ser atribuídos para explicar o transbordamento das águas do rio Paraguai durante as cheias, como, por exemplo, a baixa declividade no canal, a velocidade do fluxo e a sinuosidade, que retardam o escoamento, fazendo com que a água recebida dos afluentes a montante seja maior do que a sua capacidade de vazão.

O transbordamento da água dos córregos ocorre em razão do represamento causado ao desaguar em um fluxo maior e mais lento. A água que vem em grande volume da montante nos períodos de cheia, onde o relevo apresenta maior inclinação e forte controle estrutural, acaba pressionando o escoamento a jusante, fazendo com que os córregos extravasem para além da calha fluvial, contribuindo de forma significativa para a formação do solo Neossolo Flúvico.

Vale destacar que o processo de transbordamento da água carreando sedimentos para a planície torna o solo mais fértil e com uma característica paisagística diferenciada da montante da bacia, principalmente em relação à cobertura vegetal que assumiu uma estrutura arbórea, robusta, com importante função de estabilizar o material depositado.

No segmento do córrego Cachoeirinha, onde aparece essa formação geológica, o canal assume um padrão meandrante divagante que serpenteia a área de planície do rio Paraguai. Os depósitos recentes e antigos representam os diferentes comportamentos deposicionais que influenciam no movimento dos meandros e nas demais geoformas fluviais ocorridas em razão da redução da velocidade do fluxo.

Brandão *et al*. (2010, p. 05) fazem essa discussão corroborando com os estudos sobre os “aluviões holocênicos na área sob influência do rio Purus, que são ricos em nutrientes (eutróficos), com influência de sedimentos subandinos”, ou seja, de áreas denudacionais que fornecem material sedimentar para as partes baixas do relevo tornando-o com outra fisionomia paisagística e funcional.

Daniel et al. (2007) fazem essa mesma alusão dos depósitos que acompanham os cursos d’água que compõem a Planície Amazônica, registrando a evolução da rede

de drenagem da região. Eles assinalam que os Aluviões Holocênicos apresentam depósitos que representam os diferentes períodos no comportamento deposicional.

Em razão da baixa declividade topográfica presente nesse trecho, fez-se reduzir a velocidade e, consequentemente, a capacidade do córrego Cachoeirinha transportar sua carga sólida. Com isso, originaram-se algumas morfologias positivas através da deposição de sedimentos no canal, formando bancos de pequenos seixos rolados e areia grossa (centro do canal), barras e pontal. A variação na composição do material depositado pode ser de areias, silte, argila e cascalho. Conforme Barros et al. (1982), as camadas depositadas possuem pequena espessura, não atingindo 10 metros.

Em consequência das características do padrão de fluxo, houve o rompimento do colo de meandros, sendo que, futuramente, esses rompimentos poderão ser colmatados, dando origem a ilhas. Em áreas próximas às margens do córrego Cachoeirinha, na planície de inundação, onde aparecem áreas baixas, deprimidas, formaram-se algumas geoformas negativas, que são as lagoas (Figura 13).



Figura 13: Geoformas presente na área dos Aluviões Holocênicos.
Fonte: Google Earth Pro.
Organizado pelo autor/2021.

As lagoas possuem ligação direta com o córrego Cachoeirinha somente no período de cheia na região. Apresentam formas circulares, semicirculares e irregulares, permanecendo cheias na estação chuvosa, com baixo nível ou até secas

no período de estiagem. Nesse caso, aumentam a dependência da presença e o abastecimento do lençol freático.

No período de cheia, são abastecidas por água e sedimentos que transbordam do leito do córrego Cachoeirinha e do rio Paraguai. Além desse fluxo, também recebem material das áreas mais altas do entorno durante os eventos de chuva, quando o escoamento superficial transporta sedimentos, acelerando o processo de colmatação, tornando-as mais rasas e largas.

Onde aparece essa geologia, o relevo local é plano e o regional suave ondulado, o que impossibilita a formação de nascentes e/ou vertentes fluviais, porém, contribui para a infiltração e recarga do lençol freático, minimizando os efeitos do déficit hídrico nos períodos de seca.

3.1.2.3 Baixo curso

No baixo curso da bacia, além das Formações dos Aluviões Holocênicos e Coluviões Pleistocênicos já descrita no item anterior, também aparece a Formação dos Terraços Holocênicos.

3.1.2.3.1 Terraços Holocênicos

Esta formação ocupa a menor área da bacia, sendo 4,12 km² ou 0,43% (tabela 02), aparecendo em vários locais isolados com relevo mais elevado nas bordas da planície de inundação (Figura 08), próximo à foz do córrego Cachoeirinha. Nas observações *in loco*, foi percebido que são locais mais altos e abaulados no topo.

Alguns são compostos por uma camada de cascalhos lenticulares de fundo de canal, em outros, aparece um intenso processo de laterização, resultado da oscilação dos períodos úmidos e secos. Apresenta uma camada de solo arenoso de coloração escura sobreposto de até 0,40 cm, onde se desenvolve a pastagem cultivada ou a vegetação primária. Em outros, esse horizonte laterizado está exposto, onde se desenvolve uma vegetação de menor porte juntamente com espécies de gramíneas.

Mendonça et al. (2015) afirmam que esses horizontes concrecionários são encontrados sobre terraços que foram áreas de antigas planícies de inundação nas campinaranas na Amazônia Brasileira. Esse fato pode ter ocorrido nessas áreas próximo à foz do córrego Cachoeirinha.

Ross (1991) corrobora com a discussão e afirma que esse horizonte de alteração quase não ultrapassa um metro de espessura e que, em muitos pontos, aflora em superfície. Explica ainda que:

> Estes eventos de natureza morfopedológica encontram explicação nas condições climáticas da região. O clima com estações chuvosas e secas bem definidas pode explicar a presença dos solos com horizonte concrecionário, que oferece forte resistência ao entalhamento dos vales e à dissecação do relevo. Por outro lado, a ocorrência de enérgicos episódios de chuvas, juntamente com uma cobertura vegetal pouco densa, contribuem para uma erosão laminar intensa, transportando principalmente o material fino de alteração (argilas e siltes) e deixando como residual os materiais grosseiros [...] (ROSS, 1991, p.10).

Essa formação geológica possui estreita relação com o sistema de dissecação da Província Serrana, de onde recebe sedimentos. Através do processo deposicional, envolvendo fatores climáticos, geomorfológicos, pedológicos e de cobertura vegetal, configura-se a paisagem dessas áreas. A vegetação encontra-se parcialmente preservada, aparecendo nas áreas de maior tempo submersas e encharcadas pelo transbordamento das águas do rio Paraguai e do córrego Cachoeirinha. No seu entorno, é explorado pela criação de gado bovino de corte.

Nas áreas onde aparece essa formação, a altitude é de 131 a 136 metros, considerada como as terras altas dessa região, que os moradores utilizam para construção de casas, curral, pista para pouso de avião e abertura de estradas. Além dessas funções, ela desempenha o papel de controlar o transbordamento das águas do rio Paraguai e do córrego Cachoeirinha, criando áreas isentas de inundações sazonais.

Nesses locais, aparece o solo Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico arênico, com a camada superficial composta por sedimentos aluviais (0,20 cm) e os demais horizontes com material plíntico. Este exerce a importante função de controlar o avanço dos processos erosivos das margens côncavas do córrego Cachoeirinha.

Quanto à disponibilidade da rede de drenagem, suas limitações areal, geomorfológica e pedológica deixam-na pobremente drenada. É uma formação influenciada pelas condições de sedimentação e da oscilação da umidade local.

3.1.3 Geomorfologia

Nos estudos geomorfológicos foi caracterizada a morfoestrutura, destacando-se três unidades de relevo: a Província Serrana, a Depressão do Alto Paraguai e a Planície do Rio Paraguai, como mostra a Figura 14.

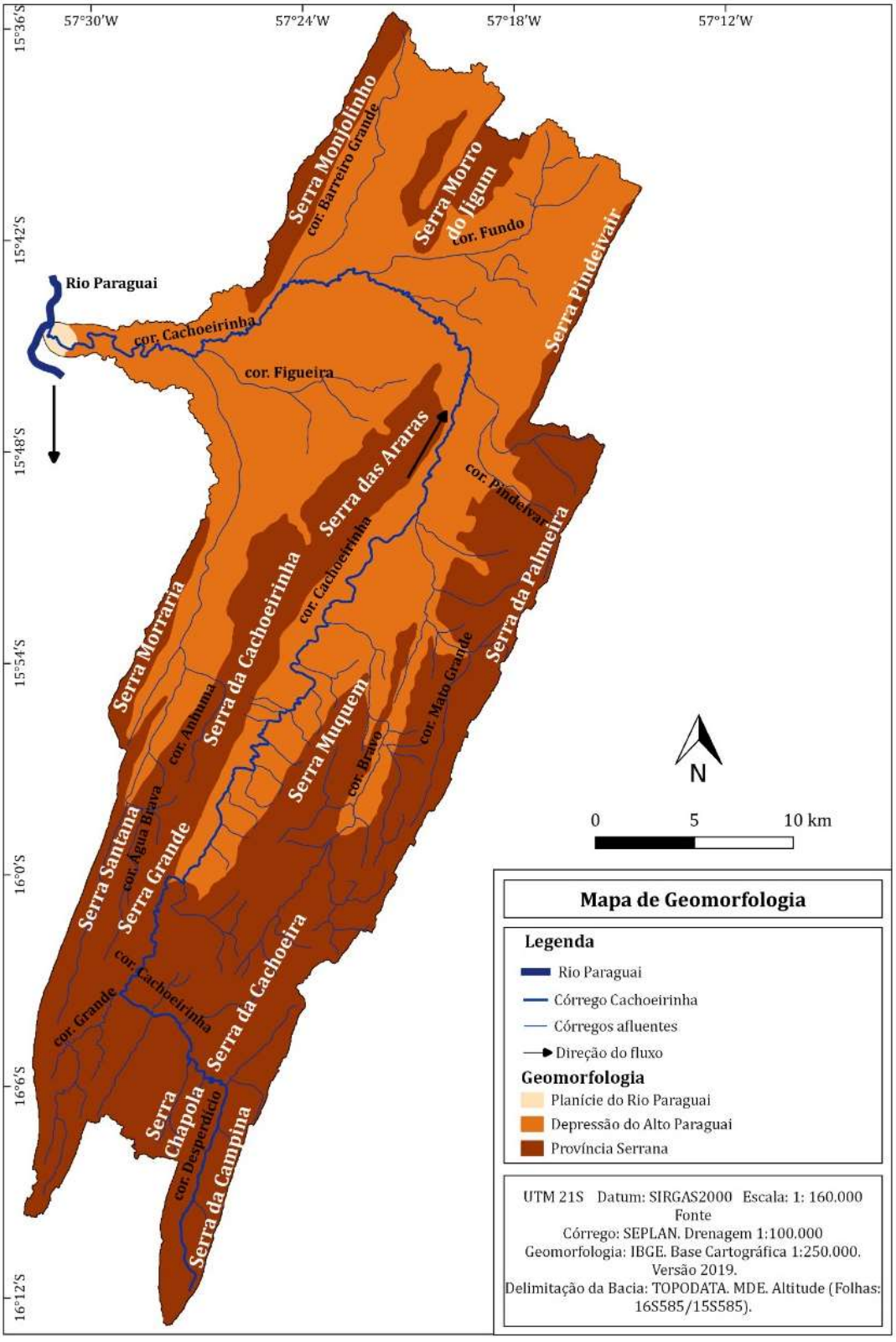


Figura 14: Mapa Geomorfológico da bacia do córrego Cachoeirinha.
Elaborado por Santos/2020.

A Província Serrana é uma estreita e alongada faixa de dobramentos rochosos, paralelos, que afloram na superfície, oriundos de movimentos tectônicos. Ela influencia na origem e na direção do fluxo de importantes bacias hidrográficas. Ao sul

e a oeste, está a bacia do rio Paraguai; a leste, situa-se a do rio Cuiabá, ambas participantes da grande bacia do rio Paraná. Ao norte da província, estão as bacias dos rios Arinos e Teles Pires, ambos formadores da grande bacia Amazônica. Caracteriza-se por uma extensão de aproximadamente 400 km de comprimento e 40 km de largura, remanescentes de fases erosivas do Pré-Cretáceo e do Cenozóico;

A Depressão do Alto Paraguai caracteriza-se como uma extensa área drenada pelo alto curso do rio Paraguai e seus afluentes. Envolve uma superfície pouco dissecada com pequeno desnível de norte para o sul, apresentando-se rampeada de leste para oeste em razão da Província Serrana, com altimetria oscilante entre 120 e 300 metros. No ambiente de estudo, apresenta-se como uma área entalhada nos vales da Província que tem a função de esculpi-la por meio do desgaste erosivo e transportar sedimentos e água até o local de planície.

A Planície do Rio Paraguai é marcada por ser uma área plana, de baixa altitude, associada a depósitos Quaternários, principalmente, Holocênicos. Sazonalmente, é inundada pelos pulsos de cheia do próprio rio e de seus afluentes, quando recebe cargas de sedimentos transportados pela rede hidrográfica capaz de fazer a conexão com a áreas mais altas

3.1.3.1 Alto e médio curso

No alto e médio curso da bacia, aparecem as seguintes unidades geomorfológicas: Província Serrana e a Depressão do Alto Paraguai.

3.1.3.1.1 Província Serrana

A Província Serrana é a unidade geomorfológica responsável pela origem da bacia do córrego Cachoeirinha. Ela ocupa uma área de 501,56 km² ou 52,65% da bacia (Tabela 03), determinando o tipo das nascentes, a direção do fluxo, o padrão da drenagem, dos canais, enfim, toda a dinâmica fluvial.

Tabela 03: Formações geomorfológicas e a área de abrangência na bacia

Classe	Área em km²	Área em %
Província Serrana	501,56	52,65
Depressão do Alto Paraguai	448,76	47,11
Planície do Rio Paraguai	2,29	0,24
Total	**952,61**	**100**

Organizado pelo autor/2020.

Os canais nascem e escoam dos sopés das encostas das serras (alto e médio curso) e são influenciados pelas feições morfológicas, criando fluxos lentos em alguns trechos e turbulentos em outros. A presença de afloramentos rochosos de forma transversal ou diagonal ao canal faz aparecer as corredeiras. Nos locais onde o córrego direciona-se de um relevo mais alto para os mais baixos (vários casos), surgem as cachoeiras, fato que se dá o nome do córrego.

Quanto aos afloramentos rochosos no leito dos córregos que provocam fluxos turbulentos, Bühler et al. (2016) fazem menção à bacia hidrográfica do córrego Jacobina, também inserida na Província Serrana, localizada ao sul da área de estudo.

A Província Serrana apresenta um conjunto de serras paralelas, com relevo entalhado em uma estrutura dobrada na Formação do Alto Paraguai. Ela comporta truncamentos de topo e é moldada em rochas duras (Formação Raizama), com sinclinais suspensas e anticlinais escavadas (vales abertos em rochas tenras), influenciando no perfil longitudinal do córrego Cachoeirinha (ROSS e SANTOS, 1982).

Ribeiro Filho et al. (1975) caracterizaram a Província Serrana como um sistema sucessivo de serras paralelas, formadas por dobramentos e falhamentos das camadas sedimentares do Grupo Alto Paraguai.

Para Penha (2008) e Guerra e Guerra (2008), as anticlinais são as cristas ou dobras convexas para cima, nas quais as camadas inclinam-se de maneira divergente. As sinclinais são as áreas deprimidas com dobras côncavas, onde as camadas dobram-se de modo convergente, formando uma depressão.

O fundo das sinclinais formam corredores encaixados (vales) que recebem água e sedimentos das encostas das anticlinais. Delas, também descem as vertentes (canais fluviais) que abastecem o canal principal, sendo que algumas possuem fluxos temporários, ou seja, são dependentes do período de chuva, quando são abastecidos pelo escoamento superficial e da recarga do lençol freático, como mostra a Figura 15, em um pequeno trecho da região da nascente do córrego Cachoeirinha, localizado no vale do Desperdício.



Figura 15: Vale do Desperdício onde se encontra a nascente do córrego Cachoeirinha.
Fonte: Google Earth Pro. **Organizado** pelo autor/2020.

De acordo com Ross e Santos (1982), a formação do relevo da bacia do córrego Cachoeirinha apresenta os eixos principais das dobras apontados na direção NE-SO e, secundariamente, na direção ENE-OSO em áreas mais a leste do conjunto. Isso influencia diretamente na direção do fluxo pluvial e fluvial.

As rochas do Grupo Alto Paraguai expõem uma simétrica sucessão de dobras em anticlinais e sinclinais por terem passado por dobramentos e falhamentos. Essa movimentação provocou o desenvolvimento das braquianticiclinais e braquissinclinais acompanhadas de falhamentos inversos e deslocamentos horizontais resultantes de esforços compressivos que atuaram de SE para NO.

Posteriormente, a fase orogênica do Pré-Cambriano Superior, o conjunto anteriormente apresentado passou por períodos de erosão que truncaram as partes mais altas das anticlinais. Esses eventos, como afirmam Ross e Santos (1982), podem ser percebidos ao longo das cristas monoclinais esculpidas nas bordas de anticlinais escavadas e em abas de sinclinais elevadas. Essas cristas estão moldadas em rochas de arenito da Formação Raizama e encontram-se com os topos retos. Logo, pode-se verificar algumas diferenças na altimetria variando de 500 a 800 metros, tanto na extremidade sul, quanto na seção central do conjunto serrano.

No alto curso da bacia do Cachoeirinha, podem ser encontradas as serras que apresentam uma sequência de dobras em anticlinais e sinclinais. Algumas anticlinais são interiormente escavadas, aparecendo as sinclinais encravadas no topo. Durante e após os eventos de precipitação, ocorre a formação de cachoeiras em alguns pontos da borda das anticlinais suspensas, onde estão as escarpas.

A Figura 16 mostra o perfil de elevação (alto curso), dando destaque na distribuição paralela das serras da Província Serrana. Nesse segmento, nota-se que o córrego Cachoeirinha encaixa-se entre as serras Grande e Branca, compostas por arenito da Formação Raizama, juntamente com a Formação Sepotuba, as quais apresentam resistência aos processos erosivos, pela presença do quartzo e da composição argilosa dos pacotes de folhelhos.

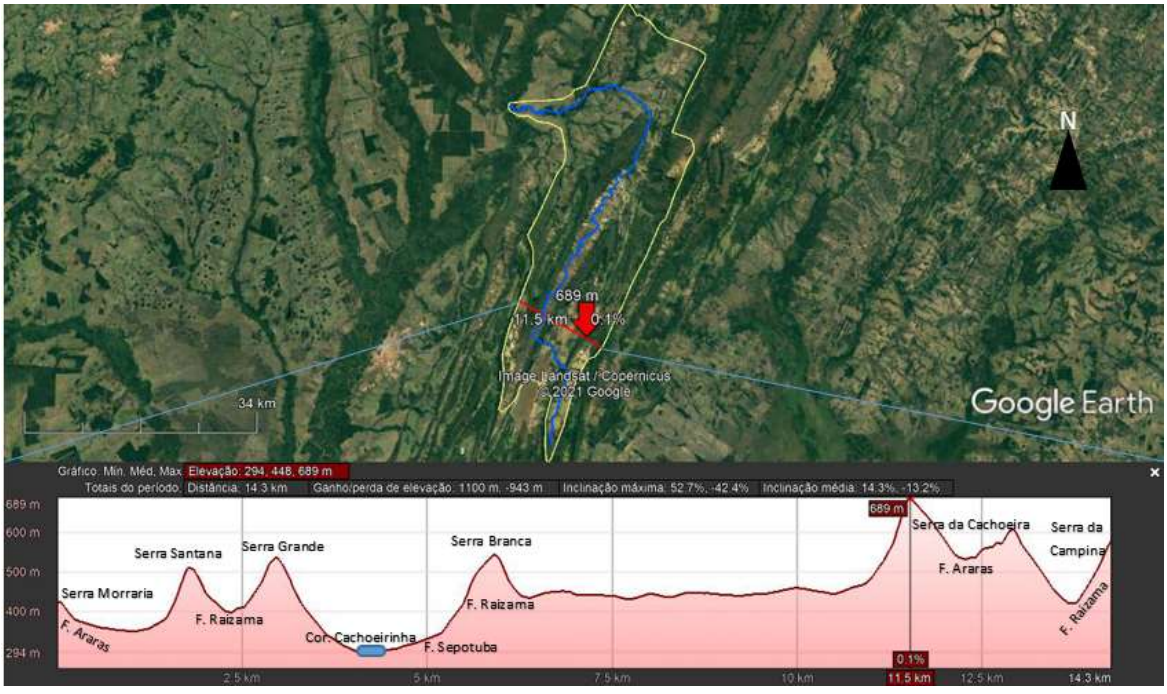


Figura 16: Perfil de elevação mostrando a distribuição das serras paralelas e a geologia local.
Fonte: Google Earth Pro. Organizado pelo Autor/2021.

Quanto à distribuição das serras, a altitude e a composição litológica são de extrema importância para determinar os tipos de nascentes da bacia. Elas brotam das encostas, dos sopés, onde existem fendas, entre meio a pequenos blocos de rochas ou de saprolito, em diferentes altitudes e descem as vertentes até o fundo dos vales. No Quadro 02, é possível verificar as diferentes altitudes e litologias que elas aparecem.

Quadro 02: Altitudes das nascentes e as litologias das serras

Ordem	Margem	Córrego	Altitude m)	Serra	Litologia
01	Esquerda	Desperdício	583	Chapola/Campina	Arenito
02		Grande	493	Branca	Arenito
03		Anhuma	285	Cachoeirinha	Arenito
04		Água Brava	393	Morraria	Calcário
05		Figueira	177	Araras	Calcário
06	Direita	Mato Grande	359	Palmeira	Arenito
07		Pindeivar	696	Palmeira	Arenito
08		Bravo	467	Cachoeira	Calcário
09		Fundo	187	Morro do Jigum	Calcário
10		Barreiro Grande	229	Monjolinho	Calcário

Organizado pelo autor/2021.

É verificado que as maiores altitudes estão nas serras compostas por arenito. Por ser uma rocha mais resistente aos efeitos erosivos, tem ocorrido a sua conservação, inclusive, com taludes íngremes e até escarpas abruptas. Na base das elevações, é onde geralmente aparece o afloramento do lençol freático. Conforme o quadro 05, nota-se que tanto a litologia do calcário, quanto a de arenito apresentam-se responsáveis ao aparecimento de nascentes na Província Serrana, ou seja, possuem igual importância para a recarga de aquíferos e manutenção da rede de drenagem.

Na Figura 17, é possível verificar a distribuição, as formas e a altitude das serras na bacia do Cachoeirinha. Elas exercem influência nos tipos de nascente, direção das vertentes, padrão de escoamento, condições climáticas, composição pedológica, cobertura vegetal, formas de uso e exploração da terra, dentre outras. Quanto à direção do escoamento, com a maior altitude ao sul e a leste da bacia, fez com que sete vertentes se desenvolvessem na direção Sul X Norte, uma na direção Leste X Oeste e apenas duas no sentido Norte X Sul. De modo geral, a maioria dos canais escoam na direção oposta da bacia receptora a jusante (rio Paraguai) que desce do Planalto do Parecis, fluindo de Norte para o Sul, tornando a bacia do Cachoeirinha com uma drenagem obsequente.

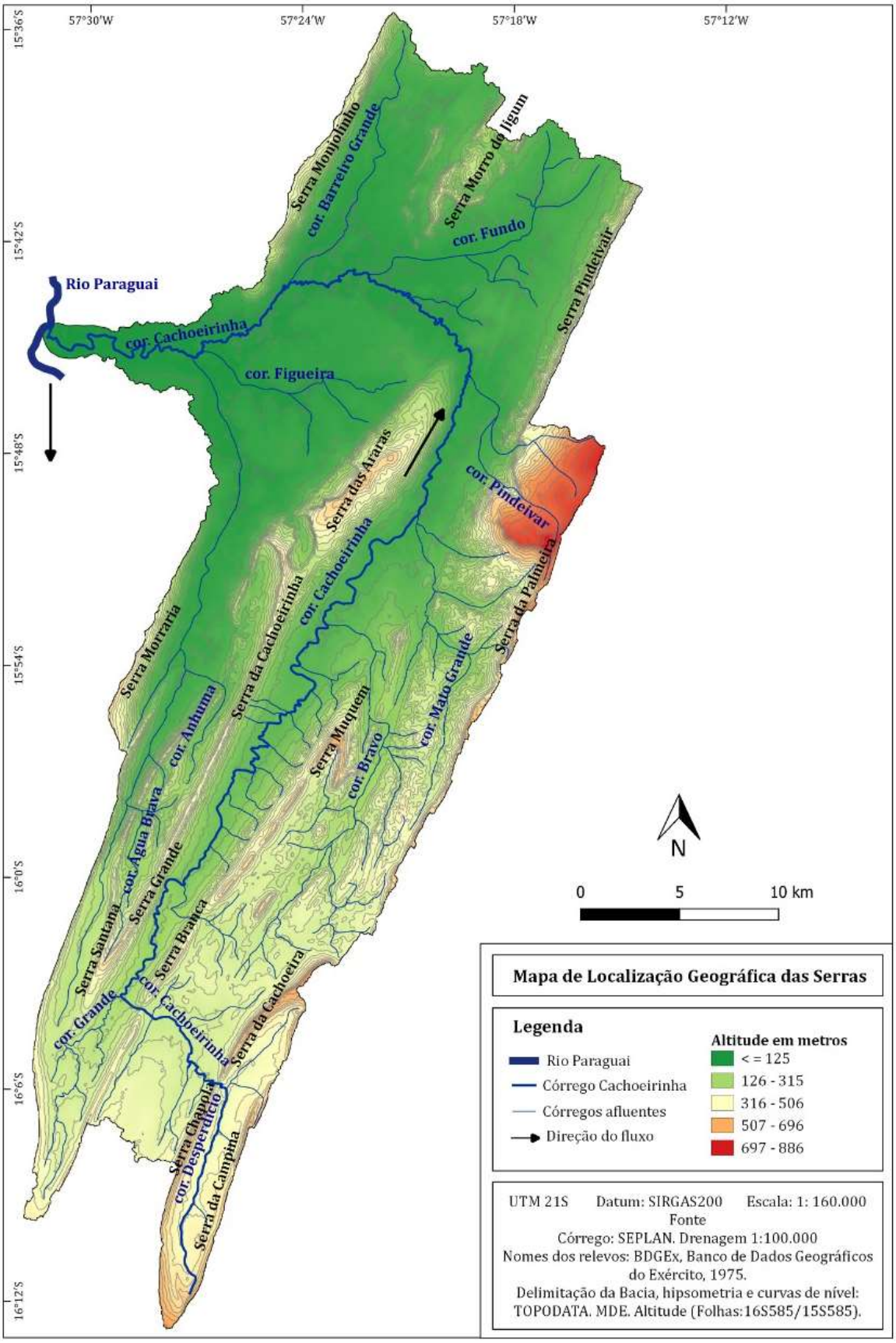


Figura 17: Mapa de localização das serras da bacia do córrego Cachoeirinha.
Fonte: BDGEx (1975). Organizado pelo autor (2020).

Em relação à altitude das nascentes, o desnível topográfico, o comprimento das vertentes podem ser compreendidos como maior possibilidade de gerar sedimentos em razão dos processos erosivos fluviais e pluviais, através dos fluxos turbulentos que descem das áreas altas, até estabilizar no fundo dos vales.

Nas observações de campo, foi percebido que, nas partes externas da anticlinal da serra do Muquem, existem cristas assimétricas baixas, esculpidas em rochas da Formação Sepotuba (folhelhos), do mesmo modo, no fundo dos vales, servindo de nível de base local. De modo geral, são áreas cobertas pela vegetação do Cerrado que se adaptou às condições ambientais.

Um aspecto importante a considerar-se na estrutura da Província Serrana é sua influência no padrão de drenagem da bacia. Em razão da maioria das vertentes fluviais acompanhar a inclinação das camadas sinclinais, seguindo a zona de fraqueza no fundo dos vales, originou-se a drenagem subsequente. O formato dos canais escoando por vales paralelos, separados pelas serras, para a mesma direção, criou a drenagem paralela.

As características do clima também recebem influências na região da província. Além da formação de duas unidades climáticas, a altitude impede a livre passagem de massas de ar quente, fazendo com que ocorra a ascensão, ou subida repentina, principalmente das massas vindo de sudeste, do oceano Atlântico. Nesse processo, acontece a chuva orográfica na região, aumentando a média de precipitação anual, quando comparada nas regiões com baixas altitudes, como o baixo curso da própria bacia.

3.1.3.1.2 Depressão do Alto Paraguai

Influenciado pelo controle estrutural da Província Serrana, está presente no fundo dos vales onde estão os canais que compõem a rede de drenagem da bacia que drena as águas pluviais e fluviais e os sedimentos das áreas de maior altitude.

Esse compartimento geomorfológico aparece no alto e médio curso da bacia, principalmente, no médio curso, com altitudes de 137 a 304 metros, ocupando uma área de 448,76 km², correspondente a 47,11% (Tabela 03), caracterizando-se por níveis de base. Os interflúvios variam de amplos a estreitos, relevo rampeado com pequeno desnível topográfico de leste para oeste, com a drenagem pouco profunda em razão do embasamento rochoso.

Ross (1991) afirma que esse desnível é de origem pretérita causado pelo movimento tectônico e que a rede de drenagem adaptou-se a ele, condicionada ainda por processos erosivos subsequentes, comprovado pelo surgimento de linhas de pedras e horizontes de concreções ferruginosas nos taludes, evidenciando processos erosivos recentes.

Quanto à deposição de linha de pedra, Stevaux e Latrubesse (2017) afirmam que esse processo de deposição dá-se de forma gradativa e seletiva, iniciando pelos materiais mais grosseiros, consequentemente, há redução do fluxo fluvial por afloramento rochoso transversal, mudança de nível de base, aumento da rugosidade ou diferentes zonas climáticas na bacia.

Isso mostra que a ação fluvial já instalou a rede de drenagem de forma bem hierarquizada. Entretanto, ainda ocorrem mudanças no nível de base local. Esse fato é evidenciado na morfologia da área, onde são encontradas três unidades de relevo com diferentes altitudes e litologias. Província Serrana, passando pela Depressão do Alto Paraguai, chega à Planície do Rio Paraguai.

No contexto das discussões de erosão e deposição, pode ser apontado que essa depressão vem passando pelo processo de agradação em razão da denudação das áreas mais altas, das serras e morros e de agradação das partes baixas do relevo, onde ocorre a deposição do material sedimentar.

3.1.3.2 Baixo curso

3.1.3.2.1 Planície do rio Paraguai

Apresenta altitudes de 129 a 136 metros e ocupa a menor área da bacia, 0,24% (tabela 03). O córrego sem o controle estrutural da Província Serrana e da Depressão do rio Paraguai segue com padrão meandrante divagante, em que diminui a declividade do terreno, a velocidade do fluxo, a carga e o calibre dos sedimentos e aumenta o processo de deposição.

Para Stevaux e Latrubesse (2017), a sedimentação é um dos estágios de um ambiente fluvial, onde a carga de material transportado pode ser depositada a qualquer momento, desde que o fluxo perca a capacidade de transporte. Entretanto, todo o material pode ser erodido e transportado novamente, exceto quando ocorre mudança no regime hidrológico, tectonismo, interferência humana através de barramento.

A baixa declividade faz originar uma característica típica em área de planície, que é o transbordamento das águas do rio Paraguai durante os períodos de cheia. Isso faz com que o segmento do baixo curso do córrego Cachoeirinha apresente características peculiares, diferentes do alto e médio curso. Isso influencia na composição e estabilidade do solo, umidade do ar e do solo, no modo de exploração da terra, na cobertura vegetal e, principalmente, na composição dos sedimentos depositados.

Para Souza et al. (2012), o nível da água do rio Paraguai eleva-se durante o período de cheia, transbordando para os canais secundários, baías, lagoas e planícies fluviais marginais, provocando a remoção e a remobilização de sedimentos nesses ambientes. Nesse contexto, o córrego Cachoeirinha é atingido por esse processo, quando, no período de cheia, é barrado pelo transbordamento do rio Paraguai, aumentando a deposição dos sedimentos transportados das áreas a montante.

De acordo com Stevaux e Latrubesse (2017), esse tipo de relevo é de extrema importância para dinâmica natural do sistema fluvial, uma vez que, nas áreas de relevo inclinado e com vegetação esparsa, como no caso da Savana ou Cerrado Tropical, ocorre um escoamento superficial rápido, reduzindo o processo de infiltração. Já nas áreas de planície, acontece efeito contrário, maior infiltração, minimização dos processos erosivos e, consequentemente, recarda do lençol freático.

As compartimentações topográficas de uma bacia hidrográfica, das mais íngremes às planas, em cada uma delas, ocorrem diferentes processos de esculturação das formas de relevo, ou seja, ambientes com intensa atividade erosiva, de transporte e de deposição (MEDEIROS, 2016). Nesse contexto, pode ser apontado que, das três formas de relevo existentes na bacia do córrego Cachoeirinha, a Planície do Rio Paraguai é a que possui maior instabilidade, por receber sedimentos transportados da montante, que são fornecidos pelos agentes de intemperização.

Os depósitos em forma de barras de pontal formadas nas partes convexas do canal encontram-se em processo de estabilização, formando os diques marginais. Essas áreas são cobertas por vegetação monodominante, como, por exemplo, o sarã (*Sapium obovatum*). Esse fato também foi abordado por Leandro et al. (2018) discutindo a formação vegetal pioneira no rio Paraguai em “ambientes de deposição, sobretudo em barras de pontal, ambientes de confluência e em canais colmatados. Destacam-se as espécies herbáceas sucedidas por arbustivas e arbóreas*”.*

Nas observações em campo, durante o período de seca, foi constatado que, ao terminar a influência da depressão e iniciar a planície, findam também os depósitos de seixos rolados no centro do canal e iniciam os de areias nas margem convexas do córrego Cachoeirinha. Esse fato é citado nas discussões de Ross (1991) referentes a estudos realizados na bacia do rio Paraguai e seus afluentes.

3.1.4 Cobertura vegetal

A cobertura vegetal presente na bacia é o Cerrado. Entretanto, em uma mesma área, apresenta-se com características físicas heterogêneas, tais como: estatura, estrutura de galhos, raízes, troncos e coloração das folhas. Isso ocorre devido às influências climáticas, os fatores topográficos, os pedológicos, os topográficos e a umidade, em que cada unidade corresponde as influências locais (Tabela 04).

Passiva de ser ocupada ou de extrema necessidade de preservação, cobrem extensas áreas do alto ao baixo curso da bacia, nos topos e encostas de serras e morros, nos vales encaixados e nas margens dos canais fluviais.

Tabela 04: Composição da cobertura vegetal da bacia do córrego Cachoeirinha

Classe	**Área km²**	**Área %**
Savana Parque sem floresta-de-galeria	46,31	4,86
Savana Arborizada sem floresta-de-galeria	521,88	54,78
Savana Arborizada com floresta-de-galeria	289,11	30,35
Savana Florestada	46,76	4,91
Floresta Estacional Semidecidual Aluvial com dossel emergente	48,55	5,10
Total	**952,61**	**100**

Fonte: IBGE, 2017.
Organizada pelo autor/2020.

Como já mencionado, essa formação savânica é distribuída ao longo da bacia nos segmentos do alto, médio e baixo curso:

- ✓ Alto curso: Savana Parque sem floresta-de-galeria, Savana Arborizada sem floresta-de-galeria, Savana Arborizada com floresta-de-galeria e a Savana Florestada.
- ✓ Médio curso: Savana Arborizada sem floresta-de-galeria, Savana Arborizada com floresta-de-galeria, Savana Florestada, Floresta Estacional semidecidual aluvial com dossel emergente;
- ✓ Baixo curso: Savana Arborizada sem floresta-de-galeria e a Floresta Estacional semidecidual aluvial com dossel emergente (Figura 18).

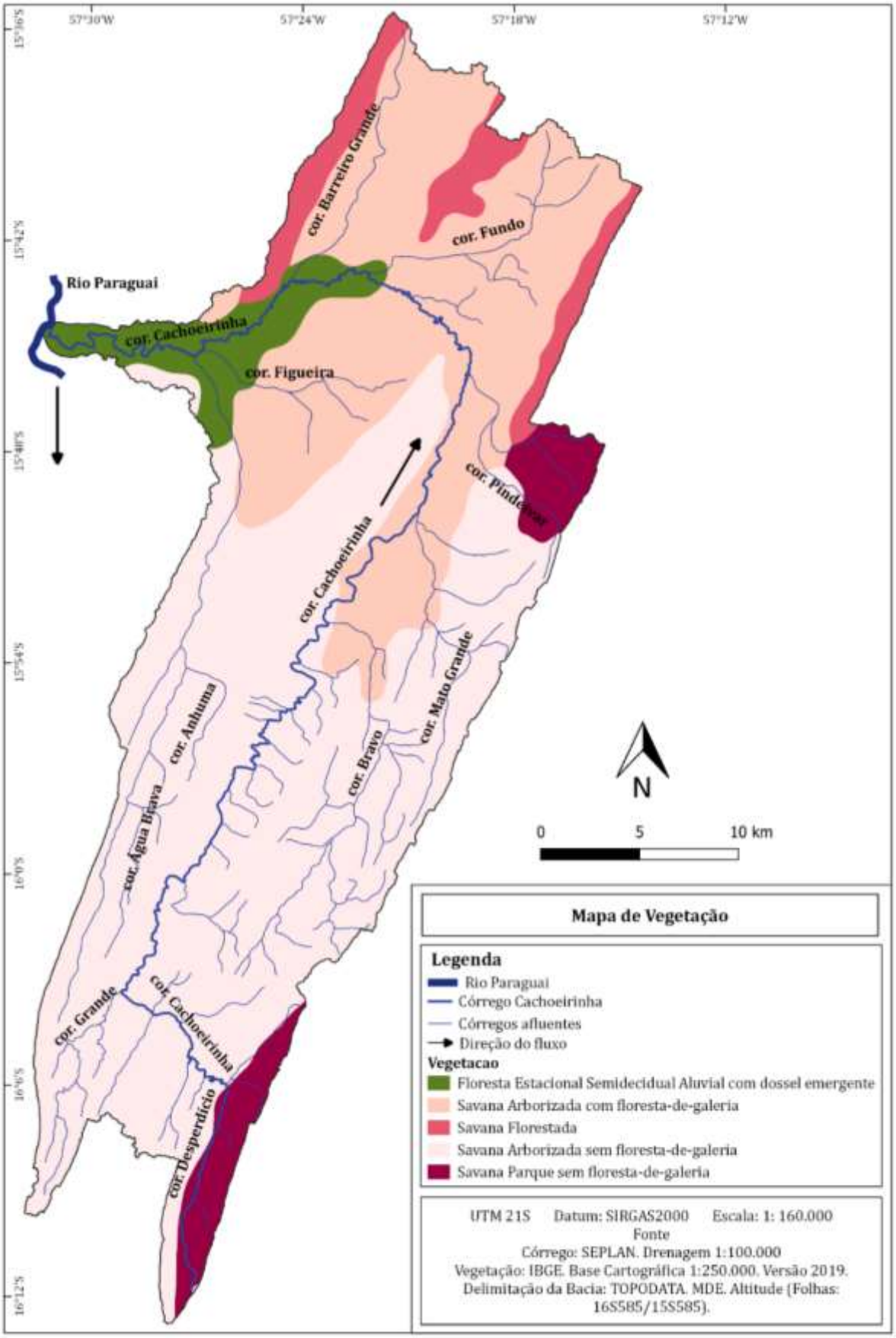


Figura 18: Mapa da cobertura vegetal da bacia do córrego Cachoeirinha.
Elaborado pelo autor/2020.

3.1.4.1 Alto curso

3.1.4.1.1 Savana Parque sem floresta-de-galeria

Essa formação é a que cobre a menor área da bacia, sendo 4,86% (tabela 04). Ocorre em dois locais, no Vale do Desperdício, entre as serras Chapola e da Cachoeira, a oeste, e a serra da Campina, a leste, a uma altitude de 505 a 696 metros e, no extremo nordeste da serra da Campina, a uma altitude de 697 a 886 metros (Figura 17). No vale, a vegetação foi suprimida, dando lugar à pecuária de corte e ao monocultivo de grãos: soja, milho e milheto.

Nesse setor da bacia, essa vegetação é condicionada a duas estações climáticas anuais, uma chuvosa e outra seca. De acordo com o IBGE (2012), outra influência é a gênese dos solos. Ocorre em terrenos areníticos lixiviados, profundos, e ricos em alumínio trocável, nos quais surgiram plantas oligotróficas, variando a altura entre 2 e 10 m.

Apresenta comunidade vegetal lenhosa, tortuosa com ramificação irregular, com capacidade de resistir ao período de seca, ritidoma esfoliado corticoso rígido ou córtex macio. Das espécies repetitivas da sua composição florística, destacam-se o pequi (*Caryocar brasiliense* Cambess*),* sucupira-preta (*Chamaecrista amorimii* Barneby), faveiro (*Dimorphandra mollis* Benth), angico-preto (*Anadenanthera peregrina*), pau-santo (*Xylopia cayennensis* Maas), jatobá (*Hymenaea altíssima* Ducke) e a pata-de-vaca (*Bauhinia forficata*).

Ferreira (2011) enfatiza a importância do Cerrado, assinalando que:

> O Cerrado recobre a região do Planalto Central Brasileiro, e algumas áreas endêmicas, tais como as superfícies aplainadas de cimeira e a presença de solos concrecionários. As paisagens do Cerrado se constituem num importante ecossistema, possuindo, além do significado ecológico, um papel sócio-econômico e estético paisagístico que lhe confere importância regional, principalmente quanto ao aspecto de constituírem refúgios fauno-florísticos e por serem ambiente de nascedouro das fontes hídricas [...] (FERREIRA, 2011, p. 01)

Dos temas tratados pelo IBGE (2012, p. 145), também é abordado sobre os refúgios ecológicos, como sendo locais “condicionados por parâmetros ambientais muito específicos*, [...]*. Nesse contexto, as serras com diferentes altitudes e os cumes com solos litólicos da Província Serrana são ambientes que podem apresentar tal característica.

3.1.4.1.2 Savana Arborizada sem floresta-de-galeria

Essa formação recobre 54,78% da área (Tabela 04). Além de cobrir o topo e as encostas das serras Chapola, Cachoeira, Branca, Muquem, Grande, Santana, Cachoeirinha, Morraria e serra das Araras, ela aparece também nos morros e nos vales situados entre as respectivas serras.

Apresentando variedades na sua fisionomia, essa paisagem caracteriza-se nas extensas encostas areníticas e carbonáticas de solos deficientes, rasos, bastante lixiviados, às vezes, concrecionários. É uma formação campestre, entremeada de pequenas árvores ou arvoretas com alturas de 2 a 5 metros (Figura 19).



Figura 19: Domínio de arvoretas na encosta oriental da serra da Chapola em solo com concreções. **Foto:** Acervo do autor. **Local**: 16°11'46,04" S e 57°27'38,20" W.

Silva (1989) afirma que as características fisionômicas dessa formação florestal são próprias, conforme os ambientes, as formas de terreno, os declives, a composição dos solos e o regime pluviométrico. Nas encostas, em solos rasos recobertos por espécies de gramíneas, as árvores aparecem mais espaçadas, baixas, retorcidas, com copas irregulares, algumas com casca grossa, corticosa e folhas coriáceas.

A variação sazonal (período de estiagem e chuvoso) provoca a oscilação de subida e descida no nível do lençol freático da Província Serrana, ajudando a explicar a fitofisionomia da vegetação nesse segmento da bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha.

Para Salles e Pita (1997), essa vegetação é característica do Brasil Central, correspondendo a uma formação com estrato herbáceo, predominantemente gramíneo. Os arbustos são entremeados de pequenas árvores ou arvoretas com

raízes profundas, troncos e galhos retorcidos, presentes nos solos pobres sem nutrientes, ácidos e que apresentam escassez de água em certas épocas do ano.

Essa formação vegetal cobre áreas de topografia homogênea sem rede de drenagem ou onde os solos são concrecionários. Nesse setor, o canal do Cachoeirinha é encaixado em função do controle estrutural exercido pelas encostas das serras e dos morros. Com isso, cria-se um limite da área de inundação sobrejacente ao canal fluvial que possa expandir umidade, influenciando nas características da cobertura vegetal das áreas do entorno, limitando as possibilidades do desenvolvimento de um extrato arbóreo.

Observando antigas construções da região e os traços culturais, nota-se que, em décadas passadas, essa formação vegetal foi muito explorada pelos moradores tradicionais. Eles utilizavam várias espécies para fins de construção de casas, cercas, chiqueiros, galinheiros, móveis, até para alimento e fins medicinais.

Dentre as espécies utilizadas podem ser citadas o angico (*Anadenanthera falcata*), o cumbaru (*Dipteryx alata* Vog), a piúva (*Tabebuia impetiginosa*), o jatobá mirim (*Guibourtia hymenfolia*), a mama-cadela (*Brosimum gaudichaudii* Trécul), o barbatimão (*Stryphnodendron barbatiman*), a mangava brava (*Lafoensia pacari*), a bocaiúva (*Acrocomia aculeata*), entre outras.

3.1.4.1.3 Savana Florestada

Constitui-se de pequenos agrupamentos isolados com 4,91% de área (tabela 04), localizados principalmente na serra Morro do Jigum, serra Monjolinho e serra Pindeivar (figura 08). Conhecida como “Cerradão”, caracteriza-se por ser uma área florestada com árvores de médio porte, atingindo de oito a 15 metros de altura e com os troncos retos. Mesmo com as copas das árvores se tocando (dossel), a luz solar penetra no seu interior, proporcionando o desenvolvimento de espécies menores, formando um estrato interior, às vezes, denso. A composição florística é diversificada, sendo formada por indivíduos que caracterizam o cerrado, entretanto, bem mais desenvolvido.

Gomes e Santos (2001) corroboram ao afirmar que essa vegetação desenvolve-se em áreas com solos profundos e de média fertilidade. As árvores que formam o dossel são perenifólias, com troncos grossos, sem a tortuosidade presente nas savanas e aparecem em terrenos mais elevados e úmidos.

De acordo com Amaral e Fonzar (1982), as espécies do estrato arbóreo predominante são a lixeira (*Curatella americana*), murici (*Byrsonima crassifolia*), pequi (*Caryocar brasilienses*), ipê-cachorro (*Tabebuia ochracea*), sucupira (*Bowdichia virgilioides*), barbatimão (*Stryphnodendron*), angico (*Piptadenia* sp.), aroeira (*Astronium* sp.), tarumã (*Vitex polygama*), entre outras. No estrato intermediário, aparecem gramíneas, ciperáceas e bromélias.

3.1.4.1.4 Savana Arborizada com floresta-de-galeria

Esta formação inicia-se no final do alto curso, predominando no médio curso, ocupando uma área de 30,35% (tabela 04). A altura das espécies arbóreas é de cinco a vinte metros, tornando-se uma vegetação mais vigorosa e sempre verde em decorrência do acúmulo de matéria orgânica, dos nutrientes e da umidade permanente nas margens dos canais fluviais, formando verdadeiros refúgios florestais em meio a uma paisagem com estrutura aberta (Figura 20).

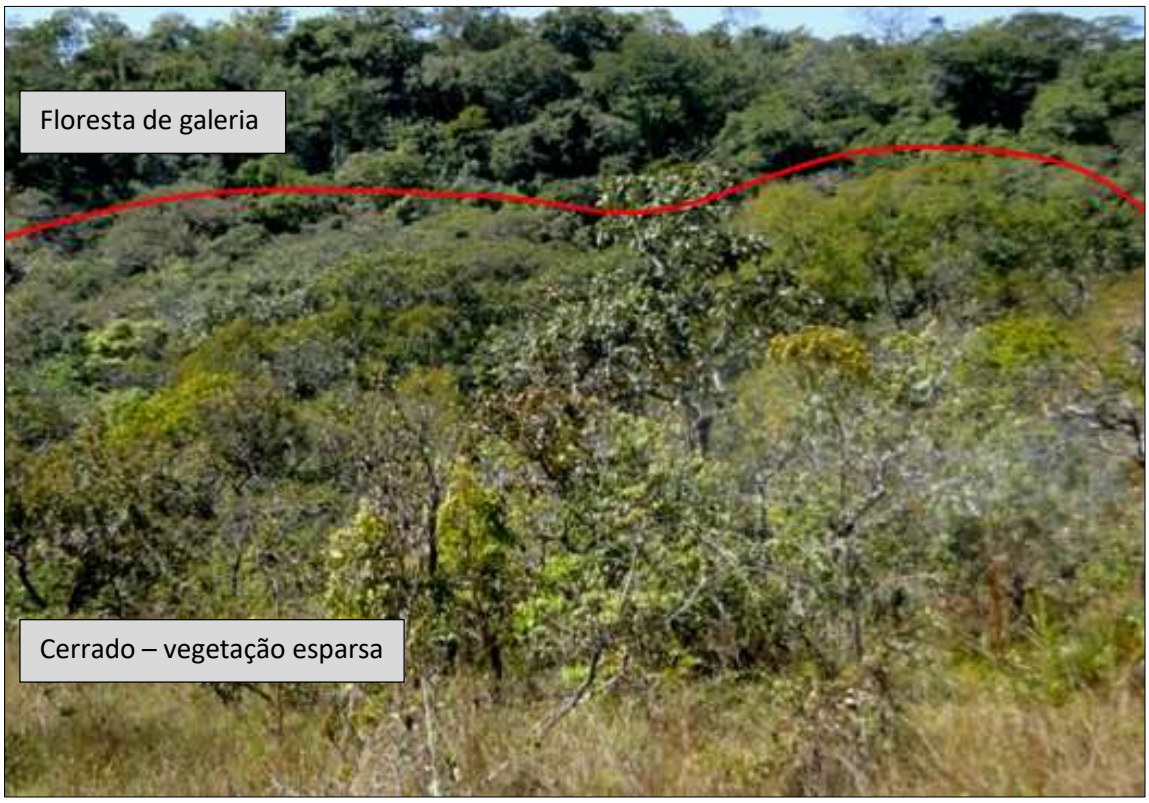


Figura 20: Mosaico da vegetação com elementos arbóreos de galeria (acima) e paisagem aberta de cerrado (abaixo).
Foto: Acervo do autor. **Local**: 16°11’13,17” S e 57°27’41,28” W.

Os gêneros e as espécies encontradas com maior frequência nesses ambientes são pau-terra (*Qualea*), araticum (*Annona*), peroba (*Aspidosperma*), aroeira (*Astronium*), lixeira (*Curatella americana*), pequi (*Caryocar brasiliensis*),

mangaba (*Hancornia speciosa*), entre outras. O estrato herbáceo é formado por um tapete de espécies de ervas, ciperáceas e, nas áreas abertas, entremeadas de várias gramíneas. Os exemplos mais comuns são: capim-mumbeca (*Panicum*), grama-forquilha (*Paspalum*), capim-flexinha (*Aristida*) e capim-colchão (*Andropogon*).

3.1.4.2 Médio curso

O médio curso da bacia possui a vegetação primária composta pela Savana Arborizada sem floresta-de-galeria, Savana Florestada, Savana Arborizada com floresta-de-galeria, já discutidas no item anterior e acrescendo-se a Floresta Estacional semidecidual aluvial com dossel emergente.

3.1.4.2.1 Floresta Estacional semidecidual aluvial com dossel emergente

Trata-se de uma formação florestal de planície aluvial que ocupa uma área de 5,10% da bacia (tabela 04), totalmente conectada com o transbordamento do rio Paraguai e do córrego Cachoeirinha, que ocorre, especificamente, durante o período de cheia. Dependendo do volume de água e o tempo em que a área permanecer alagada, aumenta a recarga do lençol freático, diminui o déficit no período de seca e contribui para o desenvolvimento das comunidades florestais de terra seca, de áreas úmidas e até encharcadas.

Esta formação florestal torna-se com dossel mais emergente e fechado a partir da foz do córrego Pindeivar, onde o canal do córrego Cachoeirinha começa a perder o controle estrutural e adentra nas áreas de inundação que tornam o solo mais fértil, com o estrato emergente dessa comunidade, constituído por árvores de grande porte, como, por exemplo, cajá (*Spondias mombin*), palmeira babaçu (*Attalea speciosa*), angico (*Anadenanthera peregrina*), aroeira (*Myracrodruon urundeuva*), figueira mata-pau (*Ficus americana*), ingá, peroba (*Aspidosperma polyneuron*), ipê amarelo (*Handroanthus serratifolius*), entre outras.

3.1.4.3 Baixo curso

No baixo curso, também aparece a Savana Arborizada sem floresta-de-galeria (presente no alto, médio e baixo curso), nas áreas mais secas, e a Floresta Estacional semidecidual aluvial com dossel emergente (presente no médio curso), já abordadas nos itens anteriores.

Nas proximidades do rio Paraguai, um dos fatores que contribuem para a exuberância da Floresta Estacional é a presença da planície de inundação, uma área

periodicamente inundada durante os meses de cheia, sedimentada e fertilizada com material transportado das cabeceiras, o que favorece para o aumento das espécies arbóreas.

O estrato emergente dessa comunidade é formado por árvores de médio e grande porte, representado pelo Jequitibá (*Cariniana brasiliensis*), louro abacate (*Ocotea opifera*), cajá (*Spondias lutea* L.), figueira (*Ficus carica* L.), cambará (*Vochisia divergens*), jatobá (*Hymenaea courbari*), palmeira bacuri (*Scheelea Phalerata*), ingá *(Inga edulis*), embaúba (*Cecropia*), chimbuva (*Enterolobium contortisiliquum)*, entre outras espécies, como é parcialmente mostrado na Figura 21.



Figura 21: Características da vegetação no baixo curso do córrego Cachoeirinha. **Foto**: Acervo do autor. **Local:** 15°45’15,16” S e 57º28’50,46” W.

Essa área é pedologicamente instável pelo rejuvenescimento do solo ribeirinho, em função dos ciclos de deposição aluvial pretérita e atual, nos quais contribui para o desenvolvimento de um caráter pioneiro entre a formação florestal, partindo das espécies de áreas mais úmidas, onde o relevo é mais deprimido, para as mais altas e secas.

Nessa área onde se encontra essa formação florestal, Leandro et al. (2018) tratam como o corredor fluvial do rio Paraguai, como sendo áreas baixas denominadas de Sistema Agradacional, envolvendo a planície de inundação e o baixo curso dos seus afluentes. São ambientes de deposição de diferentes materiais e de processos

de acumulação e, ademais, consideram que os principais agentes são: a água (em suas diversas formas), os efeitos da gravidade e do vento.

Considerando o uso do solo na área estudada, é de fundamental importância o emprego de métodos e técnicas que conservem a vegetação ciliar, pois ela melhora a capacidade de infiltração no solo antes do escoamento superficial. Além disso, a matéria orgânica, os troncos e os demais detritos vegetais depositados servem como mantenedores da umidade, abrigo para a microbiologia do solo, de retenção e obstáculos que impedem o livre escoamento da água pluvial transportando sedimentos para o canal fluvial.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As diferentes altitudes presentes na bacia permitiram a formação de duas unidades climáticas: Tropical de Altitude Mesotérmica Quente na Fachada Meridional das Chapadas e Planaltos (alto curso), que recebe influência das áreas de maior altitude da Província Serrana, aumentando os índices de chuva, se comparado com a região do entorno, responsável pelo abastecimento do lençol freático, a manutenção das nascentes fluviais e pela dissecação da região serrana. O Tropical Megatérmico Sub-Úmido das Depressões e Pantanais de Mato Grosso (médio e baixo curso), que se localiza sobre a área da Depressão do Alto Paraguai e da Planície do Rio Paraguai, é responsável pelo abastecimento do lençol freático e a manutenção das pastagens da pecuária bovina.

A bacia possui o embasamento sobre a Geologia do Grupo Alto Paraguai, que exerce o controle estrutural nas vertentes fluviais. No alto curso, região das nascentes, encontra-se a Formação Raizama com importante função na infiltração, recarga do lençol freático e manutenção das nascentes. Nas sinclinais, encontra-se a Formação Sepotuba, que possui a capacidade secundária de abastecer aquíferos e conservar o nível de base local. No médio curso, aparece a Formação Araras, apresentando feições de serras e morros abaulados no topo. Sua solubidade contribui na formação de vertentes, porém, suas fraturas e fissuras podem provocar a infiltração secundária e gerar canais intermitentes. No baixo curso, o córrego Cachoeirinha atravessa a Formação Pantanal constituída por uma estratificação horizontal argilo-arenosa inconsolidada, resultado de pretérita deposição fluvial.

Analisando a Geomorfologia, o alto curso da bacia é inserido na região da Província Serrana. As feições e altitudes do relevo influenciam diretamente na rede

de drenagem fluvial, como, por exemplo: controle estrutural, tipo de fluxo, padrão de drenagem, depósitos sedimentares, dentre outras, e nos processos erosivos das encostas. No médio curso, nos vales da província, está a Depressão do Alto Paraguai, por onde escoam águas e os sedimentos das áreas altas e, no baixo curso, encontra-se a Planície do rio Paraguai, onde o canal perde o controle estrutural e assume o padrão meandrante divagante, ambiente de deposição, típico de planícies.

A cobertura vegetal da bacia é o Bioma Cerrado Tropical. Em função das diferentes altitudes, umidade, litologia, topografia e solo, houve mudanças na estrutura dessa composição. No alto curso, nas extensas encostas secas, aparece a formação Arbórea aberta, sem floresta de galeria, a Arbórea densa no sopé das serras e a Floresta no baixo curso, onde aumenta a umidade, a espessura e os nutrientes dos horizontes do solo.

No médio curso, onde os canais fluviais são mais robustos, com maior área úmida, aparece a Savana arborizada, com floresta de galeria. Nas áreas próximas da foz dos afluentes no baixo curso, onde estão as planícies e os terraços aluviais, em terrenos quaternários, periodicamente inundados durante o período de cheia no córrego Cachoeirinha e do rio Paraguai, aumenta a umidade e a fertilidade do solo por conta dos depósitos de sedimentos e aparece a Floresta Estacional semidecidual aluvial com dossel emergente.

Essa vegetação, embora com fisionomias diversificadas, é conectada por específicas funções, tais como: cobertura e proteção do solo, equilíbrio e manutenção do lençol freático, sobrevivência de populações humanas e de animais silvestres, balanço térmico, proteção de espécies endêmicas, dentre outras. Nesse contexto, evidencia-se a necessidade da conservação da bacia, através do planejamento para as formas de uso e ocupação da terra, atendendo os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F. F. M. **Geologia do Centro-Oeste Matogrossense**. Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia. Rio de Janeiro, 1964. p.1-133.

AMARAL, D. L.; FONZAR, B. C. Vegetação: as regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos. In: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. **Projeto RADAMBRASIL**. Folha SD. 21 – Cuiabá; Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1982. p. 401 - 452.

ANDRADE, L. N. P.; RITELA, A.; PERETTO, A.; SOUZA, C. A.; MATOS, E. H.; SOUSA, J. B.; ARAÚJO, R. M.; SANTOS, Z. G.; SOUZA, M. A.; MEIRELES, Z. G. Uso e ocupação da bacia hidrográfica do rio Jauru. In: SOUZA, C. A.; SOUZA, J. B; ANDRADE, L. N. P. (Org.). **Bacia hidrográfica do rio Jauru – Mato Grosso:** Dinâmica espacial e impactos associados. São Carlos: RiMa Editora, 2012. p. 81-120.

AZEVEDO, D. G.; GOMES, R. L.; MORAES, M. E. B. Bacia do rio Buranhém: análise integrada da paisagem. In: MORAES, M. E. B., LORANDI, R. (Org.) **Métodos e técnicas de pesquisa em bacias hidrográficas.** Ilhéus, BA. Editus, p. 103-119, 2016. Acesso: 22/10/2018. Disponível: <http://books.scielo.org/id/4wbr2/pdf/moraes-9788574554433-06.pdf>.

BARROS, A. M.; SILVA, R. H.; CARDOSO, O. R. F. A.; FREIRE, F. A.; SOUZA JUNIOR, J. J.; RIVETTI, M.; LUZ, D. S.; PALMEIRA, R. C. B.; TASSINARI, C. C. G. Geologia. In: **Brasil**. Ministério das Minas e Energia. Projeto RADAMBRASIL. Folha SD. 21 Cuiabá. Rio de Janeiro, 1982.

BRANDÃO, P. C.; SOARES, V. P.; SIMAS, F. N. B.; SCHAEFER, C. E. G. R.; SOUZA, A. L.; MENDONÇA, B. A. F. Caracterização de geoambientes da floresta nacional do Purus, Amazônia Ocidental: uma contribuição ao plano de manejo. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.34, n.1, p.115-126, 2010. Acesso: 28/05/2020. Disponível: <https://www.scielo.br/pdf/rarv/v34n1/v34n1a13.pdf>.

BRASIL. Ministério do Exército. Diretoria de Serviço Geográfico. **Região Centro Oeste do Brasil**.1975.

BRASIL. **Projeto RADAMBRASIL**. Folha SD. 21 – Cuiabá: Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso potencial da terra. Secretaria Geral. Rio de Janeiro, 1982.

BÜHLER, B. F.; OLIVEIRA JUNIOR, E. S.; SOUZA, C. A. Influência geológica e antrópica na qualidade da água de um córrego no Pantanal Norte, Brasil. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.11, n.5, p.549-565, 2020. DOI: http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2020.005.0050. Acesso: 19/04/2021. Disponível:<https://sustenere.co/index.php/rica/article/view/CBPC2179-6858.2020.005.0050/2225>.

BÜHLER, B. F.; SOUZA, C. A.; PAULA, W. C. S. Caracterização da bacia hidrográfica do córrego Jacobina, município de Cáceres-MT. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.13 n.23; p. 1551. 2016. Disponível:<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2016a/ciencias%20sociais/caracterizacao%20da%20bacia.pdf>. Acesso: 06/05/2020.

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

CHEN, P.; HOU, K.; CHANG, Y.; LI, X.; ZHANG, Y. Study on the Progress of Ecological Fragility Assessment in China. **IOP Conf.** Series: Earth and Environmental Science, 113, 2018. Acesso: 21/01/2020. Disponível: <https://www.researchgate.net/publication/323330551_Study_on_the_Progress_of_Ecological_Fragility_Assessment_in_China>.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2 ed. São Paulo. Editora Blucher, 1980.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. 1 ed. São Paulo: ed. Blucher, 1999.

CORREA, J. A.; COUTO, E. A. **Projeto aluviões diamantíferos de Mato Grosso**. 2 vol. Relatório Final. Goiânia: DNPM/CPRM, 1972.

CRUZ, J. S. B.; SOUZA, C. A.; OLIVEIRA, J. D.; RIBEIRO, N. S. Caracterização da geologia e das unidades geomorfológicas da bacia hidrográfica do córrego Facão, município de Cáceres, Mato Grosso. **Anais**. XI SINAGEO, 2017. Acesso: 19/04/2021. Disponível: <http://www.sinageo.org.br/2016/trabalhos/3/3-257-1688.html>.

CUNHA, S. B. Geomorfologia Fluvial. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Orgs.). **Geomorfologia:** uma atualização de bases e conceitos. 8 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008. p. 211 – 234.

CUNHA, S. B; FREITAS, M. W. D. Geossistemas e Gestão ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio São João-RJ. **Revista Geographia**, Rio de Janeiro: UFF/EGG, v. 6, n. 12, p. 87-110, 2004. Acesso: 10/09/2018. Disponível: <http://www.geographia.uff.br/index.php/geographia/article/view/155>.

DANIEL, L. R. P. Caracterização da área amostrada. In: DANIEL, L. R. P.; DEUS, C. P.; HENRIQUES, A. L.; PIMPÃO, D. M.; RIBEIRO, O. M. (Orgs) **Biodiversidade do Médio Madeira**: Bases científicas para propostas de conservação. INPA: Manaus, 2007. Acesso: 28/05/2020. Disponível: <https://www.mma.gov.br/estruturas/chm/_arquivos/29_bio_03_cap3_caracterizacao.pdf>.

FARIAS, A. B. Morfometria, aporte de sedimentos e fragilidade ambiental na sub-bacia hidrográfica do córrego Taquaral, Cáceres – Mato Grosso. **Dissertação** (Apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geografia para obtenção do Título de Mestre em Geografia) Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). 140f. 2019.

FEITOSA, A.; SANTOS, B.; ARAÚJO, M. S. B. Caracterização Morfométrica e identificação de Áreas Susceptíveis a Erosão na Bacia do Rio Pajeú, PE: o Estudo de Caso da Bacia do Rio Pajeú/PE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 04, n. 4, p. 820-836, 2011. Acesso: 08/10/2018. Disponível: <http://www.revista.ufpe.br/rbgfe/index.php/revista/article/viewArticle/231>.

FERREIRA, I. M. Bioma Cerrado: um estudo sobre as paisagens do Cerrado. 81 f. **Tese** (Doutorado junto ao programa de Pós-Graduação em Geografia) Campus de Rio Claro, São Paulo. 2011. Disponível: <https://www.docsity.com/pt/paisagens-do-cerrado-1/4810720/>. Acesso: 27/05/2020.

FERREIRA, L. A.; SAKAMOTO, A. Y.; AVELINO JUNIOR, F. Análise do elementos físicos que compõem o ambiente da bacia hidrográfica do córrego Montalvão, Maracajú/MS. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros**.

Seção Três Lagoas/MS. Nº 22, 2015. Acesso: 11/12/2019. Disponível: <file:///C:/Users/USER/Downloads/1421-Texto%20do%20artigo-4007-1-10-20151130.pdf>.

FORGIARINI, F. R.; VENDRUSCULO, D. S.; RIZZI, E. S. Análise de chuvas orográficas no centro do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Climatologia**. Ano 9 – Vol. 13 – JUL/DEZ 2013. Disponível: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/33431>. Acesso: 01/05/2020.

FRANÇA, R. M. Proposta metodológica de identificação do alto, médio e baixo curso da bacia hidrográfica do rio Cocó, Ceará, Brasil. **Revista GeoSaberes**. Fortaleza, v.10, n. 21, p. 1-11, maio/ago, 2019. Acesso: 27/01/2021. Disponível: <http://www.geosaberes.ufc.br/geosaberes>.

FREITAS, A. C.; ROSSATO, J. M.; ROCHA, J. B. T. Entendendo a dureza e qualidade da água através da aprendizagem baseada em problemas. **Anais**. XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC. 2017. Acesso: 09/01/2022. Disponível: <https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/207182/2/ACF%2C%20JBTR%20%26%20JMR.pdf>.

GOMES, M. A. V.; SANTOS, M. V. **Zoneamento sócio-econômico-ecológico**: diagnóstico sócio-econômico-ecológico do Estado de Mato Grosso. Cuiabá, 2001. Acesso: 05/04/2020. Disponível: <https://www.mma.gov.br/estruturas/PZEE/_arquivos/apresentao_sobre_o_zee_de_mato_grosso.pdf>.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. G. **Novo dicionário geológico geomorfológico**. 6 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. **Banco de dados**: vegetação/geomorfologia/pedologia/ geologia. 2019. Acesso: 07/03/2020. Disponível: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/geomorfologia.html>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira.** 2ª edição. Rio de Janeiro, 2012.

KARMANN, I. Água: ciclo e ação geológica. In: TEIXEIRA, W.; FAIRCHILD, T. R.; TOLEDO, M. C. M.; TAIOLI, F. (Orgs.). **Decifrando a Terra**. 2. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2009. p. 186 – 209.

LEANDRO, G. R. S.; SOUZA, C. A.; NASCIMENTO, F. R. Sistemas denudacionais e agradacionias no corredor fluvial do rio Paraguai em Cáceres, Pantanal Superior, Mato Grosso. **Revista Equador**, Vol. 7, nº 1, p 72 – 95. 2018. Disponível: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>. Acesso: 05/05/2020.

LUNA, S. V. **Planejamento de pesquisa**: uma introdução. São Paulo: EDUC, 2000.

LUZ, J. S.; OLIVEIRA, A. M.; LEMOS, D. B.; ARGOLO, J. L.; SOUZA, N. B.; ABREU FILHO, W. **Projeto Província Serrana**. 8 vol. Relatório Final. Relatório do Arquivo Técnico (DGM, 2750) vol 1. Goiânia: DNPM/CPRM, 1978. 105 p.

MACIEL, S. A.; BARCELOS, B. F.; OLIVEIRA, L. A. A análise da influência da altitude na temperatura e na precipitação da mesorregião norte de minas – Minas Gerais. **Revista GEONORTE**, Edição Especial, 2, V.1, N.5, p.250 – 261, 2012.

Acesso: 09/01/2022. Disponível: <file:///C:/Users/USER/Downloads/seer,+Journal+manager,+013_(A+AN%C3%81LISE+DA+INFLU%C3%8ANCIA+DA+ALTITUDE+NA+TEMPERATURA+E+NA+PRECIPITA%C3%87%C3%83O+DA+MESORREGI%C3%82O+NORTE+DE+MINAS+%E2%80%93+MINAS+GER).pdf>.

MANOSSO, F. C. Estudo integrado da paisagem nas regiões norte, oeste e centro-sul do estado do Paraná: relações entre a estrutura geoecológica e a organização do espaço. **Boletim de Geografia**, Maringá, v. 26/27, n. 1, p. 81-94, 2009. Disponível: <http://www.periodicos.uem.br/ojs/index.php/BolGeogr/article/view/7934>. Acesso: 01/12/2019.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 6.ed.São Paulo: Atlas, 2007.

MARQUES, S. M. Ciência Geomorfológica. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Orgs.). **Geomorfologia**: uma atualização de bases e conceitos. 8 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008. p. 23 – 50.

MATOS, L. A. fatores condicionantes da disponibilidade hídrica em assentamentos do setor meridional da Província Serrana-MT, Brasil. **Dissertação** (Apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geografia para obtenção do título de Mestre em Geografia). Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). 104f. 2018.

MEA - MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Relatório Síntese da Avaliação Ecossistêmica do Milênio**. 2005. Acesso: 06/11/2018. Disponível: <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.446.aspx.pdf>.

MEDEIROS, P. C. **Geomorfologia**: fundamentos e métodos para o estudo do relevo. Curitiba: InterSaberes, 2016.

MENDONÇA, B. A. F.; FERNANDES FILHO, E. I.; SCHAEFER, C. E. G. R.; SIMAS, F. N. B.; PAULA, M. D. Os solos das campinaranas na amazônia brasileira: ecossistemas arenícolas oligotróficos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 4, p. 827-839, 2015. Disponível: <https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1980-50982015000400827&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso: 29/05/2020.

MINAYO, M. C. S. **Pesquisa Social**: teoria, método e criatividade. 27 ed. Petrópolis/RJ: Editora Vozes, 1994.

NUNES, J. F.; ROIG, H. L. Análise e mapeamento do uso e ocupação do solo da bacia do Alto do Descoberto, DF/GO, por meio de classificação automática baseada em regras e lógica nebulosa. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 39, n. 1, p. 25-36, fev. 2015. Acesso: 02/05/2018. Disponível: <http://hhh.scielo.br/scielo.phpsscriptssci_aarttext&pidsS0100C67622015000100003&lngsen&nrmsiso>.

PÁDUA, H. B. O sumiço e o aparecimento das águas**. Infobibos**- Organização de eventos. Artigo em hipertexto. 2010. Acesso: 06/04/2021. Disponível: <http://www.infobibos.com/artigos/2010_1/aguas1/index.htm>.

PENHA, H. M. Processos endogenéticos na formação do relevo. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Orgs.). **Geomorfologia**: uma atualização de bases e conceitos. 8 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008. p. 51 - 92.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. F. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. – Novo Hamburgo: Feevale. 2013.

RAYMUNDI, V. M. O.; CUNHA, S. B.; SOUZA, C. A.; SANTANA, M. F. Caracterização ambiental da bacia hidrográfica do córrego do Junco em Cáceres, MT. **Anais**. XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Disponível: <file:///C:/Users/USER/Downloads/1782-Texto%20do%20artigo-10988-1-10-20170919%20(1).pdf>. Acesso: 28/03/2021.

RIBEIRO FILHO, W.; LUZ, J. S.; ABREU FILHO, W. **Projeto serra Azul**: reconhecimento geológico. 4 vol. Relatório final. Relatório do Arquivo Técnico (DGM, 2407). V.1. Goiânia: DNPM/CPRM, 1975.

ROSS, J. L. S. Estudo e cartografia geomorfológica da Província Serrana de Mato Grosso. **Tese** (Doutorado) Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da USP. São Paulo, 1987. 323 f.

ROSS, J. L. S. Geomorfologia ambiental. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (Orgs.). **Geomorfologia do Brasil**. 5 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009. p. 351 – 388.

ROSS, J. L. S. O contexto geotectônico e a morfogênese da Província Serrana de Mato Grosso. **Rev. IG**, São Paulo, 12(112), janeiro/dezembro de 1991. p. 21 - 37. Disponível: <http://www.igeologico.sp.gov.br/downloads/revista_ig/12_1-2_2.pdf>. Acesso: 03/02/2021.

ROSS, J. L. S.; SANTOS, L. M. Geomorfologia. In: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. **Projeto RADAMBRASIL**. Folha SD. 21 – Cuiabá: Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1982.

SALLES, I. H. F.; PITA, D. G. **Conceitos de Geografia Física**. 2 ed. São Paulo: Ícone, 1997.

SANTOS, M. V. Relatório técnico consolidado de clima para o Estado de Mato Grosso. In: **Zoneamento sócio-econômico-ecológico**: diagnóstico sócio-econômico-ecológico do Estado de Mato Grosso. Cuiabá, 2000.

SILVA, F. C. F. Vegetação. In: **Geografia do Brasil**. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Diretoria de Geociências. Rio de Janeiro: IBGE, 1989.

SILVA, F. J. L. T.; RIBEIRO, K. V.; AQUINO, C. M. S. As tendências temáticas e conceituais da Geomorfologia no XVI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. **GEOTemas**, Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte, Brasil, v.5, n.2, p.43-53, jul./dez., 2015. Disponível: < file:///C:/Users/USER/Downloads/1564-4395-1-PB.pdf>. Acesso: 05/05/2020.

SOUZA, A. K. P.; BATISTA, G. T. Caracterização fisiográfica da bacia hidrográfica do Alto Rio Jamanxim, Pará, Brasil. **Revista Ambiente & Água**. Taubaté, v. 2, n. 2, p. 68 - 87, 2007. Acesso: 23/04/2019. Disponível: <https://pdfs.semanticscholar.org/cef4/c19cb07e9148d9e104afee215094ab8b6479.pdf>.

SOUZA, C. A. **Bacia hidrográfica do córrego Piraputanga-MT**: avaliação da dinâmica atual. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 1998. 117 f.

SOUZA, C. A. Bacia hidrográfica do córrego Piraputanga-MT: avaliação da dinâmica atual. **Dissertação** (Mestrado em Geografia). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 1998. 117 f.

SOUZA, C. A.; CUNHA, S. B. Pantanal de Cáceres-MT: dinâmica das margens do rio Paraguai entre a cidade de Cáceres e a Estação Ecológica da Ilha de Taiamã-MT. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros** – Seção Três Lagoas. Ano 4, v. 1, n. 5, p. 18 – 42, 2007. Acesso: 22/08/2019. Disponível: <http://www.ceul.ufms.br/revista-geo/artigo_celia_sandra_2pdf>.

SOUZA, C. A.; SOUZA, J. B.; FERREIRA, E.; ANDRADE, L. N. P. S. Bacia hidrográfica do rio Paraguai. In: SOUZA, C. A. (Org.). **Bacia hidrográfica do rio Paraguai – MT**: dinâmica das águas, uso, ocupação e degradação ambiental. São Carlos-SP: ed. Cubo, 2012. p. 13 – 21.

SOUZA, I. C. Bacia hidrográfica do córrego Salobra: caracterização ambiental, uso e ocupação da terra e dinâmica fluvial - município de Porto Estrela, Mato Grosso. **Dissertação**. (Apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais para obtenção do título de Mestre). UNEMAT. 2015. 178F.

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

SUGUIO, K. **Geologia do quaternário e mudanças ambientais**. São Paulo: Oficina de textos, 2010.

TARIFA, J. R. **Clima**: análise e representação cartográfica. In: Mato Grosso – Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral. Recursos naturais e estudos ambientais. Cuiabá-MT: Entrelinhas, 2011. 102 p.

TAVARES, C.C. Bacia do córrego Piraputanga, Cáceres – Mato Grosso: qualidade da água, aspecto físico-químico do solo e a capacidade de uso da terra. **Dissertação**. (Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Geografia para a obtenção do Título de Mestre em Geografia). UNEMAT. 2020.152f.

WILSON, J. L. Carbonate facies in geologic in history. New York, SpringerVerlag, 1975. p. 26 - 27.

CAPÍTULO II

UNIDADES PEDOLÓGICAS E OS ATRIBUTOS FÍSICO-QUÍMICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO CACHOEIRINHA, MUNICÍPIO DE CÁCERES - MATO GROSSO

RESUMO

O objetivo deste estudo foi caracterizar as unidades pedológicas representativas e seus atributos morfológicos e físico-químicos na bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha, situada no município de Cáceres, Mato Grosso. Para isso, foram necessários o levantamento e a leitura de material bibliográfico concernente ao estudo; confecção da base cartográfica; atividades de campo para observação, registros fotográficos e descrição morfológica; análises física e química em laboratório. As unidades de solo representativas foram definidas e estudadas em sete perfis do baixo para o alto curso da bacia, em trincheiras, barranco de estrada e em corte na base de morro. Em cada horizonte dos perfis, foi realizada a caracterização morfológica e coletadas amostras para análise. Os resultados mostraram que a classe textural francoarenosa foi registrada em todos os horizontes do P2 - NEOSSOLO FLÚVICO Tb Eutrófico típico (próximo a foz) e argiloarenosa no P7 - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico (próximo a nascente). A maior fração de areia (820 g/kg^{-1}) apareceu no P3 - LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico. A acidez foi adequada no P2 - NEOSSOLO FLÚVICO Tb Eutrófico típico, assim como a maior concentração de Fósforo, variando de 7,2 a 21,04 cmolc/dm^3, Cálcio (0,7 a 1,7 cmolc/dm^3), Magnésio (0,5 a 1,1 cmolc/dm^3), soma de bases de 1,30 a 3,03 cmolc/dm^3 e ainda a menor quantidade de Alumínio (0,0 cmolc/dm^3). Os resultados do ΔpH foram negativos em todos os perfis, sendo indicador de retenção de cations. No P4 - CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico destacaram-se os maiores valores de Potássio (0,27 a 0,36 cmolc/dm^3), Matéria Orgânica (7 a 44 g/dm^3), silte (120 a 140 g/kg), argila (320 a 520 g/kg) e a acidez potencial – H+Al (3,4 a 4,6 cmolc/dm^3). A maior CTC e saturação por alumínio foi no P7 - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, onde houve aproximação da percentagem de areia (480 g/kg) e argila (440 g/kg) no horizonte Ap. A menor relação silte/argila (0,05 a 0,12) foi registrada no P3 - LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico localizado em área de pastagem. Em razão do predomínio da argila no P4 localizado sobre litologia da Formação Sepotuba, a consistência é macia, muito friável, muito plástica e pegajosa. No P2, onde se destacou a areia (Formação Pantanal), a consistência foi ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa. A matiz 5YR apareceu nos perfis 1, 2, 4 e 7, principalmente nos horizontes subsuperficiais. Por meio dos resultados, foi possível classificar os solos mais representativos em ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico arênico, NEOSSOLO FLÚVICO Tb Eutrófico típico, LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, LATOSSOLO VERMELHO Distrófico Típico, NEOSSOLO REGOLÍTICO Distrófico Leptofragmentário, LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico e NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico. Através da relação solo-paisagem, foi possível definir 03 (três) Unidades de Paisagem (UP1, UP2 e UP3) por meio da interação do relevo, da geologia, da cobertura vegetal e do clima atuantes no processo de formação do solo e os seus diferentes tipos em determinadas partes da paisagem da bacia, determinantes às formas de uso da terra.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica, componente ambiental, caracterização do solo.

CHAPTER II

PEDOLOGICAL UNITS AND PHYSICO-CHEMICAL ATTRIBUTES OF CACHOEIRINHA STREAM HYDROGRAPHIC BASIN, IN CÁCERES CITY, MATO GROSSO STATE

ABSTRACT

This study aimed to characterize the representative pedological units and their morphological and physicochemical attributes in Cachoeirinha stream hydrographic basin, placed at Cáceres city, Mato Grosso State. Due to this it was necessary the survey and Reading of bibliographic material concerning the study; making the cartographic base; field activities for observation, photographic records and morphological description; physical and chemical analysis in the laboratory. Representative soil units were defined and studied in seven profiles from the low to the high course of the basin, in trenches, road ravine and in cut at the base of a hill. In each profile horizon a morphological characterization was performed and samples were collected for analysis. The results showed that the sandy loam textural class was recorded in all horizons of P2 - FLUVIC NEOSOL Tb typical Eutrophic (near the mouth) and sandy loam in P7 - Typical Dystrophic RED-YELLOW LATOSOL (near the string). The largest sand fraction (820 g/kg-1) appeared in P3 - typical Dystrophic RED LATOSOL. The acidity was adequate in P2 - FLUVIC NESOSOL Tb Eutrophic typical, as well as the highest concentration of Phosphorus, ranging from 7.2 to 21.04 cmolc/dm3, Calcium (0.7 to 1.7 cmolc/dm3), Magnesium (0.5 to 1.1 cmolc/dm3), sum of bases from 1.30 to 3.03 cmolc/dm3 and even the smallest amount of Aluminum (0.0 cmolc/dm3). The ΔpH results were negative in all profiles, being an indicator of cation retention. In P4 - Cambisol HÁPLICO Tb typical Dystrophic, the highest values of Potassium (0.27 to 0.36 cmolc/dm3), Organic Matter (7 to 44 g/dm3), silt (120 to 140 g/kg), clay (320 to 520 g/kg) and the potential acidity – H+Al (3.4 to 4.6 cmolc/dm3). The highest CEC and aluminum saturation was in P7 - RED-YELLOW LACTOSOL typical dystrophic, where there was approximation of the percentage of sand (480 g/kg) and clay (440 g/kg) in the Ap horizon. The lowest silt/clay ratio (0.05 to 0.12) was recorded in P3 - RED LATOSOL Typical dystrophic located in a pasture area. Due to the predominance of clay in P4 located on the Sepotuba Formation lithology, the consistency is soft, very friable, very plastic and sticky. In P2, where the sand stood out (Pantanal Formation), the consistency was slightly plastic and slightly sticky. The 5YR hue appeared in profiles 1, 2, 4 and 7, mainly in the subsurface horizons. Through the results, it was possible to classify the most representative soils into sandy dystrophic RED-YELLOW EARLYSOL, typical Eutrophic Tb FLUVIC NEOSOL, typical dystrophic RED LATOSOL, typical dystrophic Tb HÁPLIC CAMPISOL, Typical Dystrophic RED LATOSOL, LEptofragmentary Dystrophic RED OLOXSOL, LEptofragmentary Dystrophic REGOLITIC NEOSOIL, LARTOVERM YELLOW Typical dystrophic and eutrophic LITHOLIC NEOSOL. Through the soil-landscape relationship, it was possible to define 03 (three) Landscape Units (UP1, UP2 and UP3) through the interaction of relief, geology, vegetation cover and climate acting in the process of soil formation and its different types in certain parts of the landscape of the basin, determining the forms of land use.

Keywords: Hydrographic basin; Environmental componente; Soil characterization.

1. INTRODUÇÃO

Os solos são corpos naturais que cobrem a maior parte da crosta terrestre, distinguindo-se em camadas verticais como consequência de adições, perdas, translocações e transformações pela ação do intemperismo. Além disso, eles possuem a função de sustentarem a vida (bactérias, fungos, plantas, animais e humanos) (EMBRAPA, 2006).

Moreira e Cares (2009) afirmam que o solo é um composto biológico, considerando a variedade de organismos que habitam nele e os inúmeros processos que executam, sendo capaz de interagir dinamicamente com os componentes físicos e químicos, influenciando ou sendo influenciados por eles. A partir daí, há necessidade da preservação, seja de solos agrícolas, urbanos ou de áreas florestadas e mananciais.

Conhecer as propriedades do solo é uma iniciativa de grande importância para entender sua relação com os processos existentes no ambiente. Guerra (2008) afirma que a textura, a densidade aparente, a porosidade, o teor de matéria orgânica, a constância dos agregados, o pH, a cobertura vegetal e a declividade do terreno podem determinar maior ou menor suscetibilidade à erosão.

Chagas et al. (2015) consideram que a degradação ambiental ocorrida de forma descontrolada em muitas regiões do Brasil fez com que o uso da terra de forma sustentável seja o principal objetivo da atualidade. Os autores abordam a necessidade da caracterização dos solos nas bacias hidrográficas a fim de contribuir e assegurar o planejamento do uso e ocupação das terras de forma racional para garantir a qualidade da sobrevivência humana, a médio e a longo prazo, evitando, assim, conflitos sociais.

Sobre o estudo dos solos, vale destacar os trabalhos locais e regionais realizados por Farias (2019) na bacia hidrográfica do córrego Taquaral; Sousa (2003), na sub-região do Pantanal de Poconé, Mato Grosso; Souza e Sousa (2014), na bacia hidrográfica do córrego Piraputanga, Cáceres, Mato Grosso; Padilha (2017), na bacia hidrográfica do rio Carapá, Mato Grosso e Souza et al. (2017), nas margens do rio Paraguai, Cáceres, Mato Grosso, Brasil.

Em nível nacional, merecem destaque os estudos de Campos et al. (2012) com a distribuição e o comportamento dos solos e suas relações com a disposição do relevo na região amazônica; Andrade et al. (2013) com a avaliação da qualidade do solo na bacia do Córrego Palmital, Viçosa – MG; Hendges et al. (2017) com o planejamento

do uso do solo em bacias hidrográficas e Silva et al. (2015) estudando os solos da bacia hidrográfica do Rio Claro – MG.

Como exemplos de estudos internacionais, Schoonover e Crim (2015) fizeram uma importante pesquisa, abordando sobre os conceitos e a manutenção dos solos em bacias hidrográficas; Ruggiero et al. (2002), elencando sobre as relações solo-vegetação em Cerrado (Savana brasileira); Pennock (2019), enfocando a erosão e o manejo sustentável do solo e, por fim, Bouma (2014), mostrando as contribuições da ciência do solo para atender os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, mostrando as funções do solo na produção de alimentos e como produtor dos serviços ecossistêmicos.

Bühler et al. (2016, p. 15), no estudo da bacia hidrográfica do córrego Jacobina, município de Cáceres-MT, afirmam que os elementos ambientais presentes na bacia *"*se interrelacionam de maneira a explicar a estrutura e funcionamento do córrego Jacobina". Desse modo, evidenciando o solo, conhecer sua morfologia e as características pode "contribuir para a formação de um diagnóstico ambiental que poderá subsidiar medidas de gestão ambiental sustentáveis para a bacia".

"É fundamental adequar o uso do solo às suas características morfológicas, físicas e químicas*"* (SOUSA et al., 2016, p 01). Para isso, o conhecimento das suas aptidões e limitações naturais torna-se cada vez mais necessário e essencialmente importante, tanto para a inserção do manejo mais adequado, quanto para a prática da atividade econômica mais apropriada (LEPSCH, 2002).

De acordo com Guerra e Mendonça (2014), é primordial a necessidade da conservação e do conhecimento das características dos solos e das paisagens por se tratar de sistemas abertos, sujeitos às transformações por impactos de ações antrópicas, cujos benefícios são atribuídos ao ambiente e, principalmente, à sociedade, para que se desenvolva de forma sustentável.

Muitas áreas agrícolas vêm perdendo a capacidade produtiva pela falta de conhecimento das características, aptidões e limites naturais. É imprescindível o estudo dos solos de uma bacia hidrográfica, visto que os resultados podem servir como indicadores para conservação/proteção, o uso, bem como para apontar áreas impactadas ou com fragilidade, tanto por condições naturais ou pelo uso de inadequadas técnicas de manejo. Nesse contexto, o objetivo deste capítulo foi identificar e caracterizar os atributos morfológicos e físico-químicos das unidades pedológicas mais representativas da bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A área de estudo é a bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha, com área de 952,61 km², localizada a nordeste do município de Cáceres, sob as coordenadas 15º 35’ 37” e 16º 12’ 30” S e 57º 14’ 36” e 57º 32’ 24” W no sudoeste do estado de Mato Grosso (Figura 01).

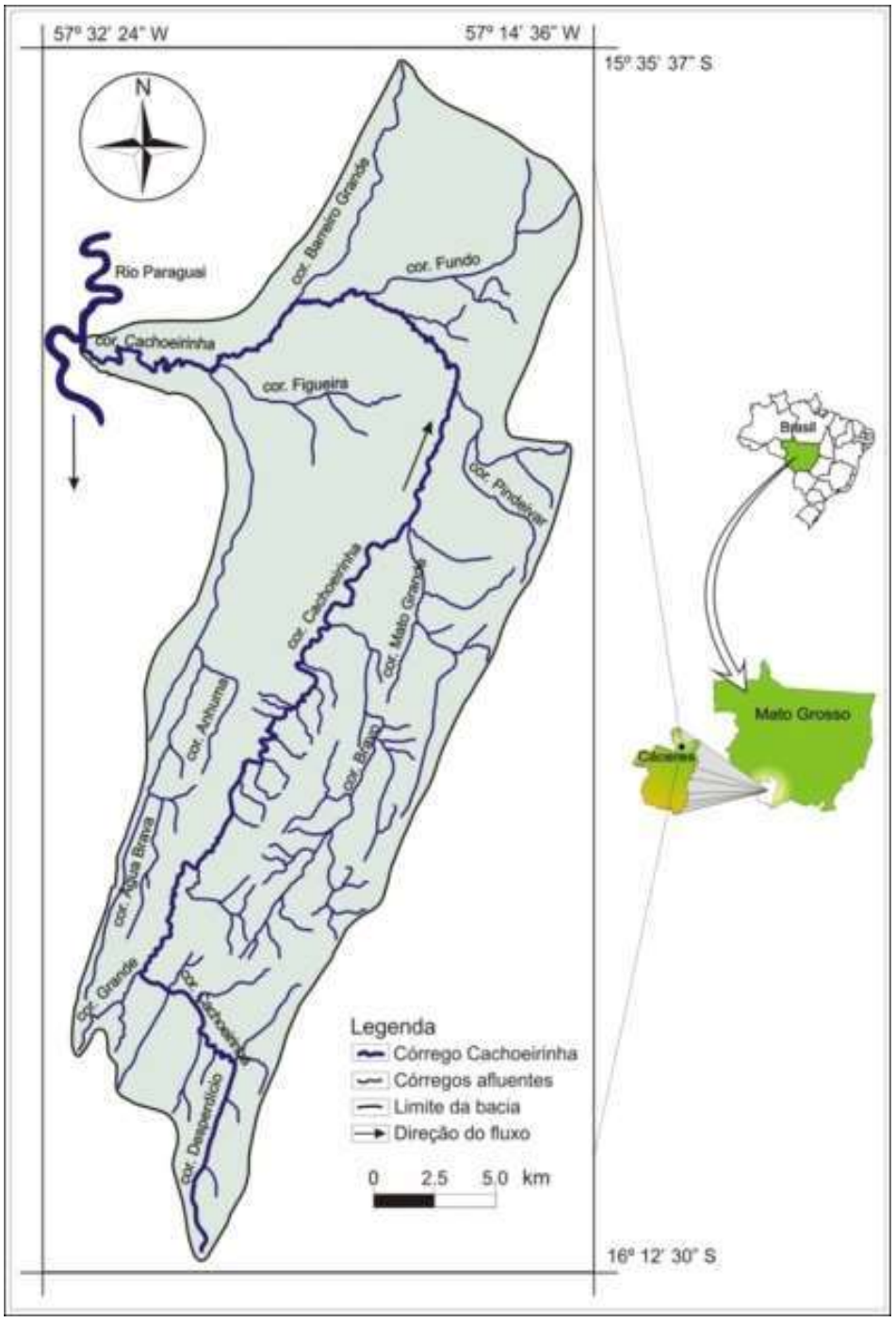


Figura 01: Mapa de localização da bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha. Elaborado pelo autor. Dados das cartas topográficas do Ministério do Exército (1975).

O córrego Cachoeirinha é afluente da margem esquerda do rio Paraguai. As nascentes que compõem a bacia estão nas bases das serras e dos morros da Província Serrana, o médio curso escoa pela Depressão do Alto Paraguai e a foz encontra-se na área de Planície do rio Paraguai.

Para a realização deste estudo foi necessária a utilização de algumas metodologias, tais como: atividade de gabinete para leitura referente à temática; caracterização morfológica, atividade laboratorial para as análises físico-química dos solos; confecção da base cartográfica e atividades de campo.

2.2 Procedimentos metodológicos

2.2.1 Atividades de gabinete

Para iniciar esta pesquisa, foi necessária uma revisão conceitual de material bibliográfico em anais de eventos, revistas científicas nacionais e internacionais (artigos científicos), livros, dissertações, teses, TCCs, entre outros. O objetivo foi circunscrever as problemáticas, buscar diferentes conceitos teóricos em um quadro de referências na perspectiva de explicação e compreensão da temática do estudo, como orientam Luna (2000); Marconi e Lakatos (2007).

2.3 Confecção de base cartográfica

Todo o processamento dos dados e a geração dos mapas foram feitos no software QGis 3.4.6. Para todas as informações de localização geográfica, foi utilizado o DATUM SIRGAS 2000.

2.4 Definição das unidades pedológicas

As unidades pedológicas foram definidas de acordo com as informações do banco de dados do IBGE (2019) e observações em campo. O quadro 01 apresenta uma proposta sobre como foi desenvolvido o estudo das unidades pedológicas representativas da bacia do córrego Cachoeirinha, através das etapas de tratamento, atividades e procedimentos.

Quadro 01: Plano metodológico para o estudo das unidades pedológicas representativas

Etapas de tratamento	Atividades	Procedimentos
1ª Etapa Compartimentação pedológica	Estudo de mapas temáticos do IBGE (2019) escala de 1:250.000 (mapas pedológicos). Definição dos compartimentos pedológicos dominantes para o estudo.	Delimitação de unidades pedológicas homogêneas (mapa de compartimentos pedológicos reais). Cruzamento dos mapas e cartas com o trabalho de campo.
2ª Etapa Caracterização dos sistemas pedológicos	Atividades de reconhecimento a campo para validação das informações teóricas mapeadas, reconhecimento e escolha dos pontos para as descrições morfológicas, coleta de amostras para análises em laboratório.	Correlações espaciais dos elementos ambientais e definições das unidades pedológicas dominantes.
3ª Etapa Sistematização dos resultados	Organização das informações morfológicas e dos resultados das análises de laboratório (química e física) e validação das relações das unidades pedológicas dominantes com os demais elementos ambientais.	Classificação dos solos segundo o SiBCS*. Elaboração do mapa pedológico da bacia.

Elaborado pelo autor/2020. *SiBCS (Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, 2018).

A definição dos pontos de coleta do solo deu-se conforme a sua variação espacial na paisagem, obedecendo a sequência da jusante para a montante da bacia.

2.5 Atividades de campo

As atividades de campo ocorreram em duas datas. A primeira aconteceu no dia 12 de fevereiro de 2020, quando foi realizado o reconhecimento da bacia, a validação das informações das cartas pedológicas e definidos os locais das trincheiras e dos perfis de solos. O segundo campo ocorreu no dia 04 de março de 2020, quando foi efetuado todo o levantamento de campo (observações), abertura das trincheiras, realizada a descrição morfológica, coletada as amostras de solo e realizados os registros fotográficos.

Após a amostragem de solo em campo, reconhecida a existência de variabilidade espacial na área da bacia confrontando com as informações contidas nos mapas temáticos, posteriormente, foram definidos os materiais e equipamentos (figura 02) utilizados na caracterização e coleta das amostras, tais como: picareta, enxada, pá, trena, facão, faca, prancheta, papel para anotações, caneta, guarda-sol, piceta plástica, sacola plástica, etiqueta, câmera fotográfica, GPS, manual de métodos de coleta de solos e tabela munsell.



Figura 02: Materiais e equipamentos utilizados nas atividades de campo.
Foto: Acervo do autor/2020.

A descrição morfológica do solo (figura 03) foi realizada conforme Santos et al. (2015), com o Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo e a classificação, segundo Santos et al. (2018), através do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, por ocasião das campanhas de descrição e coleta, tendo sido sua classificação, posteriormente, atualizada, após a caracterização analítica no Laboratório de Pesquisa em Geomorfologia fluvial – UNEMAT/Cáceres.



Figura 03: Amostras de solo separa por horizonte para a descrição morfológica.
Foto: Acervo do autor/2020.

As amostras coletadas em campo foram acondicionadas em sacolas plásticas, identificadas com dados da localização do perfil e de cada horizonte e encaminhadas ao LAPEGEOF para serem preparadas e enviadas para realizar as análises físicas e químicas, conforme o Manual de Métodos de Análise de Solo (EMBRAPA, 2017).

Para os perfis 01, 02, 03, 04 e 07, foram abertas trincheiras, como exemplo a figura 04-A, como orienta o IBGE (2007), que elas devem possuir em média o comprimento de 1,5 m, 1,2 m de largura e 2 m de profundidade, em que seja possível avaliar as características morfológicas e coletar as amostras de solo. O perfil 05 foi estabelecido em encosta de morro (figura 04-C) e o 07, em barranco de estrada (Figura 04-B).

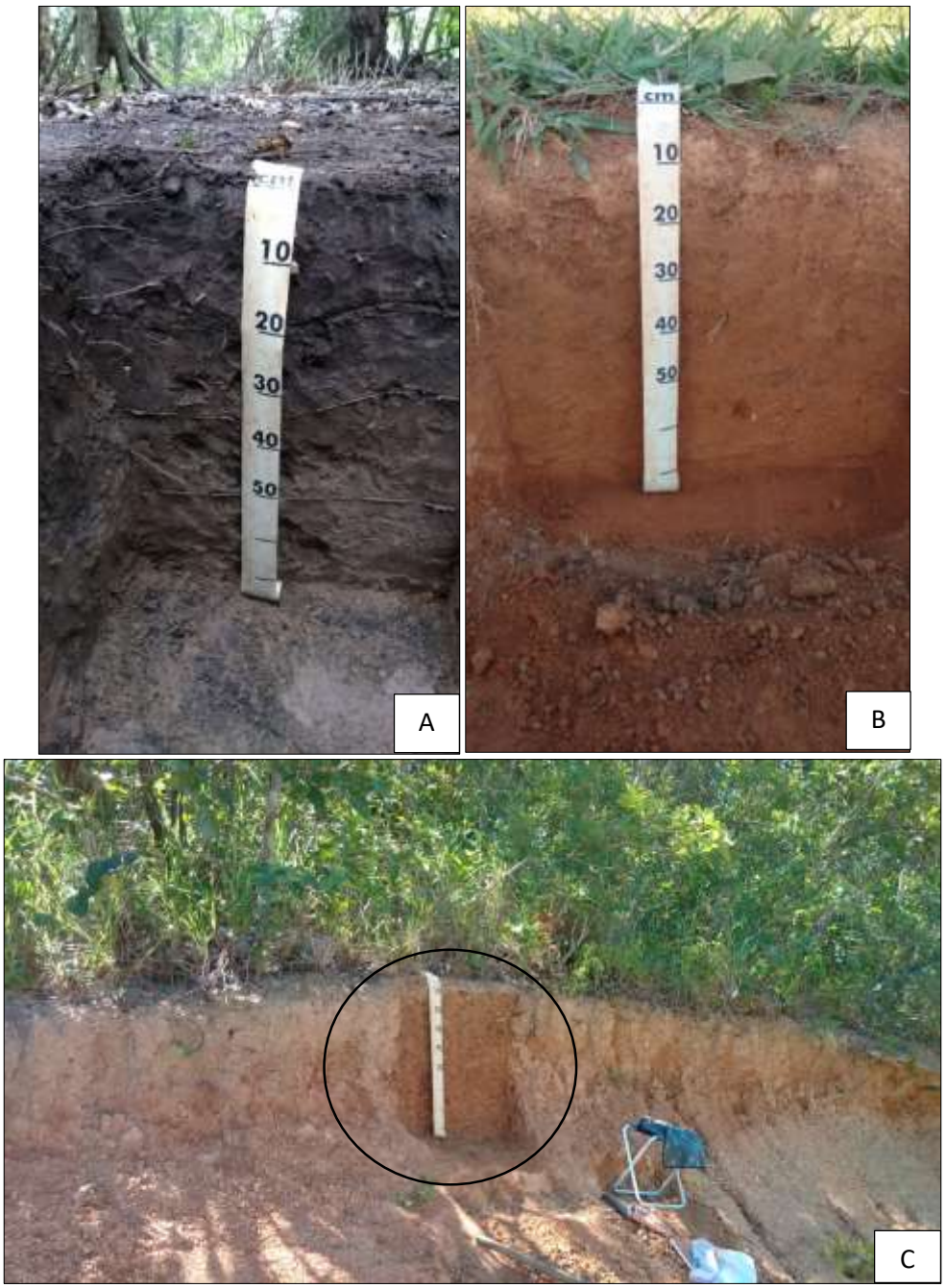


Figura 04: A- Perfil realizado em trincheiro. B- Perfil em barranco de estrada. C- Perfil em encosta de morro. Foto: Acervo do autor/2020.

O quadro 04 mostra os perfis e os pontos de coletas, a localização geográfica e a referência de onde foram selecionados os solos representativos.

Quadro 02: Localização geográfica dos perfis e pontos de coleta dos solos

Perfil e ponto de coleta	Coordenadas Geográficas		Local
	Latitude	Longitude	
Perfil 1 (P1)	15° 44’ 58,02”S	57° 29’ 34,3” W	Faz. Piran
Perfil 2 (P2)	15° 45’ 11,01”S	57° 30’ 82,7” W	Foz Cór. Cachoeirinha
Perfil 3 (P3)	15° 46’ 43,47”S	57° 25’ 02,8” W	Sítio Vista Alegre
Perfil 4 (P4)	15° 51’ 27,5” S	57° 20’ 37,8” W	Terço inferior de encosta (barranco)
Perfil 5 (P5)	15° 48’ 48,8” S	57° 19’ 28,0” W	Faz. Pindorama

Perfil 6 (P6)	15° 54’ 52,3” S	57° 21’ 36,8” W	Topo de morro
Perfil 7 (P7)	16° 10’ 04,7” S	57° 27’ 22,9” W	Faz. Tetéia (barranco de estrada)
Perfil 8 (P8)	16° 04’ 2,51” S	57° 23’ 59,56”W	Serra da Campina

Organizada pelo autor/2020

Por estar localizada no topo da serra da Campina, local de difícil acesso, a unidade pedológica (P8) não foi caracterizada a campo e nem em laboratório, mas, mapeada cartograficamente.

O uso das tecnologias do geoprocessamento, georreferenciamento, sensoriamento remoto, softwares, computador, imagens de satélite, GPS e a câmera fotográfica possibilitou o levantamento, o armazenamento, o processamento e o cruzamento das informações produzidas em campo com as atividades de gabinete.

2.6 Análises de solo em laboratório

As amostras de solo foram preparadas no Laboratório de Pesquisas e Estudos em Geomorfologia Fluvial-LAPEGEOF/UNEMAT-Cáceres, onde foram secas ao ar (figura 05 A), destorroadas com um martelo de borracha, obtendo-se a fração terra fina seca ao ar (TFSA) e preparadas (Figura 05 B) para as análises físicas e químicas, conforme EMBRAPA (2017).





Figura 05: Amostras de solo sendo preparadas para análise física e química.
Foto: Acervo do autor/2020.

As análises foram realizadas no laboratório da Empresa Mato-Grossense de Pesquisa, Assistência e Extensão Rural – EMPAER-MT, situada à Rua Senador Jonas Pinheiro, s/n, bairro Ponte Nova, Várzea Grande-MT (fones: 015-65-3648-9271 e 3648-9273).

2.6.1. Análise física

A análise granulométrica foi realizada pelo método da pipeta. Amostras de 20 g de cada horizonte de coleta foram condicionadas em béqueres, contendo 10 ml de hidróxido de sódio e 100 ml de água. Em seguida, foi agitado o conteúdo dos béqueres com um bastão de vidro, sendo tampado com um vidro de relógio e deixado em repouso por 12 horas. Transcorrido o período, as amostras foram novamente agitadas, durante 15 minutos, mecanicamente no Agitador de Wagner (TE-160).

Na sequência, o material foi submetido ao método de peneiramento, com peneira de 20 cm de diâmetro e malha de 0,053 mm (nº 270) apoiada sobre um funil e proveta de 1000 ml. O silte e a argila passaram para a proveta de 1000 ml e a areia ficou retida na peneira. O material da proveta foi movimentado com um bastão de vidro por 30 segundos e deixado em repouso, conforme tabela de temperatura e tempo de sedimentação (EMBRAPA, 2017).

Transcorrido o tempo de sedimentação, foram pipetados 5 cm do material analisado (fração argila). Ao fim do processo, tanto o material da pipeta (suspensão coletada) quanto da peneira foi transferido para béqueres identificados de acordo com

o ponto de coleta e levados à estufa (modelo TE-394/2) a 120 °C. Após secos, os materiais foram pesados e analisados.

A fração argila foi determinada pelo método da pipeta e a fração silte, por diferença (EMBRAPA, 2017). Na determinação da classe textural das amostras, utilizou-se o triângulo de grupamento textural proposto pela EMBRAPA (2006).

2.6.2 Análise química do solo

Na análise química, os procedimentos analíticos utilizados foram: a quantidade de matéria orgânica (M.O), acidez ativa (pH em H_2O e em KCl 1mol $L^{-}1$), com relação solo-solução 1:2,5; Fósforo (P) extraído com solução Mehlich 1 na relação 1:10 e determinado por absorção atômica; Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) extraídos com KCl 1 mol L^{-1} na proporção 1:10, determinado por absorção atômica; Potássio (K) e Fósforo foram extraídos por solução de Mehlich-1, sendo o K determinado por fotometria de chama e o P, por colorimetria.

O Alumínio (Al) trocável foi extraído com KCl 1 mol L^{-1}, na proporção 1:10 e determinado por titulação com NaOH 0,025 mol L^{-1} (DEFELIPO e RIBEIRO, 1991). A acidez potencial (H + Al) foi extraída com acetato de cálcio 0,5 mol L^{-1}, na relação 1:15 com pH ajustado a 7,0 e determinada por titulação com NaOH 0,025 mol L^{-1}. A Matéria Orgânica (MO) foi determinada através do método via úmida pela oxidação com $K_2Cr_2O_7$ 0,0667 mol L^{-1} e posterior titulação com sulfato ferroso amoniacal (EMBRAPA, 2017).

A partir da definição dos resultados, foi determinada a Soma das Bases (SB), Capacidade da Troca de Cátions (CTC) efetiva, a porcentagem de Saturação por Bases (V) e a porcentagem de Saturação por Al (EMBRAPA, 2017).

A partir dos atributos morfológicos e dos resultados das análises físicas e químicas, procedeu-se à classificação até o quarto nível categórico, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2018) e a interpretação dos teores dos elementos químicos seguiu a 5ª aproximação proposta por Ribeiro et al. (1999).

2.7 Relação solo-paisagem

A relação solo-paisagem foi determinada através de um transecto projetado da foz à nascente do córrego Cachoeirinha, utilizando imagens do Google Eath Pro, em que apareceram as diferentes altitudes do relevo. Seguidamente, foi realizado o cruzamento de dados oficiais científicos, resultados de observações durante trabalhos

de campo e análises de imagens de satélites, associando as litologias, as altitudes, os tipos de solo, o uso da terra e cobertura vegetal, principalmente, considernado as formações geomorfológicas: Planície do Rio Paraguai, Depressão do Alto Paraguai e Província Serrana.

Para determinar e mapear as áreas com homogêneas características na relação solo-paisagem foram consideradas as unidades geomorfológicas da bacia apontadas pelo IBGE (2019), associando-se em respectivas Unidades de Paisagem-UP. Como exemplo, para a área da Planície do Rio Paraguai, foi determinada a UP I; para a área da Depressão do Alto Paraguai foi apontada UP II e na Província Serrana a UP III. Essa metodologia foi adaptada dos estudos de Oliveira (2021) quando definiu as unidades geoambientais da bacia hidrográfica do rio Branco-Mato Grosso.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Solos representativos da bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha

A interação entre os elementos naturais (clima, relevo, geologia, geomorfologia) dá origem aos tipos de solos presentes na bacia, formando pedoambientes específicos das áreas baixas da Planície do Rio Paraguai, na Depressão do Alto Paraguai e nas áreas elevadas da Província Serrana. Nesse contexto, a Figura 06 mostra a distribuição geográfica das unidades mais representativas de solo na bacia do córrego Cachoeirinha.

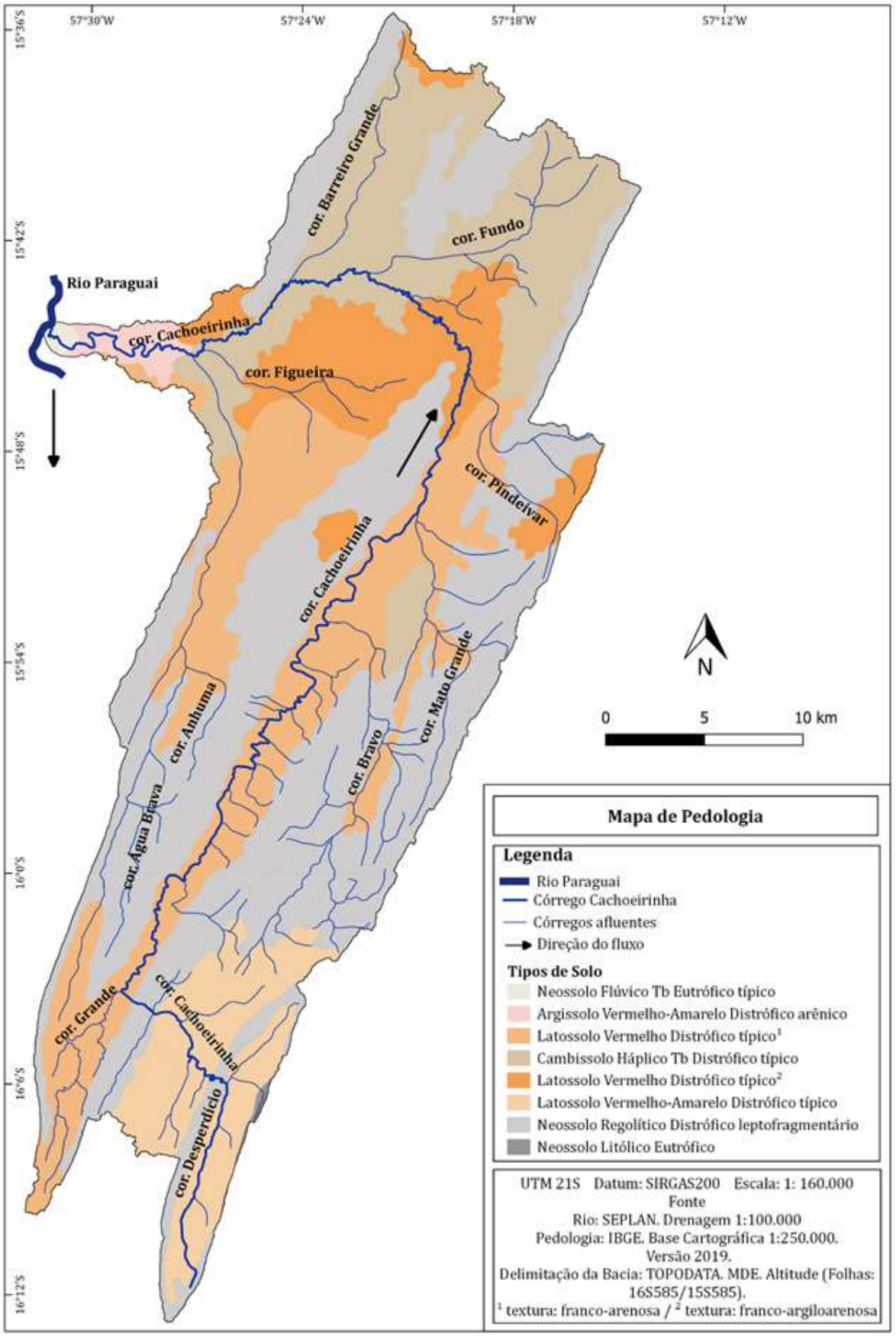


Figura 06: Distribuição dos solos da bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha. ([1,2]) Ocorrência da mesma classificação de solo, porém, em altitudes e com características físico-químicas diferentes. Elaborado por Santos/2020.

O processo de formação do solo na bacia do Cachoeirinha é dinâmico. A dissecação do relevo da área da Província Serrana (alto curso), ocorrida através do intemperismo, contribui na composição pedológica e na variedade dos solos e de paisagens das áreas a jusante, através do processo de remoção de partículas de solo e sua deposição em áreas mais rebaixadas topograficamente, sob atuação das forças exógenas, neste caso, os espaços ocupados pela depressão (médio curso) e da planície (baixo curso).

Para Bigarella et al. (2003), as forças físicas atuam na dissecação, promovendo a desintegração das rochas. As reações químicas alteram a composição dos minerais e as forças biológicas podem acelerar os resultados das forças físicas e químicas, integrando-os ao solo pré-existente, ocupando áreas distintas. Na bacia do córrego Cachoeirinha, além das afirmações dos autores supracitados, as unidades pedológicas são condicionadas à altitude do relevo, formação geológica, características climáticas, geomorfológicas e ao tipo de cobertura.

O perfil de elevação longitudinal mostra a distribuição das unidades pedológicas ao longo da bacia, sendo possível agrupar as áreas com diferentes altitudes, da Planície do Rio Paraguai (P2), a Depressão do Alto Paraguai (P1, P3 e P5) às áreas de maior altitude na Província Serrana (P4, P6 e P7), como mostra a Figura 07.

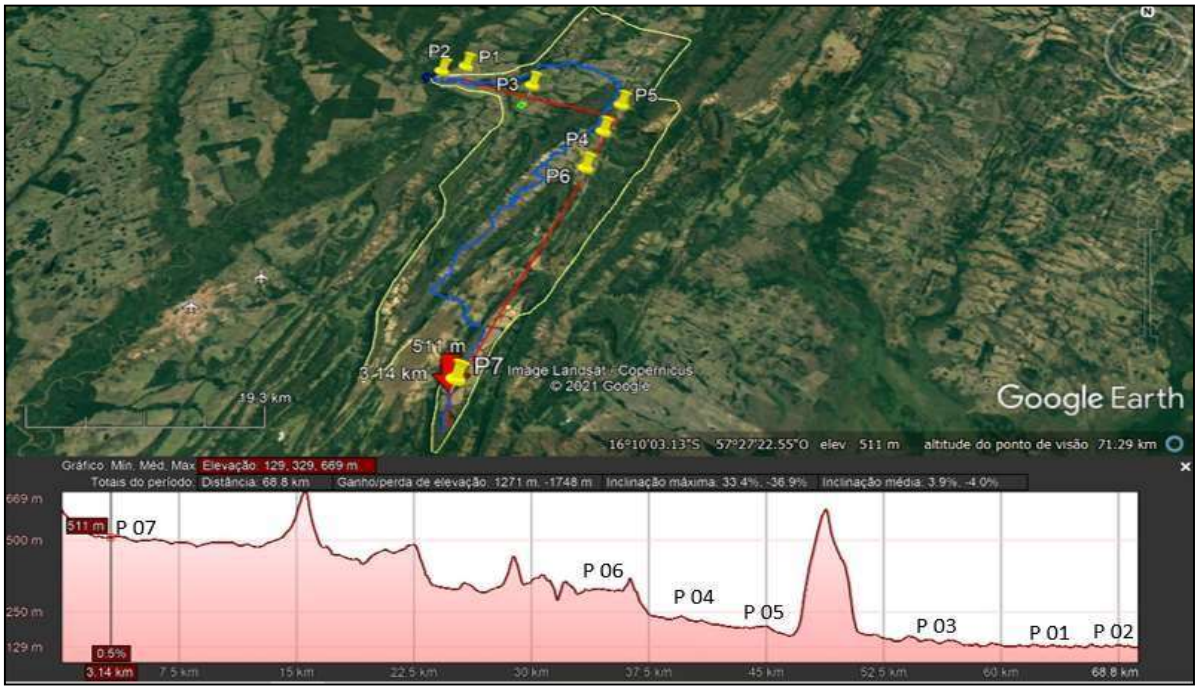


Figura 07: Perfil de elevação: distribuição e a altitude das unidades pedológicas na bacia.
Adaptado: Google Earth Pro/2021. Organizado pelo autor.

O perfil apresenta altitudes diferentes com uma diversidade de ambientes, que, na interação dos elementos ambientais, é responsável por originar os compartimentos pedológicos com diferentes classes que imprimem distintos potenciais e/ou fragilidades ambientais, criando uma estreita relação na composição de paisagens.

Considerando a influência de altitude sobre as características do solo, Rodolfo Junior (2015) também constatou a mesma relação em chapadas elevadas, planos intermediários e planícies, onde apareceram diferentes tipos de solo para cada relevo, com paisagens heterogêneas.

Analisando a inclinação do relevo mostrada na figura 07, atribui-se ações de processos erosivos, como remoção, transporte e deposição de material e formação de paisagem, principalmente, na região do alto curso da bacia. Tratam-se de processos que podem ocorrer dentro da capacidade de resiliência local ou potencializadas por atividades humanas nas áreas de cultivo ou pastagem que podem gerar perdas de solo e assoreamento de áreas rebaixadas. Para Cunha (1997), a erosão é um processo natural no desenvolvimento do solo e da paisagem. Entretanto, atividades antrópicas podem intensificar a erosão normal, resultado da forma de uso da terra sob determinadas condições de clima, vegetação e relevo.

Em consequência dos efeitos da erosão e deposição, considerando a conectividade das características dos elementos ambientais (desnível do terreno, intensidade das chuvas, composição geológica, cobertura vegetal e tipo de uso da terra), os solos encontrados na região da Província Serrana são rasos, medindo entre 0,15 a 0,25 cm de profundidade, como exemplo, o P6 – Neossolo Regolítico Distrófico leptofragmentário e encontrado sobre algumas serras da Província Serrana, mostrado na Figura 08.

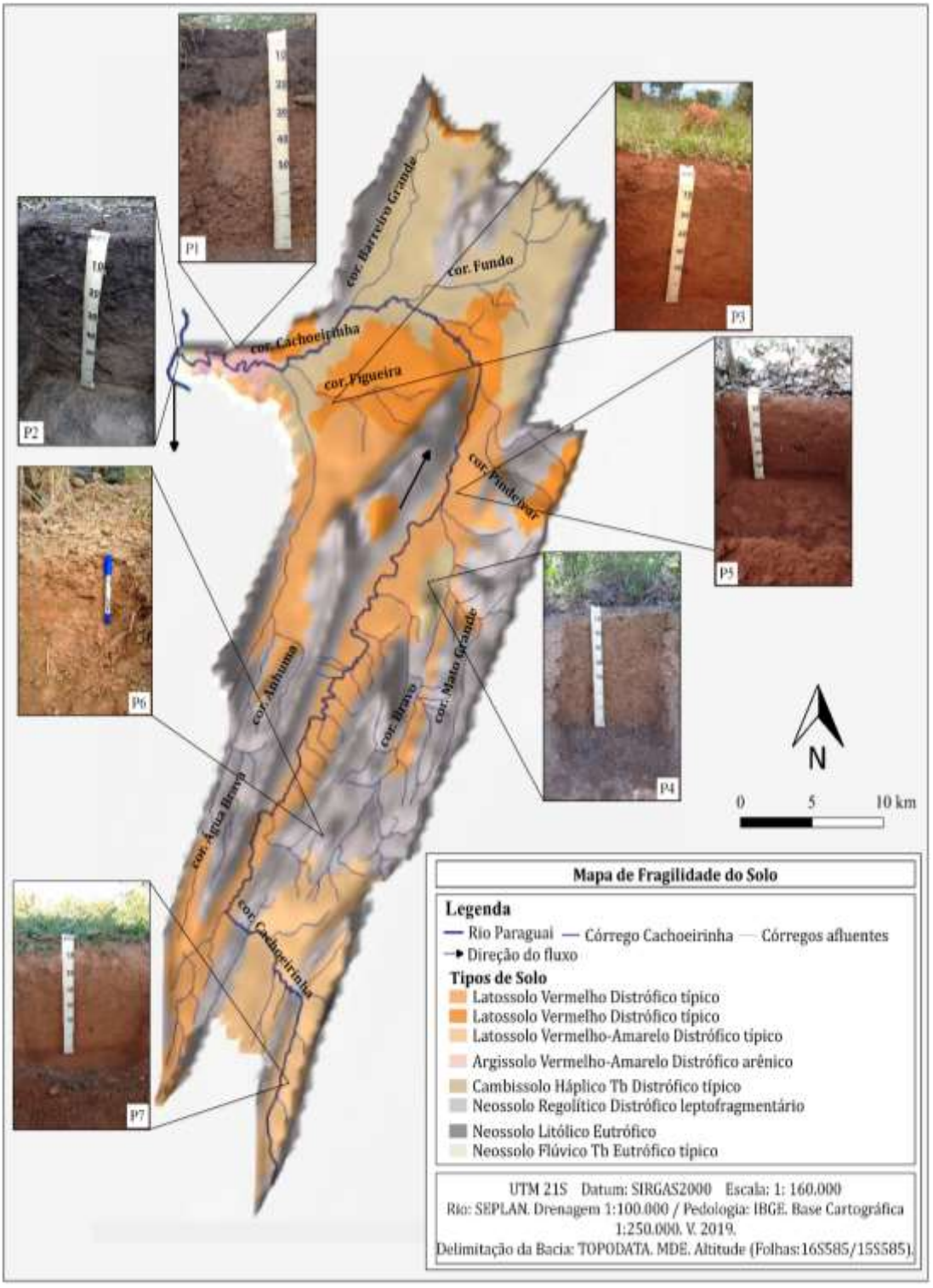


Figura 08: distribuição dos solos na bacia do córrego Cachoeirinha.
Foto: Acervo do autor/2020.

Na região da Depressão do Alto Paraguai e da planície, nas áreas onde o relevo apresenta-se plano, com atividade de deposição, a profundidade média é superior a 1,00 metro, como exemplo, os latossolos (P2, P4 e P5), o argissolo (P1) e o Neossolo Flúvico (P2).

3.2 Características ambientais e morfológicas dos solos

As descrições morfológicas completas e considerações de uso atual dos perfis encontram-se no Apêndice 1, sendo que, no texto, é apresentada, através da tabela 01, uma síntese das principais características.

Tabela 01: Características morfológicas dos perfis dos solos na Bacia Hidrográfica do córrego Cachoeirinha – MT

Horiz.	Prof.(cm)	Cor	Textura	Estrutura	Consistência	Transição
Perfil 1 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico arênico						
Ap	0 - 23	7,5YR 3/3	af	1 mp mg bs	mf np npe	o ia
BC	23 - 50	5YR 5/6	fa	1 mp mg bs	mf lpp	o ia
BCtf	50 - 90+	5YR 5/6	faa	1 mp mg bs	pp	---
Perfil 2 - NEOSSOLO FLÚVICO Tb Eutrófico típico						
H	5 - 0	---	---	---	---	---
A	0 - 20	7,5YR 3/2	fa	1 mp mg bs	mf lp lpe	oc
AC	20 - 35	7,5YR 4/2	fa	1 mp mg bs	mf lp lpe	pc
CA	35 - 55	5YR 5/3	fa	1 mp mg bs	mf lp lpe	pc
Cf	55 - 80+	5YR 5/3	fa	1 mp mg bs	f lp lpe	---
Perfil 3 - LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico						
Ap	0 -15	7,5YR 3/3	fa	1 mp mg bs	mf np npe	pc
BA	15 - 30	2,5YR 4/4	fa	1 mp mg bs	mf lp lpe	pd
Bw_1	30 -42	2,5YR 4/6	faa	1 mp mg bs	mf lp lpe	pd
Bw_2	42 -75+	2,5YR 4/6	faa	1 mp mg bs	mf lp lpe	---
Perfil 4 - CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico						
O	5 - 0	---	---	---	---	---
A	0 a 10	7,5YR 5/2	ar	1 mpm bs	m mf pp	pg
AB	10 - 21	5YR 5/4	are	1 mp/mg bs	m mf mp mpe	pg
BA	21 - 33	5YR 5/3	are	1 mp/mg bs	m mf mp mpe	pg
Bi	33 - 42	5YR 5/6	ar	1 mp/mg bs	m mf mp mpe	pg
Cr	42 - 80	5YR 5/6	are	mp/mg bs	m mf mp mpe	---
Perfil 5 - LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico						
O	5 - 0	---	---	---	---	---
A	0 - 5	2,5YR 5/4	fa	1 mpm bs pg	m mf np npe	pd
AB	5 - 10	2,5YR 5/4	faa	1 pg bs dpg	m mf np npe	pd
Bw	10 - 65+	10R 4/6	fa	1 mp/mg bs dpg	mf np npe	---
Perfil 6 - NEOSSOLO REGOLÍTICO Distrófico leptofragmentário						
A	0 - 15	n/d*	faa	1 mpm bs	n/d	n/d
Cr	--------	---	---	---	---	---
Perfil 7 - LATOSSOLO VERMEILHO-AMARELO Distrófico típico						
Ap	0 -16	7,5YR 5/3	are	fm mp/mg bs	ld f lp lpe	pc
AB	16 -35	7,5YR 5/4	are	1 mp/mg bs dmpg	d mf lp lpe	pd
Bw	35 - 80+	5YR 5/8	are	1 mpg bs dpg	m mf pp	---

Organizada pelo autor.

nd: não determinado.

Textura: a- arenosa; f- franco; af- areia franca; fa- franco arenosa; ar- argila ou argilosa; faa- franco-argiloarenosa; are- argila-arenosa.

Estrutura: 1- fraca; 2- moderada; fm- fraca a moderada; mp- muito pequena; p- pequena; g- grande; pg- pequena a grande; mpm- muito pequena a média; mp/mg- muito pequena a muito grande; mpg- muito pequena a grande; bs- bloco subangulares; mbs- médios blocos subangulares; p/gbs- pequeno

a grande bloco subangular; dpg- desfaz em pequena granular; dmpg- desfaz em muito pequena granular.

Consistência: f- friável; mf- muito friável; d- dura; m- macia; ld- ligeiramente dura; np- não plástica; npe- não pegajosa; pp-plástica e pegajosa; lpp- ligeiramente plástica e pegajosa; lp- ligeiramente plástica; lpe- ligeiramente pegajosa; mp- muito plástica; mpe- muito pegajosa;

Transição: o- ondulada; pg- plana e gradual; pd- plana e difusa; pc- plana e clara; oc- ondulada e clara; ia- irregular abrupta.

O perfil P1 (PVAd) - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico arênico está localizado na Fazenda Piran, há 230 metros da margem direita do córrego Cachoeirinha, ocupa uma área de 11,31 km², ou seja, 1,19 % da bacia (Figura 09).



Figura 09: **A-** Paisagem de ocorrência do ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico arênico.
B- Perfil de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico arênico.
Fotos: Arquivos do autor/2021.

A vegetação primária era o Cerrado Tropical – Floresta Estacional Semidecidual com Dossel Emergente, o relevo local é plano e a litologia presente é os Sedimentos Aluviais da Formação Pantanal. Pelo interesse econômico, houve o desmatamento dessa vegetação, sendo substituída pela pecuária. De acordo com Sartori et al. (2005), para a conservação desse solo, é necessário considerar a sua estrutura e o tipo da cobertura para estimar-se o escoamento superficial, os efeitos erosivos e adotar o manejo adequado. A pecuária bovina é a atividade predominante em toda essa unidade de solo, onde é cultivado o capim brachiaria (*Brachiaria decumbens*).

Para Vilela (2009), o capim brachiaria adaptou-se muito bem nas áreas onde foi ocupada pela vegetação do Cerrado, mantendo-se vigoroso e perene. Desenvolve-

se em diversos tipos de solo, entretanto, demanda boa drenagem e média fertilidade, adaptando-se bem em solos arenosos e argilosos. Isso justifica a presença desse capim por toda a bacia do córrego Cachoeirinha.

É uma paisagem não pedregosa ou rochosa, imperfeitamente drenado, onde a erosão ocorre de forma laminar. No horizonte superficial (Ap), a matiz (7,5YR) corresponde a cor bruno escuro e, nos horizontes BC e BCtf, a matiz 5YR e cor vermelho amarelo, a estrutura manteve-se ao longo do perfil, sendo muito pequena a muito grande do tipo em blocos subangulares, bem como a transição entre os horizontes que apresentou ondulado e irregular abrupta. Houve variação na textura entre o horizonte superficial (Ap) e o subsuperficial (BCtf) em razão do processo de translocação de argila, apresentando, na sequência, de areia franca para franco-argiloarenosa. A consistência apresentou-se plástica e pegajosa, o que se relaciona com a textura apresentada (Tabela 01).

O perfil P2 (Rybe) - NEOSSOLO FLÚVICO Tb Eutrófico típico está localizado na foz do córrego Cachoeirinha, há 193 metros da margem esquerda do córrego Cachoeirinha e a 1.262 metros da margem esquerda do rio Paraguai, ocupando uma área de 2,29 km^2, ou seja, 0,24% da área da bacia (Figura 10).

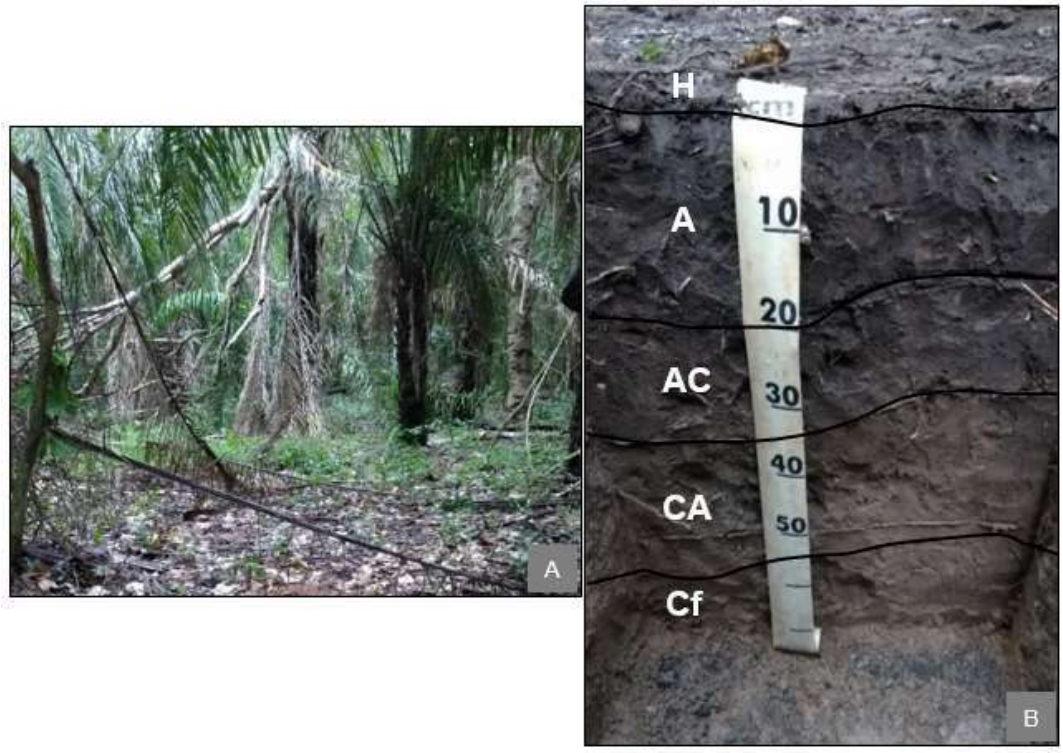


Figura 10: **A**- Paisagem de ocorrência do NEOSSOLO FLÚVICO Tb Eutrófico típico.
B- Perfil de NEOSSOLO FLÚVICO Tb Eutrófico típico.
Fotos: Arquivo do autor/2021.

A altitude do relevo local do perfil é de 133 metros do tipo plano, onde ocorrem depósitos recentes de sedimentos aluviais (arenosos) da Formação Pantanal. É uma paisagem não pedregosa ou rochosa, imperfeitamente drenado, em que o processo erosivo é não aparente. Oliveira (2001, p. 14), fazendo a caracterização florística, fitossociológica e pedológica de um trecho de floresta riparia dos Campos Gerais do Paraná também fez as mesmas observações quanto à composição do solo e ao estrato da cobertura vegetal, caracterizando como um solo de formação recente, de alta fragilidade, “com a morfogênese superando a pedogênese”.

A vegetação primária é do tipo Cerrado Tropical. Em razão do ambiente de baixo curso da bacia (foz) ser potencialmente favorável à deposição de sedimentos oriundos da jusante, é possível inferir que é um ambiente que possui uma condição química favorável à existência de uma cobertura vegetal bem desenvolvida, caracterizada como Floresta Estacional Semidecidual com dossel emergente, com a presença de bacuris (*Platonia insignis*), cajás (*Spondias mombin*), figueiras (*Ficus*), ipês (*Handroanthus*).

Quanto à ocupação da área, encontra-se preservada por estar dentro da Área de Preservação Permanente-APP do rio Paraguai e do córrego Cachoeirinha, coberta pela vegetação nativa. Entretanto, foi notada a retirada de algumas espécies, como a peroba (*Aspidosperma polyneuron)*, o jatobá (*Hymenaea courbaril)*, o ipê (*Handroanthus*) para serem utilizadas nas construções rurais dos moradores locais, como, por exemplo, casas, currais, pontes, cercas, pocilgas, etc.

Em razão do relevo plano, houve a mecanização e a inserção dos nutrientes no solo (adubação) para o plantio do capim e de pequenas áreas onde é cultivado o milho para ser utilizado como ração bovina (milho triturado verde e estocado em silo de lona).

A morfologia do solo apresenta os horizontes com tonalidade escura (valor entre 3 e 5) e com baixa intensidade da cor (croma entre 2 e 3). A matiz ou cor apresenta nos horizontes A (00-20 cm) e AC (20-35 cm) na matiz (7,5YR) correspondente as cores bruno escuro e bruno, respectivamente. Nos horizontes CA e Cf, apresenta a matiz (5YR 5/3), o que define a cor sendo a bruno avermelhado.

A classe textural apresenta-se francoarenosa em todos os horizontes, assim como a estrutura muito pequena a muito grande do tipo blocos subangulares. Houve mudança na consistência apenas no último horizonte Cf, apresentando-se friável e, nos demais horizontes, é muito friável. A transição entre os horizontes A e AC

apresentou-se ondulada e clara nos horizontes superficiais e mostrou-se plana e clara nos horizontes AC e CA.

O horizonte H é composto por material orgânico (serrapilheira) oriundo da vegetação arbórea em diferentes estágios de decomposição, onde foi observada atividade biológica de minhocas e besouros. Esses organismos compõem a macrofauna edáfica, importante para a biota e no processo de formação do solo. Nas observações em campo, foi notado que o processo da decomposição orgânica é mais acelerado nesse setor da bacia, em consequência da umidade no solo provocada pelo alagamento que, anualmente, acontece do transbordamento do córrego Cachoeirinha e do rio Paraguai.

O perfil P3 (LVd) - LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico aparece no Sítio Vista Alegre, próximo ao Distrito de Vila Aparecida, município de Cáceres-MT (Figura 11), ocupando a área de 209,92 km², ou seja, 22,04% da área da bacia e configura-se como a segunda maior unidade de solo observada. A altitude local é de 152 metros, a litologia é formada por calcário da Formação Araras do Grupo Alto Paraguai. Apresenta um relevo local plano, bem drenado, a erosão é laminar e não se observou presença de pedregosidade ou rochosidade na superfície e perfil do solo.

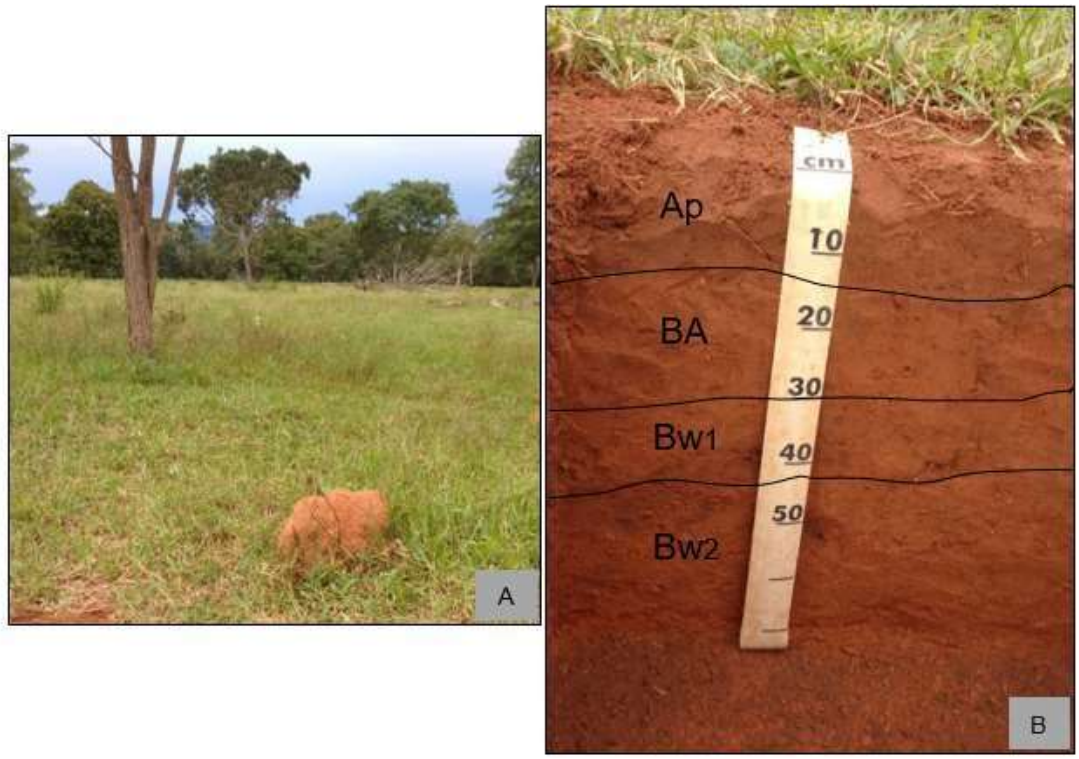


Figura 11: **A**- Paisagem de ocorrência do LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico.
B- Perfil de LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico.
Fotos: Arquivos do autor/2021.

O LVd ocorre entre os vales da província serrana. Nesse tipo de solo, desenvolvem-se as principais atividades econômicas da bacia, principalmente a pecuária. O cultivo do capim brachiaria tem substituído a vegetação primária do tipo Cerrado Tropical - Savana Arborizada com floresta de galeria. Dessa vegetação, permaneceram apenas alguns fragmentos isolados pertencentes a reserva legal das propriedades rurais (Figura 12).



Figura 12: Fragmento da vegetação do Cerrado em área de pastagem.
Foto: Acervo do autor/2021.

Quanto à descrição morfológica, o solo apresentou com matiz 7,5YR no horizonte Ap (cor bruno escuro) e 2,5YR, nos horizontes BA (bruno avermelhado), Bw1 e Bw2 (vermelho), com croma variando de 3 e 4 e valores de 3 a 6 (úmido). Nesse caso, podem ser atribuídas as cores à herança do material de origem calcário e a presença da hematita.

Em relação à textura, mostrou-se, nos horizontes Ap e BA, como franco-arenosas e, no horizonte Bw, textura franco-argiloarenosa. A estrutura apresentou fraca, muito pequena e muito grande em blocos subangulares. A consistência alterou-se de acordo com a mudança na textura de não plástica e não pegajosa (franco- arenosa), no horizonte Ap, para ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa franco-argiloarenosa) nos horizontes BA e Bw1 e Bw2.

O perfil 4 (CXbd) - CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico está situado na margem esquerda da estrada municipal Jaime Campos no distrito de Vila Aparecida, ocupa 164,18 km², correspondente a 17,24% da bacia (tabela 06). O perfil foi descrito em um barranco localizado a 1/3 inferior de encosta, na altitude de 216 metros em relevo local ondulado.

A litologia é composta por metafilitos, argilitos, folhelhos e siltitos da formação Sepotuba do grupo Alto Paraguai (Pré-Cambriano Superior). Esse solo é o resultado das alterações do material supracitado, não pedregoso, porém, ligeiramente a moderadamente rochoso (Figura 13). A cobertura vegetal é do tipo Cerrado Tropical – Savana Arborizada com floresta de galeria.

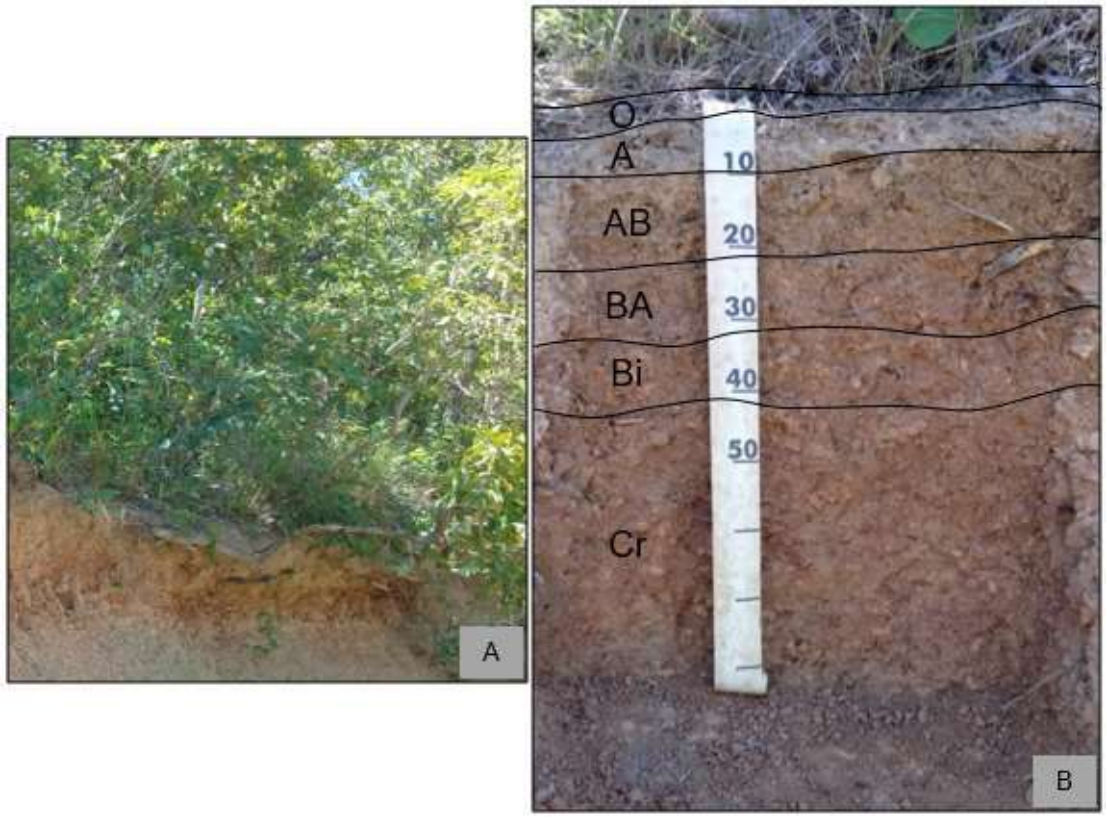


Figura 13: **A-** Paisagem de ocorrência do CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico.
B- Perfil de CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico.
Fotos: Arquivos do autor/2021.

Essa unidade de solo ocupa as encostas das serras e morros, com declividade de aproximadamente 20%, o que não oferece, a princípio, condições de exploração econômica, mantendo-se como áreas de preservação permanente. Para Oliveira et al. (1982), esse solo está associado ao material originário, raso, textura cascalhenta, em muitos casos, pedregoso, situa-se em um posicionamento topográfico característico de encostas e regiões de relevo movimentado com declives fortes (ondulado) a muito forte (muito ondulado) que, aliado à baixa fertilidade natural e quase sempre a mecanização, é impedida.

O relevo do tipo ondulado na região onde se encontra esse perfil favorece ao escoamento pluvial das encostas de forma mais rápida, o que pode desencadear processos erosivos, significando que o solo dessa paisagem é removido durante o

período de cheia, conforme Santos et al. 2015. Guerra et al. (2007) afirmam que existem fatores influenciadores na suscetibilidade de erosão nesse solo, principalmente, nos mais rasos com camada impermeável formada pelo substrato rochoso, a declividade do terreno, o teor de silte e o gradiente textural.

A porosidade promove uma boa percolação da água no perfil do solo, permitindo descrevê-lo como um solo bem drenado. A cobertura vegetal do tipo Cerrado Tropical – Savana Arborizada com floresta de galeria tem preservado o solo de ações erosivas mais severas, impedindo a formação de sulcos por erosão, uma ação inexistente quando ocorre a concentração do fluxo em uma vertente de encosta côncava (Figura 14).



Figura 14: A - Vista parcial da fina camada de solo com fragmentos do material de origem sobre os folhelhos. **B-** Pacotes de folhelhos.
Fotos: Arquivo do autor/2021.

A presença da camada de serrapilheira (camada O - 5 cm) é um indicador da preservação da área em relação às queimadas anuais. A matiz no horizonte A manteve-se em condições de seco e úmido (7,5YR), cor do tipo bruno, caracterizando solos mais escuros em razão da presença de matéria orgânica. Nos horizontes mais à subsuperfície AB e o BA e, em razão da menor influência da matéria orgânica, os

matizes apresentaram nos dois estados de umidade seco e úmido em 5YR, caracterizando uma cor bruno avermelhada, conforme tabela 01.

Nos horizontes Bi e Cr sob as duas condições de umidade, tanto as matizes, os cromas e os valores mantiveram-se em 5YR 5/6 ou vermelho amarelado. A textura variou entre argila e argiloarenosa, com estrutura fraca composta em blocos subangulares e, em razão da textura mais argilosa, exibe uma consistência muito plástica e muito pegajosa (Tabela 01).

O perfil P5 (LVd) - LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico foi descrito à margem esquerda da estrada municipal Jaime Campos que liga a MT-343 a BR-070, Distrito de Vila Aparecida, município de Cáceres-MT (Figura 15), ocupa 93,53 km² da bacia, o que equivale a 9,81% da sua área total. Quanto à ocupação, a área onde foi descrito o perfil já foi explorada pela atividade pecuária. Na atualidade, encontra-se em processo de regeneração, sem atividade de ação antrópica.



Figura 15: **A-** Paisagem de ocorrência do LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico.
B- Perfil de LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico.
Fotos: Arquivos do autor/2021.

A altitude local é de 205 metros e a litologia é os metafilitos, argilitos e siltitos da formação Sepotuba, do grupo Alto Paraguai (Pré-Cambriano Superior – Pleistoceno). O solo é originário das alterações químicas, físicas e biológicas do material de origem e não apresenta pedregosidade ou rochosidade, onde o relevo regional é ondulado a forte ondulado e o relevo local é plano. A erosão descrita foi laminar, o que caracteriza

um tipo de remoção uniforme de solo da paisagem de ocorrência, sem o aparecimento de sulcos na superfície. A drenagem do perfil foi descrita como fortemente drenado, o que caracteriza boa porosidade.

A cor (seco e úmido) foi o vermelho no matiz 10R (horizonte Bw) e valor/croma em 4/6. Na superfície (horizontes A e AB), a cor foi o bruno avermelhado no matiz 2,5YR e valor/croma em 5/4. A classe textural alterou entre a francoarenosa, no horizonte A e Bw, e franco-argiloarenosa no AB. A estrutura é fraca, muito pequena do tipo blocos subangulares que se desfazem em pequena granular (tabela 01).

O perfil P6 (RRd) - NEOSSOLO REGOLÍTICO Distrófico leptofragmentário foi descrito em topo de serra na margem direita da estrada municipal Jaime Campos que liga a MT-343 a BR-070, Distrito de Vila Aparecida, município de Cáceres-MT (Figura 16), ocupando 387,66 km² da bacia, o que equivale a 40,69% da sua área total. O domínio desse solo é sobre as áreas elevadas da bacia (serras e morros), ocupando a maior área em relação às outras unidades pedológicas.



Figura 16: **A-** Paisagem de ocorrência do NEOSSOLO REGOLÍTICO Distrófico leptofragmentário.
B- Perfil de NEOSSOLO REGOLÍTICO Distrófico leptofragmentário.
Fotos: Arquivos do autor/2021.

A altitude do local é de 328 metros. A litologia é composta por arenito da Formação Raizama, do Grupo Alto Paraguai (Pré-Cambriano Superior). O solo é

produto da decomposição do material supracitado, apresentando-se pedregoso e rochoso, com forte presença de erosão laminar nas encostas declivosas e excessivamente drenado em razão da própria litologia nas áreas planas. Guerra et al. (2007) acrescentam que o fluxo d'água percolado na fina camada de solo é rapidamente interrompido pelo embasamento rochoso, originando o escoamento superficial gerado pela rápida saturação do horizonte da subsuperfície, zona de contato com a rocha, incorrendo em ações erosivas e até deslizamentos.

A ocorrência desse solo (raso) possui relação com as características geológicas e geomorfológicas, dificultando a mecanização e o estabelecimento de atividade econômica, inviabilizando a aplicação de técnicas para o aproveitamento agrícola, mesmo para o cultivo perene ou temporário. Isso contribui para a preservação da vegetação primária do Cerrado Tropical - Fase Savana Arborizada.

O RRd é predominante sobre as serras e os morros da Província Serrana. A espessura de seu horizonte superficial varia de um local para outro, dependendo da declividade e litologia. Na serra Chapola, é possível observar a fina camada do horizonte superficial sobre a rocha de arenito da Formação Raizama (Figura 17).



Figura 17: Corte na serra Chapola onde mostra pequena espessura do solo sobre rocha de arenito. **Foto**: Acervo do autor/2021.

A textura é predominantemente franco-argiloarenosa. O horizonte A possui uma estrutura fraca, muito pequena a média com blocos subangulares e, sobre a superfície do solo, pode-se observar fragmentos da litologia local composta de metaarenito em diferentes tamanhos. No horizonte Cr, encontra-se material de origem

fragmentado, o que caracteriza a denominação de solo regolítico e leptofragmentário na sua classificação.

O perfil P7 (LVAd) - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico está localizado na Fazenda Desperdício, Distrito de Vila Aparecida, município de Cáceres-MT (Figura 18), ocupa uma área de 82,38 km² da bacia, o que equivale a 8,65% da sua área total. Esse perfil encontra-se a 506 metros de altitude, entre as serras Chapola e da Cachoeira, a litologia é de arenito da Formação Raizama, Grupo Alto Paraguai (Pré-Cambriano Superior).

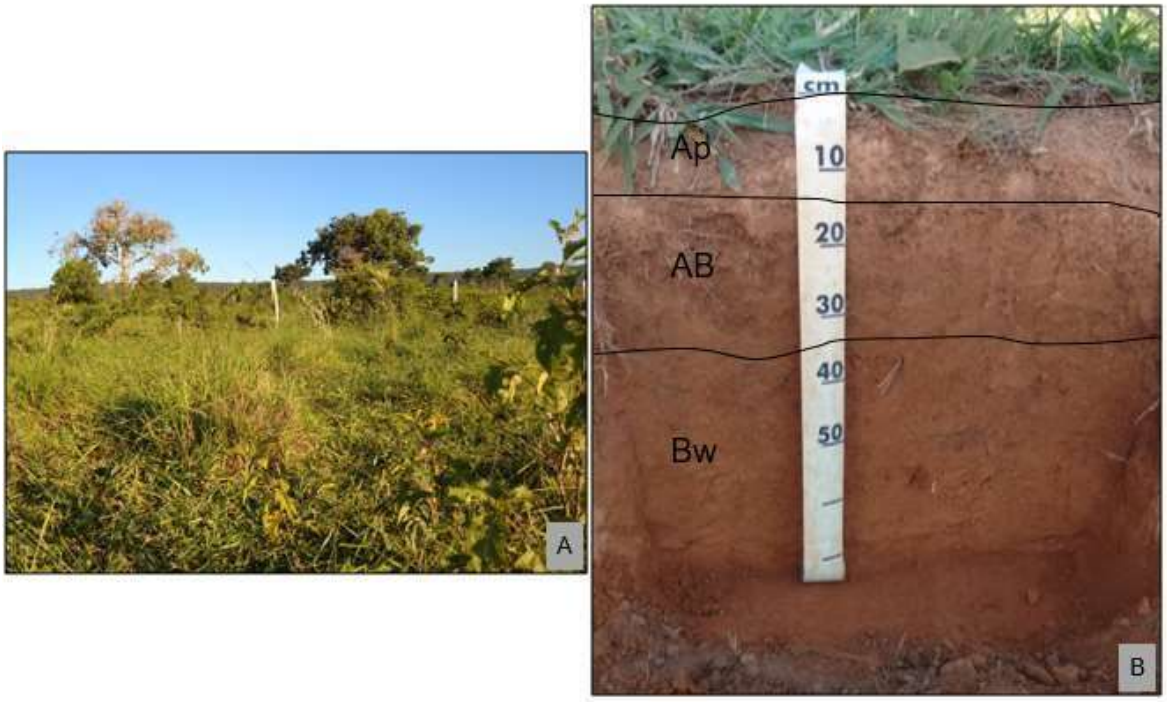


Figura 18: **A-** Paisagem de ocorrência do LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico.
B- Perfil de LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico.
Fotos: Arquivos do autor/2021.

A paisagem de localização do perfil caracteriza-se de forma não pedregosa e não rochosa, com relevo regional forte ondulado e relevo local ondulado a plano. O solo apresenta boa drenagem, com a presença da erosão forma laminar. A área plana no fundo do vale coberta pela vegetação primária do tipo Cerrado Tropical – Savana Arborizada sem floresta-de-galeria vem sendo ocupada pela pecuária bovina. Entretanto, nas áreas onde a pastagem tornou-se degradada e favorece as condições de mecanização, a agricultura vem sendo inserida através do monocultivo de grãos, como exemplo: o arroz, a soja, o milho e o milheto, como mostra a Figura 19.

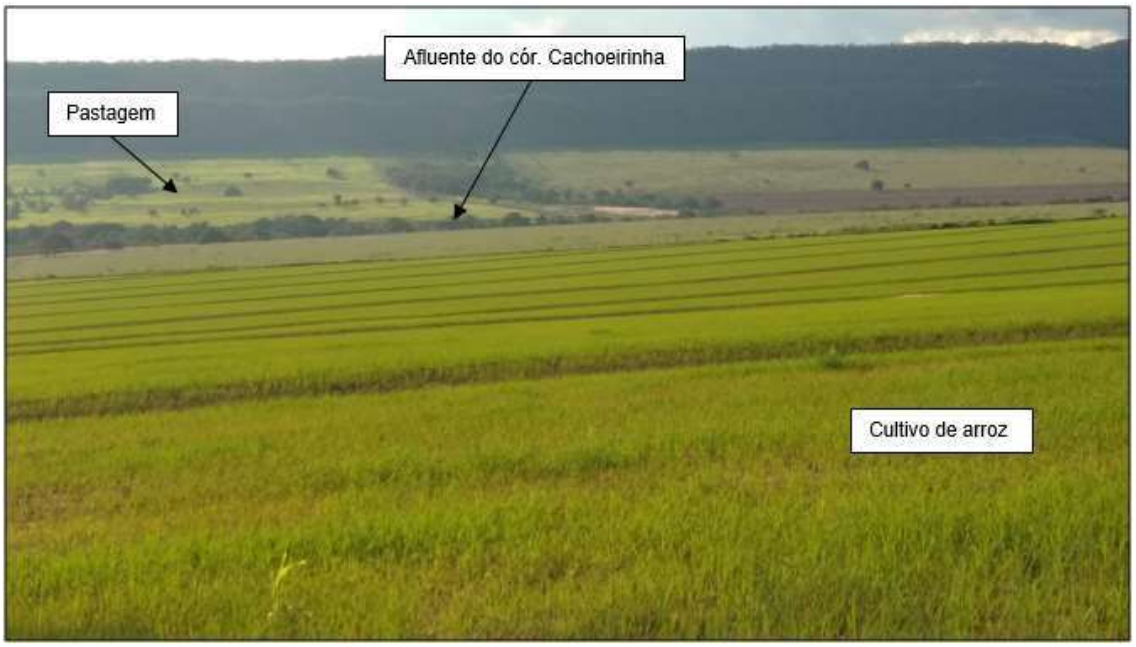


Figura 19: Área onde houve a substituição da vegetação primária pela pastagem e, posteriormente, ao monocultivo de grãos. **Foto**: Arquivo do autor/2021.

O solo apresentou nos horizontes superficiais Ap e AB a matiz 7,5YR (bruno escuro - seco e úmido) e em subsuperfície no horizonte Bw a matiz 5YR (vermelho-amarelo) com valor e croma de 5/8. Em relação à textura, não houve variação ao longo do perfil, apresentando-se textura homogênea do tipo argiloarenoso em todos os horizontes. A estrutura é fraca a moderada, muito pequena a muito grande com blocos subangulares; a consistência é ligeiramente dura, friável; ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa. Nos horizontes AB e Bw, os blocos desfazem-se em pequena granular, o que é típico da classe dos latossolos (Tabela 1).

3.3. Características físicas dos solos

Os solos estudados apresentam texturas que variam de argila, areia franca, franco arenosa, franco-argiloarenosa e argiloarenosa. As variações observadas são relacionadas às litologias presentes ao longo da bacia, influenciadas pelas condições climáticas subatuais.

O perfil 1 apresentou textura arenosa no horizonte Ap, franco arenosa no horizonte BC e franco-argiloarenosa no horizonte BCtf (Tabela 02). A presença da areia no horizonte Ap e BC torna o solo com maior capacidade de aeração, infiltração pluvial, menor retenção líquida, nutrientes, dentre outras funções. Feitosa et al. (2016) apresentaram resultados semelhantes em Argissolo, trabalhando com a relação solo–

vegetação em “ilhas” florestais e savanas adjacentes, no nordeste de Roraima, onde a fração de areia foi maior nos horizontes A e B.

Tabela 02: Características físicas dos solos na bacia do córrego Cachoeirinha- MT

Horizontes	Prof. cm	Areia	Silte	Argila	Relação Silte/Argila	Classe textural
		----------g kg^{-1}--------				
Perfil 1 – ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico arênico						
Ap	0-23	780	80	140	0,5	Areia franca
BC	23-50	780	60	160	0,3	Francoarenosa
BCtf	50-90+	640	60	300	0,2	Franco-argiloarenosa
Perfil 2 – NEOSSOLO FLÚVICO Tb Eutrófico típico						
H	5-0	---	---	---	---	---
A	0-20	720	100	180	0,5	Francoarenosa
AC	20-35	740	100	160	0,6	Francoarenosa
CA	35-55	740	100	160	0,6	Francoarenosa
Cf	55-80+	680	120	200	0,6	Francoarenosa
Perfil 3 – LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico						
Ap	0-15	820	20	160	0,1	Francoarenosa
BA	15-30	780	20	200	0,1	Francoarenosa
Bw_1	30-42	740	20	240	0,0	Franco-argiloarenosa
Bw_2	42-75+	620	20	360	0,0	Franco-argiloarenosa
Perfil 4 – CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico						
O	5-0	---	---	---	---	---
A	0-10	540	140	320	0,4	Argila
AB	10-21	400	140	460	0,3	Argiloarenosa
BA	21-33	380	120	500	0,2	Argiloarenosa
Bi	33-42	360	120	520	0,2	Argila
Cr	42-80	340	140	520	0,2	Argiloarenosa
Perfil 5 – LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico						
O	5-0	---	---	---	---	---
A	0-5	800	20	180	0,1	Francoarenosa
AB	5-10	740	20	240	0,0	Franco-argiloarenosa
Bw	10-65+	760	40	200	0,2	Francoarenosa
Perfil 6 – NEOSSOLO REGOLÍTICO Distrófico leptofragmentário						
A	0-15	680	60	260	0,2	Franco-argiloarenosa
Cr	---	---	---	---	---	---
Perfil 7 – LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico						
Ap	0-16	480	80	440	0,1	Argiloarenosa
AB	16-35	480	80	440	0,1	Argiloarenosa
Bw	35-80+	460	60	480	0,1	Argiloarenosa

Organizada pelo autor/2021

No perfil 2, houve predomínio de areia em todos os horizontes (classe textural francoarenosa). O aumento do silte pode estar associado às cheias sazonais, por ser uma região de planície de inundação no baixo curso da bacia.

A classe textural do horizonte A dos perfis 3 e 5 é francoarenosa e do horizonte B, franco-argiloarenosa (tabela 02). O baixo teor de silte e o aumento da argila indica solo intemperizado.

A relação silte/argila apresentada na tabela 2 mostrou baixos valores em profundidade, principalmente, nos Latossolos, o que é considerado comum, uma vez que são solos bem desenvolvidos, que, associados aos processos de intemperismo químico durante as altas precipitações da região, torna-os característicos como solos profundos e maduros. O maior valor registrado foi encontrado no perfil 2 (0,5 e 0,6 g kg^{-1}) e o menor valor, no perfil 3 (0,0 g kg^{-1}). Oliveira (2021), estudando Latossolos na bacia hidrográfica do médio curso do rio Teles Pires, encontrou a relação 0,1 g kg^{-1}.

A classe textural nos horizontes do perfil 4 é argila e argiloarenosa, estando estritamente relacionada à litologia da Formação Sepotuba, por sua vez, a relação silte/argila oscila entre 0,2 a 0,4 g kg^{-1} (tabela 03). No perfil 6, a classe é franco-argiloarenosa em razão da quantidade de areia (680 g/kg) no horizonte A. Essa região é localizada sobre um relevo forte ondulado, onde o solo é raso com apenas 15 cm de profundidade.

O perfil 7 possui a classe textural argiloarenosa. A fração argila (440 g kg^{-1}) equiparando-se à areia (480 g kg^{-1}) é um indicador do intemperismo. Nas observações *In loco,* foi notado que essa combinação no fundo dos vales proporcionou maior desenvolvimento da cobertura vegetal (Cerrado Tropical).

3.6 Características químicas dos solos

De modo geral, a concentração dos elementos químicos do solo foi maior nos horizontes superficiais de todos os perfis. A Acidez apresentou-se adequada no perfil 2 (área da planície do rio Paraguai) e alta nos perfis 4, 5, 6 e 7 (região da Província Serrana). Santos et al. (2015), em estudo realizado em solo de mata ciliar e cerrado típico em Pirapora-MG, obtiveram resultado semelhante, quando o pH foi maior nas áreas florestadas.

Em relação à conexão dos elementos do solo, nota-se que, nos solos mais intemperizados, a acidez foi maior. Quanto maior o pH (CaCl2), maior foi a saturação por bases, como, por exemplo, no horizonte AC do perfil 2, o pH foi 5,5 e a saturação, 65% (solo eutrófico); o pH do horizonte A do perfil 6 foi 3,8 e a saturação, 9% (solo distrófico). Segundo Villar (2007), trata-se de solo pobre em fertilidade.

Os valores de ΔpH (tabela 09) são negativos em todos os perfis, indicando o predomínio de cargas negativas na superfície dos coloides do solo, exceto para o horizonte A do perfil 4, indicando carga positiva. De acordo com Oliveira (2021), é um solo de baixa fertilidade natural.

O maior teor de P foi encontrado no perfil 2 com 7,2 a 21,4 mg/dm^3, em área florestada (figura 20 A). Nos perfis 3 e 7, localizados em área de pastagem (Figura 20 B e C), o P foi de 0,2 a 1,7 mg/dm^3, considerado muito baixo (solos mais intemperizados) (RIBEIRO ET AL., 1999).



Figura 20: **A**- Vista parcial da paisagem (floresta) no perfil 02.
B e **C**- Vista parcial da paisagem (pastagem) nos perfis 3 e 7.
Fotos: acervo do autor.

Analisando o estudo de Santos et al. (2015), em duas áreas no Bioma Cerrado em Minas Gerais (Cerrado típico e de mata ciliar), também apresentou maior teor de P na mata ciliar, ambiente com alto teor de matéria orgânica.

O teor de Potássio foi muito baixo nos perfis 2, 3, 4, 5, 6 e 7. Apenas no perfil 1, foi classificado como médio. O Cálcio está presente com baixa quantidade em todos os perfis, variando de 0,1 a 1,7 molc/dm^3. Para o Magnésio, foi registrado teor

adequado nos perfis 1 e 2, entre 0,6 e 1,1 cmolc/dm³. Nos demais perfis, manteve-se baixo, de 0,1 a 0,4 cmolc/dm³, não obtendo diferença significativa no Ca+Mg, como mostra a tabela 9. Associado à acidez do solo, a saturação por Alumínio (Al) nos perfis 1, 2 e 3 é muito baixa (0,0 e 0,1 cmolc/dm³) e, no perfil 7 (1,2 a 1,4 cmolc/dm³), considerado como bom. No perfil 4, apareceu com saturação de 2,4 e 2,5 cmolc/dm³, com acidez alta (Tabela 3).

Os teores de H+Al mantiveram-se baixos (1,2 a 2,4 cmolc/dm³) nos perfis 1, 2 e 3 e médios nos perfis 4, 5, 6 e 7 (2,6 a 6,00 cmolc/dm³). Em relação à percentagem da saturação de alumínio (m%), considera-se baixa, 0,0 a 13% de saturação nos perfis 1, 2 e 3 e muito alta nos perfis 5, 6 e 7. Para Villar (2007, p. 89), [...] “quanto mais ácido é um solo, maior o teor de Al trocável em valor absoluto, menores os teores de Ca, Mg e K, menor a soma de bases e maior a percentagem de saturação de alumínio”. Algo que pode ser observado, conforme Tabela 03.

Tabela 03: Características químicas dos solos da bacia do córrego Cachoeirinha

Hor.	Prof. cm	pH			ΔpH	P	K	Ca+Mg	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	V	Al Sat.	M.O
		H_2O	$CaCl_2$	KCL		mg/dm³	cmolc/dm³								%		g/dm³
Perfil 1 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico arênico																	
Ap	0-23	5,6	4,6	4,5	-1,1	8,6	0,74	1,3	0,8	0,5	0,0	1,9	2,04	3,94	52	0	14
BC	23-50	5,8	5,1	5,0	-0,8	1,0	0,11	1,1	0,7	0,4	0,0	1,0	1,21	2,21	55	0	6
BC_{ft}	50-90+	4,6	4,0	3,8	-0,8	0,7	0,20	1,3	0,7	0,6	1,0	3,1	1,50	4,60	33	40	5
Perfil 2 - NEOSSO O FLÚVICO Tb Eutrófic o típico																	
H	5-0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
A	0-20	5,9	5,2	5,3	-0,6	7,2	0,23	2,8	1,7	1,1	0,0	2,4	3,03	5,43	56	0	36
AC	20-35	6,2	5,5	5,6	-0,6	21,4	0,25	1,6	0,9	0,7	0,0	1,0	1,85	2,85	65	0	15
CA	35-55	5,9	5,1	5,2	-0,7	11,5	0,10	1,2	0,7	0,5	0,0	1,2	1,30	2,50	52	0	6
Cf	55-80+	5,9	5,2	4,7	-1,2	11,1	0,12	1,4	0,8	0,6	0,0	1,2	1,52	2,72	56	0	4
Perfil 3 - LATOSSOLO VER MELHO Distróf co típicc																	
Ap	0-15	6,0	5,0	4,7	-1,3	1,2	0,44	0,7	0,5	0,2	0,0	1,9	1,14	3,04	38	0	18
BA	15-30	5,3	4,5	4,1	-1,2	0,7	0,07	0,6	0,4	0,2	0,1	1,4	0,67	2,07	32	13	10
Bw_1	30-42	5,4	4,6	3,9	-1,5	0,5	0,15	0,7	0,5	0,2	0,1	1,7	0,85	2,55	33	11	8
Bw_2	42-75+	5,4	4,9	4,0	-1,4	0,5	0,17	0,9	0,6	0,3	0,1	1,7	1,07	2,77	39	9	7
Perfil 4 - CAMBISSOLO HÁP LICO Tb Distró fico típico																	
O	5-0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
A	0-10	5,3	4,7	5,5	0,2	1,7	0,36	1,6	0,9	0,7	0,1	3,4	1,96	5,36	37	5	44
AB	10-21	4,7	3,9	3,9	-0,8	1,0	0,30	0,7	0,5	0,2	0,1	4,1	1,00	5,10	20	68	23
BA	21-33	4,7	3,9	3,8	-0,9	0,5	0,25	0,6	0,4	0,2	2,5	4,6	0,85	5,45	16	75	16
Bi	33-42	4,9	4,0	3,9	-1	0,2	0,27	0,9	0,5	0,4	2,4	4,1	1,17	5,27	22	67	8
Cr	42-80	4,9	4,0	3,8	-1,1	0,2	0,27	1,1	0,7	0,4	2,5	4,3	1,37	5,67	24	65	7
Perfil 5 - LATOSSOLO VER MELHO Distrófi co típicc																	
O	5-0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
A	0-5	4,7	3,9	3,8	-0,9	1,7	0,14	0,5	0,3	0,2	0,6	4,1	0,64	4,74	14	48	25
AB	5-10	4,7	3,9	3,9	-0,8	0,7	0,18	0,4	0,3	0,1	0,8	3,1	0,58	3,68	16	58	19
Bw	10-65+	4,6	3,9	3,9	-0,7	0,5	0,06	0,3	0,1	0,2	1,1	2,6	0,36	2,96	12	75	11
Perfil 6 - NEOS SOLO RE GOLÍTIC O Distró fico lep tofragm entário																	
A	0-15	4,6	3,8	3,9	-0,7	0,7	0,18	0,3	0,2	0,1	1,9	4,6	0,48	5,08	9	80	21
Cr	15+	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Perfil 7 - LATO SSOLO V ERMELHO-AMA REL O Distrófic típic o																	
Ap	0-16	4,6	3,9	3,9	-0,7	0,5	0,08	0,4	0,3	0,1	1,4	6,0	0,48	6,48	7	74	36
AB	16-35	4,6	3,9	3,9	-0,7	0,2	0,05	0,4	0,2	0,2	1,3	5,8	0,45	6,25	7	74	32
Bw	35-80+	4,7	4,0	4,0	-0,7	0,2	0,04	0,3	0,1	0,2	1,2	4,6	0,34	4,94	7	78	22

Organizada pelo autor/2021.

Em relação à saturação por bases (Tabela 04), apenas o perfil 2 é eutrófico, com saturação adequada acima de 50% (52 a 56%), classificando-se como solo fértil. O perfil 3 teve saturação média e os perfis 5, 6 e 7 apresentaram saturação baixa, inferiores a 50% (solo distrófico), pobremente fértil. Nas áreas dos perfis 5 e 7 é onde vem sendo explorada a agricultura mecanizada no cultivo de grãos. Elas possuem aptidão em relação às características do relevo, entretanto, têm limitações nutricionais, sendo necessária a correção através da calagem (Figura 21).



Figura 21: Aplicação de calcário. Área onde se localiza o Perfil 7.
Foto: Acervo do autor/2021.

As maiores SB (5,67 a 6,48 cmolc/dm^3) foram encontradas nos perfis 4, 5 e 7, sendo classificadas como médias, de acordo com Medeiros et al. (1999).

De acordo com a tabela 04, observa-se que a maior CTC foi nos perfis 4 e 7, onde houve o aumento no teor de argila. A MO destacou-se nos horizontes superficiais de todos os perfis, decrescendo para os horizontes interiores. O horizonte A do P4 (área coberta pelo Cerrado) apareceu com 44 g/dm³, seguido pelo horizonte A do P2 (área de APP) com 36 g/dm³. De acordo com Ribeiro et al. (1999), considerado muito bom. Nota-se que o teor MO é influenciado pelas condições de uso do solo. Souza e Alves (2003) fizeram essa mesma análise em área de Cerrado sob diferentes usos comparados à vegetação natural.

3.7 A relação solo-paisagem

As unidades pedológicas mais representativas encontradas na bacia do Cachoeirinha correspondem aos compartimentos morfológicos, em que os solos mais profundos são correlacionados ao relevo mais aplainado, localizados nos vales da

Depressão do Alto Paraguai e na Planície do Rio Paraguai, bem como os solos rasos presentes nas áreas movimentadas da Província Serrana.

As análises físico-químicas mostraram que a inter-relação dos elementos ambientais influenciou na composição dos atributos do solo, como, por exemplo, a classe textural, os níveis de saturação, a matéria orgânica e a profundidade dos horizontes. A variação do relevo condicionou à formação dos solos distróficos em altitudes maiores na depressão e na Província Serrana e eutrófico, na planície onde aparece a área com a menor altitude da bacia. As variáveis ΔpH e a relação silte/argila indicaram a presença de solos mais intemperizados nas áreas de topo da paisagem e com menor grau de evolução nas encostas (tabelas 2 e 3).

Calegari e Marcolin (2014), estudando a relação solo - paisagem na bacia da Sanga Matilde Cuê, Marechal Cândido Rondon (PR), também associaram a distribuição pedológica condicionada principalmente à evolução morfogenética da região, como, por exemplo, os solos localizados em áreas movimentadas, mais instáveis, apresentaram-se rasos e, nos locais com estabilidade, mostraram-se mais aprofundados.

A Tabela 04 apresenta, de forma sintética, os elementos ambientais da bacia que influencia na distribuição e no comportamento da rede de drenagem, na sedimentação, na formação dos solos, resultando em diferentes tipos de paisagens, evidenciadas principalmente na vegetação com diferentes fisionomias.

Tabela 04: Elementos ambientais que influenciam na relação solo-paisagem na bacia do córrego Cachoeirinha

Classe de solos	Geologia	Geomorfologia	Altitude (metros)	Clima	Vegetação	Área (%)
Perfil 1 (P1) ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico arênico	Formação Pantanal-Terraços Holocênicos	Depressão do Alto Paraguai	131	Tropical Megatérmico Sub-Úmido	Savana Estacional Dossel Emergente	1,19
Perfil 2 (P2) NEOSSOLO FLÚVICO Tb Eutrófico típico	Formação Pantanal-Aluviões Holocênicos	Planície do Rio Paraguai	133	Tropical Megatérmico Sub-Úmido	Savana Estacional Dossel Emergente	0,24
Perfil 3 (P3) LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico	Formação Araras - Coluviões Pleistocênicos	Depressão do Alto Paraguai	152	Tropical Megatérmico Sub-Úmido	Savana Arborizada com Floresta – de- Galeria	22,04

Perfil 4 (P4) CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico	Formação Araras	Província Serrana	216	Tropical de Altitude Mesotérmico	Savana Arborizada sem Floresta – de- Galeria	17,24
Perfil 5 (P5) LATOSSOLO VERMELHO Distrófico Típico	Formação Sepotuba	Depressão do Alto Paraguai	205	Tropical de Altitude Mesotérmico	Savana Arborizada com Floresta – de- Galeria	9,81
Perfil 6 (P6) NEOSSOLO REGOLÍTICO Distrófico Leptofragmentário	Formação Raizama	Província Serrana	328	Tropical de Altitude Mesotérmico	Savana Arborizada sem Floresta- de- Galeria	40,69
Perfil 7 (P7) LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico	Formação Sepotuba	Província Serrana	506	Tropical de Altitude Mesotérmico	Savana Parque sem Floresta-de-Galeria	8,65
Perfil 8 (P8) NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico	Formação Raizama	Província Serrana	582	Tropical de Altitude Mesotérmico	Savana Arborizada sem Floresta – de- Galeria	0,14

Organizada pelo autor/2022.

Nas áreas correspondentes ao P1 e o P3, onde aparece a Depressão do Alto Paraguai, a baixa declividade permitiu o desenvolvimento de solos mais espessos, como o Argissolo e os Latossolos, abrigando a vegetação de porte elevado com indivíduos que medem acima de 10 metros. Através das observações em campo, foi notado que essa cobertura vegetal apresenta-se sem ampla diversidade de espécies, dando-lhes uma fisionomia homogênea.

As áreas que apresentam o relevo local suave ondulado a plano, onde foram analisados os perfis: P1, P3, P5 e P7, favoreceu o desenvolvimento da pecuária e do monocultivo, causando a supressão da vegetação nativa. Apenas nas margens dos canais fluviais, aparecem as coberturas vegetais remanescentes que são protegidas por lei, como, por exemplo, o Código Florestal criado através da Lei 12.651 de 25 de maio de 2012; a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), estabelecida pela Lei Nº 9.433/97, conhecida como Lei das Águas; a Resolução do CONAMA 357/2005; a Lei Nº 9.984, de 17 de julho de 2000, que instituiu a Agência Nacional de Águas (ANA) e sob a gestão dos Comitês de Bacias Hidrográficas.

Em razão das diferentes características naturais da bacia, principalmento o relevo, a UP-I ocupa a menor área (0,24%) e relaciona-se à Planície do Rio Paraguai

onde se encontra o Neossolo Flúvico Tb Eutrófico típico. Essa região do baixo curso está inserida na planície de inundação do rio Paraguai e do córrego Cachoeirinha, que recebe sedimentos transportados periodicamente durante os pulsos de cheia pela vazão do respectivos canais fluviais (Figura 22).

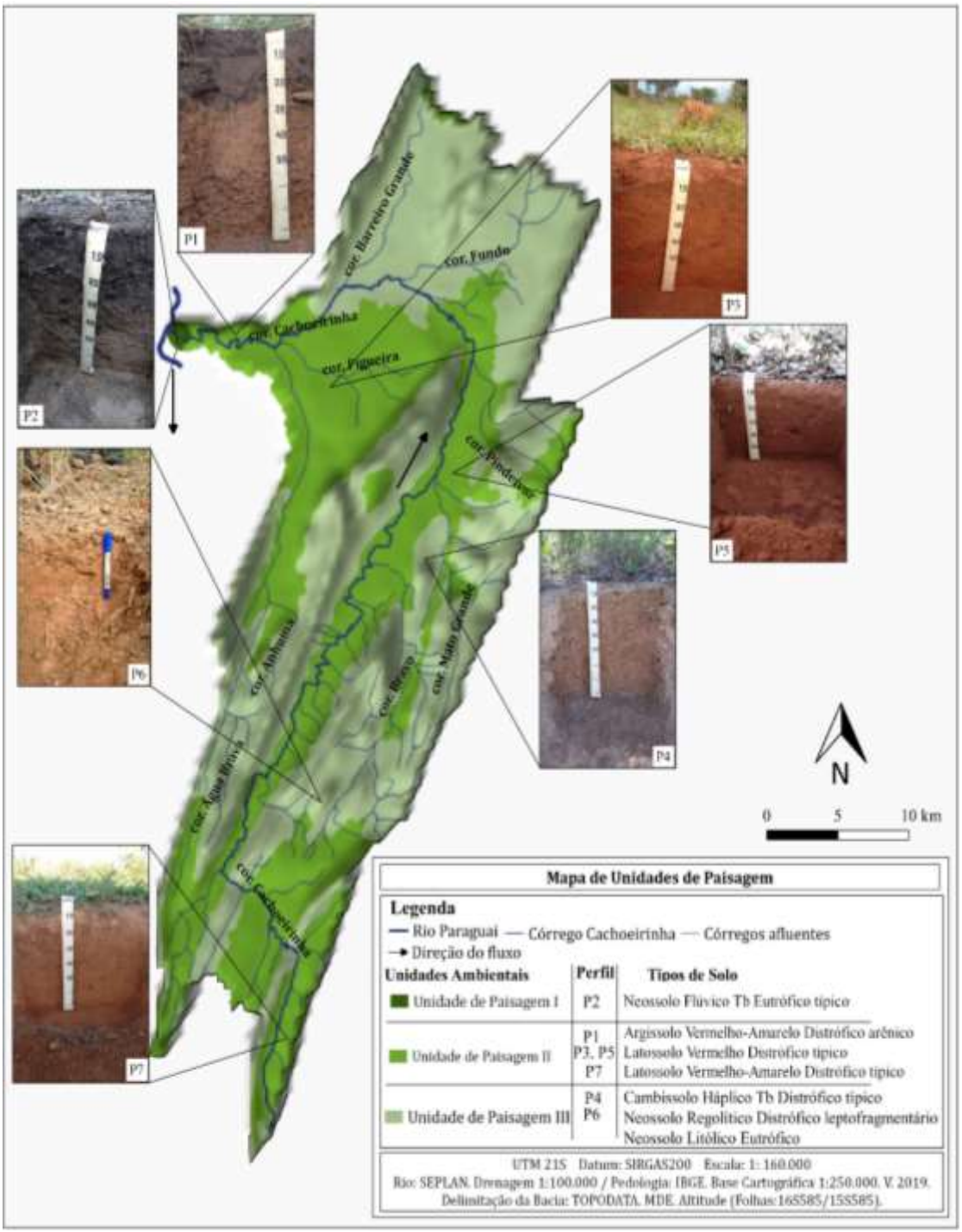


Figura 22: Mapa da distribuição das unidades de paisagem e pedológicas na bacia do córrego Cachoeirinha. Elaborado pelo autor/2022.

O relevo da UP-I de paisagem é plano, a uma altitude de 133 metros, com a litologia composta por sedimentos aluviais da Formação Pantanal – Grupo Alto

Paraguai. O clima é o tropical (Aw) Tropical Megatérmico Sub-Úmido das Depressões e Pantanais de Mato Grosso, com maior índice de chuvas durante os meses de dezembro a março quando os índices atingem de 1.300 a 1.400 mm. Os meses de estiagem são de abril a novembro, estabelecendo os meses mais quentes em agosto e setembro em que a temperatura máxima chega a 32,9º.

Os depósitos sedimentares sazonais permitiram a formação de um solo rico em nutrientes e, pelas condições pluviométricas, condicionaram ao desenvolvimento da cobertura vegetal tipo Cerrado Tropical – Fase Floresta Semidecidual Aluvial com dossel emergente. Entretanto, pelas características físicas (francoarenoso), apresentam elevada fragilidade e, por localizarem-se nas proximidades de canais fluviais, que são áreas protegidas por lei, torna-se impossibilitada e com restrições à sua exploração.

A UP II localiza-se na Depressão do Alto Paraguai e nos vales da região da Província Serrana, ocupando uma área de 47,17% da bacia, onde aparecem, de forma progressiva, os solos Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico arênico, o Latossolo Vermelho Distrófico típico e o Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico (figura 21).

Os solos encontrados nos vales das serras e dos morros (alto curso) são formados da própria litologia (Formação Sepotuba – Folhelhos, Siltitos e Argilitos) e de materiais das encostas (calcário e arenito). Esses vales contribuem ao aporte de sedimentos para a jusante e na formação de outros solos.

Essa UP possui a maior extensão longitudinal na bacia, com isso, recebe influência de duas unidades climáticas, o Tropical Megatérmico Sub-Úmido das Depressões e Pantanais de Mato Grosso na região com relevo plano da depressão e o Tropical de Altitude Mesotérmico Quente da Fachada Meridional das Chapadas e Planaltos que influencia nos vales da Província Serrana. Essa unidade climática apresenta os maiores índices de chuva durante os meses de outubro a abril, atingindo entre 1.400 e 1.600 mm e, com os meses de junho a setembro, os mais secos e quentes, quando a temperatura chega a 31.8º.

A composição vegetal dessa unidade de paisagem recebe influência na sua estrutura física em razão da composição do solo, umidade, altitude do relevo, dentre outros condicionantes, fazendo com que a vegetação do baixo curso apresente maior estrutura e densidade se comparada ao alto curso da bacia, principalmente sobre as serras e os morros, como mostra a Figura 23.

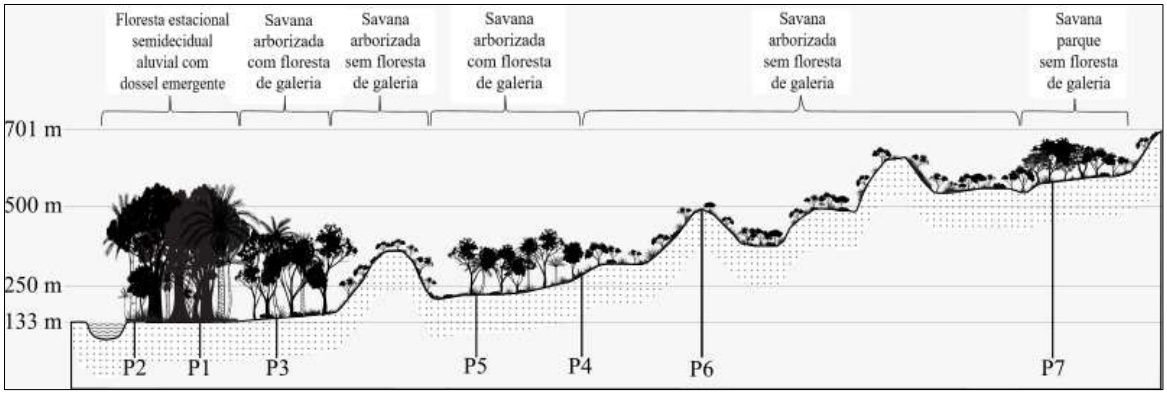


Figura 23: Estrutura da cobertura vegetal e as feições geomorfológicas da bacia.
Organizado pelo autor/2022.

Na região com relevo plano próxima à Planície do Rio Paraguai (baixo curso) onde aparece o Argissolo, a vegetação é composta pelo Cerrado Tropical – Fase Floresta Estacional Semidecidual com Dossel emergente e Savana Arborizada com floresta-de-galeria. Esse solo é composto por sedimentos aluviais da Formação Pantanal, que possui capacidade de desenvolver uma paisagem florística exuberante, mostrado na Figura 24.



Figura 24: composição da cobertura vegetal nas margens do Córrego Cachoeirinha
Foto: Acervo do autor/2020.

Pelas condições do relevo, clima e solo, houve melhor desenvolvimento da pastagem, com isso, essa área vem sendo ocupada pela pecuária bovina de cria, recria e engorda, sob o modo extensivo e de confinamento. Nos latossolos, além da pecuária, é onde vem se desenvolvendo o monocultivo de grãos. As características do relevo e dos nutrientes desses solos favorecem às várias possibilidades de exploração econômica, entretanto, devem ser acompanhadas de corretas técnicas de manejo, considerando que algumas áreas estão próximas aos canais fluviais na cabeceira da bacia.

Para Lumbreras (2008), as áreas onde aparecem os Latossolos e os Argissolos utilizadas com pastagens passam por degradação física no horizonte superficial em razão do pisoteio da criação, deixando-as mais susceptíveis à erosão superficial. Onde o relevo é mais rebaixado, aparecem limitações quanto à drenagem deficiente pela redução da aeração, além de terem argilas expansivas, que, encharcadas, reduzem o espaço poroso.

No alto curso, no vale do desperdício, aparece o Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, com relevo suave ondulado a plano, entre as serras Chapola e da Campina próximo à nascente do córrego Cachoeirinha, onde a cobertura vegetal é do tipo Cerrado Tropical – Fase Savana Parque sem floresta-de-galeria. Os fragmentos remanescentes da mesma estrutura de vegetação que aparecem nos interflúvios estão presentes também nas margens dos canais fluviais.

A UP III localiza-se na região da morraria, onde se encontram as encostas e os topos das serras e dos morros, ocupando uma área de 52,59% da bacia, onde aparecem os solos Cambissolo Háplico tb Distrófico típico e o Neossolo Regolítico Distrófico leptofragmentário (figura 21). Enquanto, na UPII, onde o relevo é menos declivoso, os solos são profundos, ultrapassando 2 metros, nesta UP, onde as altitudes e a declividade são mais acentuadas, eles aparecem com um horizonte entre 0,10 a 0,80 cm de profundidade, o que pode interferir na estrutura da cobertura vegetal.

De maneira geral, foi observada nessa região uma fisionomia heterogênea da paisagem, intercalada por áreas de encostas e sopé, próximo aos fundos dos vales. Essa configuração ocorreu, provavelmente, no processo de formação da Província Serrana e em consequência da ação de processos erosivos que atuaram esculpindo esses ambientes geomórficos.

Para Santos et al. (2015) o perfil da vegetação é um indicativo importante da

influência do solo na paisagem. Nesse contexto, essa UP apresenta solos rasos e o relevo é forte ondulado, onde aparece o Neossolo Regolítico. Com isso, a cobertura vegetal apresenta uma estrutura baixa, do tipo Cerrado Tropical (Fase Savana Arborizada sem floresta-de-galeria e a Savana Parque Sem floresta-de-galeria), que fornece matéria orgânica e proteção à superfície, coberta por pequenas e esparsas árvores (arvoretas), gramíneas entremeadas com blocos rochosos, como mostra a Figura 25.



Figura 25: Estrutura da vegetação encontrada sobre as serras na Província Serrana
Foto: Acervo do autor/2020.

As formações geológicas dessa UP são a Sepotuba encontrada na base dos morros e no fundo dos vales, a Raizama e a Araras do Grupo Alto Paraguai em altitudes que variam de 250 a 722 metros. Nessa região, pela estrutura do solo e a declividade do terreno faz-se reduzir a infiltração e aumentar o escoamento superficial pluvial, fazendo diminuir a umidade. Tais indicadores moldam um perfil côncavo com altas declividades, não oferecendo condições para o desenvolvimento de vegetação mais exuberante.

Na área de domínio do Cambissolo Háplico, nas vertentes, áreas com menor declividade, houve o desenvolvimento da vegetação arbórea alcançando um porte alto e, nos topos dos morros abaulados, onde o solo tende a ser menos espesso, desenvolveu-se uma vegetação de porte arbóreo menor, sem estrutura de cipós.

Pelas características dos solos e da declividade do terreno, essa unidade de paisagem é a mais preservada da bacia do córrego Cachoeirinha. A inviabilidade da ocupação da terra favorece a preservação da vegetação nativa das encostas declivosas, íngremes, o que contribui para a manutenção da fina camada superficial

de solo, a qualidade das nascentes e dos canais fluviais.

Para Soares et al. (2015), as áreas onde aparecem solos com fina camada sobre rochas são aptas para preservação permanente. Nesse caso, tornam-se necessárias intervenções de uso da terra sobre as serras e morros da Província Serrana, bem como nas encostas, considerando a fragilidade natural do solo e da cobertura vegetal, com objetivo de proteger principalmente as nascentes fluviais.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A diversidade pedológica encontrada na área da bacia do córrego Cachoeirinha apresenta características morfológicas, químicas e físicas associadas às diferentes condições de uso e cobertura da terra, altitudes no relevo, variação climática (precipitação) e litológica. A análise física dos solos da região da Província Serrana, região com os maiores índices de chuva, mostrou que há maior quantidade de argila, revelando ser um solo mais intemperizado.

No solo CXdd (P4), apareceram as maiores frações de argila e silte de todos os perfis. Isso mostra a relação da litologia (folhelhos, argilitos, metafilitos e siltitos) com as características pedológicas. As análises químicas revelaram que, nas áreas cobertas pela vegetação primária, houve maior concentração de matéria orgânica, mostrando a importância do uso e manejo de forma sustentável e da conservação dos remanescentes florestais, principalmente nas áreas declivosas.

A cobertura vegetal é o Cerrado Tropical. Entretanto, nota-se uma diferente robustez na estrutura física da vegetação, a distinção da floresta estacional com dossel emergente na Planície e na Depressão do Alto Paraguai e a savana arborizada na Província Serrana, influenciadas pelas características do solo e da altitude.

Em relação à manutenção da qualidade ambiental, as áreas cobertas pela vegetação primária devem permanecer intocadas, por serem ambientes frágeis, sujeitos às ações erosivas pluviais, situadas nas encostas dos morros e das serras da Província Serrana ou nas Áreas de Preservação Ambiental das nascentes e nas margens dos canais fluviais.

Tendo como subsídio a relação solo-paisagem, os resultados desse estudo mostraram a existência de uma relação mútua entre os solos e seus atributos na composição da paisagem. Infere-se que guardam registros da evolução da paisagem ao longo do tempo, carregando informações que podem auxiliar nos estudos que determinem o uso da terra, planos de manejo e levantamentos prospectivos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, L. C. R.; FELICORI, T. C.; MARQUES, E. A. G.; CHAGAS, C. S. Avaliação da qualidade do solo na bacia do córrego Palmital, Viçosa – MG. **Geografias - artigos científicos.** Belo Horizonte, Vol. 9, nº 1, 2013. Acesso: 12/06/2021. Disponível: <file:///C:/Users/USER/Downloads/13347-Texto%20do%20artigo-35413-1-10-20190614.pdf>.

ANDREOTE, F. D.; CARDOSO, E. J. B. N.; Introdução a biologia do solo. In: CARDOSO, E. J. B. N.; ANDREOTE, F. D (Orgs) **Microbiologia do solo**. 2ª ed. Piracicaba: ESALQ, 2016. Acesso: 10/05/2021. Disponível: <https://www.esalq.usp.br/biblioteca/sites/default/files/Microbiologia_solo.pdf>.

AUZIER NETO, J.; LOCATELLI, M. Atributo diagnóstico do solo: saturação de bases nas propriedades em transição para o sistema agroecológico, Alto Paraíso, Rondônia. **Anais**. XXXIII Congresso Brasileiro de Ciências do Solo. Uberlândia/MG. 2020. Acesso: 01/07/2021. Disponível:<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/40016/1/2342-2.pdf>.

BIGARELLA, J. J.; PASSOS, E. C. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Florianópolis: UFSC, 2003.

BOUMA, J. Soil science contributions towards Sustainable Development Goals and their implementation: linking soil functions with ecosystem services. **J. Plant Nutr. Soil Sci**. 1 – 10, 2014. Acesso: 20/05/2021. Disponível: <www.plant-soil.com>.

BRASIL - Ministério do Exército: Diretoria de Serviço Geográfico – **Região Centro Oeste do Brasil.** Escala: 1:100.000,1975.

BUHLER, B. F.; SOUZA, C. A.; PAULA, W. C. S. Caracterização da bacia hidrográfica do córrego Jacobina, município de Cáceres-MT. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.13 n.23; p. 1551, 2016. Acesso: 14/05/2021. Disponível: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2016a/ciencias%20sociais/caracterizacao%20da%20bacia.pdf>.

CALEGARI, M. R.; MARCOLIN, L. Relação solo-paisagem na bacia da Sanga Matilde Cuê, Marechal Cândido Rondon (PR). **Boletim de Geografia**, Maringá (PR), v. 32, n. 3, 2014. p.110-121. Acesso: 05/02/2022. Disponível: <https://www.researchgate.net/publication/273915115>.

CAMPOS, M. C. C. RIBEIRO, M. R.; SOUZA JUNIOR, V. S.; RIBEIRO FILHO, M. R.; ALMEIDA, M. C. Relações solo-superfície geomórfica em uma topossequência várzea-terra firme na região de Humaitá (AM). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, n. 2, 2012. Acesso: 22/07/2018. Disponível: <http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v36n2/a02v36n2.pdf>.

CHAGAS, C. S.; CARVALHO JUNIOR, W.; PEREIRA, N. R.; BHERING, S. B.; CALDRANO FILHO. B.; FONSECA, O. O. M.; PINHEIRO, H. S. K.; MUSELLI, A.; JEUNE, W. Levantamento de reconhecimento de alta intensidade dos solos das Bacias Hidrográficas dos Rios Guapi-Macacu e Caceribu. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento,** nº 257, Rio de Janeiro – EMBRAPA solos. 2015. Acesso: 20/05/2021. Disponível: <file:///C:/Users/USER/Downloads/BPD-257-Levantamento-Reconh-BH-Guapi-Macacu.pdf>.

CUNHA, C. M. L. **Quantificação e mapeamento das perdas de solo por erosão com base na malha fundiária**. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, Rio Claro, 1997.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Embrapa Solos. **Manual de métodos de análise de solo.** 3. ed. rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Embrapa Solos. **Manual de métodos de análise de solo.** 2. ed. rev. e atual. – Rio de Janeiro, 1997.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Embrapa Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2ª edição, Brasília, DF, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Embrapa solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. – 5. ed., rev. e ampliada − Brasília, DF: Embrapa, 2018.

FARIA, T. O.; VECCHIATO, A. B.; SALOMÃO, F. X. T.; SANTOS JUNIOR, W. A. Abordagem morfopedológica para diagnóstico e controle de processos erosivos. **Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 8, n. 2, 2013. Acesso: 03/09/2018. Disponível: <http://www.scielo.br/pdf/ambiagua/v8n2/21.pdf>.

FARIAS, A. B. Morfometria, aporte de sedimentos e fragilidade ambiental na sub-bacia hidrográfica do córrego Taquaral, Cáceres – Mato Grosso. **Dissertação** (Apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Geografia para obtenção do Título de Mestre em Geografia). Cáceres-MT. 2017.

FEITOSA, K. K. A.; VALE JUNIOR, J. F.; SCHAEFER, C. E. G. R.; SOUSA, M. I. L.; RAMOS, P. P. NASCIMENTO, R. Relações solo–vegetação em “ilhas” florestais e savanas adjacentes, no nordeste de Roraima. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 1, p. 135-146, jan.-mar., 2016. Acesso: 29/06/2021. Disponível: <https://www.scielo.br/j/cflo/a/ZHkHn6G4bp6gS7SrhFk873f/?format=pdf&lang=pt>.

GUERRA, A. J. T. Processos erosivos nas encostas. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Orgs.). **Geomorfologia**: uma atualização de bases e conceitos. 8 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008. p. 150 - 171.

GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. **Erosão e conservação dos Solos**: Conceitos, Temas e Aplicações. 3.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2007.

GUERRA, J. A. T.; MENDONÇA, J. K. S. Erosão dos solos e a qualidade ambiental. *In*: VITTE, A. C.; GUERRA, J. A. T. **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. 7ª ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014.

HENDGES, L. T.; REINHER, R. C. R.; LEICHTWEIS, J.; FERNANDES, É. J; TONES, A. R. M. Planejamento do uso do solo em bacias hidrográficas: áreas agrícolas; áreas urbanas e áreas de preservação permanente. **Anais**. XXV Seminário de Iniciação Científica – Salão do conhecimento. Acesso: 15/05/2021. Disponível: <file:///C:/Users/USER/Downloads/8228-Texto%20do%20artigo-35108-1-10-20170921.pdf>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Manual técnico de Pedologia**. 2ª ed. Rio de Janeiro, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Manual técnico de Pedologia**. 2 ed. Rio de Janeiro, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Bases cartográficas contínuas** – Brasil. 2019. Acesso: 23/06/2021. Disponível: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/bases-cartograficas-continuas/15759-brasil.html?=&t=o-que-e>.

LEPSCH, I. F. **Formação e Conservação dos Solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

LUMBRERAS, J. F. Relações solo-paisagem no noroeste do estado do Rio de Janeiro: subsídios ao planejamento de uso sustentável em áreas de relevo acidentado do bioma Mata Atlântica. **Tese**. Tese apresentada ao Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro para obtenção do título de Doutor em Ciências. 2008. Rio de Janeiro-RJ. Disponível: <Users/USER/Downloads/TeseDoutoradoLumbreras2008.pdf>. Acesso: 05/02/2022.

LUNA, S. V. **Planejamento de pesquisa: uma introdução**. São Paulo: EDUC, 2000.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 6.ed.São Paulo: Atlas, 2007.

MELO, R. C.; COSTA, F. R.; SOUZA, J. C. Caracterização morfopedológica e capacidade de uso da terra no município de Minaçu-GO. **Revista Geonorte**, Edição Especial 4, V.10, N.1, p.45-50, 2014. Acesso: 06/10/2018. Disponível: <file:///C:/Users/USER/Downloads/1491-1-4317-1-10-20160112.pdf>.

MOLINE, E. F. V; BARBOZA, E.; FERREIRA FILHO, G. S.; FIORELLI-PEREIRA, E. C.; SCHLINDWEIN, J. A. Estimativa do valor de H+Al por correlação com o pH SMP em solos de Rondônia. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.7, N.12; 2011. Acesso: 01/07/2021. Disponível: http://www.conhecer.org.br/enciclop/2011a/agrarias/estimativa%20do%20valor.pdf>.

OLIVEIRA, A. S. A bacia hidrográfica do médio curso do rio Teles Pires: dinâmica da paisagem, caracterização ambiental e reflexões para o desenvolvimento ambiental. **Tese** (Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Estado de Mato Grosso, como requisito de qualificação de doutorado em Ciências Ambientais) UNEMAT. Cáceres, 2021. 146f.

OLIVEIRA, E. A. Caracterização florística, fitossociológica e pedológica de um trecho de floresta ripária dos Campos Gerais do Paraná. **Dissertação** (Apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná, área de concentração Conservação da Natureza, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Florestais). Curitiba, 2001.

OLIVEIRA, J. D. Unidades geoambientais, uso e ocupação da Terra, cobertura pedológica e dinâmica Fluvial na bacia hidrográfica do rio Branco, contribuinte do Pantanal Mato-Grossense. **Tese**. (Tese apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais para obtenção do título de Doutor). Cáceres-MT, 2021.

OLIVEIRA, V. A.; AMARAL FILHO, Z. P.; VIEIRA, P. C. Pedologia: levantamento exploratório de solos. In: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. **Projeto**

RADAMBRASIL. Folha SD. 21 – Cuiabá: Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1982. p. 257 - 400.

PADILHA, R. M. Bacia hidrográfica do rio Carapá, Mato Grosso: caracterização ambiental, uso da terra e dinâmica fluvial. **Dissertação** (Apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Geografia para obtenção do título de Mestre. 2017.

PENNOCK, D. Soil erosion: the greatest challenge for sustainable soil management. **FAO**. 2019. Disponível: <http://www.fao.org/documents/card/en/c/ca4395en/>. Acesso: 12/06/2021.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V, V. H. **Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais** - 5ª Aproximação. Viçosa, MG, 1999.

RODOLFO JUNIOR, F.; ARAÚJO, L. G.; SOUZA, R. Q.; BATISTA, F. P. S.; OLIVEIRA, D. N. S.; LACERDA, M. P. C. Relações solo-paisagem em topossequências na fazenda Água Limpa, Distrito Federal. **Nativa**, Sinop, v. 03, n. 01, p. 27-35, jan./mar 2015. Acesso: 23/04/2021. Disponível: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/2158>.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia**: Ambiente e Planejamento. 9 ed. São Paulo: Contexto, 2017.

RUGGIERO, P G. C.; BATALHA, M. A.; PIVELLO, V. R; MEIRELLES, S. T. Soil-vegetation relationships in cerrado (Brazilian savanna) and semideciduous forest, Southeastern Brazil. **Plant Ecology** 160, 1–16, 2002. Acesso: 16/05/2021. Disponível: <https://link.springer.com/article/10.1023%2FA%3A1015819219386>.

SANCHES, R. M.; CUNHA, J. E.; BATISTA, M. Estudo morfopedológico em solos arenosos do município de Terra Roxa-PR. In: PERES FILHO, A., AMORIM, R. R. (Org) **Os desafios da Geografia Física na fronteira do conhecimento**. 2017. Acesso: 25/06/2018. Disponível: file:///C:/Users/USER/Downloads/1924-Texto%20do%20artigo-11526-1-10-20171022%20(2).pdf

SANTOS, D. C.; FONSECA, S. F. BELÉM, R. A. Características físico-químicas do solo e aspectos fitofisionômicos de uma mata ciliar e cerrado típico em Pirapora-MG. **Élisée**, Rev. Geo. UEG – Anápolis, v.4, n.1, p.91-113, Jan./jun. 2015. Disponível: <file:///C:/Users/USER/Downloads/3448-Texto%20do%20artigo-12067-1-10-20150801.pdf>. Acesso: 02/07/2021.

SANTOS, D. S.; SILVA, W. K. C.; ALMEIDA, K. M.; SOUSA, M. F. C.; CARDOSO, Y. T. G.; MATOS, C. H. L. Influência da relação solo-paisagem na diversificação de classes de solos: transecto Boa Vista/RR – Presidente Figueiredo/AM. **Anais**. XXXV Congresso Brasileiro de Ciências do Solo. Natal/RG, 2015. Disponível: <https://www.eventossolos.org.br/cbcs2015/arearestrita/arquivos/2144.pdf>. Acesso: 07/02/2022.

SARTORI, A; LOMBARDI NETO F.; GENOVEZ, A. M. Classificação Hidrológica de Solos Brasileiros para a Estimativa da Chuva Excedente com o Método do Serviço de Conservação do Solo dos Estados Unidos Parte 1: Classificação. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Volume 10, n.4, Out/Dez, 2005. Acesso: 21/06/2021. Disponível: <https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/26/6c2ebe52f7043b800f2879be8e09bd55_624e887e937b744607e1fe0d08b69e6d.pdf>.

SCHOONOVER, J. E.; CRIM, J. F. An Introduction to Soil Concepts and the Role of Soils in Watershed Management. **Journal of Contemporary Water researCh & education**, Pages 21-47, april, 2015. Acesso: 05/05/2021. Disponível: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1936-704X.2015.03186.x>.

SILVA, M. M. A. P. M; CAMPOS, C. A. A; VALERA, C. A.; PIZZO, I. V.; PISSARRA, T. C. T. Solos, uso e ocupação e características morfométricas da bacia hidrográfica do Rio Claro (MG). **Anais**. XXXV Congresso Brasileiro de Ciências do Solo. 2015. Disponível: <https://www.sbcs.org.br/cbcs2015/arearestrita/arquivos/1464.pdf>. Acesso: 10/05/2021.

SOARES, J. C. W.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; KAISER, D. R.; MINELLA, J. P. G.; GONÇALVES, A. D. M. A.; SILVA, T. A.; NETTO, T. A.; BRESSAN, V. C. Relação solo/paisagem e sua variação temporal em uma estação experimental de silvicultura. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 2, 2015. p. 477-489. Disponível: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/18467>. Acesso: 07/02/2022.

SOUSA, J. B. Caracterização e gênese de solos em ambientes de cordilheira e campo de inundação periódica da sub-região de Pantanal de Poconé, Mato Grosso. **Tese** (apresentada a Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em solos e nutrição de plantas, para obtenção do título de Magister Scientiae). 2003.

SOUSA, J. B.; PIERANGELI, M. A.; SOUZA, C. A.; CRUZ, J. S.; OLIVEIRA, J. D. Descrição morfológica e atributos do solo nas margens do rio Paraguai, Cáceres, Mato Grosso, Brasil. **Ciência Geográfica** – Bauru - XXI - Vol. XXI - (1): Janeiro/Dezembro – 2017. Acesso: 20/07/2021. Disponível: <https://agbbauru.org.br/publicacoes/revista/anoXXI_1/agb_xxi_1_versao_internet/Revista_AGB_JanDez2017-06.pdf>.

SOUZA, C. A.; SOUSA, J. B. Bacia hidrográfica do córrego Piraputanga, Cáceres, Mato Grosso – Brasil: Caracterização ambiental e dinâmica fluvial. **Revista Eletrônica Geoaraguaia**. Barra do Garças-MT. V 4, n.1, p 83 - 103. Janeiro/Junho. 2014. Disponível: 20/07/2021. Acesso: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/geo/article/view/4875>.

SOUZA, J. B.; SOUZA, C. A.; PIERANGELI, M. A. P.; LEANDRO, G. R. S. Reconhecimento e classificação de solos da bacia hidrográfica do córrego Santíssimo-MT. **GeoAtos**. V. 1, n. 3. 2016. Acesso: 20/05/2021. Disponível: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/geografiaematos/article/view/3660/pdf>.

SOUZA, Z. M; ALVES, M. C. Propriedades químicas de um latossolo Vermelho distrófico de cerrado sob diferentes usos e manejos. Rev. Bras. Ciênc. Solo, 27 (1) Fev. 2003. Acesso: 26/06/2021. Disponível: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/SbHQWLCrgGRNM5P6BRdFQ6s/abstract/?lang=pt&format=html#>.

VILELA, H. Série gramínea tropical - Gênero Brachiaria (Brachiaria decumbens - Capim). Portal Agronomia. 2009. Disponível: <http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos_gramineas_tropicais_brachiaria_decumbens.htm>. Acesso: 14/07/2021.

VILLAR, M. L. P. Manual de interpretação de análise de plantas e solos e recomendação de adubação. Cuiabá: EMPAER-MT, série documentos, 35. 2007.

CAPÍTULO III

USO, OCUPAÇÃO E A COBERTURA DA TERRA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO CACHOEIRINHA, MUNICÍPIO DE CÁCERES - MATO GROSSO

RESUMO

Este estudo foi realizado na bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha, localizada a nordeste do município de Cáceres, estado de Mato Grosso, com o objetivo de analisar o processo de uso, ocupação e cobertura da terra, as transformações físicas e sociais, os impactos ambientais e apontar ações mitigadoras que levem ao desenvolvimento sustentável da bacia. A metodologia incidiu em revisão conceitual, delimitação da área de estudo, divisão dos setores da bacia, caracterização espaço-temporal das formas de uso e cobertura da terra dos anos de 1986, 1996, 2006 e 2020, confecção cartográfica e atividades de campo. Os resultados mostraram que o processo de uso e a ocupação da terra iniciaram-se durante o século XVIII com atividades da agricultura (policultivo) e da pecuária leiteira, que atendiam a subsistência dos moradores. A mão de obra era basicamente familiar, causando baixo impacto ao ambiente. A partir do século XIX, com a chegada de imigrantes atraídos por programas federais de incentivo à ocupação da região Centro-Oeste, algumas propriedades, de pequena área, passaram a compor os latifúndios com atividades da pecuária leiteira e de corte, seguidas da inserção da agricultura mecanizada. De acordo com estudo espaço temporal, foi verificado uma redução da cobertura vegetal de 86,76% para 65,03%, o aumento da pastagem de 4,04% para 28,23% e a inserção do monocultivo de grãos (soja, milho, milheto e sorgo). Quanto ao tamanho das propriedades rurais, 85,25% são classificadas como pequenas, ocupando 21,59% de área, onde é praticado o cultivo consorciado de vários produtos, tais como milho, banana, feijão, arroz, mandioca, dentre outros, e a pecuária para subsistência, em 4,26% de grandes propriedades, ocupando 23,29% de área com atividades da pecuária e do monocultivo de grãos em ascensão na região da cabeceira da bacia. Os impactos oriundos das formas de uso das terras são de diferentes ordens, que influenciaram no êxodo de moradores, perda da identidade cultural, mudança nas técnicas de cultivo, na qualidade dos recursos naturais e nas atividades econômicas. O cultivo nas pequenas propriedades ocorria sob pousio e de forma consorciada, preservando a vegetação ciliar e parte da floresta para futuras roças. Com a chegada de imigrantes, iniciaram-se alguns conflitos pela posse da terra e a utilização de modernas técnicas de plantio que aceleraram a transformação da paisagem. Na atualidade, tem aumentado a necessidade de controlar o desmatamento e as queimadas, da utilização correta de agroquímicos no alto curso da bacia, do uso de técnicas de controle da erosão e compactação do solo para evitar o comprometimento da qualidade do ambiente natural. Para nortear o processo de uso e ocupação da terra, é necessária a criação de política pública ambiental, envolvendo os grupos sociais presentes na bacia, adotando práticas agrícolas menos nocivas ao meio ambiente e que também valorizem e fomentem os pequenos produtores, com foco no desenvolvimento sustentável.

Palavras-chave: uso da terra, bacia hidrográfica, impacto ambiental

CHAPTER III

LAND USE, OCCUPATION AND COVERAGE WITHIN THE CACHOEIRINHA STREAM HYDROGRAPHIC BASIN, IN CÁCERES CITY, MATO GROSSO STATE

ABSTRACT

This study was performed within the Cachoeirinha stream hydrographic basin, in Cáceres City, Mato Grosso State aiming to analyze the land use, occupation and coverage process, embracing the physical and social transformations, the environmental impacts and pointing out mitigating actions that lead to the sustainable development of the basin. The methodology focused on conceptual review, the study area delimitation, basin sectors division, spatio-temporal characterization of land use and cover in the years 1986, 1996, 2006 and 2020, as well as cartographic production and field activities. The results showed that the process of land use and occupation began during the 18th century with agricultural activities (polyculture) and dairy farming, which served the subsistence of the residents. The laborforce was basically familiar, causing little impact on the environment. From the 19th century onwards, with the immigrants arrival attracted by federal programs to encourage the occupation of the Center-West region, some small-area properties began to form part of the large land properites with dairy and beef cattle activities, followed by the insertion of mechanized agriculture. According to a space-time study, there was a reduction in vegetation cover from 86.76% to 65.03%, an increase in pasture from 4.04% to 28.23% and the insertion of grain monoculture (soybean, corn, millet and sorghum). As for the size of rural properties, 85.25% are classified as small, occupying 21.59% of the area, where is practiced the intercropping of several products such as corn, bananas, beans, rice, manioc, among others, as well livestock for subsistence; in 4.26% of large properties, occupying 23.29% of the area with livestock activities and rising grain monoculture in the headwaters of the basin. The impacts arising from the forms of land use are of different aspects, influencing the exodus of residents, loss of cultural identity, changes in cultivation techniques as the quality of natural resources and economic activities. Cultivation on small properties took place under fallow and in an intercropped manner, preserving the riparian vegetation and part of the forest for future swiddens. With the arrival of immigrants, some conflicts began over land ownership and the use of modern planting techniques that accelerated the landscape transformation. Currently, it has been increasing the need to control deforestation and fires, the correct use of agrochemicals in the upper reaches of the basin, erosion control techniques and soil compaction to avoid compromising the quality of the natural environment. To guide the process of land use and occupation, it is necessary to create an environmental public policy, involving the social groups present in the basin, adopting agricultural practices that are less harmful to the environment and that also value and encourage small producers, with a focus on sustainable development.

Keywords: Land use, hydrographic basin, environment impact

1. INTRODUÇÃO

Bacia hidrográfica é uma unidade geomorfológica muito importante por agrupar e interagir vários fatores, ressaltando-se as condições naturais e as atividades humanas. Intervenções expressivas, principalmente de origem antrópica, podem gerar alterações, cujos impactos podem influenciar na dinâmica fluvial (CUNHA, 2008). Para Schiavinato e Gonzalez (2019) e Silva (2020), o processo de ocupação ocorrido em vários municípios da região sudoeste do estado de Mato Grosso trouxe complexas formas de exploração da terra que ocasionaram uma acelerada degradação ambiental nas bacias hidrográficas.

A erosão pluvial nas áreas agrícolas é a forma mais prejudicial de degradação do solo. A prática dessas atividades sem atentar para as capacidades físicas do ambiente e, ainda, com inadequados sistemas de cultivo contribuem para o desenvolvimento de processos erosivos que, consequentemente, acarretam a diminuição da camada de solo fértil, reduzem a capacidade produtiva das culturas, provocam o assoreamento de rios, lagos e fontes de água, alterando a dinâmica fluvial de bacias hidrográficas (COGO et al., 2003; CARDOSO et al., 2013).

Para Oliveira et al. (2008), a substituição da floresta pelo monocultivo de grãos tem desencadeado diversos efeitos negativos ao ambiente natural. Isso ocorre pela falta de entendimento sobre a diversidade interna das paisagens e suas vulnerabilidades. A identificação dos métodos produtivos nas bacias hidrográficas pode indicar as alterações nas formas de uso de modo a adequar os tipos de culturas às morfologias próprias.

A falta de planejamento do uso da terra tem conduzido ao esgotamento dos recursos naturais, incluindo a degradação dos solos, a escassez de água doce e a perda de biodiversidade. O combate contra esses problemas ambientais, à pobreza e à fome acrescentam e exacerbam-se na lista de desafios que a humanidade tem enfrentado nas últimas décadas, em tentar produzir, desenvolver-se de forma sustentável (ONU, 2017).

Di Mauro et al. (2017, p. 01) afirmam que a bacia hidrográfica é a menor unidade territorial a ser governada e que necessita de um estruturado sistema de planejamento de uso dos recursos naturais, considerando a organização das atividades produtivas, dos espaços de conservação ambiental, dos equipamentos e suas tendências. Os autores expõem ainda que “todos os setores envolvidos devem participar do planejamento e da gestão da bacia hidrográfica”. Nesse contexto,

mostra-se a necessidade da governança envolvendo os gestores públicos e privados que atuam diretamente, usufruem e promovem o esgotamento ambiental.

A exploração da terra necessita de planejamento com políticas públicas de conservação mais próximas do funcionamento da natureza. Nesse cenário, Lima e Nery (2017, p. 06) assinalam que “[...] para a gestão das águas, considerando a bacia hidrográfica como unidade de planejamento, será importante compreender as relações sociais, econômicas, políticas, culturais e institucionais [...]”, visando ao uso sustentável, principalmente da água e de todos os demais elementos naturais explorados na bacia.

As bacias hidrográficas, além de apresentarem um sistema interligado entre os elementos ambientais, também se correlacionam com atividades sociais. Desse modo, emerge a necessidade de estudos e monitoramento ambiental, visto que isso permite a correlação das análises da qualidade ambiental, a delimitação de áreas críticas e a possibilidade de identificação de processos impactantes (AZEVEDO et al., 2016).

A exploração da terra com ausência de planejamento é uma situação que poderá apresentar um futuro quadro preocupante em relação à degradação ambiental. Para Christofoletti (1980), Cunha (2008) e Stevaux e Latrubesse (2017), as atividades humanas ligadas ao uso da terra, como a remoção da vegetação e o emprego de práticas agrícolas indevidas estão interferindo de forma direta sobre as características do ciclo hidrológico das bacias hidrográficas. Os impactos são de diferentes hierarquias, afetando a quantidade e a qualidade das águas superficiais e subterrâneas, contribuindo com mudanças significativas na evaporação, no balanço hídrico, na frequência da seca e cheia em escala local e global.

Para Crutzen e Stoemer (2000), os impactos sobre os ecossistemas terrestres ganharam força a partir da Revolução Industrial, através do crescimento demográfico, econômico e tecnológico, fazendo com que o planeta fosse alterado de maneira assustadora (Período Antropoceno).

O homem com seu poder de transformação através das suas invenções tecnológicas, visando ao desenvolvimento e seu sustento, é considerado, por Salles e Pita (1997), como um dos agentes externos mais eficazes na alteração da crosta terrestre, interferindo no ambiente natural, modificando a paisagem ora natural em um cenário social.

Guerra e Marçal (2015, p. 34) afirmam que as atividades praticadas no meio rural são as responsáveis por transformar a paisagem em larga escala, modificar o relevo de forma impactante, como, por exemplo, a atuação de agentes erosivos. “A partir do transporte dos sedimentos, causa mudanças na qualidade e quantidade de água dos rios, lagos e reservatórios, tornando-os mais rasos, podendo chegar inclusive, ao assoreamento”.

O planejamento para conservação dos elementos ambientais de uma bacia hidrográfica tem sido a estratégia utilizada para enfrentar os problemas envolvendo o uso e o manejo da terra de forma inadequada, principalmente, no meio rural. É relevante ressaltar que estudos da dinâmica da paisagem através de análise temporal permitem o acompanhamento periódico, como, por exemplo, o monitoramento da evolução do uso e ocupação da terra, através do desmatamento, crescimento urbano, atividades agrárias, entre outras (SILVA et al. 2017).

Seabra e Cruz (2013) assinalam que as paisagens de uma bacia hidrográfica podem ser consideradas como produto da interação entre os elementos naturais e suas permanentes modificações condicionadas pela influência humana e que compreender o histórico dessas intervenções sobre o espaço geográfico permite entender as mudanças ocorridas no processo histórico até o presente. Esse fato tem chamado a atenção, frente ao aumento das pressões antrópicas sobre o meio ambiente.

“Atividades como a agricultura, pecuária, mineração e mesmo o expansionismo urbano são capazes de afetar significativamente a quantidade e a qualidade dos recursos hídricos disponibilizados” (DI MAURO et al., 2017, p.10). É necessário o desenvolvimento racional da sociedade, para que esteja consciente e sensibilizada dos seus impactos em todos os níveis, principalmente, no conjunto de fatores e elementos que se inter-relacionam nas bacias hidrográficas.

Considerando a importância de estudos sobre o uso e a ocupação da terra em bacias hidrográficas, alguns trabalhos podem ser destacados, tais como: Araujo et al. (2002), na “bacia hidrográfica do rio Pitimbu-RN”; Brigante e Espíndola (2003), trabalhando a “caracterização física, econômica e ecológica do rio Mogi-Guaçu-MG/SP”; Bublitz (2006), com “o desmatamento civilizador no Rio Grande do Sul”; Silva (2009), com a pesquisa sobre “a dinâmica fluvial e o processo de ocupação como proposta de gestão dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do córrego das Pitas-MT”; Ritela (2009), com “o uso da terra na bacia hidrográfica do rio Aguapeí-MT”;

Souza et al. (2012), abordando “o sistema hidrográfico do rio Paraguai-MT”; Guerra et al. (2017), em estudo de caso sobre os processos de declive, os movimentos de massa e erosão do solo no Brasil e Reino Unido; Bünemann et al. (2018), enfocando a qualidade do solo como indicadores de uso, entre outros.

Na bacia do córrego Cachoeirinha, o processo de uso e ocupação da terra foi iniciado pela divisão das terras em sesmarias, quando as atividades agrícolas eram de subsistência, até a chegada da agricultura comercial, que vem resultando em impactos ambientais, necessitando de conhecimentos sobre sua estrutura e a criação de políticas e práticas de manejo sustentável.

Nesse enfoque, o objetivo deste capítulo foi analisar o processo de uso, ocupação e cobertura da terra, as transformações socioambientais, os impactos ambientais, bem como apontar possíveis ações mitigadoras que levem ao desenvolvimento sustentável da bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A área de estudo é a bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha, com 952,61 km² (Figura 37), localizada sob as coordenadas geográficas 15º 35’37” e 16º 12’ 30” S e 57º 14’ 36” e 57º 32’ 24” W, a nordeste do município de Cáceres, estado de Mato Grosso. O alto e médio curso situam-se em uma região de Província Serrana, com altitudes que variam de 315 a 886 metros. O baixo curso está inserido na região da planície, a uma altitude de 135 metros, desaguando na margem esquerda do mesmo rio Paraguai.

Para ter acesso à área de estudo (Figura 01), é necessário percorrer 40 km pela Rodovia Estadual MT-343 que dá acesso da cidade de Cáceres aos municípios de Porto Estrela e Barra do Bugres; pela estrada municipal “Jaime Campos” que faz a conexão da BR-070 a Rodovia MT-343 (64 km) ou navegando 90 km pelo rio Paraguai, subindo da cidade de Cáceres, passando pelos afluentes rio Cabaçal e Sepotuba (margem direita), até a foz do córrego Cachoeirinha.

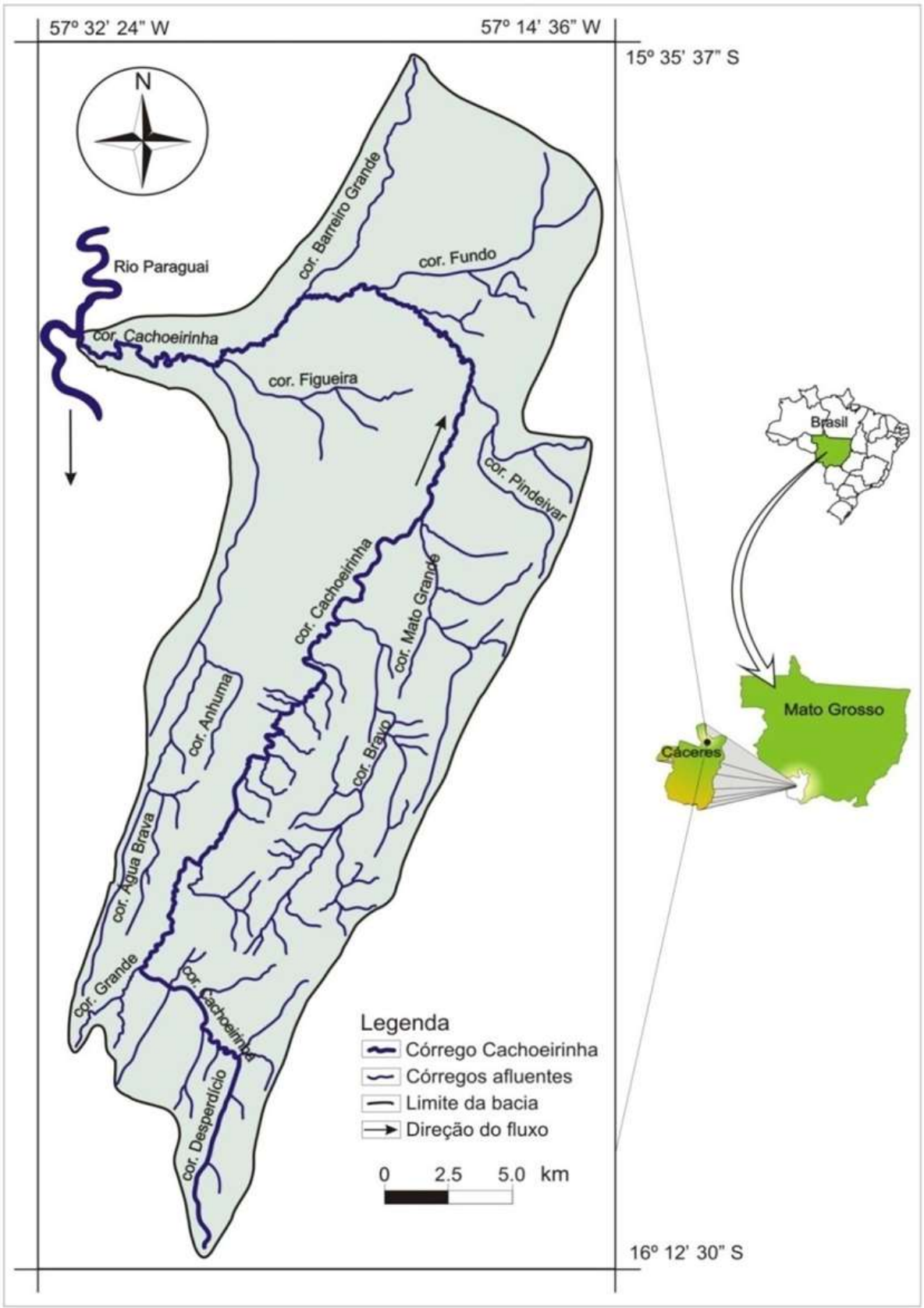


Figura 01: Mapa de localização da bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha.
Organizado pelo autor.

2.2 Procedimentos metodológicos

2.2.1 Revisão conceitual

Para iniciar esta pesquisa, foi necessária uma revisão teórico-conceitual objetivando circunscrever e buscar diferentes conceitos teóricos em um variado quadro de referências bibliográficas em revistas científicas nacionais e internacionais (artigos científicos), livros, dissertações, teses, TCCs, arquivos públicos, leis, entre outras, na perspectiva de explicação e compreensão da temática do estudo, assim como orientam Luna (2000) e Marconi e Lakatos (2007).

2.2.2 Delimitação da área da bacia

A delimitação foi realizada de forma automática, através do Modelo Digital de Elevação (MDE) obtido no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) do banco de dados geomorfométricos do Brasil – TOPODATA (30m) das folhas: 15_S585_ZN e 16_S585_ZN, através da ferramenta r.watershed.

Links do TOPODATA:

<http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/>

<http://www.dsr.inpe.br/topodata/index.php>

<http://www.dsr.inpe.br/topodata/acesso.php>

2.2.3 Divisão dos setores da bacia

A área de estudo é localizada em uma região com três compartimentações geomorfológicas: Província Serrana, Depressão do Alto Paraguai e Planície do Rio Paraguai, que influenciam no clima, nas condições de relevo, geologia, cobertura vegetal, variedades de solo, rede de drenagem, com diferentes características ambientais e que conduzem a determinadas formas de uso e ocupação da terra.

Nesse contexto, para facilitar o entendimento de todo o sistema natural e social, a área da bacia foi dividida em três setores: alto, médio e baixo curso, como mostra a Figura 02.

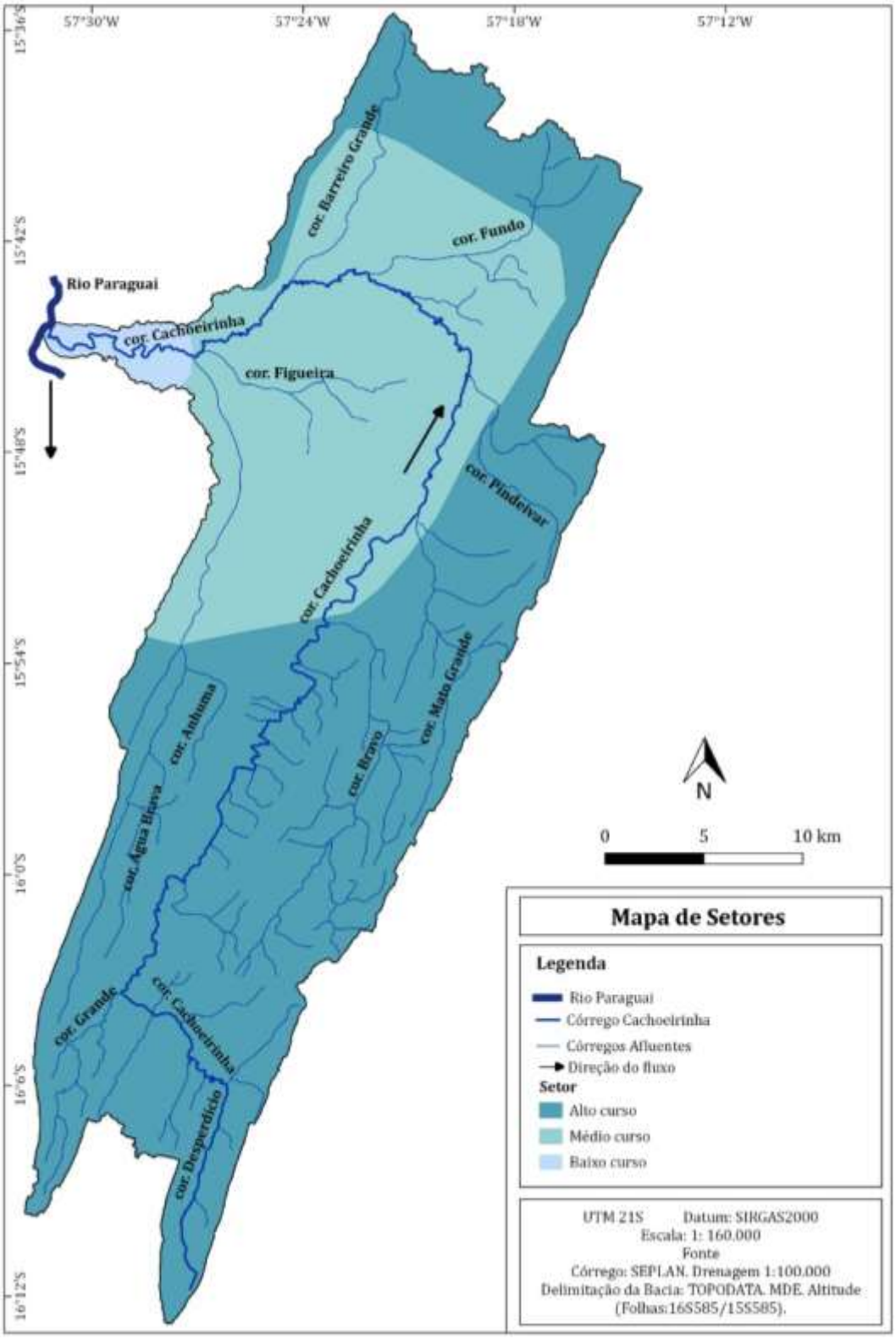


Figura 02: Divisão dos setores do alto, médio e baixo curso da bacia do córrego Cachoeirinha. Organizado pelo autor/2021.

No alto curso, aparece a Província Serrana e a Depressão do Alto Paraguai compostas por serras (paralelas), morros e vales. Nessa região, surgem as nascentes de todos os canais fluviais que compõem a rede de drenagem da bacia.

O médio curso é um setor onde ocorre a transição da Província Serrana à Depressão do Alto Paraguai. Nele, o canal fluvial do córrego Cachoeirinha vai deixando de ser encaixado e o relevo torna os interflúvios mais amplos e planos para adentrar na área de Planície do Rio Paraguai.

O baixo curso é inserido na área de planície, onde recebe influência da dinâmica de cheias (pulso de inundação) do rio Paraguai e do córrego Cachoeirinha, dando uma característica mais homogênea à paisagem natural e social.

2.2.4 Caracterização das formas de uso, ocupação e cobertura da terra

As informações e a caracterização das atividades referentes ao processo de uso, ocupação e cobertura da terra foram obtidas por meio de pesquisa em documentos públicos, produções científicas, compiladas do relatório do Projeto RadamBrasil (1982), do Atlas de Mato Grosso - SEPLAN (2011), do banco de dados do IBGE (2019), MAPBIOMAS (2020) e observações em campo.

Todas as referências compõem um arcabouço de informações fundamentais para produzir o conhecimento desejado sobre a bacia, como orientam Lakatos e Marconi (1986) e Lüdke e André (1986).

2.2.5 Elaboração do mapa de uso, ocupação e cobertura da terra

Para a elaboração do mapa do processo de uso, ocupação e cobertura da terra na bacia do córrego Cachoeirinha, foi utilizado o banco de dados do MapBiomas, coleção 5.0, versão 1 (1985–2020), ano 2020, produto “cobertura e uso da terra”, conforme Link: <http://mapbiomas.org/pages/atbd>.

Foram analisadas as imagens dos anos de 1986, 1996, 2006 e 2020. A escolha da primeira análise ocorreu por ser a do ano seguinte à sua publicação. A sucessão dos estudos seguiu as décadas que mais apresentaram modificações na bacia.

O projeto MapBiomas utiliza imagens do satélite Landsat com resolução espacial de 30 metros. A classificação de cobertura do solo é realizada pixel a pixel, na plataforma Google Earth Engine, através do link <https://code.earthengine.google.com/?accept_repo=users%2Fmapbiomas%2Fuser-toolkit&scriptPath=users%2Fmapbiomas%2Fuser-toolkit%3Amapbiomas-user-toolkit-lulc.js>, a qual possui capacidade de executar o processamento em nuvem. Na plataforma, é possível realizar o download dos dados em formato Geotiff, de acordo com a espacialização desejada, país, bioma, estado e município.

A classificação de uso e cobertura da terra contém 27 categorias. A bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha apresentou sete classes (formação florestal, formação savânica, formação campestre, pastagem, cultura anual e perene, outra área não vegetada, rio e lago), as quais foram reagrupadas de acordo com o interesse e necessidade do autor (vegetação, monocultura e pastagem).

Para o agrupamento das classes e manipulações, como recorte da bacia e cálculo de área, foi utilizado o software QGIS 3.4.6, de característica livre e gratuito, disponível na web.

A legenda foi reclassificada conforme as classes de uso. Para as informações de localização geográfica foi utilizado o DATUM SIRGAS 2000.

A utilização das tecnologias do Sistema de Informações Geográficas - SIG, geoprocessamento, georreferenciamento, sensoriamento remoto, softwares e GPS possibilitou o levantamento, o armazenamento, o processamento e o cruzamento das informações.

Com o objetivo de ratificar as informações levantadas e compiladas, foi necessário desenvolver a etapa supervisionada por imagem dos satélites do Google Earth Pro de 2012 a 2021.

2.2.6 Classificação da tipologia das propriedades rurais

As propriedades rurais da bacia do córrego Cachoeirinha foram classificadas em pequenas, médias e grandes propriedades, obedecendo a tabela dos módulos fiscais para Mato Grosso, em que cada módulo corresponde a 80 hectares (Quadro 01). Sua classificação está presente na Lei 8.629, de 25 de fevereiro de 1993, e conforme os links de acesso:
<https://antigo.incra.gov.br/pt/obtencao-de-terras.html?id=234>
<https://www.embrapa.br/en/codigo-florestal/area-de-reserva-legal-arl/modulo-fiscal>
<https://verticemt.com.br/wp-content/uploads/2020/05/planilha-de-modulos-fiscais-em-MT.pdf>.

Quadro 01: Caracterização dos módulos fiscais rurais

Tamanho	Módulos fiscais	Hectares
Pequena propriedade	1 - 4	320
Média propriedade	4 - 15	321 a 1.200
Grande propriedade	Superior a 15	Acima de 1.201

Organizado pelo autor/2021. Fonte: INCRA/2012.

A Figura 03 mostra as classes de tamanhos das propriedades no Brasil, utilizando o sistema de medidas em hectares, se digne de qualquer que seja a sua localização, que se destine ou possa se destinar à exploração agrícola, pecuária, extrativa vegetal, florestal, mineral ou agroindustrial.

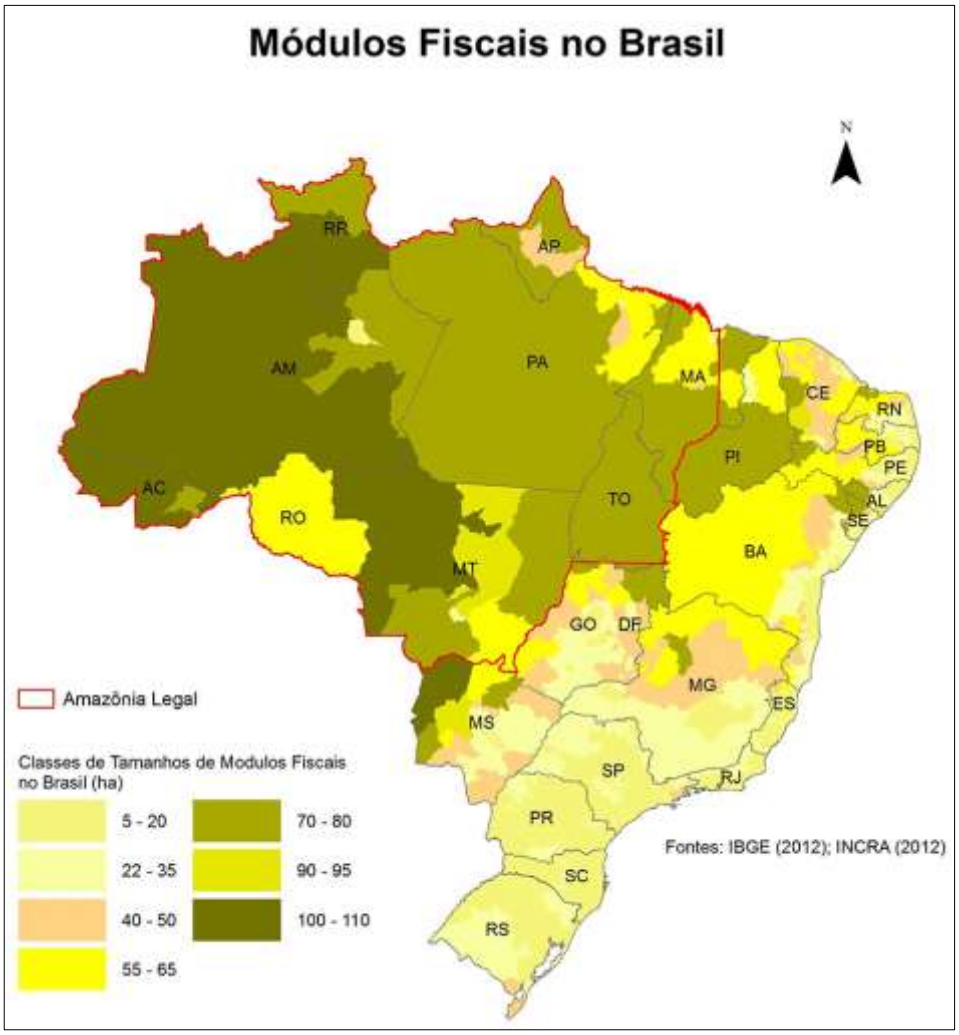


Figura 03: Mapa da classificação dos módulos fiscais.
Fonte: https://www.embrapa.br/en/codigo-florestal/area-de-reserva-legal-arl/modulo-fiscal

O módulo fiscal é uma unidade de medida que define o tamanho das propriedades rurais em conformidade com as atividades desenvolvidas nelas, utilizado para fins de caracterização, definição de faixas mínimas para recomposição de Áreas de Preservação Permanente; da manutenção ou recomposição de Reserva Legal, entre outros, como orienta a EMBRAPA (2012) que aponta o IBGE (2012) e o INCRA (2012) como os reguladores dessa classificação:

> Módulo fiscal é uma unidade de medida, em hectares, cujo valor é fixado pelo INCRA para cada município levando-se em conta: (a) o tipo de exploração predominante no município (hortifrutigranjeira, cultura permanente, cultura temporária, pecuária ou florestal); (b) a renda obtida no tipo de exploração

> predominante; (c) outras explorações existentes no município que, embora não predominantes, sejam expressivas em função da renda ou da área utilizada; (d) o conceito de "propriedade familiar". A dimensão de um módulo fiscal varia de acordo com o município onde está localizada a propriedade. O valor do módulo fiscal no Brasil varia de 5 a 110 hectares (EMBRAPA, 2012).

2.2.7 Elaboração do mapa de classificação das propriedades rurais

Para o agrupamento das propriedades e manipulações, como recorte da bacia e cálculo das áreas, foi utilizado o software QGIS 3.4.6, de característica livre e gratuito.

O mapa de classificação das propriedades foi confeccionado de forma supervisionada a partir das informações de cada município contidas no banco de dados disponível no site do INCRA/2020, através do CCIR-Certificado de Cadastro de Imóvel Rural e do CAR-Cadastro Ambiental Rural, no site <https://www.car.gov.br/publico/imoveis/index>.

No site, são mostradas as propriedades por todo o território nacional, estadual, em cada munícipio, e, por fim, nas bacias hidrográficas. Ao recortar a área da bacia, o banco de dados mostra as informações sobre o titular, a área, a localização, a exploração e a classificação fundiária de cada imóvel rural.

2.2.8 Pesquisa de campo

As atividades de campo foram realizadas no mês de março e agosto de 2020 com o objetivo de realizar as entrevistas, observar, identificar e validar as informações referentes à caracterização das formas de uso, ocupação e cobertura da terra, para dar suporte às discussões e à elaboração das bases cartográficas.

Para Vergara (2005), a pesquisa de campo é uma investigação empírica que deve ser realizada no local onde se pretende estudar um fenômeno ou onde se dispõe de elementos para explicá-lo, podendo ocorrer em forma de entrevista, observação e coleta de dados.

Dentre as atividades em campo, foram realizadas observações nas características naturais e sociais da bacia e realizada entrevista informal (conversa sobre a história da ocupação e os modos de vida) com 33 (trinta e três) moradores, sendo 18 (dezoito) das pequenas propriedades, 9 (nove) das médias e 6 (seis) das grandes propriedades rurais, constituindo 6 (seis) do sexo feminino e 27 (vinte sete) do sexo masculino, com idades entre 30 a 72 anos. Durante as conversas (entrevista informal), os moradores falaram livremente das experiências vividas nas suas

respectivas propriedades, de fatos históricos, modos de vida, trabalho, crenças, conflitos, valores éticos etc.

Com foco na obtenção das informações mais relevantes que contemplassem os objetivos desta pesquisa, foram utilizadas algumas metodologias, tais como: entrevista informal; pesquisa descritiva, qualitativa e observação não participante.

A entrevista informal, conforme Gil (2008), é o método menos estruturado possível, diferenciando-se de uma simples conversa, por ter, como objetivo, levantar dados e informações referentes ao objeto pesquisado.

A pesquisa descritiva "tem como objetivo descrever um fenômeno ou situação em detalhe, permitindo abranger com clareza as características de um indivíduo, um grupo ou uma situação, bem como desvendar a relação entre os eventos" (PEDROSO ET AL., 2017, 01). Para Gil (2007), ela tem por objetivo levantar e descrever opiniões, interpretar atitudes e crenças de uma população.

Para Creswell (2007), através do método de pesquisa qualitativo, pode haver a investigação de um problema ou uma vivência social. Nesse método, o pesquisador qualifica, constrói um quadro holístico, interpretando palavras, relatos e gestos, que passam a ter significados. Goldenberg (2001) afirma que essa pesquisa não busca a representatividade numérica, mas uma compreensão profunda de um grupo social etc.

A técnica de observação não participante possibilita maior contato do pesquisador com o fenômeno pesquisado, entretanto, sem se envolver (MINAYO, 1994). Durante as pesquisas em campo, foram feitas observações nas propriedades (chácaras, sítios e fazendas) com o objetivo de identificar e analisar as atividades e o processo de ocupação e sobrevivência no local.

Prodanov e Freitas (2013, p.105) afirmam que quando se utiliza a técnica da observação não participante, o pesquisador [...] "faz mais o papel de espectador. Isso, porém, não quer dizer que a observação não seja consciente, dirigida, ordenada para um fim determinado". Ela é desempenhada pela relação direta do pesquisador com o fenômeno ou uma situação social observada, no intuito de obter informações científicas concretas sobre a realidade dos atores sociais dentro de suas próprias vivências, entretanto, sem intervir no ambiente pesquisado.

Segundo Lüdke e André (1986), o método da observação pode ir da imersão total na realidade até um completo distanciamento, conforme as necessidades e a inserção do pesquisador no seu objeto de pesquisa.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha

A bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha, também conhecida como região da “Morraria”, por estar inserida em meio às serras e morros da Província Serrana, teve seu processo de ocupação com a implantação do sistema das sesmarias, posses e grilagem das terras.

Para Ramos (2006), as terras que eram devolutas localizadas nos vales (bocaínas) foram ocupadas durante o período colonial (século XVIII), permanecendo até 1822 quando ocorreu a independência do Brasil. Algumas dessas áreas (antigas sesmarias) tornaram-se espólios, permanecendo tomadas, sem passar pelo processo de divisão ou partilha durante várias gerações, algumas com títulos, outras sem documento de posse. Essas ocupações ocorreram em pequenas áreas localizadas na região da “Morraria” e, que, à época, tornaram-se “Comunidades Tradicionais” e até “quilombolas”, por escravos originados das fazendas que cultivavam a cana-de-açúcar no município de Cáceres, como, por exemplo, a Fazenda Ressaca, a Jacobina e a Fazenda Facão.

Algumas transformações marcaram a linha do tempo na região da Morraria, como exemplo, a construção da igreja católica na comunidade Taquaral em 1912; início da comunidade Bezerro Branco em 1927 (ponto de parada de tropeiros); uso do carro de boi em 1940; fim das sesmarias, a chegada de fazendeiros e o começo da grilagem de terras em 1970; início do distrito de Vila Aparecida em 1976 e a inserção da matraca no plantio das lavouras (SILVA, 2007).

As formas de exploração da flora pelas populações pioneiras eram em pequenas proporções para fins alimentícios, medicinais, construção de casa, curral, cerca, pontes, tais como: pequi (*Caryocar brasiliense Cambess*), jatobá (*Hymenaea stigonocarpa Hayne*), indaiá (*Attalea dubia*), aroeira (*Schinus terebinthifolia*), ipês (*Schinus terebinthifolia*) entre outras.

Para Diegues (2001), a denominação “Tradicional” (comunidades tradicionais) está relacionada às atividades realizadas pelos moradores rurais com uma estreita relação de dependência da natureza. Esses agricultores possuíam um profundo conhecimento dos ciclos naturais da terra que eram transferidos de geração em geração através da prática e pela oralidade, valorizando o relacionamento familiar, comunal, parentesco ou compadrio durante as atividades econômicas, sociais, culturais e festivas.

De acordo com Mendes (2005), as roças das comunidades tradicionais eram desenvolvidas nas áreas onde o solo apresentasse maior fertilidade, sendo próximas aos cursos d'água e nos sopés das serras, baseando-se no policultivo, tais como: arroz, feijão, milho, banana, mandioca, entre outros. Procuravam produzir para atender basicamente ao consumo da família e de suas criações, como: porcos, galinhas e algumas vacas leiteiras. As áreas destinadas à pastagem ocupavam os limites onde o solo oferecia menor fertilidade.

Uma das evidências que comprova o processo histórico da ocupação é a cruz com data de 1989, fixada em um cemitério familiar no sítio Sete Quedas, próximo à margem direita do córrego Cachoeirinha, indicando o local do sepultamento do Sr. Antônio Euzébio de Arruda (Figura 04).



Figura 04: Comprovação do histórico processo de ocupação na bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha. **Foto**: Acervo do autor. Local: 15°48'17,72" S e 57°20'00,72" W.

O alto e médio curso da bacia por apresentar-se com relevo acidentado, com vales estreitos e rampeados, oferecia pouco interesse comercial, com isso, a posse era mantida nas mãos dos pequenos proprietários. Entretanto, a partir de 1970, com a chegada de fazendeiros imigrantes de vários estados brasileiros, atraídos pelos programas promovidos pelo governo federal de incentivo à ocupação das terras da região Centro-Oeste do Brasil, reordenou-se as formas de ocupação e o uso da terra.

As terras das sesmarias passaram a compor grandes latifúndios, onde foram inseridas as tecnologias agrárias de produção e a correção dos solos. A região ganhou um novo cenário por meio do agronegócio com o monocultivo de grãos, como, por exemplo: arroz, soja, milheto, sorgo, milho e a pecuária leiteira e de corte.

Mesmo ocorrendo várias mudanças quanto ao uso da terra, no modo de vida e nos eventos culturais (festas religiosas e tradicionais) ainda podem ser encontradas algumas casas que mantêm o estilo pau-a-pique utilizadas nas antigas comunidades tradicionais no baixo curso da bacia (Figura 05). Essas construções utilizavam lascas de madeira, taboca, folhas de indaiá (*Attalea dubia*) ou babaçu (*Orrbignya speciosa*), cipós e argila no reboco de algumas paredes.



Figura 05: Casa de pau-a-pique coberta com folhas de indaiá no sítio Bezerro Branco - Comunidade Anhumas. **Foto**: Acervo do autor. Local: 15°46'22,1" S e 57°24'48,2" W.

Além dos produtos extraídos da natureza necessários para a sobrevivência, algumas comunidades da "Morraria" destacaram-se como produtoras de alimentos cultivados. Mesmo as atividades agrícolas utilizando baixos insumos, com o uso esporádico de implementos agrícolas para o manejo do solo (arado com tração animal), produziam banana da terra, arroz, feijão, milho, cana, rapadura e farinha de mandioca, abastecendo o comércio na cidade de Cáceres e de outras regiões.

Nas atividades de campo, foram observadas algumas áreas de ocorrência de vegetação secundária (capoeira) em diferentes estágios de sucessão, resultante do cultivo itinerante (pousio) desenvolvido pelas comunidades tradicionais, localizadas nas encostas das serras e no fundo dos vales. Em outras, predominam as pastagens utilizadas para criação de gado bovino de corte e leite para fins de consumo e comercial.

O processo de ocupação ocorrido a partir de 1970 provocou um choque entre as diferentes identidades culturais, nos modos de vida e, principalmente, nos valores territoriais locais. A chegada dos imigrantes com outras culturas (festas, danças, crenças, entre outras manifestações), conhecimentos e poder econômico, comprando

ou apossando-se das terras ocupadas pelas comunidades fez com que vários grupos tradicionais migrassem, perdendo parte dos conhecimentos tradicionais, causando uma modificação na estrutura fundiária, econômica e sociocultural.

Alguns dos pequenos agricultores deixaram o alto curso da bacia e migraram para áreas localizadas nos sopés e vales de algumas serras do médio curso em busca de terras mais férteis e por estarem próximas ao distrito de Vila Aparecida, desenvolvendo a agricultura de subsistência. Outros foram para as cidades mais próximas, como Cáceres e Porto Estrela, buscando uma readaptação e um novo modo de sobrevivência.

Para Pereira e Carrieri (2005), a desterritorialização adicionada às mudanças culturais promove o desenraizamento ou esquecimento real e simbólico das antigas culturas e dos valores dos espaços outrora ocupados.

Ao analisar as formas de uso e ocupação dessa região, de acordo com estudos realizados por Costa (2004), Mendes (2005), Borges (2005), Oliveira (2006) e Ramos (2006), fica evidente que houve mudança significativa no sistema de produção de policultivo para monocultivo. A exploração e a produção eram realizadas pelos morroquianos (moradores do sopé dos morros), pelas comunidades tradicionais ou pelas unidades produtivas, como são chamados por Diegues (2001), Mendes (2005) e Borges (2005), desenvolvendo uma agricultura multivariada.

Além das pequenas e médias propriedades, dos latifúndios da pecuária, o médio curso da bacia também é ocupado pelo perímetro urbano do Distrito de Vila Aparecida (Figura 06). Fundado em 1976, na margem direita da Rodovia Estadual MT-343, teve sua criação influenciada por projetos desenvolvidos pelo governo federal na década de 60. Por meio dessas políticas expansionistas, o “Projeto de Integração Nacional” objetivava tornar produtivas todas as terras de Mato Grosso, fundando novos municípios e distritos, incluindo o de Vila Aparecida (BORGES, 2005).



Figura 06: Vista parcial da Avenida Silvestre Carlos - Distrito de Vila Aparecida. Foto: Acervo do autor. Local: 15°47’20” S e 57°25’20,23” W.

As ruas do Distrito não possuem pavimentação asfáltica, nem galerias para captação de águas pluviais e esgoto. O lixo sólido, produzido pelos moradores, é coletado, uma vez durante a semana por uma empresa contratada pela Prefeitura de Cáceres, que o deposita no aterro sanitário do próprio município.

O perímetro urbano de Vila Aparecida é de 30,78 hectares, vendido à Prefeitura Municipal de Cáceres em 03 de abril de 1998 pelo Sr. Cypriano Pereira Santiago e Srª. Edivina Antônia da Silva Santiago, conforme matrícula nº 28.095 do registro de imóveis do Cartório de 1º Ofício de Cáceres-MT, livro nº 02-T-3, fls. 156 (CÁCERES, 1998). A área rural do distrito possui 52.840 hectares, composta por pequenas, médias e grandes propriedades.

Alguns dos fatores que estimularam o processo de criação e o desenvolvimento da área urbana do Distrito de Vila Aparecida foram: a estruturação da cooperativa entre os produtores agrícolas, a instalação do secador e o galpão para depósito de cereais, tais como: arroz, milho, feijão e algodão, a construção do poço artesiano no início da década de 80, incentivado pelo Programa Polo Noroeste, a venda de lotes planejados e a chegada da energia elétrica em 1990.

De acordo com Fase (2002), a baixa qualidade do ensino nas escolas rurais; a centralização da educação no Distrito a partir de 1980 e o fechamento de várias escolas da “Morraria”; a falta de terra disponível para os pequenos produtores; a redução do trabalho e, consequentemente, a baixa renda no campo são fatores que

também influenciaram no processo migratório da população para o Distrito de Vila Aparecida.

Com uma população de aproximadamente 2.000 habitantes (IBGE, 2010), atualmente, o Distrito de Vila Aparecida é referenciado como polo local dentro da bacia do córrego Cachoeirinha, oferecendo diversos serviços, tais como: a Escola Buriti (Figura 07-A), atendendo 159 alunos no ensino fundamental e 100 no ensino médio; Posto de saúde (Figura 07-B); Marcenaria (Figura 07-C) e comércio de alimentos, produtos agrícolas e de construção civil (Figura 07-D), entre outros, atendendo a população residente no perímetro urbano e nas comunidades rurais da região da "Morraria".



Figuras 07: Infraestrutura dos setores secundário e terciário desenvolvida no Distrito de Vila Aparecida: **A**- Escola Buriti. **B**- Posto de Saúde. **C**- Marcenaria. **D**- Comércio
Foto: Acervo do autor.

Ao tratar de políticas públicas voltadas à ocupação da terra na bacia, evidencia-se o programa implantado na década de 30 durante o governo de Getúlio Vargas, denominado "Marcha para o Oeste". Esse programa ocorreu de forma acelerada, porém, desordenada nessa região de "Morraria".

Na questão socioambiental, não houve um planejamento específico para os remanescentes moradores tradicionais retirados, nem para as áreas destinadas às novas posses desses imigrantes.

Silva e Sato (2010) corroboram ao afirmar que:

> A exploração dos "espaços vazios" é um legado da modernidade e de sua noção desenvolvimentista. A busca por ocupação dos territórios brasileiros

> como forma da comprovação da apropriação privada das terras deu-se de maneira bastante desordenada, sem seguir qualquer planejamento, com a mínima ou nenhuma preocupação socioambiental (SILVA E SATO, 2010, p. 279).

Na década de 60, o Instituto Brasileiro de Reforma Agrária-IBRA, atual INCRA, estabeleceu aos moradores locais a divisão das terras alegando que era patrimônio da União e que cada um deveria ter a sua propriedade. Isso desencadeou um processo de descaracterização, desestruturação fundiária, até a exclusão de alguns ocupantes das comunidades tradicionais (OLIVEIRA, 2006).

Em função dos programas de governo desenvolvidos através do INCRA, a bacia do córrego Cachoeirinha passou por um litigioso processo no reordenamento da posse e ocupação das terras. A partir das décadas de 70 e 80, os agricultores remanescentes das sesmarias começaram a perder seus espaços por não suportar as pressões exercidas pelos fazendeiros vindos dos estados de Minas Gerais e São Paulo, os quais foram atraídos pelos programas do governo federal. Eles ocuparam as terras pela compra ou pela invasão, utilizando a ação de advogados, posseiros, grileiros e pistoleiros, provocando a retirada ou a expulsão dos ocupantes, gerando vários conflitos, acompanhados, muitas vezes, por violência física e morte.

Para Haesbaert (2011), um território deve ser concebido pela perspectiva integradora e não excludente entre as diferentes dimensões sociais, independentemente de suas origens, não podendo ser estritamente natural, unicamente político, econômico ou cultural.

Quanto à influência de políticas públicas estaduais e municipais na bacia do córrego Cachoeirinha, durante o governo do Prefeito Dr. José Rodrigues Fontes, de 1947 a 1951, foi construída a rodovia MT-343 e várias pontes de madeira sobre os cursos fluviais da região. Alguns afluentes do córrego Cachoeirinha, como, por exemplo: córrego Anhumas, córrego Figueira, córrego Fundo e sobre o próprio Cachoeirinha. O objetivo da construção da rodovia era integrar a cidade de Cáceres à cidade de Barra do Bugres-MT e outros municípios. Além disso, as ações políticas buscavam facilitar a relação comercial dos moradores da Morraria e, respectivamente, da bacia do córrego Cachoeirinha, facilitando o escoamento dos produtos agrícolas comercializados em Cáceres e outras regiões.

Nas décadas de 70 e 80, ocorreu a abertura de novas estradas municipais interligando as propriedades rurais, foi construída a escola no Distrito de Vila

Aparecida e houve a implantação do fomento agrícola do FUNDEC – Fundo de Desenvolvimento Comunitário do Banco do Brasil.

3.2 Dinâmica do uso e ocupação das terras

Observando a Figura 08, referente ao processo de uso, ocupação e cobertura da terra nos anos de 1986 e 1996, percebe-se a transformação da paisagem com a redução na classe de vegetação natural e o aumento das áreas ocupadas por pastagem e agricultura.

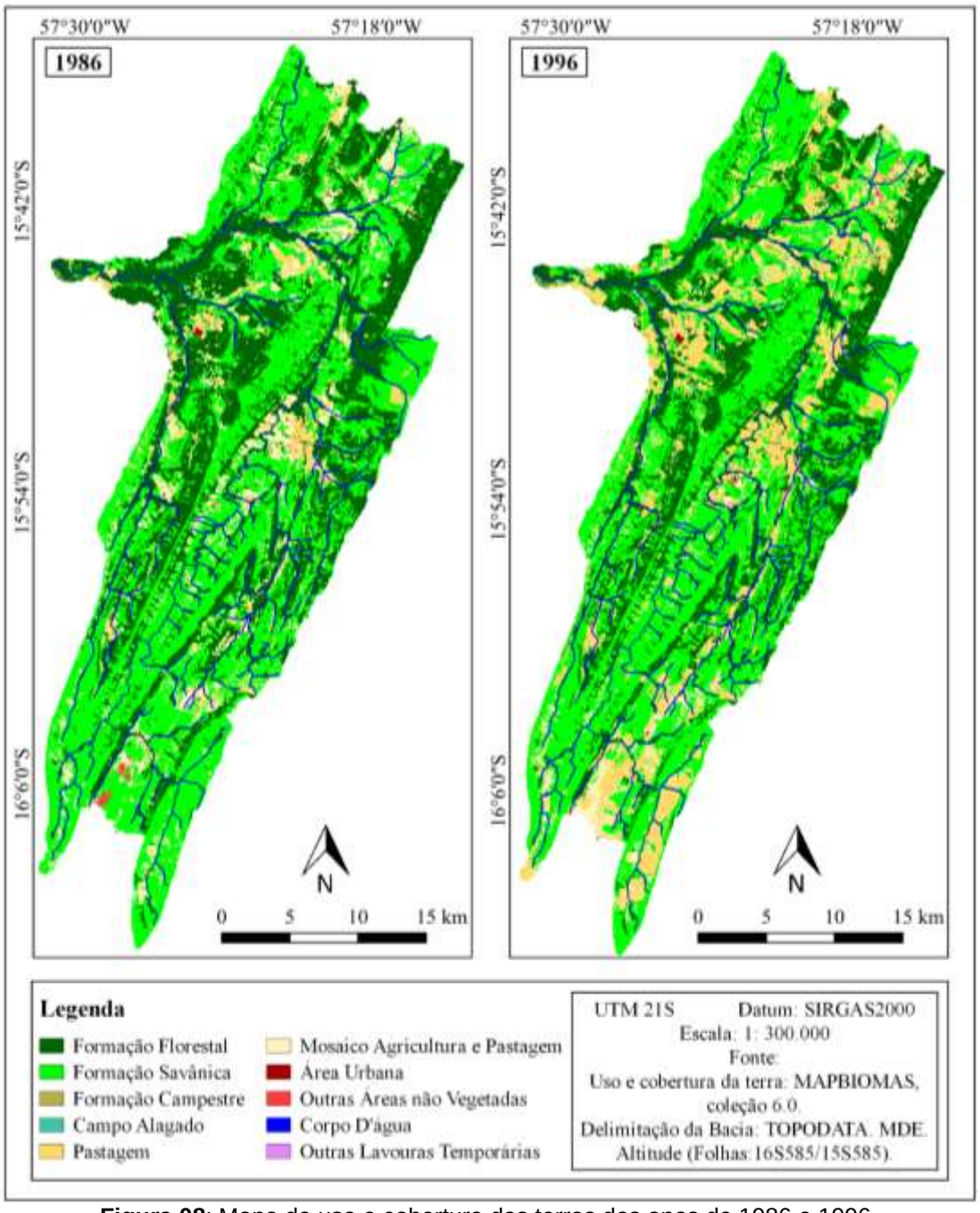


Figura 08: Mapa do uso e cobertura das terras dos anos de 1986 e 1996.
Elaborado pelo autor/2021.

Em 1986, a vegetação natural (Formação Florestal, Formação Savânica, Formação Campestre e Campo alagado) ocupava 86,76% da bacia, identificando supressão vegetal em pequenas áreas, onde o relevo apresenta-se plano, associado à agricultura e à pastagem. As áreas localizadas sobre as serras, os morros e a mata ciliar encontravam-se preservadas. Porém, comparando com 1996, houve redução de aproximadamente 7,93%, ocasionada pelo aumento das áreas de pastagem, que, no mesmo período, foi de 4,04% para 15,44%, correspondendo às regiões planas e às áreas próximas aos canais fluviais, como pode ser observado na tabela 01 e figura 11.

Tabela 01: Classes do uso e da cobertura das terras na bacia do Córrego Cachoeirinha

Classes	Ano 1986	Ano 1996
	Área - %	Área - %
Formação Florestal	33,76	27,19
Formação Savânica	52,53	51,18
Formação Campestre	0,05	0,05
Campo alagado	0,42	0,41
Rio, lago (Corpo d'água)	0,01	0,01
Mosaico agricultura pastagem	8,91	5,46
Pastagem	4,04	15,44
Outras lavouras temporárias	0,01	0,01
Área Urbana	0,03	0,04
Outras áreas não vegetadas	0,24	0,21
Total	**100**	**100**

Elaborada pelo autor/2021.

A agricultura e a pecuária sempre foram consideradas atividades de grande importância para a região. No entanto, o aumento do rebanho bovino e das áreas de cultivo contribuíram com a redução da vegetação natural. Nascimento et al. (2018) corroboram afirmando que, quanto mais aumenta o rebanho bovino e os espaços ocupados pela agricultura, mais áreas serão desmatadas e, consequentemente, a supressão vegetal.

A Figura 09 mostra a cobertura e o uso da terra nos anos de 2006 e 2020. Nota-se que a vegetação natural, que ocupava a maior parte da bacia em 1986 (87,76%), reduziu para 65,83% em 2006. Entretanto, estabilizou-se até 2020, quando foi verificado 65,03% de cobertura vegetal nativa, indicando baixo índice de desmatamento nos últimos 14 anos.

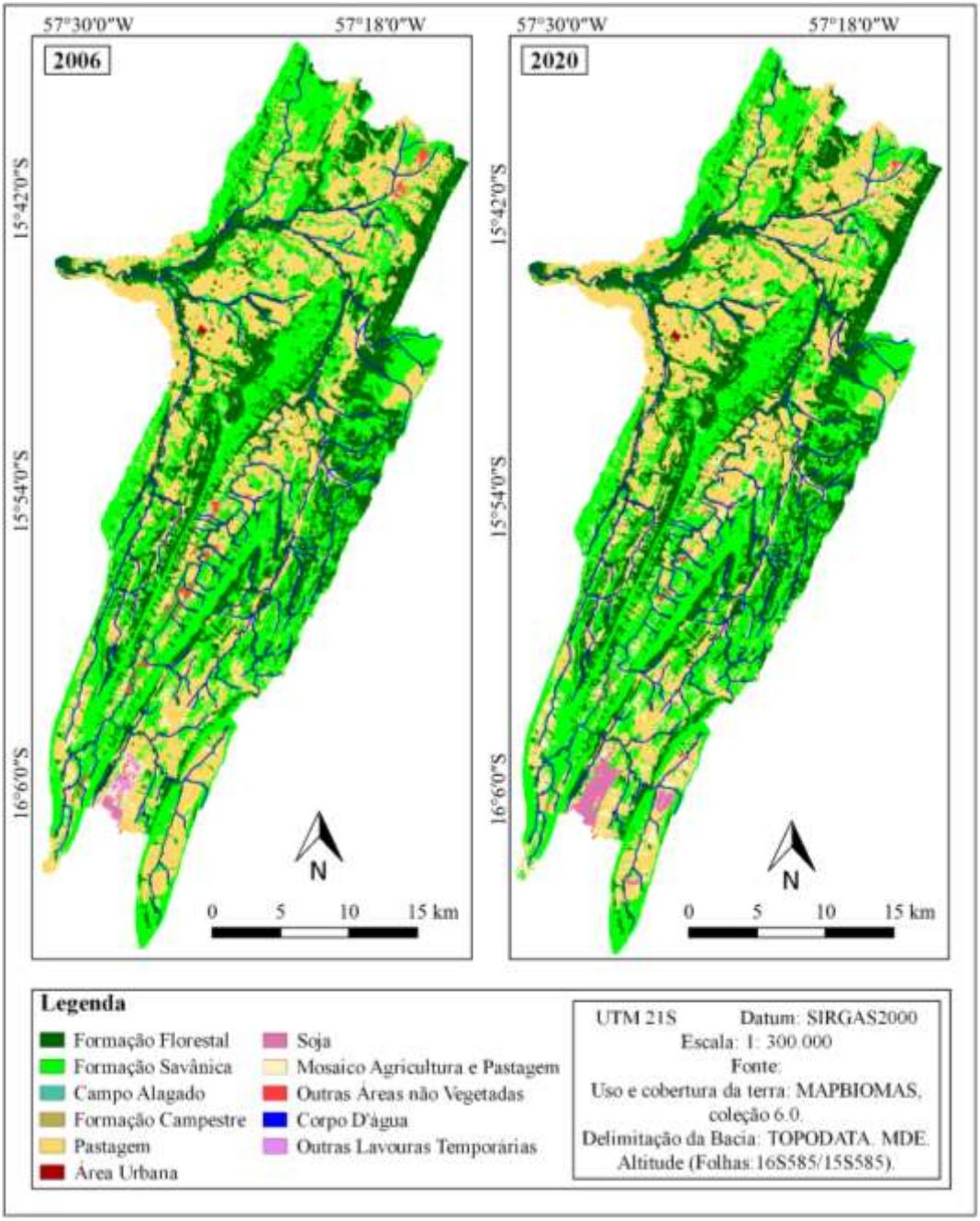


Figura 09: Mapa de uso e cobertura das terras dos anos de 2006 e 2020.
Elaborado pelo autor/2021.

Dentre as classes da cobertura vegetal, a que mais foi devastada foi a de Formação Savânica, perdendo 12,72% de área desde 1986. A pastagem apareceu com a maior área de uso e ocupação da terra e aumentou significativamente até 2006, de 4,04% em 1986 para 29,14%, tendo relação com a chegada dos imigrantes, o que causou a expansão da produção, através de novos investimentos, técnicas, implementando a pecuária nos vales do alto curso da bacia e nas áreas planas do médio e baixo curso.

O mosaico agricultura e pastagem apareceu com área ocupada em declínio de 1986 (8,91%) para 2006 (3,76%), retomando a ocupação para 5,16% em 2020, indicando a permanência dos pequenos produtores na bacia. Em relação às áreas não vegetadas, houve um aumento de 0,24% em 1986 para 0,80% em 2006 (Tabela 02), podendo estar associado ao afloramento rochoso ou locais de manejo com solo exposto.

Tabela 02: Classes do uso e da cobertura da terra na bacia do Córrego Cachoeirinha

Classe	Ano 2006	Ano 2020
	Área - %	Área - %
Formação Florestal	24,08	24,79
Formação Savânica	41,31	39,81
Formação Campestre	0,04	0,05
Campo alagado	0,40	0,38
Rio, lago (Corpo d'água)	0,01	0,02
Mosaico agricultura pastagem	3,76	5,16
Pastagem	29,14	28,23
Outras lavouras temporárias	0,18	0,02
Área Urbana	0,04	0,04
Outras áreas não vegetadas	0,80	0,47
Soja	0,24	1,03
Total	100	100

Elaborada pelo autor/2021.

Em 2006, houve o crescimento das culturas temporárias, principalmente do arroz, quando iniciou o monocultivo no alto curso, e do milho (pequenos plantios), nas médias propriedades do médio curso, nas áreas de Latossolo (Figura 12 e Tabela 02). Aguiar e Monteiro (2005) explicam que as regiões de Cerrado, onde aparece o Latossolo, apresenta-se profundo, bem drenado, facilitando a mecanização de grandes áreas, contribuindo com o crescimento das áreas plantadas.

Considerando o processo de erosão e assoreamento na bacia, Santos et al. (2010) afirmam que a retirada da vegetação natural para a introdução de culturas temporárias deixa o solo sem cobertura em alguns períodos, potencializando as ações do intemperismo e da erosão pluvial, aumentando a carga de sedimentos transportados no escoamento superficial durante as chuvas, provocando o assoreamento de canais fluviais, além de reduzir o processo de infiltrações das águas.

Na Tabela 02, observa-se que houve estabilidade nos corpos d'água, ou seja, as mudanças na cobertura e uso da terra não causaram redução nas massas líquidas.

Por sua vez, *in loco*, nota-se a existência de canais intermitentes em que a área de nascente está ocupada pela pastagem, sobretudo, nas cabeceiras das vertentes. Cabral e Reis (2015) explicam que mudanças nos índices das precipitações somados à supressão da vegetação podem ser considerados fatores responsáveis pelo assoreamento das áreas baixas, reduzindo a vazão das nascentes e em todo o sistema de drenagem da bacia.

Através da Figura 10, é possível analisar o declínio nas porcentagens das áreas ocupadas pela vegetação primária (Cerrado Tropical) e a ascensão das atividades de uso e ocupação da terra.

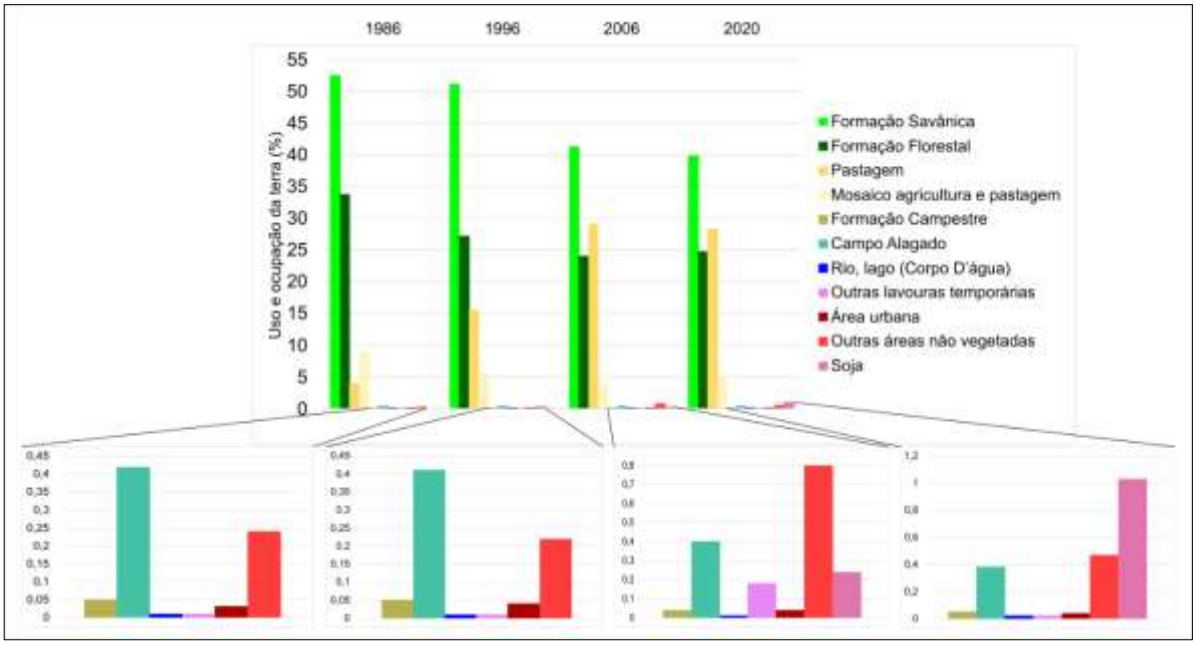


Figura 10: Estruturação do uso, ocupação e a cobertura da terra na bacia do córrego Cachoeirinha. Organizado pelo autor/2022.

Observa-se que a estabilidade ocorrida nos anos de 2006 a 2020 entre as áreas ocupadas pela cobertura vegetal primária e a pastagem aconteceu em razão das regulamentações impostas pelas leis de proteção contra o desmatamento das florestas que se encontram sobre as serras. Com isso, houve o impedimento da expansão das áreas utilizadas pela pecuária.

Um fator importante na bacia foi o incremento do monocultivo de grãos na região do alto curso, com destaque na sojicultura. Uma atividade que iniciou em 2004 e que nas imagens de 2006 apareceu ocupando uma área de 0,24%, subindo para 1,03% em 2020. A perspectiva é que essa cultura amplie-se, ocupando novas áreas que ofereçam condições de cultivo através de maquinários e implementos agrícolas.

3.3.1 Ocupação atual da bacia do córrego Cachoeirinha

A bacia do córrego Cachoeirinha é ocupada por 305 propriedades rurais, classificadas em pequenas, médias e grandes propriedades. As atividades são de pequenas áreas cultivadas para a subsistência, onde se pratica o policultivo, aos grandes rebanhos bovinos e, de áreas plantadas para atender a demanda do monocultivo de grãos (Figura 11).

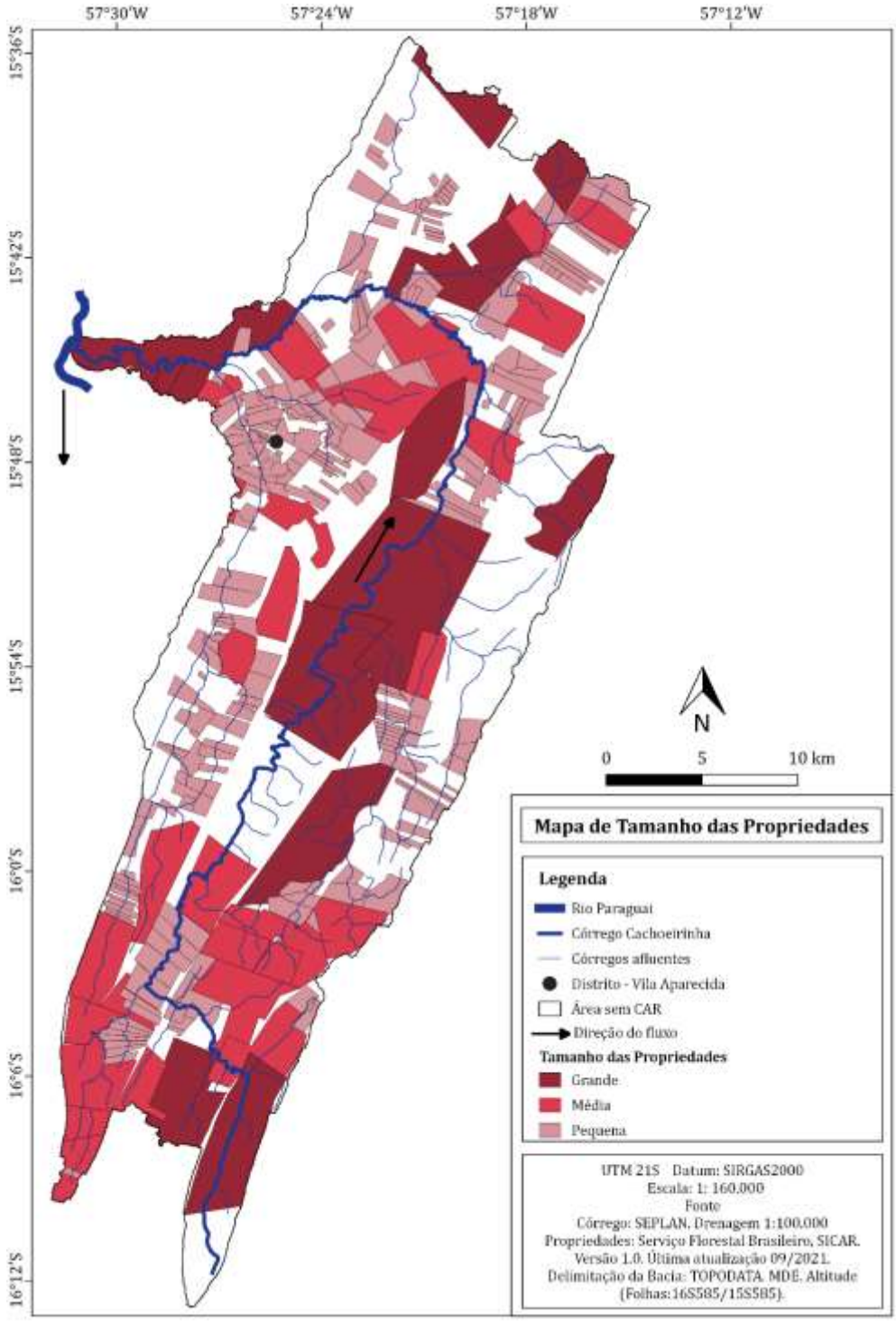


Figura 11: Mapa da caracterização das propriedades rurais na bacia do córrego Cachoeirinha. Elaborado pelo autor/2021.

As pequenas propriedades são localizadas nas áreas de relevo movimentado e no entorno do Distrito de Vila Aparecida. As médias e as grandes ocupam as áreas onde o relevo é menos declivoso na Província Serrana, até as áreas planas da Planície do Rio Paraguai. A tipologia, a quantidade e a porcentagem das áreas ocupadas são mostradas na Tabela 03.

Tabela 03: Caracterização das propriedades rurais da bacia do córrego Cachoeirinha

Tamanho	Quantidade	Equivalência - %
Pequena	260	85,25
Média	32	10,49
Grande	13	4,26
Total	305	100

Elaborada pelo autor/2021.

Considerando a quantidade de propriedades rurais que ocupam as terras na bacia, nota-se que o maior número relaciona-se às pequenas (260 unidades), com até 04 módulos fiscais, seguida pelas médias (32 unidades) e pelas grandes propriedades com área superior a 15 módulos fiscais.

Para Bezerra Junior e Guedes (2016), o uso e ocupação da terra aplica-se a qualquer modificação ambiental promovida pela ação antrópica, seja temporária ou permanente, que modifique a paisagem natural. A análise do processo de uso e ocupação da terra constitui-se uma importante ferramenta e subsídio à orientação e tomada de decisão à sustentabilidade das atividades econômicas.

3.3.2 As pequenas e médias propriedades

As pequenas propriedades compõem 85,25% dos imóveis rurais (tabela 03). Nessas áreas é onde se pratica a sucessão de culturas (ex. arroz e feijão) e o policultivo, são áreas compostas por uma porcentagem significativa de população descendente de ex-moradores das antigas comunidades tradicionais (sesmarias).

Mendes (2005) afirma que o avanço da pecuária sobre as pequenas unidades produtivas tem reduzido a quantidade de áreas designadas ao pousio florestal, de capoeiras e, consequentemente, os recursos da flora nativa. Salienta ainda que:

> Essa situação pode comprometer a reprodução das unidades produtivas, antes mesmo do esgotamento de outros recursos naturais. Esses agricultores, com baixo poder aquisitivo de compra, necessitam de áreas com capoeiras em diversos estágios de sucessão, para obterem os recursos madeireiros e não-madeireiros da flora nativa, e para recuperação da fertilidade do solo, através do pousio de áreas cultivadas (MENDES, 2005, p. 91).

Na bacia do córrego Cachoeirinha, essas propriedades ocupam 21,58% das terras (Tabela 04). A maioria é de até 20 hectares, entretanto, varia com até 04 módulos fiscais, ou seja, existem as que possuem 320 hectares.

Tabela 04: Área ocupada pelas propriedades rurais na bacia do Cachoeirinha

Tipologia	Km²	Área ocupada - %
Pequena	205,58	21,59
Média	202,67	21,27
Grande	221,90	23,29
Vazio – sem CAR	322,46	33,85
TOTAL	952,61	100

Elaborado pelo autor/2021.

Considerando a quantidade das propriedades (tabela 03) e a área ocupada (tabela 04), verifica-se que existe um número maior das pequenas (260 unidades), entretanto, a maior área ocupada dá-se pelas grandes propriedades, ocupando 23,29% da bacia (Figura 12).

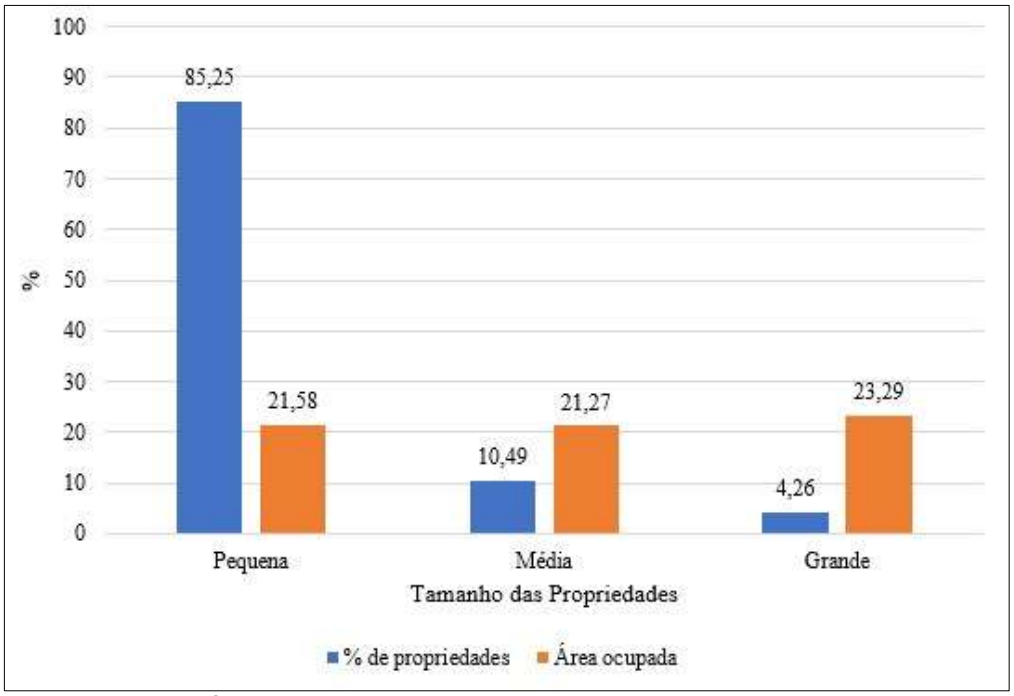


Figura 12: Áreas ocupadas pelas propriedades na bacia do Cachoeirinha
Elaborado pelo autor/2021.

Embora as pequenas propriedades sejam cercadas pelos latifúndios da pecuária, alguns moradores continuam desenvolvendo o cultivo de forma consorciada (dois produtos ao mesmo tempo), como, por exemplo, milho e banana, mandioca e

banana, milho e feijão, arroz e abóbora, entre outros, o que é denominado de policultivo (Figuras 13 e 14).



Figura 13: Cultivo de banana consorciada com milho.
Figura 14: Cultivo de banana consorciada com mandioca.
Fotos: Acervo do autor. Local: 15°47’58,46” S e 57°23’11,30” W.

Essas áreas são rodeadas de propriedades maiores com outras atividades econômicas, contudo, ainda existe a prática em cultivar no sistema de pousio, ou seja, deixar a terra repousar para não esgotar sua capacidade de produção ou fazer a rotação dos produtos, pensando na recuperação dos nutrientes que foram consumidos pelo cultivo anterior.

Alguns produtos como a banana da terra (banana de fritar), a banana maçã, o milho verde e o feijão carioquinha (sementes crioulas) são consumidos na própria comunidade ou comercializados no Distrito de Vila Aparecida e em Cáceres. A produção de arroz (agulhinha), abóbora, mandioca, criação de suinos, aves e o gado de leite são destinados ao próprio consumo (subsistência).

Durante as observações de campo foi notado que, nos meses de agosto a outubro, é o período em que é realizado o preparo da terra e o plantio das roças. A vegetação é roçada manualmente com foice, cortada com machado e moto-serra e, após o período da secagem, é executada a queimada. Para tornar o processo do plantio e da colheita mais práticos e evitar o desperdício de espaço sem cultivo, é feita

a descoivara, em que os galhos maiores que não queimaram são recortados, amontoados e requeimados nas caeiras.

A matraca (plantadeira manual) é utilizada somente nas áreas abertas e em que a quantidade de troncos e tocos de madeira tornam-se obstáculos nesse processo. Assim, a ferramenta principal utilizada para o plantio nos roçados é o enxadão, de fácil manuseio para desviar-se dos impedimentos. A pecuária destina-se à produção de leite (vacas cruzadas) para subsistência, consumido *in natura* e utilizado na produção de queijo, doce e requeijão. O excedente dos animais é comercializado para auxiliar nos custos da manutenção da propriedade e na compra dos alimentos industrializados.

As médias propriedades ocupam 10,46% dos imóveis e a atividade predominante é a pecuária de leite e corte. O leite, além do consumo local, é comercializado no Distrito de Vila Aparecida, em Cáceres, e nos laticínios de municípios circunvizinhos, assim como a carne que é processada e consumida a partir dos abatedouros localizados em Cáceres e em frigoríficos da região.

A criação bovina é de raça variada, desenvolvida nas pastagens presentes nos vales e nas áreas mais elevadas com relevo ondulado a suave ondulado, onde predomina o cultivo do capim brachiaria (*Brachiaria brizantha*). A humidicula (*Brachiaria humidicola*) é a pastagem cultivada nas áreas mais baixas de relevo plano, onde ocorre o encharcamento do solo nos períodos de chuva.

3.3.3 As grandes propriedades

As grandes propriedades representam 4,26% dos imóveis rurais. A atividade econômica nos latifúndios é a pecuária de corte com predominância da raça “nelore” (Figura 15). Durante os trabalhos de campo, foi percebido que esse rebanho bovino apresenta fácil adaptação e resistência aos mais variados tipos de relevo, pastagem, clima e manejo.



Figura 15: Pequeno lote de novilhas da raça nelore.
Foto: Acervo do autor. Local: 15°51’59,26” S e 57°21’22,86” W.

O comércio da carne é destinado aos abatedouros da cidade de Cáceres e outros frigoríficos, sendo, a partir desses locais, comercializada com outras regiões do Brasil e diferentes países.

Além da pecuária, também ocorre o cultivo de grãos em duas propriedades localizadas no alto curso da bacia, ocupando uma área de 1,68%, sendo a Fazenda Santa Maria (Vale do Desperdício) e a Fazenda Bom Tempo. Nesses locais, aparece o solo Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico em relevo plano a ondulado.

A Fazenda Bom Tempo (1.700 ha) foi a pioneira nessa atividade. Antes do cultivo de cereais, era ocupada com a pecuária de corte. Com a compra das terras no ano de 2004, por proprietários paranaenses, implantou-se o cultivo da soja, milho, sorgo e milheto (Figuras 16: A, B, C e D).

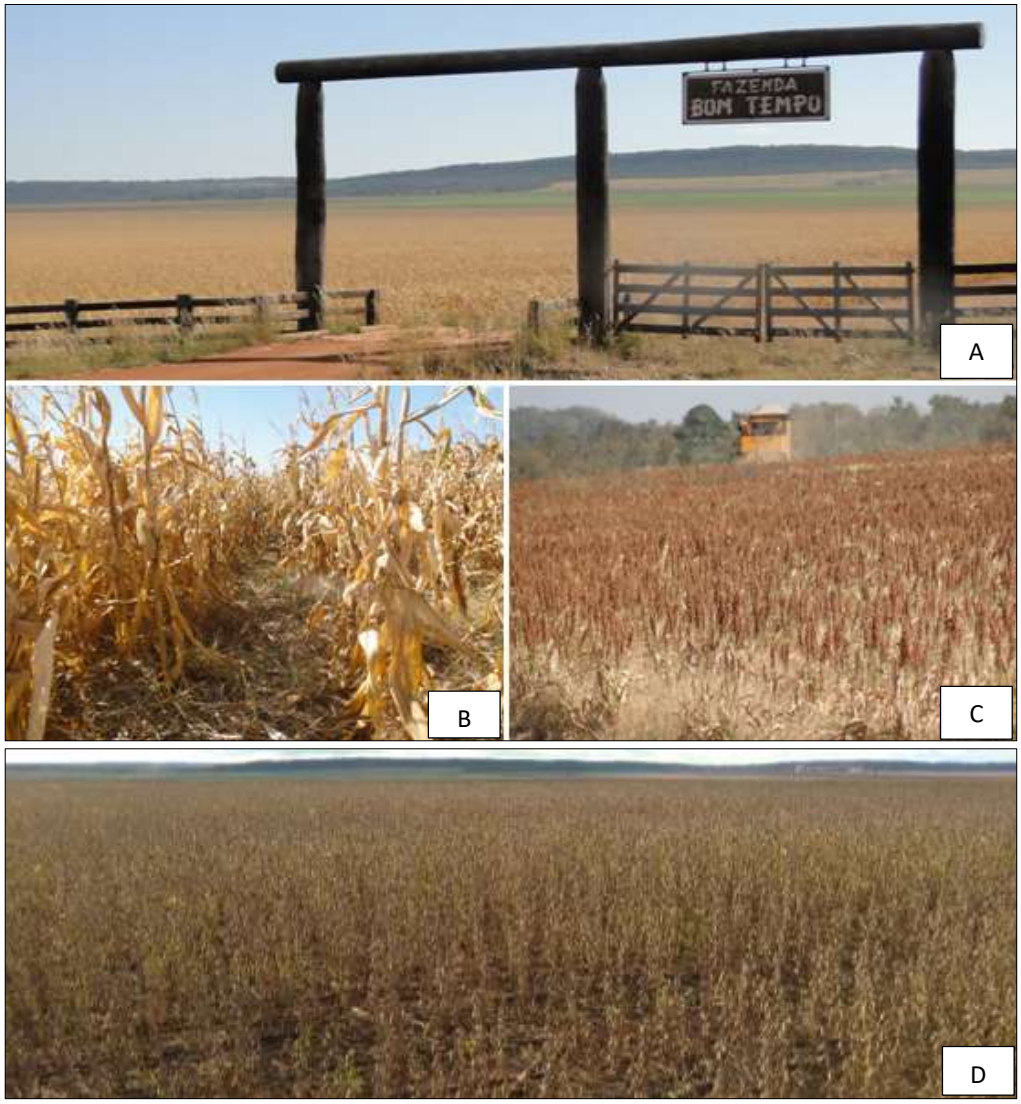


Figura 16- A: Entrada da Fazenda Bom Tempo. **B:** Cultivo de milho.
C: Cultivo de milheto. **D:** Cultivo de soja.
Fotos: Acervo do autor. Local: 16°09'09,59" S e 57°29'08,02" W.

Nesse sistema de plantio, as sementes são oriundas do estado de São Paulo, sendo feita uma rotação dos produtos cultivados a partir do mês de novembro quando se inicia o período de chuvas. Primeiramente, todo o campo é preparado e plantado com sementes de soja e, conforme as áreas são colhidas, outros produtos são semeados a partir do mês de março, a exemplo: milho, milheto ou sorgo.

Esse tipo de atividade utiliza, cada vez mais, a tecnologia que propicia maior produção/ganho em menor tempo, além da diminuição dos custos. A safra rende aproximadamente 10.000 toneladas/ano entre todos os produtos cultivados. Os produtos são destinados à ração bovina, comercializados no município de Cáceres-MT e outras regiões do Brasil, sendo também exportados para o exterior.

Nas observações de campo, foram percebidas algumas técnicas utilizadas para a conservação do solo, dentre elas, a rotação de culturas, o plantio em curvas de nível e o terraceamento (Figuras 17 e 18).



Figura 17: Fazenda Bom Tempo. **Figura 18:** Fazenda Santa Maria.
Vista parcial das áreas de cultivo em curvas de nível com terraceamento.
Fotos: Acervo do autor.

Analisando a proporção de terra cultivada, comparada com a área total da bacia, pode ser considerada de pequena magnitude. Entretanto, essa atividade apresenta-se em pleno estágio de expansão, iniciando pelo alto curso, podendo ampliar-se para áreas mais susceptíveis aos processos erosivos, o que aumenta a necessidade da conservação ambiental.

Cunha (1998) considera que a bacia hidrográfica é uma unidade geomorfológica muito importante por agrupar e interagir entre os elementos ambientais e sociais. Entretanto, adverte que intervenções expressivas, principalmente de origem antrópica em qualquer parte da bacia, podem gerar alterações, cujos impactos serão transferidos a jusante, influenciando na dinâmica fluvial, ou seja, as ocupações no alto curso requerem o uso de métodos e técnicas de conservação para não impactar a jusante da bacia.

Uma prática comum nos solos do Cerrado é a correção realizada através da calagem e a adubação para reduzir a pobreza natural de nutrientes e a acidez

(EMBRAPA, 2004). Com isso, nas áreas passíveis de serem cultivadas, logo quando é realizada a supressão da vegetação é aplicado o calcário para corrigir a acidez do solo, como é mostrado na Figura 19.



Figura 19: Vegetação do Cerrado sendo desmatada e seguida pela aplicação do calcário.
Foto: Acervo do autor/2021.

O que pôde ser observado nos trabalhos de campo é que o primeiro plantio realizado nas áreas recém preparadas (de pastagem ou de supressão vegetal) é o arroz. Após esse cultivo e as devidas correções de fertilidade e acidez do solo, ocorre a inserção da soja, do milho, entre outros. Essas áreas apresentam relevo inclinado para o fundo da vertente, necessitando de práticas de conservação que evitem as perdas através da erosão pluvial.

3.4 Os impactos socioambientais na bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha

O acelerado processo de desenvolvimento da sociedade tem causado intensas mudanças na paisagem, exigindo, dessa forma, que práticas reparadoras das alterações da interferência humana sobre o ambiente também aconteçam com a mesma velocidade.

Nas observações em campo foi notado que, onde o relevo possui menor declividade, houve o desmatamento da vegetação do Cerrado e a área foi ocupada pelas atividades econômicas. Tal situação poderá apresentar um futuro quadro preocupante em relação à degradação ambiental. Para Christofoletti (1999), Cunha (2008) e Cunha e Guerra (2009), as atividades humanas ligadas ao uso da terra, como a remoção da vegetação e o emprego de práticas agrícolas indevidas, estão interferindo de forma direta sobre as características do ciclo hidrológico em muitas bacias hidrográficas. Os impactos são de diferentes hierarquias, afetando a

quantidade e a qualidade das águas superficiais e subterrâneas, provocando mudanças significativas na evaporação, no balanço hídrico, na frequência das secas e cheias, entre outras.

O homem com seu poder de transformação, em razão das atividades que visam ao seu sustento, é considerado, por Salles e Pita (1997), como um dos agentes externos mais eficazes na alteração da crosta terrestre, interferindo no ambiente natural em busca da sua adaptação, fazendo uso da tecnologia, de ações diretas e indiretas, modificando a paisagem ora natural em um cenário social.

Com a chegada dos imigrantes e a saída dos moradores das comunidades tradicionais intensificaram-se as atividades que, se desenvolvidas de forma incorreta, são causadoras de degradação ambiental, tais como: desmatamento, superpastoreio e a mecanização agrícola.

Um dos impactos mais evidentes é o desmatamento ocorrido nos vales, que apresentam solos cultiváveis. A única vegetação encontrada é composta por remanescentes em Áreas de Preservação Permanente, cobrindo 63,8% da bacia, nas margens dos canais fluviais, sobre as serras, as encostas e os morros da Província Serrana, como mostra a Figura 20 em um trecho do médio curso.



Figura 20: Remanescente da vegetação primária nas áreas de proteção ambiental.
Fonte: Google Earth Pro/2021. Adaptado pelo autor.

Devido ao processo imigratório, ocorreram mudanças nos métodos produtivos com o domínio da pecuária comercial como a principal atividade econômica e o

incremento da agricultura mecanizada na bacia. Santos (2008) corrobora afirmando que as políticas de Estado promoveram as monoculturas pelo território nacional, mesmo antes que elas ocorressem no campo. Os planos desenvolvimentistas dos governos militares consideravam as terras ocupadas pelo “Cerrado” como sendo uma enorme área vazia, ociosa e propícia às grandes lavouras de exportação.

Mudanças nos métodos produtivos introduzidos pelos projetos políticos causaram impactos socioambientais. Em decorrência desse processo, criaram-se os espaços sociais reorganizados em função da expansão da pecuária e da monocultura inseridas na bacia do córrego Cachoeirinha. Para Leite e Wesz Junior (2013), as etapas do processo produtivo das monoculturas são um agravante para a sustentabilidade, devido à redução da participação das comunidades locais.

O intenso processo de emigração das famílias tradicionais (êxodo rural), ocorrido a partir da década de 70, fez com que, atualmente, a bacia apresente algumas áreas vazias demograficamente. As grandes propriedades utilizam poucos funcionários para a mão de obra, já que os proprietários residem em outras cidades e até mesmo em outros estados, permanecendo no local somente o capataz responsável pelos serviços. Isso fez reduzir o contingente populacional se comparado há décadas passadas, quando as atividades eram desenvolvidas sem o auxílio de máquinas, necessitando de trabalhadores, sendo os próprios familiares ou havendo a relação de compadrio.

Analisando as pequenas e médias propriedades, localizadas no entorno dos córregos Anhumas e Água Brava (próximo ao Distrito de Vila Aparecida), o modo de uso e a ocupação dessas áreas vêm ocorrendo de forma impactante. A construção de estradas, residências e a introdução da pecuária nos locais das nascentes provocam a retirada da mata ciliar.

O pisoteio do gado nas pastagens pode compactar o solo, prejudicar o desenvolvimento do sistema radicular da cobertura vegetal e reduzir a capacidade de infiltração pluvial (BORGES, 2005). Com isso, pode aumentar o escoamento superficial, a carga de sedimentos e, consequentemente, o assoreamento da rede de drenagem que compõe a bacia do córrego Cachoeirinha.

De acordo com o Artigo 4º do Código Florestal (2012), no entorno de toda área de nascente, deve ser preservado um raio de 50 (cinquenta) metros. No entanto, em alguns locais, mesmo quando a vegetação está presente, a área é ocupada pela pecuária, ou seja, o gado transita, alimentando-se da vegetação, abrindo trilhas em

solo encharcado (descedouros), minadouros d'água, impactando o ambiente. A ausência da vegetação nativa, além de deixar o solo exposto, também pode causar a diminuição e/ou a dispersão da fauna local.

Algumas das pequenas e médias propriedades, localizadas nas proximidades do Distrito de Vila Aparecida, na tentativa de melhorar o desenvolvimento da gramínea para criação de vacas leiteiras nas áreas úmidas das nascentes (veredas), construíram valas de canalização, a fim de tornar os solos secos aptos para o cultivo. Isso poderá ocasionar a redução do lençol freático, produzindo áreas muito secas no período de estiagem, tornando as nascentes intermitentes.

Borges (2002) afirma que, no sistema de exploração pela pecuária, um dos impactos ambientais negativos mais expressivos é gerado a partir do pisoteio excessivo dos animais, incorporando alterações significativas na estrutura do horizonte superficial do solo e na composição das espécies vegetais, favorecendo o processo de erosão. Salienta ainda que a intensidade dos impactos depende da espécie, do porte e da carga animal na unidade produtiva e da topografia do relevo.

Nas áreas ocupadas pelo monocultivo, mesmo utilizando técnicas de cultivo sustentável, tais como terraceamento e o plantio direto, ocorreu o desmatamento da cobertura vegetal, reduzindo o processo de infiltração e abastecimento do lençol freático, uma vez que o escoamento pluvial superficial ocorre de forma rápida em áreas desmatadas isentas de obstáculos.

Quanto ao uso dos defensivos agrícolas no alto curso da bacia no combate às pragas (insetos e ervas daninhas), se usado de forma incorreta, pode contaminar o solo e a água no alto curso da bacia. Fonseca et al. (2019) afirmam que:

> A maior parte dos agrotóxicos utilizados acaba atingindo o solo e as águas principalmente pela deriva na aplicação, controle de ervas daninhas, lavagem das folhas tratadas, lixiviação, erosão, aplicação direta em águas para controles de vetores de doenças, resíduos de embalagens vazias, lavagens de equipamentos de aplicação [...] (FONSECA ET AL., 2019, p. 06).

Nas áreas agrícolas, com o trânsito das máquinas pesadas pode haver a compactação do solo, o uso de grades aeradoras incide na formação do pé de grade, ou seja, uma camada compactada que se desenvolve abaixo da superfície gradeada, que prejudica o desenvolvimento vertical do sistema radicular da espécie cultivada e a infiltração para recarga do lençol freático.

De acordo com Manzatto et al. (2002), a interferência da ação humana, através do desmatamento e do uso incorreto do solo dos ecossistemas naturais, tem sido a

causa da degradação e de impactos ambientais. A exposição do solo em áreas agrícolas promove a ação de processos erosivos, destruindo os agregados, formando camadas compactadas, decrescendo a permeabilidade e, consequentemente, contribuindo para o aumento das perdas através da erosão superficial.

Os fatos apresentados podem ser comparados aos apontados por Silva (2009), ao elencar que as atividades da agropecuária dos municípios de Araputanga, Indiavaí, Mirassol D'Oeste, Porto Esperidião, Glória D'Oeste e São José dos Quatro Marcos-MT têm modificado o ambiente natural na sub-bacia hidrográfica do Córrego das Pitas. Essa mesma análise científica deve ser feita na bacia do Cachoeirinha, que, ao ser ocupada, desencadeou algumas interferências na sua dinâmica fluvial, como, por exemplo, o aumento nos pulsos de cheia, nos depósitos de areias no canal, na quantidade de sedimentos em suspensão, dentre outros.

Para minimizar o problema da falta d'água durante o período de estiagem, pecuaristas constroem represas na cabeceira de alguns córregos para dessedentação da criação do gado bovino. A estrutura (represa) faz o barramento total em razão do baixo volume no fluxo dos córregos, provocando impactos de ordem ambiental, os quais poderão ser irreversíveis para a capacidade de resiliência local, além de incitar conflitos entre outros proprietários de terras que estão a jusante do represamento e que sofrem prejuízos pela falta d'água.

O córrego Grande (alto curso) é um exemplo de onde ocorreu o barramento, em que houve o represamento total do escoamento do córrego durante o período de estiagem, tornando o fluxo intermitente à jusante da última represa em aproximadamente 12 km, permanecendo apenas algumas poças retidas pelo embasamento rochoso, em meio aos matacões e seixos de arenito rolado, bem como próximo à nascente do córrego Cachoeirinha, que foi represado com sacos de areia, reduzindo a vazão (Figura 21).

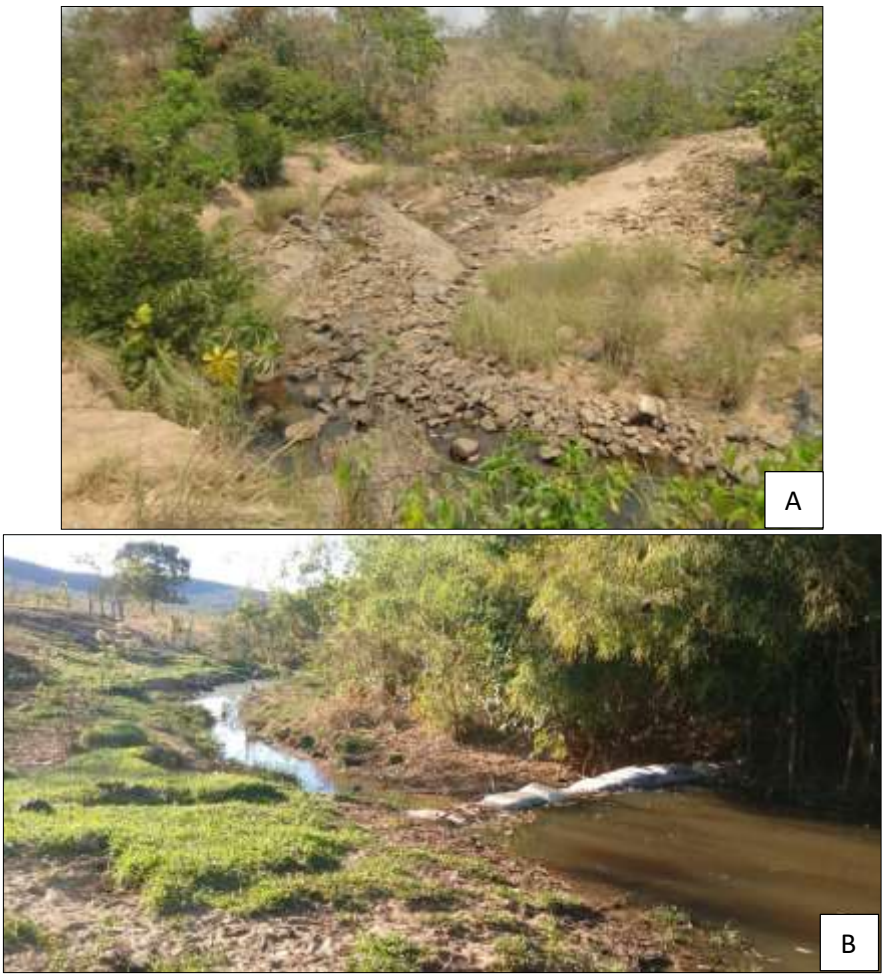


Figura 21: A- Segmento intermitente do córrego Grande em consequência da construção de represas/barramento no alto curso. **B**- Represamento próximo a nascente do córrego Cachoeirinha. Foto: Acervo do autor/2021.

Pela falta de articulação e de ações consistentes na governança dos recursos hídricos em busca da sustentabilidade ambiental, surgem incorretas formas de uso dos recursos naturais. Para Tundisi (2008), isso faz ampliar as dificuldades, estresse e escassez de água, aumentando a vulnerabilidade de algumas populações humanas à indisponibilidade de água, comprometendo a segurança alimentar ou provocando alteração nas estações com chuvas excessivas, seguidos de intensos períodos de seca.

A conexão dos elementos ambientais está cada vez mais prejudicada, desestabilizada pelas ações antrópicas, causando mudanças em seu funcionamento natural. É preciso a compreensão e criação de estratégias que possam minimizar os efeitos decorrentes do processo de transformação, representado na paisagem local (MEDEIROS, 2016).

Durante as atividades de campo, foi observado que várias áreas ocupadas por pastagem são localizadas nas encostas ou no fundo de vale com a presença de um curso fluvial perene ou temporário. No período de estiagem, durante os meses mais secos da região (agosto, setembro e outubro), tornam-se extremamente secas, sendo que todo o capim (*Brachiaria brizantha*) utilizado como pastagem é consumido pela criação de bovinos, deixando o solo exposto.

Em termos de erosão do solo, essas áreas de pastagem descobertas estarão sujeitas a perder parte da camada superficial durante as primeiras chuvas nos meses de novembro e dezembro, até que a pastagem recomponha-se, desempenhando a função de proteger e evitar a ação dos processos erosivos superficiais.

Kichel, Miranda e Zimmer (1999) afirmam que, uma vez atendida a demanda de gramíneas nas pastagens após o início do período chuvoso, a água da chuva flui pelas folhas e troncos, convergindo-se no sistema radicular e infiltrando-se na camada superficial do solo. Essa cobertura vegetal forma um tapete graminoso, que, além de evitar o impacto das gotas d'água diretamente no solo, também serve de retenção ao escoamento superficia

Nas observações em campo, foi notado que o desmatamento nas grandes propriedades vem reduzindo as áreas remanescentes da vegetação nativa (Cerrado). Com o uso do trator de esteira, trator de pneu com lâmina frontal e até correntão, a vegetação é retirada, amontoada em leiras, que, após serem secas, é queimada, deixando o solo exposto (Figura 22).



Figura 22: Desmatamento com o uso de trator com lâmina em área de relevo rampeado.
Foto: Acervo do autor.

O uso de maquinários ocorre nas áreas com relevo inclinado, localizadas no fundo dos vales ou nas encostas rampeadas cobertas pela vegetação do “Cerrado”, que, pela sua característica, apresenta árvores finas, retorcidas, com estaturas de 02 (dois) a 06 (seis) metros, que não dificultam o trabalho das máquinas.

A retirada dessa vegetação prejudica diretamente o abastecimento do lençol freático e a manutenção de aquífero. Durante os eventos pluviais, a água deixa de infiltrar-se de forma vertical, escoando para as vertentes, abandonando os locais da precipitação. Com a saída rápida, dependendo do volume d’água, da declividade do terreno e do tipo do solo, poderá acionar processos erosivos e o assoreamento de canais a jusante, além da perda da fertilidade da área impactada.

De acordo com Christofoletti (1999), as atividades humanas estão interferindo sobre as características do ciclo hidrológico em muitos locais. Atividades agrícolas, pastoris, desmatamentos, irrigações, entre outras, causam mudanças expressivas na evaporação, na frequência de cheia e seca, na quantidade e na qualidade das águas superficiais e subterrâneas.

Guerra (2008) corrobora afirmando que:

> Em áreas agrícolas os processos de escoamento superficial podem ser mais acentuados devido ao remanejamento de partes do subsolo para cima e vice-versa. Isso ocorre devido à mecanização das lavouras, o que pode causar a diminuição da espessura do topo do solo, provocando o empobrecimento das terras agrícolas. A diminuição do teor de matéria orgânica no solo não só afeta sua fertilidade natural, mas também diminui sua resistência ao impacto das gotas de chuva, resultando, quase sempre, em aumento das taxas de escoamento superficial (Guerra, 2008, p. 171).

A bacia do córrego Cachoeirinha possui algumas limitações na produção agrícola, tendo em vista a deficiência na fertilidade do solo e a influência da geomorfologia da Província Serrana com áreas ocupadas pelas encostas íngremes das serras e dos morros. Desse modo, na perspectiva de aumentar a produção, houve a inserção de novas técnicas e tecnologias, o que ocorreu após a chegada dos imigrantes e instituições de pesquisas agropecuárias. Entretanto, não se pode desconsiderar os prejuízos ambientais, tais como: desmatamentos, queimadas, erosão das encostas, assoreamento nos canais fluviais, perda da biota, entre outros.

Neste sentido, Alves e Azevedo (2011) salientam que as mudanças nas técnicas de manejo devem ser de acordo com as especificidades e realidades locais. Cada região possui suas características físicas próprias, necessitando de técnicas de uso do solo que possam superar as limitações.

Pensando na relação homem x natureza x produção econômica, fica evidente a necessidade da utilização de métodos e técnicas mais rentáveis economicamente e sustentáveis. É necessário que elas possam mitigar os danos provocados pelo atual processo de uso e ocupação em uma região onde as características ambientais são complexas e sensíveis, tais como a proteção e a recuperação de áreas (APPs) desmatadas e que são protegidas pela legislação.

3.5.1 As formas de produção agrícola e de proteção do ecossistema, frente aos objetivos da Agenda 2030.

Dentre os 17 Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável – ODS, que compõem a Agenda 2030, dois deles contemplam a temática da produção de alimentos e desenvolvimento econômico, porém, de forma sustentável. O objetivo 2 visa “acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável”, com metas de dobrar a produtividade agrícola, garantindo sistemas sustentáveis de produção de alimentos, implementar práticas agrícolas resilientes que aumentem a produtividade e a produção, ajudando a manter os ecossistemas e preservar a diversidade genética de sementes, plantas cultivadas e animais.

No objetivo 17 da agenda, há a proposta de dobrar a produtividade agrícola e assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis, com metas de alcançar a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais. Entretanto, o que é notado na bacia do córrego Cachoeirinha é que esses objetivos não vêm sendo aplicados nos seus fundamentos, por conta da desterritorialização de moradores tradicionais da bacia e dos impactos ambientais, principalmente, com a retirada da cobertura vegetal primária.

Quando analisado o processo de uso e ocupação da bacia, nota-se que, no passado, a modificação da paisagem ocorreu de forma lenta em razão dos recursos e ferramentas disponíveis para a época, bem como a necessidade de produção de alimentos que era menor. Na atualidade, com o aumento no consumo, articularam-se os produtores em atender ao mercado internacional (commodity) passando a destacar-se na economia da região, influenciando o próprio modo de vida, incrementando práticas, métodos e técnicas de exploração do solo, gerando uma degradação, muitas vezes, irreversível para a capacidade de resiliência local.

Compreender os fatores que promovem as mudanças nos ecossistemas e nos respectivos serviços ambientais de uma região é essencial, pois facilita o planejamento e implementação de ações que minimizam os impactos negativos e estimulam intervenções positivas.

Alcamo et al. (2003) discutem sobre as preocupações com a crescente substituição das áreas de florestas, pelos cultivos, afirmando que:

> Um país pode aumentar a sua produção de alimento convertendo, por exemplo, uma floresta em campos agrícolas, no entanto ao fazê-lo, diminui o fornecimento de serviços que podem ser de valor igual ou maior como a água potável, madeira, destinos de ecoturismo, regulação de inundações e controle de secas (ALCAMO et al., 2003, p. 14).

A crescente demanda por alimentos e a necessidade da sua produção têm disparado os inúmeros impactos causados aos ecossistemas. O solo, as florestas, a fauna e os recursos hídricos de uma bacia hidrográfica estão cada vez mais prejudicados. Em consequência, o bem-estar humano é afetado pela sua dependência e vulnerabilidade quando a natureza não consegue realizar os seus serviços.

Enquanto a área da bacia do Cachoeirinha era destinada às “Sesmarias” e, depois ocupada pelos agricultores tradicionais, era praticado o sistema de pousio da terra. Após a década de 70, com a chegada dos imigrantes, que se transformaram em fazendeiros na bacia, iniciou-se um acelerado processo de transformação da paisagem, pois havia a necessidade de expandir as áreas de domínio, de cultivo e de criação do gado bovino, com isso, desencadeou-se o desmatamento do Cerrado.

Para a época, não existia o interesse, a preocupação nem as práticas voltadas para a agricultura sustentável. O objetivo era obedecer a uma política nacional agroalimentar, ocupando as terras e promovendo o desenvolvimento rural, visando atender as economias nacionais e internacionais de mercado, sem, entretanto, incorporar o planejamento ambiental às atividades, de modo que aperfeiçoasse a capacidade produtiva com impactos ambientais com menor potencial.

De acordo com o MMA (2019), é necessário a duplicidade no aumento da produção agrícola ordenado por políticas de conservação dos recursos naturais, buscando o desenvolvimento sustentável. Para isso:

> [...] verifica-se a necessidade de efetuar importantes ajustes nas políticas para a agricultura, o meio ambiente e a macroeconomia, tanto no nível nacional como internacional, nos países desenvolvidos e nos países em desenvolvimento. O principal objetivo do desenvolvimento rural e agrícola sustentável é aumentar a produção de alimentos de forma sustentável e incrementar a segurança alimentar (MMA, 2019, p. 01).

Estudos apontam que a busca por serviços ecossistêmicos crescerá ainda mais nas próximas décadas, em razão das ações praticadas no passado. Isso implicará a criação de estratégias que possam nortear essas demandas, que mitiguem os impactos nos ecossistemas e nos serviços fornecidos por eles. Assim, é de extrema importância o cumprimento dos ODS, visando à produção de alimentos de forma sustentável e à recuperação de áreas já degradadas.

O problema da degradação ambiental tem aumentado em todos os ecossistemas. Há áreas agrícolas sendo impactadas por erosão, salinização, compactação, depleção de nutrientes, contaminação, entre outros. Essa combinação não é diferente na bacia do córrego Cachoeirinha. No setor do alto curso, as atividades de uso da terra configuram-se através da pecuária de corte e leite e o monocultivo de grãos, que necessitam seriamente de práticas de conservação que visem ao desenvolvimento sustentável, por localizar-se em uma região de nascentes que compõe toda a rede de drenagem fluvial da bacia.

3.5.2 O monocultivo no contexto da conservação ambiental

Com foco em atender a demanda da produção de alimentos através da monocultura, tem sido causada a transformação da paisagem natural em diversos lugares da bacia. Essa cadeia produtiva instalou-se no alto curso em área que oferece condições de desenvolvimento. Entretanto, é necessária a conciliação entre a produção e a conservação ambiental, principalmente, a cobertura vegetal, a qualidade do solo e da água. Galerani (2005, p. 01) orienta que o manejo incorreto nas áreas de monocultivo pode levar a vários impactos, tais como: “a baixa quantidade de matéria orgânica na área plantada, solos sem estrutura de agregados, compactados pelas máquinas agrícolas e a erosão laminar”.

Botelho e Silva (2014) referem que:

> As áreas com agricultura apresentam problemas bem maiores quanto ao aumento do escoamento superficial. Enquanto nas áreas com florestas e com gramíneas predomina a infiltração, nas áreas agrícolas alguns fatores, como a exposição do solo as gotas de chuvas, ausência de cobertura vegetal durante uma parte do ano e falta de práticas conservacionistas, propiciam a formação de fluxo superficial (BOTELHO E SILVA, 2014, p. 165).

Isso mostra a necessidade do uso de práticas conservacionistas nas áreas de cultivo para evitar o empobrecimento e a exaustão do solo, o desenvolvimento de pragas e doenças típicas, o desmatamento, impactos na biodiversidade e, consequentemente, o desequilíbrio ecológico. A atividade agroalimentar vem se

desenvolvendo, buscando a minimização dos impactos de ordem ambiental através de práticas que garantem o retorno econômico, visando à conservação ambiental.

Durante as visitas *in loco,* no período de plantio e colheita foi constatada a inserção de alguns métodos conservacionistas, tais como: cobertura do solo por palhada, o terraceamento e o plantio em curvas de nível. De acordo com Andrade et al. (2018), isso reduz as perdas de solo pela erosão laminar e em sulcos, retém o escoamento superficial; aumenta a infiltração da água pluvial; contribui com a recarga do lençol freático, reduz as enchentes a jusante, conserva a umidade, minimiza possíveis perdas da camada superficial rica em nutrientes e o assoreamento de canais fluviais.

Em alguns locais, a falta de conhecimento de técnicas de manejo sobre erosão do solo tem elevado o aumento do uso de fertilizantes para compensar a produção agrícola e provocado graves consequências nas bacias hidrográficas (BOTELHO E SILVA, 2014).

A monocultura é desenvolvida na bacia sob o método de sucessão de culturas, que consiste em plantar diferentes produtos nos ciclos de plantio anual, iniciando com o arroz, sucedido pela soja, milho, milheto ou sorgo. Silva et al. (2008) afirmam que esse processo produz alguns benefícios, como a manutenção da estrutura física e dos nutrientes do solo, a produção de biomassa e o recobrimento do solo.

Pensando no aumento da produção de alimentos e uma agricultura sustentável, como apontado pelos ODS, é necessária a utilização dessas técnicas de conservação, pois a grande preocupação deve ser com os impactos a médio e longo prazo que poderão afetar a vida e o bem-estar das futuras gerações.

Uma possível solução para crise ambiental e que propiciará o desenvolvimento de uma agricultura sustentável, dando valor e reconhecimento a todos os produtores rurais é o cumprimento da Meta 2.A ODS (BRASIL), quando aponta que será necessário aumentar os investimentos em infraestrutura, pesquisa e assistência técnica, de maneira que a produção agrícola seja sustentável, principalmente com os pequenos e médios produtores, atendendo as diferenças regionais e socioculturais.

O histórico de ocupação da bacia do Cachoeirinha iniciou com plantio tradicional sucessivo e de modo consorciado (anual). Com a chegada dos imigrantes durante as décadas de 70 e 80, foram implantados novos modelos de cultivo. Em 2004, deu-se início ao sistema de monocultivo, acompanhando o modelo do

agronegócio, excluindo os pequenos e médios produtores, além do uso de agroquímicos com potencial nocivo à saúde humana e ao meio ambiente.

Oliveira et al. (2018) apontam que o uso intensivo e de forma inadequada dos agroquímicos pode causar a contaminação do solo e da água, sendo necessárias práticas agroecológicas com menos uso desses produtos para a obtenção de alimentos mais saudáveis e que promovam a manutenção da qualidade ambiental.

Com o implemento dos ODS, de políticas ambientalmente corretas, se adotarão práticas e medidas que garantam o funcionamento e a devida valorização das *commodities* de alimentos, instituindo políticas públicas que estimulem e auxiliem novos investimentos e logística na produção e comércio, que venham garantir a soberania, a segurança alimentar e ambiental. Enfim, alinhando à Agenda 2030 com o planejamento de longo prazo, se estará criando estratégias de desenvolvimento equilibrado, considerando-se como um marco no que se refere à conservação e à preservação dos recursos naturais da bacia.

3.5.3 A pecuária

Os cuidados com a pecuária não seguem diferente. É uma das atividades econômicas pioneiras na bacia do córrego Cachoeirinha, desenvolvida em diversos locais, desde as áreas planas e úmidas do baixo curso, aos vales entre as serras, próximo aos canais fluviais, aos topos de morros, ambiente seco, onde o gado bovino só encontra alimento no período de chuva, quando ocorre a rebrota da vegetação do Cerrado. São áreas impróprias para a agricultura, consideradas como marginais à exploração do monocultivo, entretanto, são utilizadas para produção de carne e leite, e que têm gerado impactos ao ambiente.

Nas observações de campo, foi notada a inexistência das APPs em alguns locais, em que há a presença dos animais fazendo o uso da vegetação ciliar como parte da alimentação e transitando livremente, contribuindo com o processo erosivo (Figura 23).



Figura 23: **A**- Pisoteio dos bovinos na margem do canal. **B**- Abertura de ravinas pela movimentação do gado. Fotos: acervo do autor/2021.

As áreas com cobertura vegetal nativa presente nas margens dos canais fluviais são protegidas e com a função peculiar, que é de preservar os recursos hídricos e manter a paisagem (BRASIL, 2012; BRASIL ET AL., 2020).

A baixa fertilidade do solo e o baixo preço da terra nessa região de morraria fazem com que o sistema produtivo invista mais na expansão das áreas e pouco no uso de tecnologias de manejo ou técnicas de conservação ambiental.

Como o modelo da criação bovina é o extensivo, atendendo a demanda do agronegócio brasileiro, é praticado em quase toda a área da bacia, produzindo uma série de impactos ambientais, tais como: desmatamento, queimadas, produção dos gases CO_2, CH_4 e N_2O, compactação do solo, assoreamento fluvial, havendo, pois, necessidade de iniciativas que promovam a produtividade e que possam reduzir os

impactos ambientais, visto que o uso contínuo das pastagens sem o devido manejo provoca sua degradação.

Como a maior parte da área da bacia está inserida nas formações geomorfológicas da Província Serrana, torna a região muito seca. Dentre os fatores causadores, está a profundidade do lençol freático, a composição dos solos, a altitude, a litologia e o clima, fazendo com que, nos períodos de estiagem, toda a vegetação nativa e a pastagem fiquem secas e, em alguns locais, são consumidas pelo gado, deixando o solo descoberto.

Para Guerra e Mendonça (2014), o solo possui inúmeras funções, com isso, é essencial a manutenção da sua qualidade. Durante um evento pluvial, a água possui dois caminhos, que são o escoamento superficial e a infiltração. A quantidade de água que irá escoar pela superfície ou infiltrar-se depende de alguns fatores, como, por exemplo, o volume e a intensidade da chuva, a inclinação e a forma da encosta, a cobertura do terreno, o uso e o manejo, a rugosidade ou os obstáculos da superfície e as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo.

Nas áreas cobertas pela vegetação do Cerrado, as gotas de chuva são aparadas pelas folhas, galhos, trocos, gramíneas e a camada de serapilheira e húmus, impedindo o desenvolvimento de processos erosivos. Nos locais desmatados, desprovidos de proteção, as ações erosivas são iminentes.

Amaral et al. (2012) colaboram afirmando que uma pastagem manejada de forma incorreta pode gerar vários impactos, dentre eles, baixo estoque de carbono. Segundo os autores, tanto o solo quanto a cobertura vegetal são chamados de sumidouros, por possuírem grande potencial de sequestro e armazenamento dessa substância. Essa técnica, quando aperfeiçoada, pode contribuir no cumprimento dos ODS, sendo a produção de alimentos de forma sustentável.

Outra possibilidade na minimização dos impactos é o cumprimento do Código Florestal, Lei 12.651, de 25 de maio de 2012, que promova o aumento dos investimentos na preservação ambiental, na restauração de áreas degradadas e o melhoramento nas formas de uso da terra.

Nas observações de campo, foi verificado que, além da produção do alimento para o crescente rebanho bovino, algo muito relevante para o desenvolvimento dessa atividade econômica é a água. Neste sentido, institui-se a necessidade do seu uso de forma correta, algo que não é percebido em vários locais, onde houve a construção de represas, bebedouros no próprio canal fluvial do córrego Cachoeirinha ou de

afluentes da bacia e o desmatamento de APPs de áreas de nascentes. Além de ser usada na dessedentação dos animais, a água é empregada na limpeza das instalações de manejo dos animais, higienização de ordenhadeiras, tanques de refrigeração, entre outros.

Soares e Kuwajima (2018) tratam da necessidade da governança da água em todas as esferas administrativas de um território, tendo o cumprimento dos ODS como um momento oportuno:

> La Agenda 2030 constituye una oportunidade para alinear los programas federales, staduales y municipales, así como las acciones de las entidades de fomento y de financiamiento de las metas de los ODS [...] En el caso del ODS 6, se presentan diversos desafíos, tales como la necesidad de incluir al agua en la agenda política estratégica de Brasil (SOARES E KUWAJIMA, 2018, p. 09).

Para Santos (2018), o Brasil tornou-se o maior exportador de carne bovina. Entretanto, as ações antrópicas têm gerado pressões sobre o meio ambiente, em específico a água. A diminuição da qualidade e da quantidade associada com o aumento da demanda têm elevado as preocupações de reverem a gestão das competências legislativas e administrativas da União, estados e municípios.

Cada vez mais, são vistos trabalhos no meio científico que promovem a conscientização da sociedade sobre a importância da água, sendo essencial à vida e para a realização de muitas atividades humanas, impulsionando o desenvolvimento de ações e a criação de leis de regulamentação da exploração dos recursos hídricos e do solo, visando à qualidade de vida das populações (BOTELHO E SILVA, 2014).

Na bacia do Cachoeirinha, por apresentar várias vertentes fluviais intermitentes, ocorre o excesso de uso dos canais perenes, algo que merece cuidado para que não se torne superior à capacidade de resiliência local e que não comprometa a disponibilidade hídrica, impedindo que os ODS sejam alcançados.

Stevaux e Latrubesse (2017) orientam a importância do manejo conservativo, uma prática de uso dos recursos naturais presentes em uma bacia hidrográfica, de modo sustentável, para que o ambiente consiga desenvolver sua resiliência frente à exploração feita pelo homem em seu benefício.

3.5.4 O cultivo consorciado

Nas áreas em que ocorre o cultivo consorciado (chácaras, sítios e comunidades tradicionais), além de produzirem variados tipos de alimentos, evita-se a degradação

ambiental, adequando-se aos ODS. Expresso em outros termos, os agricultores têm a preocupação em cultivar até dois produtos ao mesmo tempo, fazendo a rotação de culturas nos períodos sucessivos, respeitando as dinâmicas e as capacidades do ambiente. Isso contribui com a conservação dos nutrientes do solo através da adubação verde, evita os processos erosivos pluviais, o revolvimento do solo para o plantio, mantém-se superfície sempre coberta pela palhada, minimizando o uso de fertilizantes, visando à sustentabilidade ambiental.

Para Cunha e Guerra (2000), a degradação ambiental não pode ser considerada unicamente nos aspectos físicos do ambiente, mas de forma integrada, as consequências econômicas e, principalmente, sociais, por estarem interligadas às sociedades humanas que necessitam dos recursos naturais.

Tricart (1977) abordou que é necessário compreender as ações degradantes nos ecossistemas, nos aspectos natural e socioeconômico, para que seja possível apontar práticas sustentáveis de desenvolvimento dentro das suas capacidades e dinâmicas, sem impactá-los.

Quanto aos pequenos agricultores, eles são considerados pela FAO (2018) como os maiores produtores de alimentos do mundo. Afirma-se que é necessário melhorar a produtividade dessas comunidades, porque muitos não têm acesso a recursos e serviços necessários à produção e não podem participar plenamente da economia de mercado, com isso, sua atividade acaba sendo enfraquecida. Se esse nicho produtivo tiver acesso às tecnologias de plantio, de mecanização com os mesmos conceitos de preservação ambiental, enfim, haverá uma agricultura sustentável.

De acordo com Alcamo et al. (2003), a Avaliação do Milênio de Ecossistemas pode contribuir para mudanças imediatas, pois o desenvolvimento e o bem-estar humano devem acontecer usufruindo os serviços ecossistêmicos, tais como: de produção, de regulação, de suporte e cultural, entretanto, assegurando sua conservação e uso sustentável, visto que muitos ecossistemas não conseguem responder as demandas de uso. Por isso, é necessário a intervenção de políticas públicas para gerar a compreensão, reverter e melhorar a qualidade ambiental. De acordo com o PNUMA (2005), abordando os serviços ecossistêmicos, se está sujeito a diferentes combinações e complexas interações biológicas, químicas e físicas, que são, muitas vezes, prejudicadas por práticas antrópicas.

Pellin et al. (2011), avaliando questões relacionadas aos impactos ambientais no Brasil, indicam que a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei 6.938/81) propõe instrumentos que contribuem para a preservação, a melhoria e a recuperação do ambiente natural, a fim de proporcionar a qualidade e o desenvolvimento econômico que só é possível com o equilíbrio ecológico.

Para salvaguardar o sistema econômico e a preservação das espécies, é preciso criar restrições para o desmatamento que continua a ocorrer sem limites na bacia do córrego Cachoeirinha, colocando em perigo, em risco, o meio ambiente e a continuidade da vida humana. É preciso dar valor, conservar e sustentar a biodiversidade das áreas que ainda restam, cobertas pelo Cerrado, estabelecendo condições de longo prazo para o desenvolvimento sem desmatamento e a recuperação de áreas já degradadas.

De acordo com as observações de campo, foi possível analisar que existe a preocupação dos povos tradicionais em produzir o alimento sem exaurir a fertilidade do solo ou impactar o ambiente. Expresso em outros termos, apresentam um modelo de exploração do espaço e uso dos recursos naturais destinados, principalmente, à subsistência, com fraca dependência ou articulação com o mercado.

A mão de obra era basicamente familiar, as tecnologias empregadas são de baixo impacto decorridas de conhecimentos familiares, adquiridos em associações e cooperativas rurais com foco na questão sustentável. Nessa perspectiva, esse modo e processo de produção visa ao cultivo de alimentos inseridos nos ODS, atendendo ao que se propõe na agenda 2030.

Os agricultores das comunidades tradicionais da bacia do córrego Cachoeirinha ocupam a região há décadas e não têm registro legal de posse da terra, sendo definido o direito à propriedade apenas pelo tempo de residência no local, com regulamento criado pelo costume e por normas partilhadas internamente entre os moradores.

As técnicas rústicas de cultivo e de sobrevivência praticadas por esses povos, segundo Arruda (1999, p. 03), têm sua origem na cultura indígena, quando o autor afirma que: “Isto implicou a adoção de técnicas de plantio indígenas (roça consorciada, itinerante, com base na queimada, tipo slash-and-burn) e de artefatos como as peneiras, os pilões, o ralo, o tipiti e outros implementos [...]”. Além disso, está baseada na organização do trabalho, na sociabilidade dos produtos, na relação familiar, na reciprocidade dos mutirões (trabalho coletivo) e festas religiosas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha iniciou com métodos tradicionais que, pelas próprias características, preservava o meio ambiente, a cultura e as práticas que envolviam seus modos de vida. Atualmente, com novos métodos de cultivo vêm recaindo preocupações quanto à manutenção dos serviços ecossistêmicos, tão importantes à sobrevivência e ao bem-estar humano das presentes e futuras gerações.

Na atualidade, a bacia do córrego Cachoeirinha é ocupada por latifúndios, produzindo leite e a carne, bem como a monocultura de grãos e, os pequenos e médios produtores possuem a produção destinada ao próprio consumo e o comércio do excedente. Observa-se que o pequeno produtor, com suas técnicas tradicionais, vem perdendo seu espaço para os grandes produtores, declinando a agricultura familiar.

O uso e a ocupação da terra têm provocado impactos de diferentes ordens e intensidades, como desmatamento, construções próximas às nascentes, compactação do solo, assoreamento de canais fluviais, causando o processo migratório e o fim de conhecimentos e práticas tradicionais.

Com a crescente utilização de agroquímicos na região da cabeceira da bacia, aumentou a suscetibilidade de contaminação do solo, do lençol freático e da água dos canais fluviais. Isso evidencia um processo em que se torna cada vez mais necessário, que é o uso de modelos agrícolas que possam ser sustentáveis do ponto de vista socioambiental e econômico.

Alguns dos problemas ambientais são decorrentes do descumprimento à legislação ambiental, como, por exemplo, o desmatamento das encostas das serras e morros, que contribui para a dissecação do relevo da Província Serrana, podendo levar ao aumento do carreamento de sedimentos ao leito do córrego Cachoeirinha e seus afluentes; a redução do volume hídrico nas nascentes; além da perda imediata da biodiversidade, flora e fauna.

O processo de uso e ocupação da terra vem impactando a bacia. Neste sentido, evidencia-se a necessidade de intervenções objetivas e conjuntas, envolvendo a comunidade para que possa conhecer a degradação dos recursos naturais, suas respectivas consequências e busque melhorias na cadeia produtiva, gerando alimento e renda de forma sustentável.

Um instrumento importante nesse processo é a implantação e o desenvolvimento de ações de Educação Ambiental na Escola Buritis, localizada no Distrito de Vila Aparecida. Projetos com foco na conservação ambiental da própria bacia, difundido em todos os níveis de ensino, em que os alunos poderão aprender e aplicar os princípios ambientais nas suas propriedades, uma vez que são residentes na bacia.

Quanto às medidas de manejo, são recomendáveis práticas conservacionistas no controle do escoamento superficial das encostas; controle da erosão; recuperação das áreas de mata ciliar degradadas; reflorestamento das Áreas de Preservação Permanente (encostas de morro); aumento da fiscalização no combate ao desmatamento e queimadas irregulares; desenvolvimento da rotação de culturas; implantação do plantio direto; interligação dos fragmentos remanescentes do Cerrado e aplicação de técnicas de conservação do solo nas pastagens.

O objetivo que se deve buscar é o desafio de tornar o território da bacia do córrego Cachoeirinha sustentável, onde as famílias, por meio de associação de produtores rurais, com ações participativas, tenham a interlocução com poder público (o município e o Estado) atuando mutuamente para proteger os recursos socioambientais, através de propostas de minimização dos impactos, com projetos desenvolvidos pela própria comunidade que atendam às suas demandas e perspectivas socioeconômicas e ambientais, evitando exaurir as riquezas naturais ainda existentes.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, T. J. A.; MONTEIRO, M. S. L. Modelo agrícola e desenvolvimento sustentável: a ocupação do cerrado piauiense. **Ambiente & Sociedade**, v. 8, n. 2, p.161-178, dez. 2005. Acesso: 19/11/2021. Disponível: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/hW5qM7c8wrTTVGDmRkJxpxP/?lang=pt>.

ALCAMO, J. et al. **Ecossistemas e o Bem-estar Humano**: Estrutura para uma avaliação. 2003. Acesso: 10/02/2020. Disponível: <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.63.aspx.pdf>.

ALVES, H. S.; AZEVEDO, R, A, B. Caracterização do manejo utilizado na classificação de solos por agricultores da região da Morraria – Cáceres/MT. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. Vol. 11, n 2. p. 15 – 22, 2011. Disponível:<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/500/50021611003.pdf>. Acesso: 08/12/2019.

AMARAL, G. F.; CARVALHO, F. A. A.; CAPANEMA; L. X. L. C.; DIAS, C. A. Panorama da pecuária sustentável. **BNDES Setorial**, 36, p. 249-288, 2012. Disponível: <http://www.bndes.gov.br/bibliotecadigital>. Acesso: 14/07/2020.

ANDRADE, A. T.; TORRES, J. L. R.; PAES, J. M. V.; TEIXEIRA, C. M. Desafios do Sistema Plantio Direto no Cerrado. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 39, nº 302, p. 18-26, 2018. Acesso: 01/07/2020. Disponível: <https://www.researchgate.net/publication/329451343_Desafios_do_Sistema_Plantio_Direto_no_Cerrado>.

ARRUDA, R. “Populações tradicionais” e a proteção dos recursos naturais em unidades de conservação. **Ambiente & Sociedade** - Ano II - No 5 – 2º Semestre, 1999. Disponível:<https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X1999000200007&lng=pt&tlng=pt>. Acesso: 29/04/2020.

AZEVEDO, D. G.; GOMES, R. L.; MORAES, M. E. B. Bacia do rio Buranhém: análise integrada da paisagem. In: MORAES, M. E. B., LORANDI, R. (Org.) **Métodos e técnicas de pesquisa em bacias hidrográficas**. Ilhéus, BA: Editus, p. 103-119, 2016. Acesso: 22/10/2018. Disponível: <http://books.scielo.org/id/4wbr2/pdf/moraes-9788574554433-06.pdf>.

BEZERRA JÚNIOR, A., GUEDES, J. A. Caracterização e análise do uso e ocupação da terra no entorno do reservatório Santana, Rafael Fernandes/RN. **Revista OKARA:** Geografia em debate, v.10, n.3, p. 517-530, 2016. Acesso: 06/05/2020. Disponível: <https://periodicos.ufpb.br/index.php/okara/article/view/28365/16852>.

BORGES, A. N. Implicações ambientais na bacia hidrográfica do rio Pitimbu/RN, decorrentes das diversas formas de uso e ocupação do solo. **Dissertação** (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) Universidade Federal do Rio Grande do Norte-RN. Natal (RN), 2002. 190 f. Acesso: 08/06/2020. Disponível: <https://www.dca.ufrn.br/~ricardo/files/Dissertacao_Aldan_2002.pdf>

BORGES, S. A. C. **Sustentabilidade sócio econômico do córrego Anhumas no Município de Cáceres-MT**. Monografia (Especialização em Análise Ambiental e Planejamento Urbano). Universidade do Estado de Mato Grosso. Cáceres-MT, 2005. 45 f.

BOTELHO, R. G. M., SILVA, A. S. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. In: VITTE, A. C., GUERRA, A. J. T. (Orgs) **Reflexões sobre a Geografia física no Brasil**. 7ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014.

BOUYOUCOS, G. J. Estimations of the Colloidal material in soils. **Science, Philadelphia**, v. 64: p. 362 – 364. 1927.

BRASIL - **Ministério do Exército**: Diretoria de Serviço Geográfico – Região Centro Oeste do Brasil. Escala: 1:100.000,1975.

BRASIL – Ministério do Meio Ambiente-MMA. Conferência das nações unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento. Capítulo XIV - **Promoção do desenvolvimento rural e agrícola sustentável**. 2019. Acesso: 15/06/2020. Disponível: <https://www.mma.gov.br/informma/item/655-cap%C3%ADtulo-14.html>.

BRASIL, J.; FERREIRA, M. E.; CARDOSO, M. R. D. Avaliação das áreas de preservação permanente da região metropolitana de Goiânia a partir da análise legal e de sistema de informação geográfica. **Confins** – Revista Franco-Brasileira de Geografia. Acesso: 24/11/2021. Acesso: <https://journals.openedition.org/confins/>.

BRASIL. **Código Florestal**, Lei 12.651, de 25 de maio de 2012. Acesso: 14/03/2020. Disponível: <http://www.botuvera.sc.gov.br/wp-content/uploads/2014/09/lei-12651-2012-codigo-florestal.pdf>.

BRASIL. Empresa Brasileira e Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solos**. 2.ed. RJ: EMBRAPA solos, 1997.

BRASIL. Lei 8.629, de 25 de fevereiro de 1993. **Dispõe sobre a regulamentação dos dispositivos constitucionais relativos à reforma agrária**. Acesso: 26/11/2021. Disponível: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8629.htm>.

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

BRASIL: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2010**: Mato Grosso. Acessado em 19/03/2012. Disponível: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/tabelas_pdf/total_populacao_mato_grosso.pdf>.

BRIGANTE, J.; ESPÍNDOLA, E. L. G. A bacia hidrográfica: aspectos conceituais e caracterização geral da bacia do rio Mogi-Guaçu. In: BRIGANTE, J.; ESPÍNDOLA, E. L.G. (Orgs.). **Limnologia Fluvial**: um estudo no rio Mogi-Guaçu. São Carlos: RiMa, 2003. p. 01 – 13.

BUBLITZ, J. Desmatamento Civilizador: a história ambiental da colonização européia no Rio Grande do Sul (1824-1924). **III Encontro da ANPPAS,** Brasília/DF, 2006. Disponível: <http://www.anppas.org.br/encontro_anual/encontro3/arquivos/TA604-01032006-134852.PDF>. Acesso:04/12/2018.

BÜNEMANN, E. K.; BONGIORNO, G.; BAI, Z.; CREAMER, R. E.; DEYN, G.; GOEDE, R.; FLESKENS, L.; GEISSEN, V.; KUYPER, T. W.; MÄDER, P.; PULLEMAN, M.; SUKKEL, W.; GROENIGEN, J. W. V.; BRUSSAARD, L. Soil quality – A critical review. **Soil Biology and Biochemistry**. Dept. of Soil Sciences, Research Institute of Organic Agriculture FiBL, Ackerstrasse 113, CH-5070 Frick, Suíça. 2018. Acesso: 06/05/2020. Disponível: <https://www.researchgate.net/publication/323175431>.

CABRAL, S. L.; REIS, R. S. Influência do uso e ocupação do solo na produção de sedimentos na bacia do rio Jacarecica. **Revista de Geografia** (UFPE), Recife, v. 32, n. 2, p.147-157, jul. 2015. Acesso: 19/11/2021, Disponível: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia/article/view/229034>.

CÁCERES. **Prefeitura Municipal de Cáceres**: Registro de Imóveis do Cartório de 1º Ofício. Matrícula nº 28.095, livro nº 02-T-3, fls. 156. Cáceres-MT, 1998.

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

CARDOSO, E. J. B. N.; VASCONCELLOS, R. L. F.; BINI, D.; MIYAUCHI, M. Y. H.; SANTOS, C. A.; ALVES, P. R. L.; PAULA, A. M.; NAKATANI, A. S.; PEREIRA, J. M.; NOGUEIRA, M. A. Soil health: looking for suitable indicators. What should be considered to assess the effects of use and management on soil health? **Sci. Agric**. V. 70, Nº 04, p 274-289. 2013. Acesso: 27/06/2018. Disponível: <http://www.scielo.br/pdf/sa/v70n4/a09v70n4.pdf>.

CASTRO, S. S.; SALOMÃO, F. X. T. Compartimentação Morfopedológica e sua Aplicação: considerações metodológicas. **Revista GEOUSP**, Nº 7. Campinas, 2000. Disponível em <file:///C:/Users/USER/Downloads/123401-Texto%20do%20artigo-232123-1-10-20161128%20(1).pdf>. Acessado em 09/11/2018.

CHRISTOFOLETTI, A. A Análise de Bacias Hidrográficas. In: CHRISTOFOLETTI, A. (Org) **Geomorfologia**. 2 ª ed. São Paulo: Blucher, 1980. p. 102-121.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. 1 ed. São Paulo: Editora Blucher, 1999.

COGO, N. P; LEVIEN, R; SCHWARZ, R. A. Perdas de solo e água por erosão hídrica influenciadas por métodos de preparo, classes de declive e níveis de fertilidade do solo. **Rev. Bras. Ciênc. Solo** 27 (4), Ago. 2003. Disponível: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/JCtmNdm5N7LhFn3BfmqPbHG/?lang=pt>. Acesso: 10/11/2021.

COSTA, M. C. **Condicionantes de procedimentos técnicos de agricultores tradicionais de três comunidades da região de Morraria, Cáceres-MT**. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá/MT, 2004. 139 p.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa**: métodos qualitativo, quantitativo e misto. 2ª ed. – Porto Alegre: Artmed, 2007.

CRUTZEN, P; STOERMER, E. The Anthropocene. **Newsletter,** Global Change, n. 41, p. 17-18. 2000. Acesso: 20/11/2018. Disponível: <http://www.igbp.net/download/18.316f18321323470177580001401/1376383088452/NL41.pdf>.

CUNHA, S. B. Geomorfologia Fluvial. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Orgs.). **Geomorfologia**: uma atualização de bases e conceitos. 8 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008. p. 211 – 234.

CUNHA, S. B.; COELHO, M. C. N. Política de gestão ambiental. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. **A questão ambiental**: diferentes abordagens (Orgs.). 7 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. p. 43 – 79.

CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. Degradação ambiental. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Orgs.). **Geomorfologia e meio ambiente**. 7 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009. 396 p.

CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. **Geomorfologia e meio ambiente**. 3 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000.

DI MAURO, C. A.; MAGESTE, J. G.; LEMES, E. M. As bacias hidrográficas como critério para o planejamento territorial. **Rev. Caminhos de geografia** – Uberlândia. V. 18, n. 64 Dezembro/2017 p. 472–482. Acesso: 11/11/2018. Disponível: <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/40959>.

DIEGUES, A. C. S. **O mito moderno da natureza intocada**. 3 ed. São Paulo: Ed. Hucitec, USP, 2001. 169 p.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Módulos fiscais**. 2012. Acesso: 25/11/2021. Disponível: <https://www.embrapa.br/en/codigo-florestal/area-de-reserva-legal-arl/modulo-fiscal>.

EMBRAPA–Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Cerrados. **Cerrado**: correção do solo e adubação. 2ª edição. Brasília, DF, 2004.

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. **Transformar la alimentación y la agricultura para alcanzar los ODS**. Roma, 2018. Disponível: <http://www.fao.org/3/I9900ES/i9900es.PDF>. Acesso: 17/07/2020.

FONSECA, J. E.; ALCÂNTARA, R.; BARBOSA, J. E.C.; CAMPOS, P. K. Poluição da água e solo por agrotóxicos. **E-Locução** – Revista Cientifica da FAEX. Ed. 15, 2019. Disponível: <file:///C:/Users/USER/Downloads/183-Texto%20do%20artigo-529-1-10-20190717.pdf>. Acesso: 10/11/2021.

GALERANI, P. Perdas repetidas. In: Embrapa soja. **Rev. Cultivar**. Pág. 42 a 46, 2005. Disponível: <www.cultivar.inf.br>. Acesso: 01/07/2020.

Gil, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOLDENBERG, M. **A arte de pesquisar**: como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais. Rio de Janeiro: Record, 1999.

GUERRA, A. J. T. Processos erosivos nas encostas. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Orgs.). **Geomorfologia**: uma atualização de bases e conceitos. 8 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008. p. 150 - 171.

GUERRA, A. J. T., MENDONÇA, J. K. S. Erosão dos solos e a questão ambiental. In: VITTE, A. C., GUERRA, A. J. T. (Orgs) **Reflexões sobre a Geografia física no Brasil**. 7ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014.

GUERRA, A. J. T.; FULLEN, M. A.; JORGE, M. C. O.; BEZERRA, J. F. R.; SHOKR, M. S. Slope processes, mass movement and soil erosion: A review. **Pedosphere**. 2017. Disponível: <https://www.researchgate.net/publication/311920273>. Acesso: 06/05/2020.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. S. Geomorfologia Ambiental – Conceitos, temas e aplicações. In: GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. S. (Orgs) **Geomorfologia Ambiental**. 7 ed. Rio de janeiro: Bertrand Brasil, 2015. p.18 - 90.

HAESBAERT, R. **O mito da desterritorialização**: do fim dos territórios à multiterritorialidade. 6 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

KICHEL, A. N.; MIRANDA, C. H. B.; ZIMMER, A. H. Degradação de pastagens e produção de bovinos de corte com a integração agricultura x pecuária. **Anais**... I Simpósio de produção de gado de corte. Rio de Janeiro, 1999. Disponível: http://simcorte.com/index/Palestras/p_simcorte/10_zimmer.pdf. Acesso: 04/09/2019.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Editora Atlas, 1986.198 p.

LEITE, S. P.; WESZ JÚNIOR, V. Les dynamiques foncières et l'expansion de l'agro-industrie du soja au Brésil. **Cah Agric**, vol. 22, n.1, p. 39 – 45, jan.fev. 2013. Acessado: 11/11/2021. Disponível: <https://revues.cirad.fr/index.php/cahiers-agricultures/article/view/31009>.

LIMA, A. J. R.; NERY, J. T. Revisitando o conceito de bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão e a governança das águas. In: **Os desafios da Geografia Física na fronteira do conhecimento**. PEREZ FILHO, A., AMORIM, R. R. (Org.) – Campinas: Instituto de Geociências - Unicamp – SP. 2017. Acesso: 22/09/2018. Disponível: <https://ocs.ige.unicamp.br/ojs/sbgfa/article/view/1846>.

LOMBAIS, G. B. R. The Frontiers of Interdisciplinary Research on Development without Deforestation. In: CASTRO, C. F. A. (Org.) Development without Deforestation. **Rev. Policy in Focus**. August, 2014, No. 29. Disponível: <https://ipcig.org/pub/eng/PiF29_10_years_Development_without_Deforestation.pdf> Acesso: 21/04/2020.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: Editora EPU, 1986.

LUNA, S. V. **Planejamento de pesquisa**: uma introdução. São Paulo: EDUC, 2000.

MANZATTO, C. V.; FREITAS JUNIOR E.; PERES, J. R. R. (eds.). **Uso agrícola dos solos brasileiros**. 1 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002. 174 p.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 6.ed.São Paulo: Atlas, 2007.

MATO GROSSO. Federação de Órgãos para Assistência Social e Educacional-FASE. Relatório. Linha de ação: **Segurança alimentar sócio-economia solidária**. Atividade estratégica: Investir no conhecimento das populações tradicionais do sudoeste de Mato Grosso. FASE: Cáceres-MT, 2002.

MEDEIROS, P. C. **Geomorfologia**: fundamentos e métodos para o estudo do relevo. Curitiba: InterSaberes, 2016.

MENDES, D, F. L. **O fim do uso comum da terra e suas implicações na identidade territorial de comunidades tradicionais: o caso do Taquaral e Nossa Senhora da Guia - Cáceres – MT**. Monografia (Curso de Licenciatura plena em Geografia) Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres – MT, 2005. 91 f.

MENDES, N. F. **História de Cáceres**: história da administração municipal. 2 ed. Cáceres-MT: ed. UNEMAT, 2009.

MINAYO, M. C. S. **Pesquisa Social**: teoria, método e criatividade. 27 ed. Petrópolis/RJ: Editora Vozes, 1994.

NASCIMENTO, O. S.; MORAES, R. C. S.; SOUZA, I. R. M.; LIMA, T. P. Análise espaço-temporal do uso e ocupação da terra da bacia hidrográfica do Alto Paraim – Piauí. **GeoAmbiente on-line.** Jataí-GO, n. 32, 2018. Acesso: 18/11/2021. Disponível: <https://www.revistas.ufg.br/geoambiente/article/view/49955/27035>.

OLIVEIRA, P. C. A.; RODRIGUES, G. S. S. C.; RODRIGUES, S. C. Fragilidade ambiental e uso do solo da bacia hidrográfica do Córrego Pindaíba, Uberlândia, MG, Brasil. **Revista Ambi-Água**, v. 3, n. 1, p. 54-67, 2008. Acesso: 10/03/2018. Disponível: <file:///C:/Users/USER/Downloads/70-872-2-PB.pdf>.

OLIVEIRA, R. C. **Uso e manejo de recursos naturais nos arredores das residências de camponeses: estudo de caso na região de Morraria, Cáceres, MT**. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá-MT, 2006. 166 f.

ONU. Organização das Nações Unidas. **AGENDA 2030:** ODS. 2017. Acesso: 26/08/2018. Disponível: <https://nacoesunidas.org/wp-content/uploads/2015/10/agenda2030-pt-br.pdf>.

PEDROSO, J. S.; SILVA, K. S.; SANTOS, L. P. Pesquisa descritiva e pesquisa prescritiva. **IXJICEX**. v. 9 n. 9, 2017. Acesso: 08/12/2021. Disponível: <http://unisantacruz.edu.br/revistas/index.php/JICEX/article/view/2604>.

PELLIN, A.; LEMOS, C. C.; TACHARD, A.; OLIVEIRA, I. S. D.; SOUZA, M. P. Avaliação Ambiental Estratégica no Brasil: considerações a respeito do papel das agências multilaterais de desenvolvimento. **Rev. Eng Sanit Ambient**. V.16, n.1, 27-36, 2011. Disponível: <https://www.scielo.br/pdf/esa/v16n1/a06v16n1.pdf>. Acesso: 21/05/2020.

PEREIRA, D. C.; CARRIERI, A. P. Movimentos de desterritorialização e reterritorilização na transformação das organizações. Fórum - Gestão no Brasil: enfocando processos e relacionamentos. ***RAE-eletrônica***, v. 4, n 1, Art. 13, jan./jul. 2005. Disponível: <http://www.scielo.br/pdf/raeel/v4n1/v4n1a13.pdf> Acessado em 15/03/2018.

PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. **Ecossistemas e bem-estar humano:** Oportunidades e desafios para empresas e a indústria. 2005. Acesso: 21/07/2020. Disponível: <https://www.pucsp.br/ecopolitica/downloads/meio_ambiente/Ecossistemas-e-Bem-estar-Humano-Oportunidades-e-Desafios-para-Empresas-e-a-Industria.pdf>.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. F. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. – Novo Hamburgo: Feevale. 2013.

RAMOS, A. A. **Estratégias de ocupação do espaço e uso de recursos naturais em unidades produtivas da comunidade de Santana, Cáceres/MT**. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá-MT, 2006. 212 f.

RITELA, A. **Análise da disponibilidade hídrica e uso da terra na bacia hidrográfica do rio Aguapeí-MT e os impactos associados**. Dissertação (mestrado em Geografia) Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá/MT, 2009. 97 f.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, SP, n. 8, p. 63-74, 1993. Disponível: <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47327>. Acesso: 08/02/2021.

SALLES, I. H. F.; PITA, D. G. **Conceitos de Geografia Física**. 2 ed. São Paulo: Ícone, 1997.

SANTOS, E. H. M.; GRIEBELER, N. P.; OLIVEIRA, L. F. C. Relação entre uso do solo e comportamento hidrológico na Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite. **Rev. bras. eng. agríc. ambient**. 14 (8), 2010. Acesso: 18/11/2021. Disponível: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/vbWrQ57Pf7SF5tbx6pmxPNq/?lang=pt>.

SANTOS, H. M. **A água na produção animal**. TCC (Trabalho de Conclusão de Curso - Bacharelado em Zootecnia da Universidade Federal de Roraima). Universidade Federal de Roraima. 2018. Acesso: 17/07/2020. Disponível: <C:/Users/USER/Downloads/a%20gua%20na%20produo%20animal%20(1).pdf>.

SANTOS, R. D.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C.; SHIMIZU, S. H. **Manual descritivo e coleta de solos no campo**. 5ª ed. Revista e ampliada. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência de Solo, 2005.

SANTOS, R. J. **Gaúchos e mineiros do Cerrado**: metamorfose das diferentes temporalidades e lógicas sociais. Uberlândia: EDUFU, 2008. 249 p.

SCHIAVINATO, V. M. S.; GONZALEZ, A. Z. D. Avaliação ambiental de nascentes na sub-bacia hidrográfica do córrego das Pitas-MT, Brasil. **Revista Equador** (UFPI), Vol. 8, Nº 3, p. 260 – 278. 2019. Disponível: <file:///C:/Users/USER/Downloads/9396-36103-1-PB.pdf>. Acesso: 09/11/2021.

SEABRA, V. S., CRUZ, C. M. Mapeamento da dinâmica da cobertura e uso da terra na bacia hidrográfica do Rio São João, RJ. **Sociedade & Natureza**, v. 25, n. 2, 2013. Disponível: <http://www.scielo.br/pdf/sn/v25n2/a15v25n2.pdf>. Acesso: 28/09/2018

SILVA, G. J. O. Análises ambientais das paisagens da bacia hidrográfica do rio Sepotuba/MT, Brasil. **Dissertação** (Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação strictu sensu em Geografia para obtenção do título de Mestre) UNEMAT. Cáceres-MT. 2020. 76f.

SILVA, J. R.; BATISTA, F. R. Q.; COSTA, E. F. Compartimentação morfopedológica das bacias hidrográficas dos rios Ferreira e Itapirapuã e o processo de fragmentação das coberturas e usos de terras. In: PREZ FILHO, A., AMORIM, R. R (Org). **Os desafios da geografia física na fronteira do conhecimento**. 2017. Acesso: 10/02/2019. Disponível: <https://ocs.ige.unicamp.br/ojs/sbgfa/article/view/2218>.

SILVA, L. N. P. Bacia hidrográfica do córrego das Pitas-MT: dinâmica fluvial e o processo de ocupação, como proposta de gestão dos recursos hídricos. **Dissertação** (Mestrado em Ciências ambientais) Universidade do Estado de Mato Grosso. Cáceres-MT, 2009. 146 f.

SILVA, M. G.; ARF, O.; ALVES, M. C.; BUZETTI, S. Sucessão de culturas e sua influência nas propriedades físicas do solo e na produtividade do feijoeiro de inverno irrigado, em diferentes sistemas de manejo do solo. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.2,

p.335-347, 2008. Acesso: 11/11/2021. Disponível: <https://www.scielo.br/j/brag/a/cnkVVss456tDDXbrbw3dsNS/?format=pdf&lang=pt>.

SILVA, R. P. Transformações históricas dos sistemas agrícolas da região da Província Serrana ao longo da estrada Cáceres – Porto Estrela-MT. **Dissertação** (Dissertação apresentada à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade Federal de Mato Grosso, para obtenção do título de Mestre em Agricultura Tropical) UFMT. Cuiabá, 2007. 88f.

SILVA, R.; SATO, M. Territórios e identidades: mapeamento dos grupos sociais do Estado de Mato Grosso. **Ambiente & Sociedade**. Campinas-SP. v. XIII, n 2. 2010. p. 261 - 281.

SOARES, D. N; KUWAJIMA, J. I. **Diálogos sobre los Objetivos de Desarrollo Sostenible y los Desafíos de la Gestión del Agua y del Saneamiento en Brasil.** Documento presentado durante el 8º Foro Mundial del Agua em Brasilia, 18 al 23 de Marzo de 2018. Acesso: 07/07/2020. Disponível: <https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/relatorio_institucional/180315_relatorio_agua_e_saneamento_espanhol.pdf>.

SOUZA, C. A.; SOUZA, J. B.; FERREIRA, E.; ANDRADE, L. N. P. S. Sistema hidrográfico do rio Paraguai-MT. In: SOUZA, C. A. (Org.). **Bacia hidrográfica do rio Paraguai – MT**: dinâmica das águas, uso e ocupação e degradação ambiental. São Carlos-SP: ed. Cubo, 2012. p. 13 – 21.

STEVAUX, J. C., LATRUBESSE, E. M. **Geomorfologia fluvial**. São Paulo: oficina de textos, 2017.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977.

TUNDISI, J.G. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. **Estudos avançados** - 22 (63), 2008. Acesso: 10/05/2020. Disponível: <https://www.scielo.br/pdf/ea/v22n63/v22n63a02.pdf>.

VERGARA, S. C. **Métodos de pesquisa em administração**. São Paulo: Atlas, 2005.

CAPÍTULO IV

A FRAGILIDADE AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO CACHOEIRINHA, MUNICÍPIO DE CÁCERES - MATO GROSSO

RESUMO

O objetivo deste estudo foi analisar a fragilidade ambiental na bacia hidrográfica do Córrego Cachoeirinha, localizada a nordeste do município de Cáceres-Mato Grosso, com foco a servir de subsídios para a conservação ambiental e o desenvolvimento sustentável da bacia. Como plano de metodologia, foram definidas etapas com atividades de gabinete para pesquisas literárias, estruturar as fases e as atividades da pesquisa, confecção da base cartográfica e a discussão dos resultados. Ademais, foram realizadas atividades de campo para definição da área de estudo, validação das informações das cartas topográficas e das imagens orbitais, caracterização das áreas com fragilidade ambiental, descrição morfológica e coleta de amostras de solo, análises de laboratório: física e química do solo e registros fotográficos. Os resultados mostraram que 11,57% da bacia apresenta fragilidade ambiental muito forte em razão da declividade ser acima de 30%, principalmente na área de domínio da Província Serrana no alto curso. A classe de fragilidade da declividade muito fraca (0 a 6%) ocupa 47,22%, encontrando-se nos vales entre as serras da Depressão do Alto Paraguai e na área da Planície do Rio Paraguai. Em relação ao clima, a área com classe de fragilidade forte foi determinada para a região do alto curso, onde ocorre o domínio do clima Tropical de Altitude Mesotérmico Quente da Fachada Meridional das Chapadas e Planaltos, que apresenta índices pluviométricos de 1400 a 1600 mm no período de cheia, sobre as serras e os morros da Província, ocupando 69,16% da bacia. O solo apresentou a classe de fragilidade muito forte para Neossolo Flúvico Tb eutrófico típico (francoarenosa) e Neossolo Litólico eutrófico, entretanto, ocupando a menor área, 0,38% da bacia. A fragilidade forte foi determinada para os solos Cambissolo Háplico Tb distrófico típico e o Neossolo Regolítico distrófico leptofragmentário, ocupando 57,9% de área localizada sobre as serras e os morros da Província Serrana. A fragilidade fraca foi verificada nos solos Latossolo Vermelho Distrófico típico (franco-argiloarenosa), Latossolo Vermelho Distrófico típico (franco-arenosa) e o Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico (argiloarenosa) ocupando 40,44% das áreas planas da bacia. Em relação à fragilidade do uso e cobertura da terra, 62,94% da bacia apresentou fragilidade ambiental fraca e muito fraca, onde existe a cobertura florestal, savânica e campestre. As áreas de pastagem apresentaram fragilidade média, ocupando 35,08% da bacia, as áreas de monocultivo com fragilidade forte (1,73% de área) e a fragilidade muito forte para as áreas desmatadas e queimadas recentemente (0,25% de área). Os maiores percentuais de fragilidade potencial foram na classe média, ocupando 46,42% da bacia, bem como a fragilidade emergente em 68,19% de área. As maiores fragilidades foram determinadas sobre as formações geomorfológicas da Província Serrana, região onde é necessário utilizar adequadas técnicas na pecuária e no monocultivo de grãos que evitem os impactos no ambiente natural que poderá causar a perda da qualidade de vida da população e do próprio sistema natural. Sugere-se ações de educação ambiental, estudos dos impactos ambientais, implementação de planos de manejo com técnicas que promovam o desenvolvimento sustentável e o restabelecimento de áreas degradadas.

Palavras-chave: elementos ambientais, fragilidade ambiental, uso sustentável

CHAPTER IV

THE ENVIRONMENTAL FRAGILITY WITHIN THE CACHOEIRINHA STREAM HYDROGRAPHIC BASIN, IN CÁCERES CITY, MATO GROSSO STATE

ABSTRACT

This study aimed to analyze the environmental fragility within the Cachoeirinha stream hydrographic basin in Cáceres City, Mato Grosso State, focusing as subsidies for environmental conservation and sustainable development of the basin. As a methodology plan, steps were defined with office activities for literary research, structuring the research phases and activities, making the cartographic base and discussing the results. In addition, field activities were carried out for the study área definition, for information from topographic maps and orbital images validation, environmental fragility areas characterization, morphological description and collection of soil samples, laboratory analysis: soil physics and chemistry and photographic records. The results showed that 11.57% of the basin has very strong environmental fragility due to the declivity being above 30%, mainly in the area of the Serrana Province in the upper course. The fragility class of the very weak slope (0 to 6%) occupies 47.22%, being found in the valleys between the mountains of the Depression of Upper Paraguay and in the area of the River Paraguai Plain. Regarding the climate, the area with a strong fragility class was determined for the region of the upper course, where is dominant the Tropical Climate of Hot Mesothermal Altitude of the Meridional Facade of Plateus which presents rainfall from 1400 to 1600 mm in the period of flood, over the mountains and hills of the Province, occupying 69.16% of the basin. The soil presented a very strong fragility class for typical Eutrophic Fluvic Tb (sandy loam) and Eutrophic Litholic Neosol, however, occupying the smallest area, 0.38% of the basin. Strong fragility was determined for the typical dystrophic Tb Haplic Cambisol soils and the leptofragmentary dystrophic Regolithic Neosol, occupying 57.9% of the area located on the mountains and hills of the Serrana Province. Weak fragility was observed in the typical Dystrophic Red Latosol (sandy loam), typical Dystrophic Red Latosol (sandy loam) and the typical Dystrophic Red-Yellow Latosol (sandy loam) occupying 40.44% of the basin's flat areas. Regarding the fragility of land use and cover, 62.94% of the basin presented weak and very weak environmental fragility, where there is savanna and grassland forest cover. Pasture areas showed medium fragility, occupying 35.08% of the basin; monoculture areas hold strong fragility (1.73% of area) and there were very strong fragility for areas deforested and recently burned (0.25% of area). The highest percentages of potential fragility were in the middle class, occupying 46.42% of the basin, as well as emerging fragility in 68.19% of the area. The greatest weaknesses were determined on the geomorphological formations of the Serrana Province, a region where it is necessary to use appropriate techniques in livestock and grain monoculture in order to avoid impacts on the natural environment that could cause the loss of population life quality as the natural system itself. In this sense, it is suggested Environmental education actions, environmental impact studies, implementation of management plans with techniques that promote sustainable development and the restoration of degraded areas.

Keywords: Environmental elements, Environmental fragility, Sustainable use

1. INTRODUÇÃO

Tendo em vista a acelerada transformação impressa na natureza, iniciada após a Revolução Industrial, cada vez mais tem se tornado necessária a compreensão das características dos ambientes naturais e das formas de uso desenvolvidas neles, uma vez que as ações impactantes e as consequências são transfronteiriças, portanto, evidenciando a necessidade da busca e da integração de ações que sejam compatíveis com as potencialidades e as fragilidades dos ecossistemas (NEVES, 2018).

Como nunca visto, as ações humanas vêm diminuindo a capacidade dos ecossistemas corresponderem à crescente procura pelos seus serviços, principalmente a água e os alimentos. Pereira et al. (2009, p. 19) afirmam que “o bem-estar humano e o progresso em direção a um desenvolvimento sustentável dependem de forma vital de uma melhoria da gestão dos ecossistemas da Terra, de modo a garantir a sua conservação e uso sustentável”.

As diferentes características climáticas, pedológicas, geomorfológicas, de uso e cobertura da terra presentes na bacia do córrego Cachoeirinha, com distintas trocas de matéria e energia, têm apresentado áreas com fragilidades ambientais e que necessitam de estudos que apontem manejos e técnicas sustentáveis para mitigar os impactos, com foco na conservação do solo, da água e da cadeia produtiva.

Para Spõrl e Ross (2004), é de extrema importância determinar a fragilidade dos ambientes naturais antes de serem explorados para que se apontem os impactos e suas respectivas consequências, servindo de aporte para o planejamento ambiental. Isso contribui na definição das ações a serem implementadas, subsidiando para o zoneamento e a gestão do espaço ocupado.

Fushimi e Nunes (2019) indicam que a exploração excessiva, sem utilizar um manejo conservacionista dos recursos naturais, causa um quadro significativo de degradação ambiental, como a perda de nutrientes dos solos, o assoreamento dos canais fluviais, a extinção de espécies da fauna, a destruição da vegetação, dentre outros. Estudos da fragilidade dos ambientes podem subsidiar a realização de outras pesquisas, propiciar técnicas de recuperação de áreas degradadas, aumentar a erodibilidade dos solos e evitar possíveis prejuízos socioeconômicos.

Conforme Ross (1993), os ambientes naturais eram resilientes, conseguiam manter-se em estado de equilíbrio até as intervenções humanas tornarem-se intensas na exploração dos recursos naturais, sobretudo, nos últimos 80 anos. Com o

crescimento da população mundial, aumentou o ritmo da industrialização e da mecanização, desenvolvendo técnicas produtivas capazes de ampliar a produtividade, entretanto, de gerarem impactos ambientais irreversíveis.

A influência antrópica na natureza, principalmente, em bacias hidrográficas, tem se tornado objeto de preocupação de pesquisadores, aumentando os estudos para qualificar e quantificar os impactos dessa ocupação. Desse modo, tem-se requerido o conhecimento prévio dos limites e das capacidades de uso da terra em busca de um desenvolvimento sustentável, em que a exploração e a conservação ambiental sejam paritárias com a evolução tecnológica e socioeconômica.

Considerada como uma unidade física que requer manejo ambiental, a bacia hidrográfica apresenta características próprias, tais como: relevo, solo, clima, cobertura vegetal e geologia, susceptível à vulnerabilidade natural. Contudo, quando inserida a ação humana, introduzem-se também fatores externos capazes de potencializar o nível de degradação. Neste sentido, estudos da fragilidade ambiental emergem como uma estratégica possibilidade no planejamento para que se tenha a sustentabilidade (GONÇALVES ET AL. 2011).

Ross (1990, 2017) observa que o planejamento ambiental não deve ser proposto a partir de uma análise estática, isolando os elementos naturais de uma bacia hidrográfica, mas considerar suas inter-relações, inserindo-os no processo de ocupação, orientando o desenvolvimento socioeconômico, bem como a apropriação dos recursos naturais. Nesse contexto, através de estudos da fragilidade ambiental, é possível gerar informações mais detalhadas através de mapeamentos e apontar princípios da conservação em busca do desenvolvimento sustentável.

As atividades antrópicas nas bacias hidrográficas, explorando os ambientes naturais, têm aumentado a preocupação da sociedade, fazendo crescer o número de pesquisas que qualifiquem e quantifiquem os impactos dessa ocupação. Têm sido necessário o domínio e o conhecimento da capacidade e da fragilidade dos recursos naturais, com vistas ao melhoramento das tecnologias utilizadas e da produtividade, servindo ainda para o planejamento ambiental estratégico que vise ao desenvolvimento sustentável (ANDRADE et al., 2018).

Para desenvolver o planejamento e adequada gestão dos recursos naturais é preciso o reconhecimento dos componentes da paisagem e das relações estruturais e funcionais que se estabelecem entre si. A partir dessa interpretação, é possível determinar as áreas com fragilidade e/ou potencialidade, constituindo-se em um

importante instrumento de diagnóstico e prognóstico ao planejamento, à governança e à gestão ambiental, com vistas à conservação do ambiente natural (VILLELA et al., 2015).

Em relação à governança dos recursos naturais, Farias et al. (2018) afirmam que a Agenda 2030 é um instrumento capaz de alinhar ações e metas no âmbito federal, estadual e municipal, estabelecendo redes de cooperação e articulação frente aos desafios da necessidade de incluir a conservação da água na política pública. Considerando a extensão territorial do Brasil, o ODS 6 apresenta várias estratégias para sua efetiva implantação, necessitando da inteiração dos atores de governo e sociedade civil.

De acordo com Castro e Salomão (2000, p. 01), as informações formadas a partir da análise integrada dos compartimentos do solo, relevo e o substrato geológico de uma área contribuem para “obtenção de indicadores comportamentais mais seguros, como subsídios para a elaboração de planos de controle preventivo de uso e ocupação do espaço e dos solos, numa perspectiva de (re)equilíbrio ambiental”.

Para Andrade et al. (2018, p. 01), “os estudos da fragilidade dos ambientes são significativos e importantes para o planejamento ambiental e territorial, pois se trata de uma ferramenta que analisa e identifica ambientes em relação aos seus distintos níveis de vulnerabilidade”. Os mapas ou cartas de fragilidade oriundos desses estudos auxiliam no diagnóstico para a conservação, correção e recuperação de áreas impactadas presentes e intervenção em ações futuras, além de apontar áreas com maiores ou menores fragilidades, consequentes de ações antrópicas que utilizam incorretas técnicas de manejo do solo.

Analisando pesquisas referentes às fragilidades ambientais, evidenciam-se os estudos de Melo (2007) na bacia hidrográfica do Alto Parnaíba, Piauí, em que ele determinou a fragilidade ambiental, considerando as atividades humanas sobre o meio natural e propôs ações de restabelecimento de áreas degradadas; Ferreira et al. (2016), trabalhando o mapa de fragilidade ambiental como auxílio para o planejamento urbano e gestão de recursos hídricos na bacia do córrego do Veado, Presidente Prudente-SP; Alves et al. (2018), que fez o levantamento da fragilidade ambiental da bacia do Ribeirão da Laje-GO e utilizou os resultados como subsídio ao planejamento e à gestão; Chen et al. (2018), fazendo o estudo da fragilidade ecológica na China, e Farias (2019) com a fragilidade ambiental na sub-bacia do córrego Taquaral, município de Cáceres-MT.

A manutenção dos elementos ambientais está em desequilíbrio em razão das atividades socioeconômicas. De acordo com Chen et al. (2018), é necessária a melhoria na discussão sobre a fragilidade ecológica dos ambientes naturais e nas estimativas de impactos, o que é bom para o avanço do sistema de avaliação de fragilidades nos ecossistemas e nas propostas a serem implementadas.

Estudo sobre a fragilidade ambiental realizado por Campos et al. (2019) no Parque Estadual da Lapa Grande (MG), nos anos de 1996, 2006 e 2016, apontou que o desenvolvimento econômico desacompanhado de planejamento e monitoramento ambiental ocorrido na região até o primeiro ano de estudo foi impactante. A partir de 2006, em razão de estudos, houve baixa dos índices de fragilidade e mudança nos modos de produção econômica, gerando a recuperação de ambientes degradados e a delimitação de áreas de preservação.

Em se tratando de fragilidades ambientais, intervenções e ações podem interromper, minimizar e até revertê-las. Para isso, é necessário desenvolver planos e ações pontuais, compreendendo os sistemas envolvidos que originaram as fragilidades. Nesse contexto, este estudo objetiva analisar as classes de fragilidades ambientais presentes na bacia do córrego Cachoeirinha, com foco no apontamento de possíveis ações que visem ao restabelecimento e à conservação ambiental.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O objeto deste estudo é a bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha, com área de 952,61 km², localizada a nordeste do município de Cáceres, sob as coordenadas 15º 35’ 37” e 16º 12’ 30” S e 57º 14’ 36” e 57º 32’ 24” W no sudoeste do estado de Mato Grosso (Figura 01).

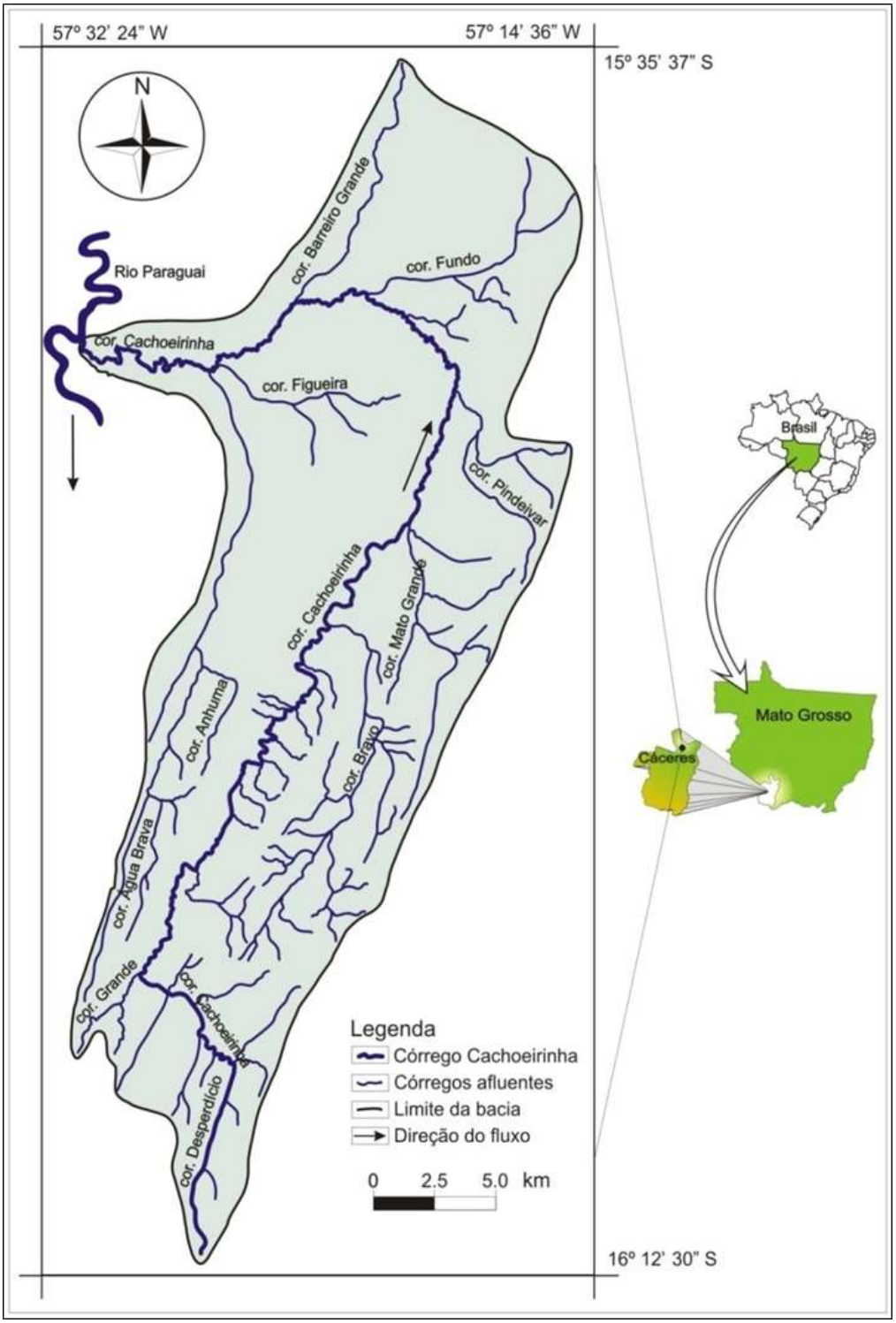


Figura 01: Mapa de localização da bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha.
Dados das cartas topográficas do Ministério do Exército (1975).
Elaborado pelo autor.

A bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha é afluente da margem esquerda do rio Paraguai. Características marcantes nessa bacia são as diferentes paisagens oriundas de distintas formas de relevo, solos, geologias, cobertura vegetal e formas de uso e ocupação da terra.

As nascentes que compõem a bacia estão nos sopés das serras e dos morros da Província Serrana, região do alto curso, o médio curso escoa pela Depressão do Alto Paraguai e a foz encontra-se na área de Planície do rio Paraguai.

Para a realização deste estudo, foi necessária a utilização de algumas metodologias, tais como: atividade de gabinete para leitura referente à temática, definição e caracterização das fragilidades, confecção da base cartográfica e atividades de campo.

2.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

2.2.1 Revisão conceitual

Para iniciar esta pesquisa, foi necessária uma revisão conceitual de material bibliográfico em anais de eventos, revistas cientificas nacionais e internacionais (artigos científicos), livros, dissertações, teses, TCCs, entre outros. O objetivo foi circunscrever as problemáticas, buscar diferentes conceitos teóricos em um quadro de referências na perspectiva de explicação e compreensão da temática do estudo, como orientam Luna (2000); Marconi e Lakatos (2007).

O uso das tecnologias do geoprocessamento, georreferenciamento, sensoriamento remoto, softwares, computador, imagens de satélite, GPS e a câmera fotográfica, possibilitaram o levantamento, o armazenamento, o processamento e o cruzamento das informações produzidas em campo com as atividades de gabinete.

2.2.2 Confecção da base cartográfica

Todo o processamento dos dados e a geração dos mapas foi feito através do software QGis 3.4.6, de uso gratuito. Para todas as informações de localização geográfica e de elaboração dos mapas foi utilizado UTM21S, DATUM: SIRGAS 2000, escala 1:160.000.

2.2.3 Atividades de campo

As atividades de campo ocorreram em duas etapas. A primeira foi realizada no dia 12 de fevereiro/2020, quando se efetivaram o reconhecimento da bacia e a validação das informações das cartas topográficas e imagens de satélites. A segunda ocorreu no dia 04 de março/2020, quando foram definidos os locais de fragilidade, realizada a caracterização e efetuados os registros fotográficos.

2.2.4 A fragilidade ambiental

A fragilidade ambiental foi determinada de acordo a metodologia de Castro e Salomão (2000, p. 01) e Ross (1994), através da análise e interpretação da inter-relação entre declividade, pedologia, clima, uso do solo e cobertura vegetal presentes na bacia.

O objetivo foi identificar áreas impactadas ou susceptíveis a impactos, seja por condições naturais ou antrópicas, oriundas de técnicas errôneas de exploração. Com os resultados, espera-se contribuir para elaborar planos de manejo para o uso sustentável, numa perspectiva de equilíbrio ambiental.

2.2.5 Elementos utilizados na classificação da fragilidade ambiental

Para determinar as fragilidades ambientais presentes na bacia do córrego Cachoeirinha, foram utilizadas informações referentes à declividade, ao clima (precipitação), ao solo, cobertura e uso da terra, sendo considerados cinco classes de fragilidade: muito fraca, fraca, média, forte e muito forte. Os procedimentos para determinar e mapear as fragilidades seguiram a metodologia proposta por Castro e Salomão (2000, p. 01) e Ross (1994).

Utilizando a classificação das fragilidades dos elementos ambientais, foi realizado o cruzamento de dados e determinada a fragilidade potencial com pesos de 01 (um) a 03 (três), classificada em: fraca (1), média (2) e forte (3). Agregando informação das condições de uso da terra e das características dos elementos ambientais (fragilidade potencial), foi gerado o mapa de fragilidade emergente (fraca (1), média (2) e forte (3)), mostrando o peso das ações antrópicas como modificadores da paisagem através do uso e ocupação da terra (PACHECHENIK et al., 2013). A Figura 02 ilustra a sequência de como foram determinadas as fragilidades.

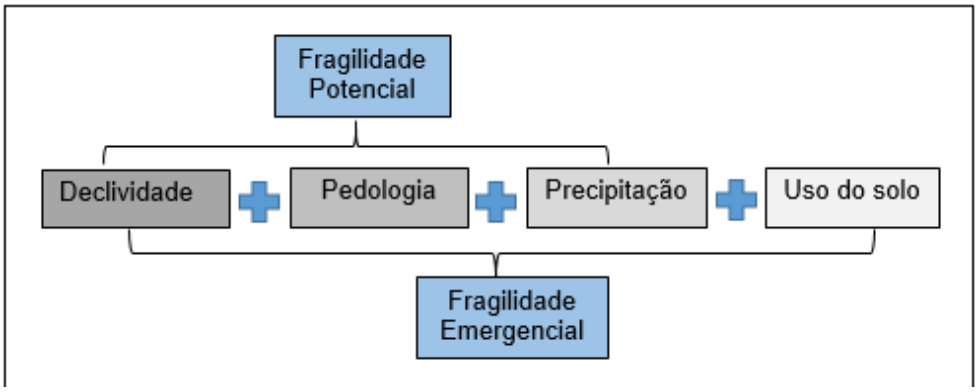


Figura 02: Esquema de informações para determinar as fragilidades potencial e a emergente.
Fonte: Elaborado com base em Ross (1994). Organização: O autor (2021).

2.2.6 Classificação das fragilidades

A classificação da fragilidade da declividade passou pelos procedimentos metodológicos definidos por Ross (1994), que estabelece a fragilidade nas diferentes formas de relevo. Esse modelo sugere que cada uma das variáveis seja hierarquizada em cinco categorias com pesos progressivos (1, 2, 3, 4 e 5), conforme a classe de declividade (%). Assim, as variáveis mais estáveis, em que o relevo mostra-se menos declivoso, até 6%, o peso é 1,0 (categoria fraca), as intermediárias, próximo de 3,0 (categoria média) e as áreas mais vulneráveis, com declividade acima de 30%, somam 5,0 pesos, com categoria muito forte, ficando assim determinado (quadro 01).

Quadro 01: Classificação da fragilidade da declividade

Peso	Classe da declividade	Categoria
01	Até 6%	Muito fraca
02	6 a 12%	Fraca
03	12 a 20%	Média
04	20 a 30%	Forte
05	Acima de 30%	Muito forte

Organizado pelo autor/2021. Adaptado de Ross (1994).

Para as fragilidades do clima, solo, cobertura vegetal e uso da terra foram mantidos os mesmos parâmetros utilizados para o modelo anterior. Cada uma das variáveis foi classificada em cinco pesos de fragilidade, conforme apresentado: Solos - classe de fragilidade, muito baixa (1) a muito forte (5); Cobertura Vegetal - grau de proteção, muito alto (1) a muito baixo (5); Pluviosidade - precipitação média anual (mm/ano), muito fraca (1) a muito forte (5).

A proposta para o estudo das áreas com fragilidade ambiental da bacia do córrego Cachoeirinha passou por alguns procedimentos metodológicos adaptados de Cunha e Oliveira (2015), com etapas e atividades fundamentais, tais como: organização, inventário, análise, diagnóstico, apontamento de medidas mitigadoras, como mostra o quadro 02:

Quadro 02: Ações e atividades desenvolvidas na determinação da fragilidade ambiental da bacia do córrego Cachoeirinha

Fases	Atividades
Organização	Estudos temáticos dos atributos do meio físico da bacia, a definição dos objetivos, nos critérios da investigação em campo, em gabinete e na delimitação da área de estudo.
Inventário	Levantamento dos componentes antrópicos (tipo de uso da terra) e naturais (declividade, solo, clima e vegetação) em um conjunto de

	materiais cartográficos e pesquisa de campo, buscando a compreensão das interações existentes entre os componentes ambientais e socioeconômicos na bacia. Os mapas originais dos elementos ambientais, uso da terra, rede de drenagem e os respectivos graus de fragilidade foram compilados das cartas topográficas e mapas disponíveis nos sites do MapBiomas, versão 5.0, 2019; TOPODATA MDE, folhas 16S585 / 15S585; SEPLAN (2019) CL21, escala 1:100.000 e 1:500.00; IBGE (2019) na escala de 1:250.000; relatório e cartas do Projeto RadamBrasil (1982), escala 1:1.000.000 e de referências literárias.
Análise	Após o tratamento dos dados levantados por meio da integração dos componentes socioeconômicos e ambientais, a análise permitiu a definição dos pesos e as classes das fragilidades, bem como a delimitação das unidades de fragilidade. Ao definir as informações de acordo com as características de cada elemento, realizou-se a álgebra de mapas para soma das pontuações e a obtenção dos mapas de fragilidade. Nessa etapa, foi utilizada a “Calculadora Raster” no software Qgis, de uso gratuito.
Diagnóstico	A classificação foi realizada com base nos limites da bacia, de modo a permitir a sobreposição dos mapas temáticos, a determinação dos pesos e, por fim, a classificação das áreas com fragilidade natural e antrópica, indicando algumas causas e consequências da fragilidade.
Proposição de medidas mitigadoras	Na fase propositiva, foi realizada uma análise de tendências futuras do quadro atual, com sugestões de conservação, de estudos e ações que promovam estabilidade ou a recuperação de áreas degradadas e a adoção de medidas mitigadoras para que o uso da terra seja de modo sustentável.

Adaptado de Cunha e Oliveira (2015).
Organizado pelo autor/2022.

2.2.7 Caracterização do Solo

A caracterização e a definição dos tipos de solos da bacia foram realizadas através do banco de dados (base cartográfica) do IBGE (2019) em escala de 1:250.000 e da descrição morfológica, química e física do Manual de Métodos de Análise de Solo da EMBRAPA (2018).

A descrição morfológica e a coleta das amostras de solo foram realizadas nos perfis estabelecidos em trincheiras abertas, como orientam Santos et al. (2015), encosta de morro e barranco de estrada. Essa etapa foi necessária a fim de tornar os dados suficientes para definir as áreas de maior fragilidade na bacia.

Os perfis 01, 02, 03, 04 e 06 foram abertos em áreas de mata nativa e de pastagem. O perfil 07 foi aberto em barranco de estrada com altura que pudesse mostrar todos os horizontes do solo presentes no ambiente (Figura 03- C). O perfil 05 foi estabelecido em uma base de morro, local onde houve a retirada de material para manutenção de estrada. A atividade deixou um corte ou talude que possibilitou a descrição e a coleta de amostras, demonstrado na Figura 03-B. A Figura 03-D mostra os materiais utilizados na abertura das trincheiras para as coletas.

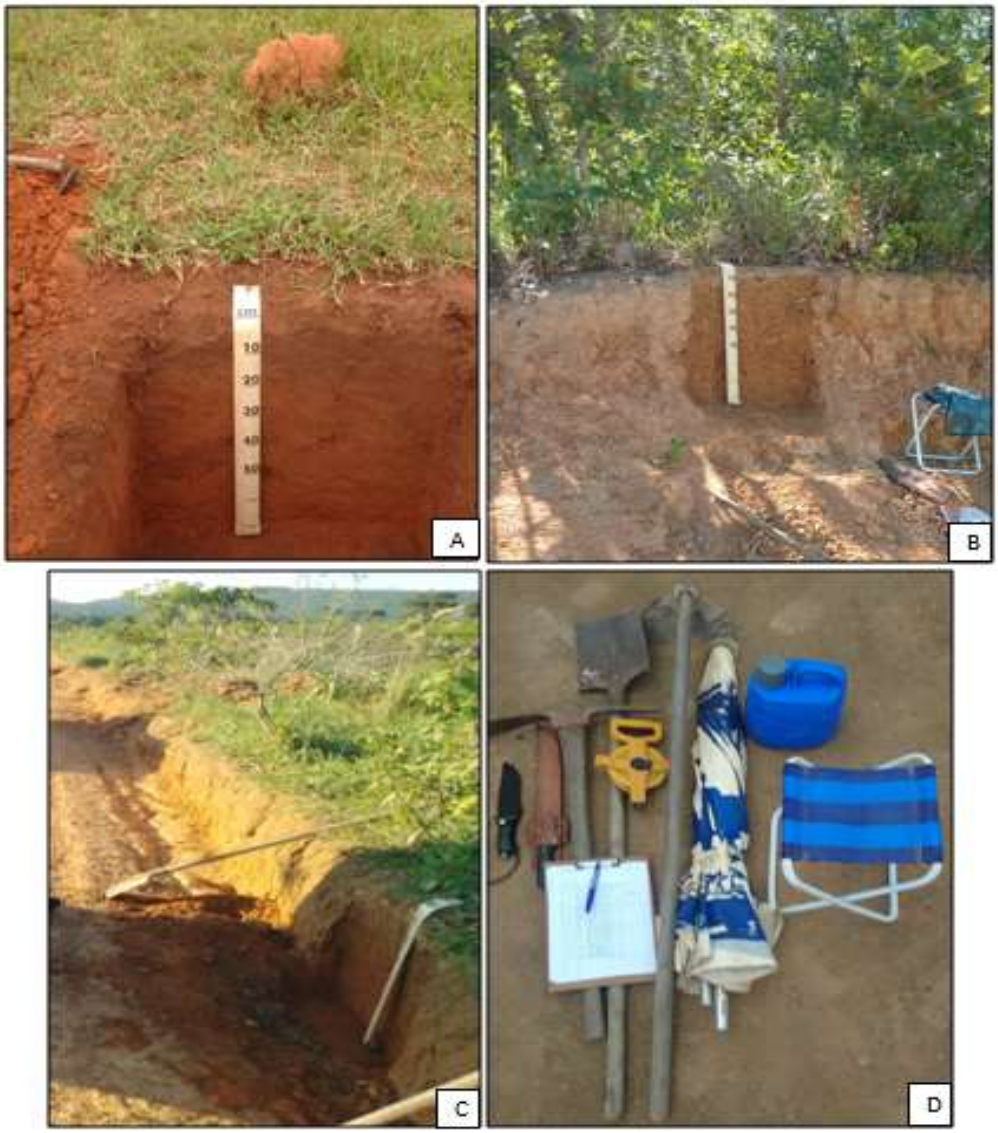


Figura 03: **A**- Trincheira em área de pastagem. **B**- Perfil em encosta de morro. **C**- Perfil em barranco de estrada. **D**- Materiais utilizados na abertura dos perfis. **Fotos**: acervo do autor/2020.

As amostras de solo foram coletadas, acondicionadas em sacolas plásticas, contendo um quilo, etiquetadas com dados de identificação do perfil e do horizonte e levadas ao LAPEGEOF/UNEMAT. No laboratório, as amostras foram secas (TFSA), destorroadas, ensacoladas 50 gramas (Figura 04).



Figura 04: Processo de separação das amostras de solo a serem enviadas ao laboratório.
Foto: Acervo do autor/2020.

As amostras foram enviadas ao laboratório de solos da Empresa Matogrossense de Pesquisa, Assistência e Extensão Rural-EMPAER/MT, localizado em Cuiabá, na Rua Senador Jonas Pinheiro, s/n, bairro Ponte Nova, Várzea Grande-MT (fones: 015-65-3648-9271 e 3648-9273), onde foram realizadas as análises química e física, conforme o Manual de Métodos de Análise de Solo da EMBRAPA (2017).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Fragilidade ambiental da declividade

A declividade da bacia do córrego Cachoeirinha é influenciada por três unidades de relevo: Província Serrana, Depressão do Alto Paraguai e Planície do Rio Paraguai. Na área de domínio da Província, onde o relevo é declivoso, a fragilidade é maior, caracterizando-se em média, forte e muito forte. Dessas declividades, 11,57% enquadram-se na classe muito forte, ou seja, acima de 30% de inclinação, 10,80% da área apresenta fragilidade forte e 11,84%, média, como mostra a Tabela 01.

Tabela 01: Fragilidade ambiental de acordo com a declividade

Fragilidade	Classe	Km²	%
Muito fraca	Até 6%	449,85	47,22
Fraca	De 6 a 12%	176,93	18,57
Média	De 12 a 20%	112,77	11,84
Forte	De 20 a 30%	102,89	10,80
Muito forte	Acima de 30%	110,17	11,57
Total		952,61	100

Fonte: Elaborado com base em Ross (1994). Organização: O autor (2021).

Silveira e Oka-Fiori (2007) fizeram os mesmos apontamentos de fragilidade muito forte para as áreas mais elevadas da bacia do rio Cubatãozinho/PR, onde o relevo tem maior declividade, geralmente, com inclinações superiores a 30%.

As fragilidades média e forte com declividades de 12% a 30% ocupam uma área de 325,83 km², ou seja, 22,64% da bacia (tabela 01). São as encostas das serras e dos morros que possuem a forma rampeada por onde ocorre o escoamento pluvial durante o período de chuva e aparecem algumas nascentes com pequenos fluxos que formam a rede de drenagem que compõem a bacia.

As condições do relevo da Província Serrana, limitantes à ocupação humana, além de contribuir na preservação do entorno de algumas nascentes, têm favorecido a conservação da cobertura vegetal primária (Cerrado), o que minimiza os riscos à erosão e assoreamento relacionados aos fatores naturais e antrópicos na bacia. Rocha et al. (2019), estudando a qualidade ambiental das áreas de nascentes do rio Paraim, extremo sul do Piauí, afirmam que a vegetação serrana desempenha importante serviço para a manutenção da qualidade ambiental da bacia, sendo indispensável que essas regiões tenham uma política eficaz de conservação para promover o equilíbrio ecológico.

As áreas classificadas com fragilidade muito forte, com declividade acima de 30%, aparecem nas feições de relevo em anticlinais com as maiores altitudes localizadas no alto da bacia (Figura 05). Elas incidem nas serras e nos morros mais abaulados de rocha calcária, assim como nas formações de arenito, onde, em alguns locais, existem paredões (escarpas abruptas), que, de modo geral, apresentam altitudes de 250 a 780 metros.

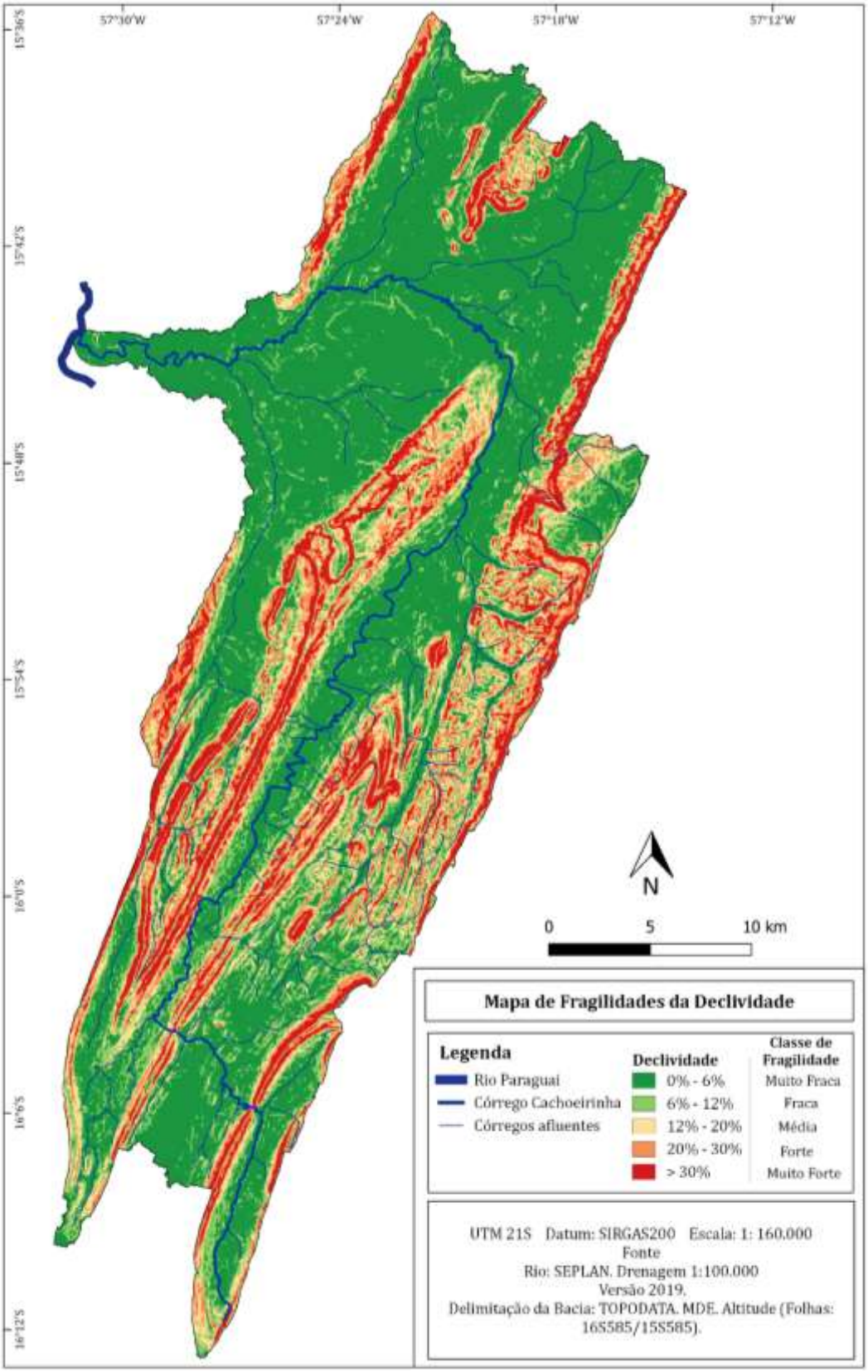


Figura 05: Mapa da fragilidade por declividade.
Organizado pelo autor/2021.

Analisando os compartimentos geomorfológicos da bacia, nota-se que o nível de tratamento, de estudos e intervenções na região da Província Serrana deve ser

maior, em razão da altitude e declividade do relevo, estrutura do solo, dentre outros, que a tornam com fragilidade forte, considerando a integração dos componentes naturais e socioeconômicos que apresentam setores de riscos e impactos ambientais.

Por conta da declividade do relevo, o entendimento da conexão do quadro natural é de extrema importância, pois o funcionamento dos sistemas naturais é interligado. De acordo com Cunha (1998) qualquer alteração a montante de um sistema natural acaba impactando a jusante. Neste sentido, as áreas apontadas com fragilidade forte e muito forte localizadas sobre as serras e os morros da bacia devem ser preservadas com o objetivo de manter estável a relação entre seus elementos, tais como solo, cobertura vegetal e dinâmica fluvial.

Para Ross e Moroz (1997), as áreas com relevo movimentado devem ser compartimentadas e conservadas, uma vez que são unidades que possuem uma dinâmica diferente e acelerada no fluxo de matéria e energia entre os sistemas. Eles apontam que as áreas elevadas, de topo, são propícias à produção e movimentação de sedimentos. As encostas são locais por onde ocorre a dispersão ou o transporte do material e as áreas de recepção, que apresentam baixo declive, são localizadas no fundo dos vales, onde prevalece a deposição do material recebido.

As áreas com fragilidade muito fraca e fraca aparecem nos vales das serras da Depressão do Alto Paraguai, composta pela litologia da formação Sepotuba (folhelhos e siltitos), e na Planície do Rio Paraguai, com embasamento da Formação Pantanal, ocupando uma área de 65,79% da bacia, explorada pela criação de bovinos, mostrado na Figura 06.



Figura 06: Área de transição da Depressão do Alto Paraguai para a Planície do Rio Paraguai com fragilidade muito fraca a fraca. Foto: Acervo do autor/2021.

Essa área mesmo apresentando essas classes de fragilidade, principalmente pelas características do relevo, pelo seu uso, tem sido promovida a perda da qualidade

ambiental com a redução e até a eliminação das funções ou conexão ecológica, pela retirada da cobertura vegetal.

O cultivo de produtos agrícolas e da pastagem não pode substituir os serviços ecológicos da vegetação primária quanto à proteção do solo ou servir de habitat à fauna. Para Cunha e Oliveira (2015), isso poderá levar à manifestação de um número significativo de problemas ambientais, tais como perda de solo, assoreamento fluvial, até a eliminação da fauna e flora local.

Nesse contexto, evidencia-se a necessidade da manutenção da cobertura vegetal presente sobre a região da Província Serrana, com o objetivo de evitar os efeitos erosivos e conservar a qualidade dos canais fluviais. Para Degrande e Bortoluzzi (2020), o cultivo de culturas agrícolas temporárias ou a pecuária, sob manejo inadequado, pode impactar diretamente os corpos hídricos de uma bacia, principalmente, relacionado aos processos de erosão acelerada.

3.2 Fragilidade ambiental do clima

A bacia do córrego Cachoeirinha encontra-se em uma região de domínio do clima tropical (Aw). Em consequência da variação da altitude do relevo, originaram-se duas unidades climáticas com características distintas: Tropical de Altitude Mesotérmico Quente da Fachada Meridional das Chapadas e Planaltos e o Tropical Megatérmico Sub-Úmido das Depressões e Pantanais de Mato Grosso.

Os tipos climáticos compõem uma situação pluviométrica irregular durante o ano, com duas estações bem definidas, sendo um período com chuva e outro com estiagem. Isso incorreu em uma área com maior fragilidade (fragilidade forte), com chuvas frequentes e episódios de alta intensidade (volume de chuva) na região da Província Serrana no alto curso da bacia e outra com volumes anuais menores na Depressão do Alto Paraguai e na Planície do Rio Paraguai, gerando menor grau de fragilidade (fragilidade média), como mostra a Tabela 02.

Tabela 02: Classe da Fragilidade Ambiental de acordo com o clima

Fragilidade Ambiental	Classe	Km²	%
Muito fraca	Situação Pluviométrica com distribuição regular ao longo do ano, com volumes anuais não muito superiores a 1.000 mm/ano.	0	0
Fraca	Situação Pluviométrica com distribuição regular ao longo do ano, com volumes anuais não muito superiores a 2.000 mm/ano.	0	0

Média	Situação pluviométrica com distribuição anual desigual, período seco chegando a 8 meses, com maiores intensidades de chuva de dezembro a março e a pluviosidade anual até 1400mm.	293,77	30,84
Forte	Situação pluviométrica com distribuição anual desigual, com período de 4 meses de seca e alta concentração das chuvas no verão entre novembro e abril quando ocorrem entre 70 a 80% do total das chuvas, chegando a 1600mm.	658,84	69,16
Muito forte	Situação pluviométrica com distribuição regular, ou não, ao longo do ano, com grandes volumes anuais ultrapassando 2.500 mm/ano; ou ainda comportamentos pluviométricos irregulares ao longo do ano, com episódios de chuva de alta intensidade e volumes anuais baixos, geralmente abaixo de 900 mm/ano (semi-árido).	0	0
Total		952,61	100

Fonte: Adaptação de Ross (1994).
Organização: O autor/2021.

Além da circulação atmosférica, a composição das duas unidades climáticas na bacia do Cachoeirinha ocorre sob forte influência do relevo. A topografia na região favorece a ocorrência de fortes chuvas orográficas na região da morraria, que são intensificadas no verão e, com menor índice, na região da planície. Isso explica a atribuição de um valor de fragilidade mais acentuado na região de maior altitude no que se refere ao fator pluviosidade, como explica Ross (2012), abordando sobre as potencialidades e fragilidades terrestres, que considera a influência da ação do escoamento superficial das águas pluviais como agentes erosivos.

Oliveira et al. (2018) referem-se às chuvas orográficas nos lugares de altitude, fazendo dos relevos mais elevados o processo de barlaventos e sota-ventos, que resultam na ocorrência das chuvas e no aumento da umidade para as áreas a jusante.

A classe de fragilidade climática média compreende o domínio do clima Tropical Megatérmico, ocupando uma área de 30,84% ou 293,77 km² (Tabela 02), localizada no médio e baixo curso da bacia na área da Depressão do Alto Paraguai e da Planície do rio Paraguai, com altitudes oscilando entre 129 a 250 metros, onde a precipitação varia de 1300 a 1400 mm anuais, caracterizado, principalmente, pelo aumento da intensidade da chuva durante os meses de dezembro a março.

A área com fragilidade forte aparece ocupando 69,16% da bacia. O clima dessa região é o Tropical de Altitude Mesotérmico Quente da Fachada Meridional das

Chapadas e Planaltos, que apresenta índices pluviométricos de 1400 a 1600 mm, com alta concentração das chuvas (70 a 80%) nos meses de novembro a abril, período de cheia na bacia (Tabela 02). Esse domínio climático está sobre as formações geomorfológicas da Província Serrana no alto curso da bacia em altitudes acima 300 metros, chegando a 788 metros, a qual contribui diretamente no processo de dissecação do relevo.

O grau de fragilidade ambiental é aumentado por conta do volume de chuvas nas áreas com declividade presente nas serras e morros, que formam espaços susceptíveis a processos erosivos pelo escoamento superficial. Segundo Guerra e Mendonça (2014), a inclinação do terreno é o fator que influencia fortemente nas perdas de solo através da erosão hídrica, pois, à medida que ela incide ao longo das vertentes, aumenta o volume e a velocidade da enxurrada, diminuindo a infiltração da água. Para Melo (2007), as áreas com altitudes elevadas apresentam alternâncias significativas no índice de umidade no solo durante o período de estiagem, comprometendo o aproveitamento agrícola e, na estação chuvosa, podem ocorrer anomalias excessivas no regime de precipitação, causando extremas enchentes em razão do rápido escoamento para as vertentes.

Massa e Ross (2012), estudando a fragilidade ambiental relevo-solo na Serra da Cantareira, bacia do Córrego do Bispo-SP, enfocam a importância em ressaltar as informações climatológicas, principalmente, relacionadas às precipitações, por exercerem ação direta na dinâmica do sistema ambiental, regular o regime hídrico da bacia e influenciar nas formas do relevo por meio do intemperismo e erosão pluvial e fluvial.

A Figura 07 mostra a distribuição das duas unidades climáticas, evidenciando o clima tropical de altitude, presente na cabeceira da bacia, com os maiores índices de chuva, onde estão as nascentes. Nessas áreas, aparece o arenito (Formação Raizama), que, pela sua capacidade de infiltração primária, permite a recarga do lençol freático, nascentes e aquíferos.

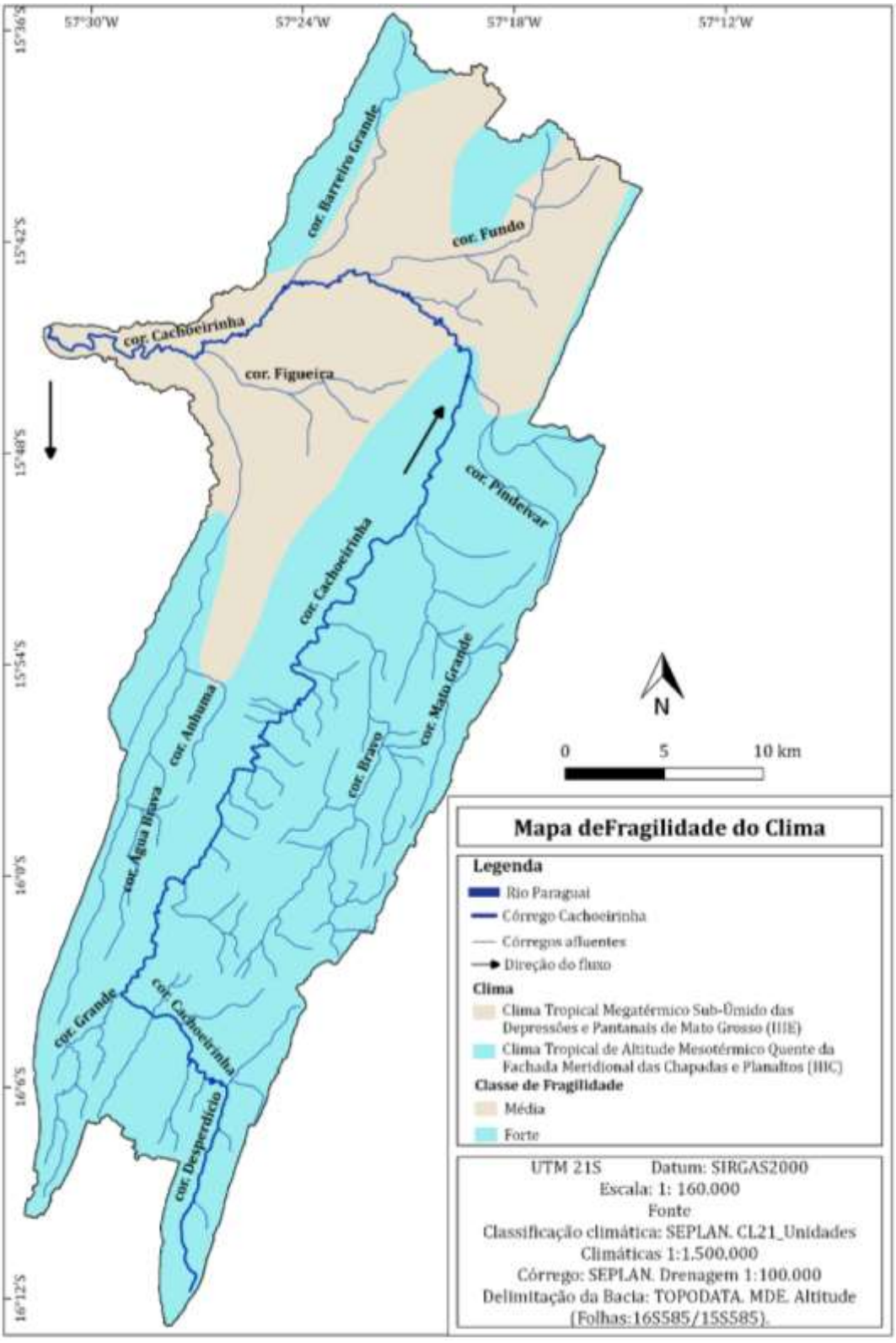


Figura 07: Mapa da distribuição climática e das classes de fragilidade da bacia. Organizado pelo autor/2021.

Além da altitude, da declividade e da precipitação com resultados na dissecação do relevo (modelagem), no aprofundamento das vertentes fluviais e na produção de sedimentos nos córregos que compõem a bacia, a exploração

econômica, através da pecuária e do monocultivo, tem tornado essa região passiva de mudanças ambientais. Esse fato é discutido por Farias (2019) na bacia hidrográfica do córrego Taquaral, Cáceres/MT, a qual também apresenta áreas com altitude na Província Serrana e intensa exploração econômica, resultando em processos erosivos e mudanças na paisagem. Isso mostra a necessidade de intervenções com objetivo de nortear o uso da terra nas áreas elevadas de modo a conservar as características naturais e a conectividade dos seus elementos.

3.3 Fragilidade ambiental do solo

Com valores mais expressivos, observa-se que 57,9% da área possui solos com característica de fragilidade forte, 0,38% na classe de fragilidade muito forte, 40,44% com fragilidade fraca e nenhuma classificação muito fraca (tabela 03).

Tabela 03: Classe da Fragilidade Ambiental de acordo com a classificação do solo

Classe de solos	Características	Classe de fragilidade	Área Km²	%
-	-	Muito fraca	0	0
Latossolo Vermelho Distrófico típico / Latossolo Vermelho Distrófico típico / Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico	Solos profundos; franco-argiloarenosa / franco-arenosa / argiloarenosa; bem drenado, relevo plano	Fraca	385,24	40,44
Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico arênico	Solo desenvolvido, franco-argiloarenosa, relevo plano, imperfeitamente drenado	Média	12,24	1,28
Cambissolo Háplico Tb distrófico típico / Neossolo Regolítico distrófico leptofragmentário	Solo em desenvolvimento / raso, textura argila / franco-argiloarenosa, relevo ondulado / forte ondulado	Forte	551,54	57,9
Neossolo Flúvico Tb eutrófico típico / Neossolo Litólico eutrófico	Francoarenosa, relevo plano / movimentado	Muito forte	3,59	0,38
Total	-	-	952,61	100

Fonte: Elaborado com base em Ross (1994), Periçato e Souza (2019)[1], Silva et al. (2020)[2], Vale et al. (2016)[3]. Organizado pelo autor/2021.

A classe de solo com fragilidade forte (Cambissolo Háplico Tb distrófico típico e Neossolo Regolítico distrófico leptofragmentário) ocorre nas áreas onde estão as serras e os morros da Província Serrana, em que o relevo é declivoso. Nessa região,

[1] http://periodicos.pucminas.br/index.php/geografia/article/view/19826
[2] https://periodicos.ufjf.br/index.php/geografia/article/view/31803/21654
[3] https://www.scielo.br/pdf/floram/v23n2/2179-8087-floram-2179-8087107714.pdf

o solo constitui-se com finas camadas sobre as rochas, como observado na Figura 08, recoberto por gramíneas e a vegetação do Cerrado, composta por um extrato arbustivo espaçado.



Figura 08: **A** - Cambissolo Háplico Tb distrófico típico. **B** - Neossolo Regolítico distrófico leptofragmentário. Fotos: Acervo do autor/2021.

Nesses ambientes, a declividade permite a remoção de material superficial, inibindo os processos pedogenéticos, e ainda podendo contribuir com a ação de agentes erosivos durante o período chuvoso. Em estudo realizado por Gomes et al. (2015), determinando a fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do córrego Moeda, Três Lagoas/MS, o Cambissolo também apareceu no alto curso da bacia, classificado com fragilidade ambiental muito alta, sendo a área da bacia mais restritiva ao uso.

O Neossolo Litólico eutrófico também aparece com fragilidade ambiental muito forte por se localizar no alto curso, em altitude acima de 500 metros, próximo às nascentes do córrego Cachoeirinha. De acordo com EMBRAPA (2013), esse solo é pouco evoluído e está em contato lítico, com espessura inferior a 20 cm. Para Lepsch (2002), o Neossolo Litólico é um solo jovem presente em áreas de relevo movimentado, cuja velocidade de formação é menor ou equipara-se à velocidade da

erosão. Mesmo apresentando características de fertilidade, esse solo não é explorado, pois o local é em topo de serra, uma área que requer a preservação por conta da Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012 (Código Florestal), das condições naturais de declividade e de acesso, que impossibilita a exploração econômica.

Crepani et al. (2001) também apontaram fragilidade muito alta em áreas de relevo movimentado e em planícies fluviais. Em se tratando de planícies, a fragilidade muito forte também aparece na área com Neossolo Flúvico Tb eutrófico típico, com a textura francoarenosa, imperfeitamente drenado, localizada em região plana, na planície do rio Paraguai, coberta por vegetação com extrato arbóreo com dossel emergente. Devido à baixa condição de infiltração pluvial, favorece ao escoamento superficial. Sua formação é derivada de sedimentos aluviais, com alto teor de areia, o que o torna muito friável e com pouca estrutura (EMBRAPA, 2013).

A principal atividade econômica no entorno da área onde aparece o Neossolo Flúvico (fragilidade muito forte) é a pecuária extensiva, sem rotatividade de pastagem, o que, certamente, poderá contribuir para a degradação dos solos nessa parte da bacia.

Na bacia do córrego Cachoeirinha, por apresentar características naturais complexas (conectividade dos elementos), é necessário que toda atividade econômica de uso da terra, principalmente, a agricultura e a pecuária, desenvolva um planejamento ambiental prévio. É essencial conhecer as características do ambiente, especialmente os solos, para que se possa definir as formas do manejo mais adequadas visando à manutenção da qualidade ambiental.

No médio curso, onde aparece o Latossolo Vermelho Amarelo típico, existem algumas áreas que, em décadas passadas, foram ocupadas por pastagens e depois abandonadas, favorecendo a regeneração da vegetação nativa, mostrado na Figura 09. Nota-se, nas observações em campo, que as pastagens no entorno estão degradadas, deixando o solo exposto, servindo de indicador de um dos motivos que tenha provocado o abandono da exploração da terra. Por mais que a fragilidade seja fraca em razão, principalmente, da baixa declividade, os nutrientes do solo não têm promovido o bom desenvolvimento dos cultivos, necessitando de manejo adequado.



Figura 09: Área com pastagem degradada, que foi abandonada, favorecendo a regeneração da vegetação do Cerrado. Fotos: Acervo do autor/2020. Imagem: Google Earth Pro/1985.

Observando a Figura 09, é possível verificar, na imagem do Google, que em todo o lado Leste da área degradada aparecem relevos movimentados cobertos pela vegetação do Cerrado. Do lado oeste, estão os morros isolados, onde aparecem as trilhas do gado que circulam pela pastagem degradada e em direção ao córrego Cachoeirinha, que é utilizado para dessedentação.

Na Figura 10, é possível analisar a distribuição geográfica dos solos da bacia e suas respectivas classes de fragilidades, desde os solos do alto curso ou cabeceira, região com relevo movimentado com fragilidade muito forte, aos da planície com fragilidade fraca.

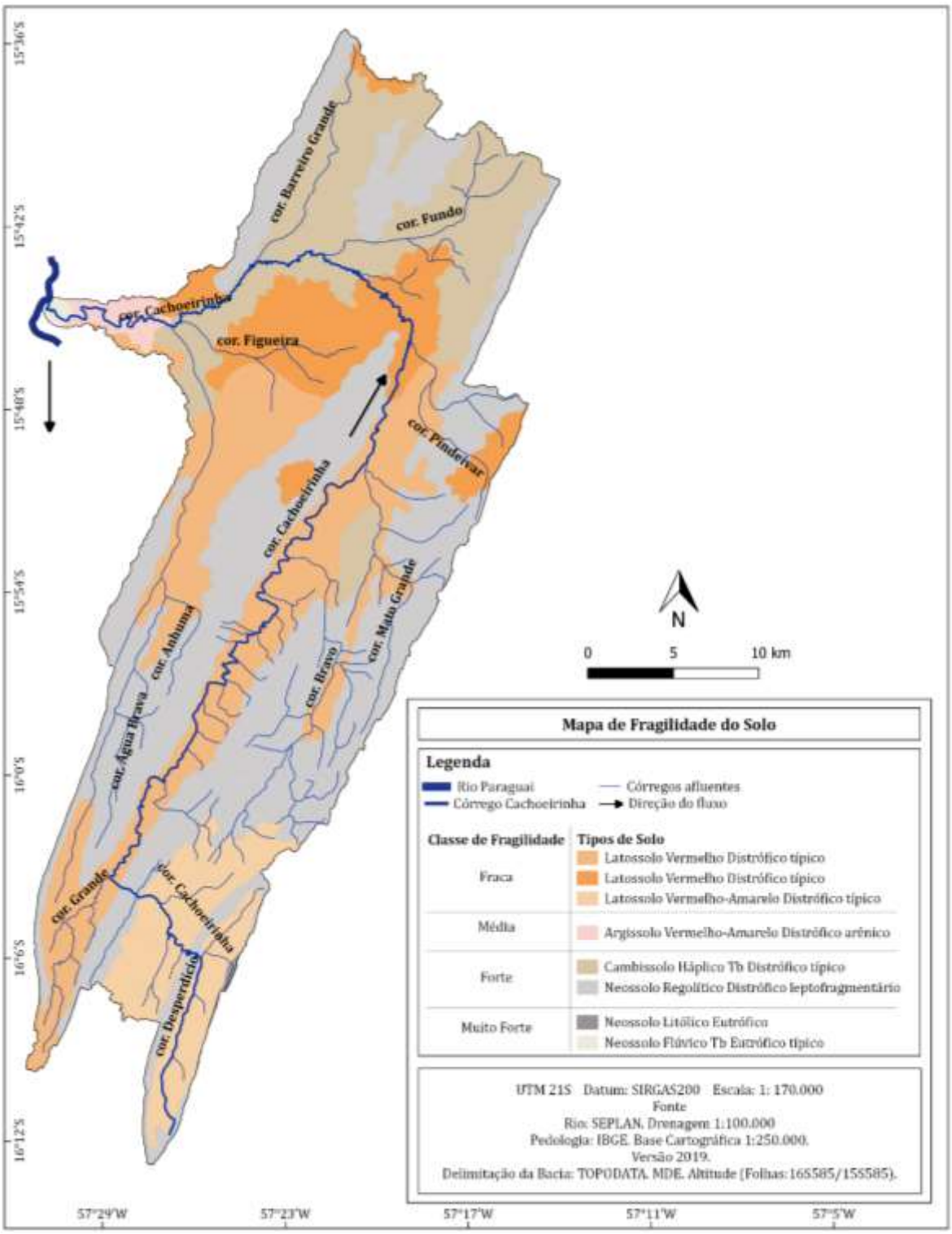


Figura 10: Mapa de distribuição dos solos da bacia.
Organizado pelo autor/2020.

Os latossolos aparecem com fragilidade fraca, por serem áreas onde o relevo é plano. Esses solos estão situados em dois vales na Depressão do Alto Paraguai no alto curso da bacia (região da cabeceira) e na Planície do Rio Paraguai, onde o escoamento superficial é mais lento. Nessas áreas, vem ocorrendo o avanço do agronegócio (monocultivo) e a prática da pecuária, como mostra a Figura 11.



Figura 11: A - Produção de grãos (soja) em área de latossolo, região de cabeceira da bacia. **B** – Pecuária bovina. Fotos: Acervo do autor/2020.

Através do mapa de fragilidade potencial, evidencia-se que, nas áreas onde aparecem os latossolos no alto curso, mesmo com fragilidade fraca, faz-se necessário que o uso da terra não seja facilitador de processos erosivos em consequência das culturas temporárias que deixam o solo sem cobertura por um período durante o ano. Para Degrande e Bortoluzzi (2020), quando esses solos são submetidos a intensas precipitações, podem favorecer a ocorrência da erosão laminar, o surgimento de sulcos, ravinas e até voçorocas.

O monocultivo associado ao latossolo tem crescido na bacia, ocupando áreas sensíveis a impactos, como, por exemplo, a região da cabeceira. Para o pleno desenvolvimento das atividades, vem sendo promovido o desmatamento em áreas de encosta, queimadas, compactação do solo, uso de agrotóxico, dentre outros, que poderão levar a futuras consequências, tais como: contaminação da água da superfície e da subsuperfície, redução da quantidade e da qualidade das nascentes e o assoreamento de vertentes fluviais.

Em estudo realizado por Braga et al. (2017, p. 08), os latossólicos também aparecem com fragilidade fraca. Caracterizam-se por serem constituídos de material mineral, além de serem profundos, “bem drenados, devido aos altos teores de areia, com alto grau de intemperização e ocorrem em relevos planos e suavemente

ondulados, possuindo propriedades físicas favoráveis à utilização agrícola". Periçato e Souza (2019), estudando as fragilidades na bacia hidrográfica do rio das Antas, noroeste do Paraná, também classificaram com fragilidade muito fraca as áreas de ocorrência dos Latossolos Vermelhos com textura argilosa, assinalando que "os solos de textura argilosa são menos suscetíveis aos processos erosivos quando comparados aos solos de textura média. Deste modo, a associação deste solo com a baixa declividade resultou numa baixa fragilidade potencial". Nesse contexto, evidencia-se que, mesmo com diferentes texturas, ainda se mantém a baixa fragilidade, entretanto, há a necessidade do uso da terra com métodos que produzam baixos impactos.

Alves et al. (2016) orientam que os latossolos, mesmo em áreas com declividade menos acentuada, suas características texturais podem influenciar na estabilidade da conservação. Com a ausência de cobertura vegetal, quanto maior o percentual de areia no solo, maior a propensão à perda de partículas, seja por processos erosivos causados pelo escoamento superficial em razão da intensidade da chuva, seja pela erosão eólica.

3.4 Fragilidade ambiental do uso e da cobertura da terra

Considerando o uso e a cobertura da terra, a bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha apresenta 62,94% da sua área com fragilidade ambiental muito fraca e fraca (Tabela 04). A fragilidade muito fraca ocorre na cobertura natural com a formação Florestal (23,57%) encontrada nas margens de alguns canais fluviais, no entorno das nascentes, área de planície e nos sopés das serras, onde o solo é mais fértil e úmido.

Tabela 04: Classes de Fragilidade Ambiental de acordo com o uso e cobertura da terra

Fragilidade Ambiental	Classe	Km²	%
Muito fraca	Formação florestal	224,56	23,57
Fraca	Formação Savânica e formação campestre	375,06	39,37
Média	Pastagens	334,13	35,08
Forte	Soja	16,51	1,73
Muito forte	Áreas desmatadas e queimadas recentemente, solo exposto por arado/gradeação (outras áreas não vegetadas)	2,35	0,25
Total		952,61	100

Fonte: Elaborado com base em Ross (1994).
Organizado pelo autor/2021.

Na região da Planície do Rio Paraguai, em algumas áreas, foi mantido o sistema natural com a preservação da mata ciliar, onde não ocorreu a exploração antrópica, resultando em um grau de conservação das características naturais. Essas áreas, compostas principalmente de mata com dossel emergente, continuam sendo capazes de cumprir a função ecológica.

A fragilidade fraca aparece nas formações Savânica e Campestre (39,37%), relativas ao Cerrado, ocupando a maior área da bacia, presentes sobre as serras e os morros da Província Serrana. Esses ambientes, por suas limitações naturais, com serras, morros, escarpas e encostas declivosas, impossibilitam a exploração econômica, o que favorece a preservação da vegetação, contribuindo no controle de processos erosivos e na conservação do solo. Essa fragilidade, embora sendo fraca, com baixo grau de risco, é uma área com estado ambiental instável relacionado ao intenso processo de erosão, se associado ao uso antrópico. É necessário que se mantenha a conservação para que aconteça a dinâmica de funcionamento da paisagem natural para evitar problemas ambientais. Isso garante as características iniciais, com maior estabilidade, uma vez que é uma região com grande potencial de fragilidade, caso seja explorada de maneira indevida.

Verdum et al. (2016) tratam da necessidade da conservação e da recuperação das áreas com relevo movimentado, onde houve a degradação do solo, bem como orientam com as metodologias de se fazer o isolamento através de cerca, introduzir mudas florestais nativas, fazer a cobertura do solo com restos de culturas que proporcionem uma entrada de matéria orgânica, podendo associar ao cultivo de pastagens com a finalidade de proteger a superfície.

A pecuária, sendo a maior atividade econômica da bacia, aparece com área de pastagem equivalente a 35,08% (tabela 04) com fragilidade ambiental média. Está presente em algumas encostas de serras e morros, nos vales da Província Serrana, na Depressão do Alto Paraguai e na Planície do Rio Paraguai. Essa atividade tem provido o desenvolvimento econômico da região, entretanto, vem contribuindo com o desmatamento de áreas protegidas por lei, como, por exemplo, as encostas das serras, como mostra a Figura 12.

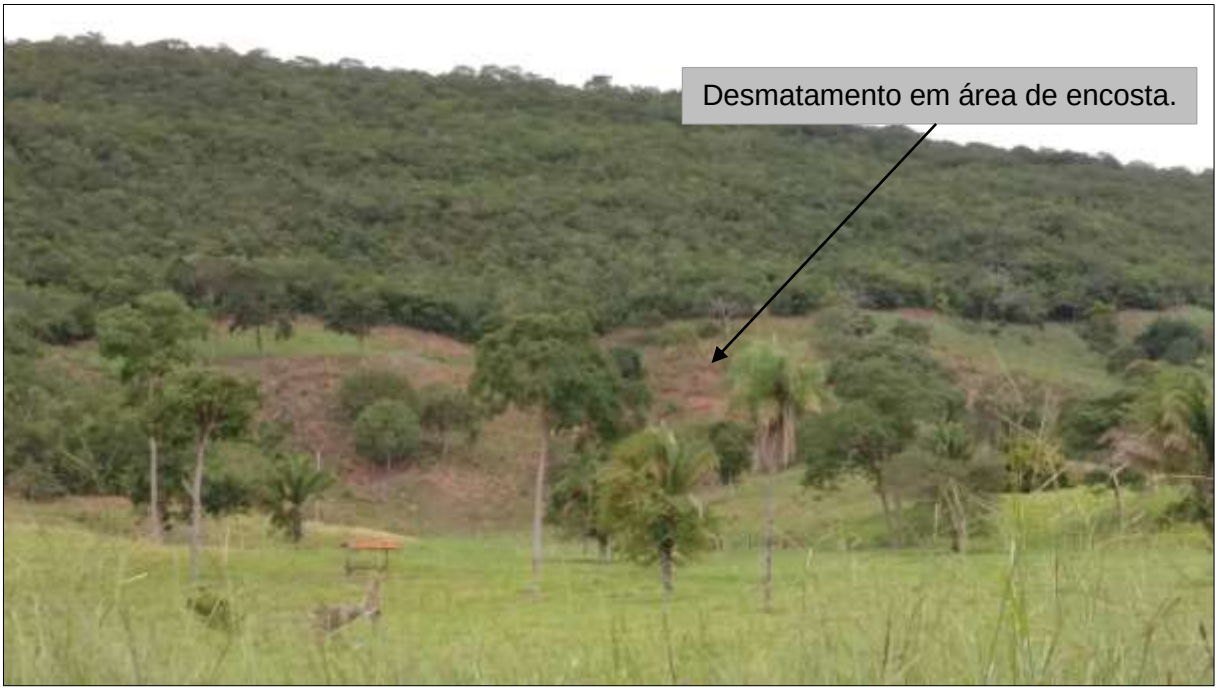


Figura 12: Desmatamento na encosta da serra para cultivo de pastagem.
Foto: Acervo do autor/2021.

Com a redução das áreas planas a serem ocupadas, algumas propriedades estão expandindo a exploração nas encostas das serras, o que tem aumentado a fragilidade do ambiente, principalmente, reduzindo as áreas cobertas pela vegetação do Cerrado. Mesmo sendo uma ocupação já consolidada na bacia, a área explorada pela pecuária foi definida com fragilidade média, necessitando de melhoramento ambiental, pois consitui áreas em que houve uma modificação do sistema natural, até irreversível para a capacidade de resiliência local, precisando ser tomadas algumas medidas visando à sustentabilidade da cadeia produtiva, com menor risco ao sistema ambiental.

O tipo de uso e cobertura da terra na bacia do córrego Cachoeirinha tem influenciado diretamente na intensidade da fragilidade do ambiente. Para Jain e Goel (2002), isso determina a magnitude das ações de agentes erosivos, na capacidade de infiltração da água, na conservação da qualidade do solo, dos canais fluviais e das nascentes.

A área com fragilidade forte aparece onde ocorre o plantio da soja, ocupando 1,73% na região do alto curso da bacia (Figura 13). Apesar desse cultivo ser uma importante *commodity* brasileira, ela não se faz presente por toda a bacia, por conta dos dobramentos, relevo declivoso, proximidade dos interflúvios, o que impossibilita o uso intenso de maquinário agrícola.

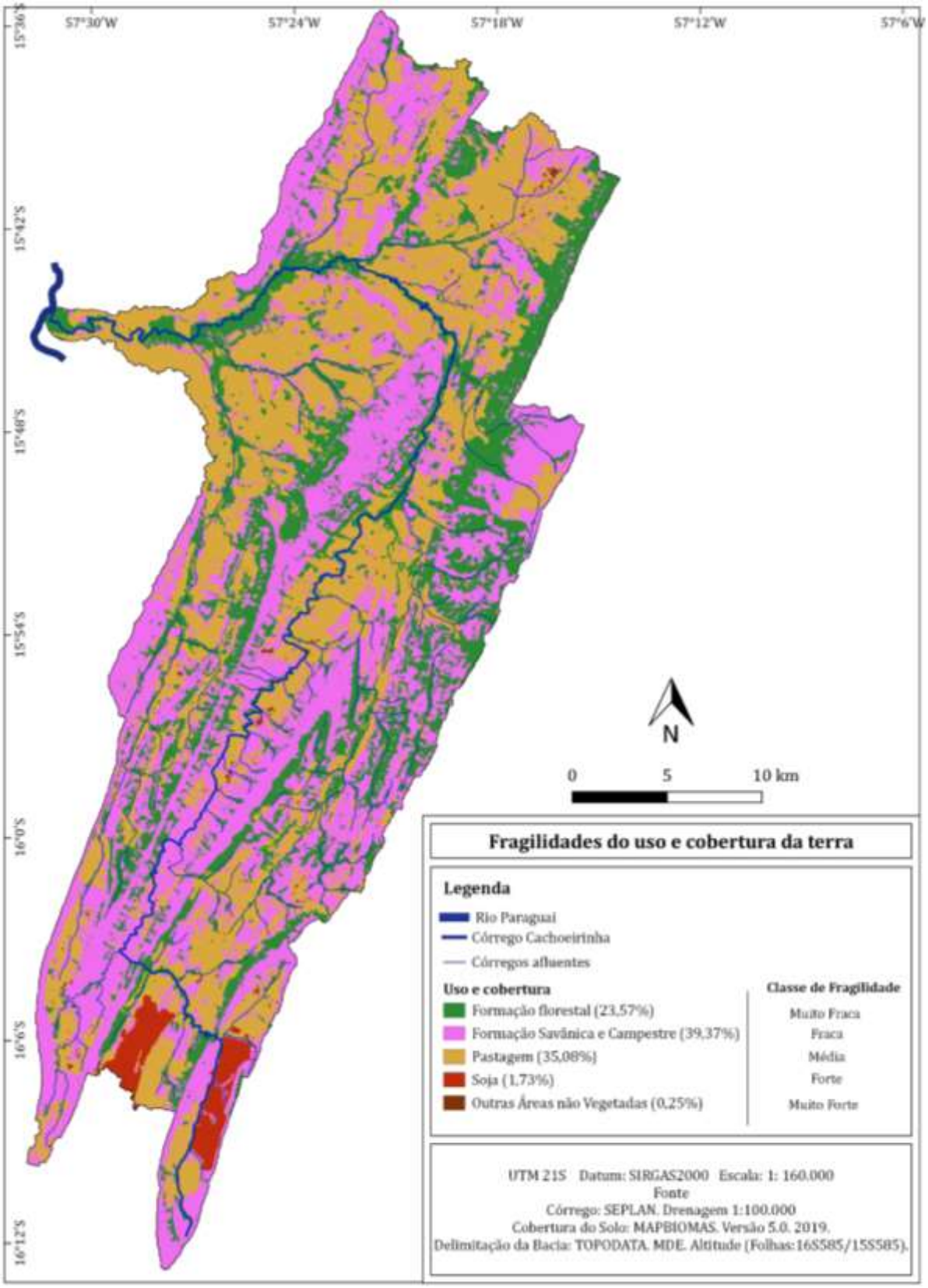


Figura 13: Mapa de fragilidade do uso e cobertura da terra na bacia do córrego Cachoeirinha
Organizado pelo autor/2020.

O Cerrado constitui-se como o principal domínio de cobertura vegetal na bacia, conectado entre si nas variadas formas de relevo da Província Serrana à Planície do

Rio Paraguai, formando corredores ecológicos sobre as serras e a vegetação ripária presente nos fundos dos vales nas margens dos canais fluviais do baixo ao alto curso da bacia. Entretanto, a expansão agrícola e a pecuária têm causado a perda desses habitats, ameaçando a conservação da fauna e da flora, até mesmo da resiliência de áreas já impactadas, como mostra a Figura 14.



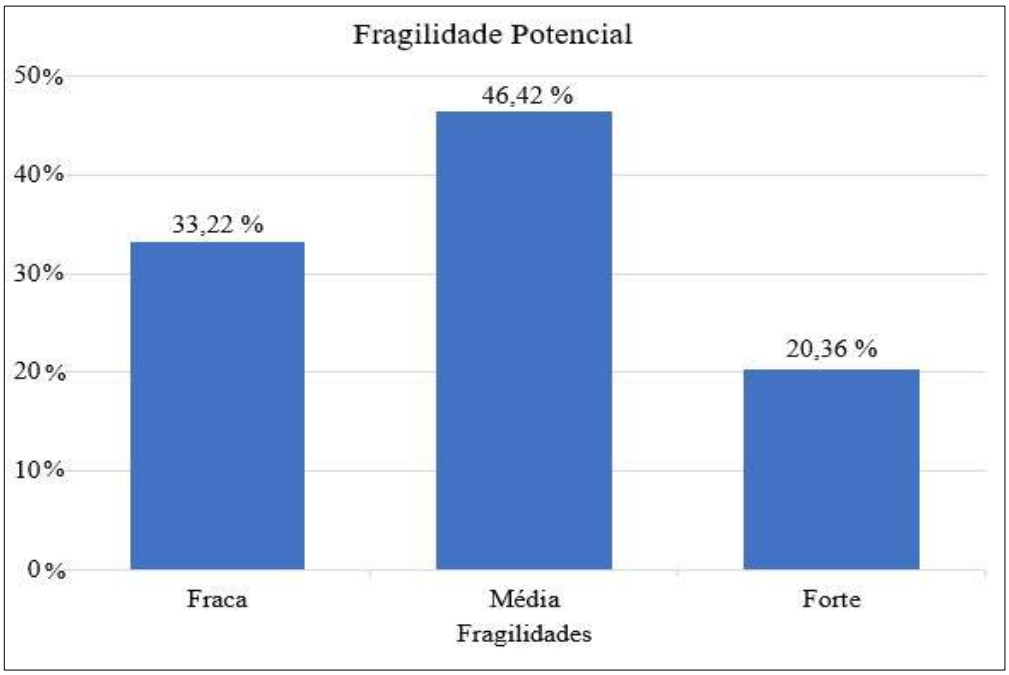
Figura 14: Fragmentação da vegetação do Cerrado na área da Província Serrana.
Foto: Acervo do autor/2021.

Santos (2014), pesquisando a fragilidade natural e antrópica no oeste da Bahia, também constatou que a modernização agrícola e o avanço da pecuária sobre áreas naturais provocaram a fragmentação da paisagem, bem como a perda contínua de habitat natural. Em relação ao aspecto socioambiental presente na sociedade contemporânea, Jacob (1999) afirma que os impactos dos seres humanos sobre a natureza estão cada vez mais complexos, tanto quantitativos como qualitativos e que é inevitável e urgente a prática do conceito de desenvolvimento sustentável para enfrentar a presente crise ecológica.

3.5 Fragilidade Potencial

Considerando os fatores declividade, pedologia e precipitação, foi determinada a fragilidade potencial da bacia hidrográfica do Córrego Cachoeirinha, onde foram apontadas três classes de fragilidade: fraca, média e forte. A classe de fragilidade média ocupa 46,42%, o maior percentual de área equivalente a 442,23 km², a fraca com 33,22%, o que corresponde a 316,43 km², seguida pela classe forte, com 193,61 km² de área ou 20,36% da bacia (Figura 15).

Figura 15: Classes de Fragilidade Potencial da bacia hidrográfica do Córrego Cachoeirinha



Organizado pelo autor/2022.

Nas áreas com fragilidade fraca (33,22%), além da menor declividade no fundo dos vales e na planície, encontram-se solos classificados de fraca fragilidade (Latossolo Vermelho Distrófico típico (franco-argiloarenosa), Latossolo Vermelho Distrófico típico (franco-arenosa) e o Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico (argiloarenosa) bem desenvolvidos. Gonçalves et al. (2011) também fizeram o mesmo apontamento correspondente as classes de fragilidade potencial baixa, indicando que há uma relação entre a ocorrência dos Latossolos com a predominância das classes de declividade muito baixa e baixa.

A classe de fragilidade média (46,42%) foi influenciada pela declividade localizada nas adjacências das áreas mais declivosas do alto curso da bacia. No baixo curso, ela aparece em locais sem declives, porém, com a combinação do solo com elevado grau de fragilidade na planície do rio Paraguai e ao fator pluviométrico de fragilidade média, caracterizado pelas chuvas concentradas entre dezembro e março.

Apesar da fragilidade potencial utilizar três fatores para a classificação, na bacia do Córrego Cachoeirinha, o fator declividade é o mais relevante, pois as áreas com forte grau de fragilidade (20,63% da bacia) incidem nas áreas de maior altitude no alto curso da bacia, região onde se encontram as nascentes da rede de drenagem, como pode ser observado na Figura 16.

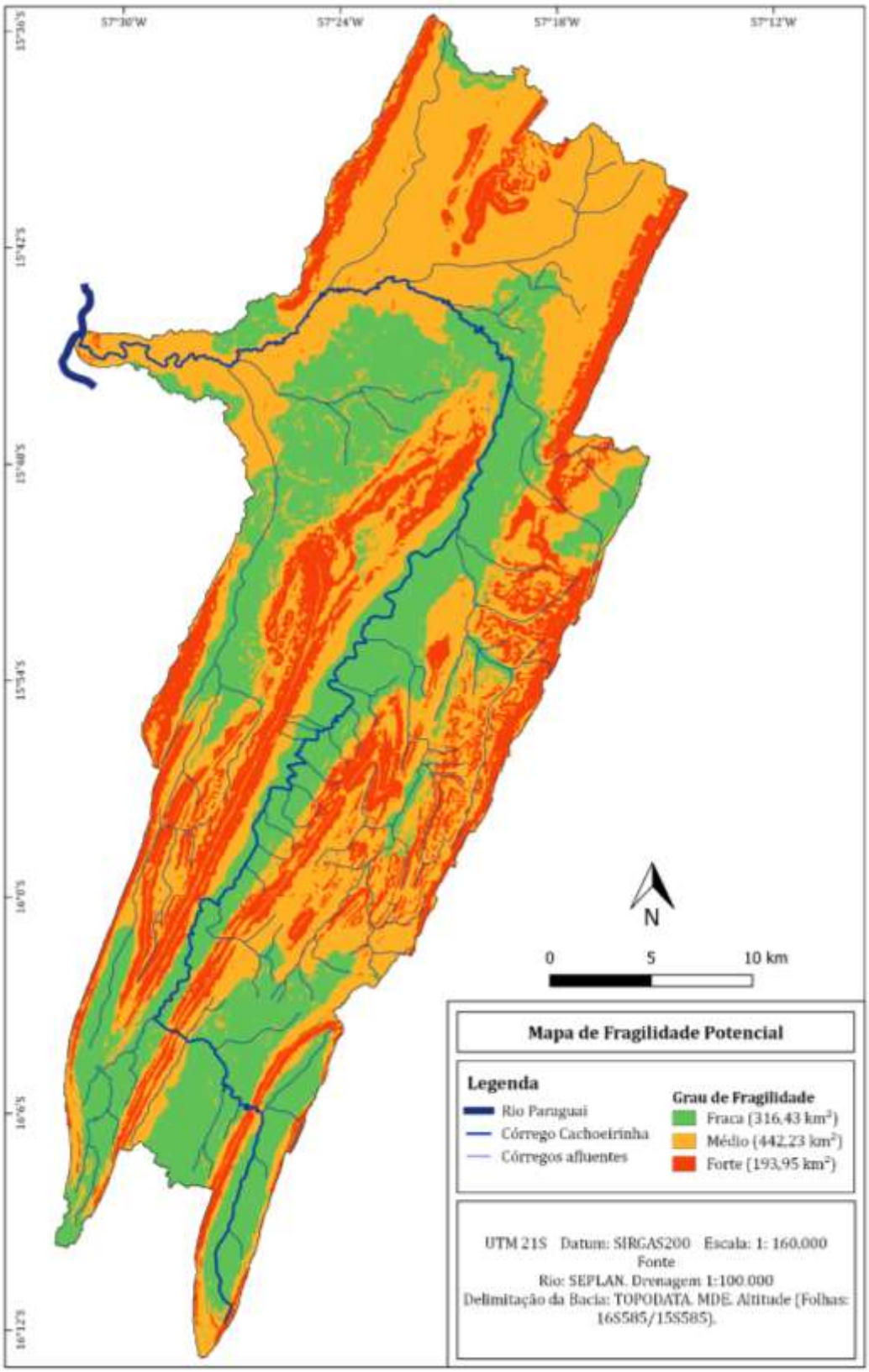


Figura 16: Mapa de fragilidade Potencial
Elaborado pelo autor (2021).

Para Melo (2007), a declividade do terreno não se constitui como o principal agente que promove os processos erosivos, pois os atributos do solo, o comprimento

da encosta, a cobertura do solo, a morfologia das vertentes, a intensidade das chuvas, dentre outros, são importantes na análise da fragilidade ambiental.

Analisando os elementos indicadores de fragilidade alta, os solos encontrados nas áreas de maior declividade são considerados de elevado grau de fragilidade (Cambissolo Háplico Tb distrófico típico (argiloso) e o Neossolo Regolítico distrófico leptofragmentário (franco-argiloarenosa) por serem solos rasos e pouco desenvolvidos (Figura 17). Esse fato também foi apontado por Kawakubo et al. (2005) na bacia do córrego do Onofre, Atibaia/SP, onde as maiores fragilidades do solo apareceram nas áreas de maior altitude.



Figura 17: Área com fragilidade forte localizada em topo de serra no alto curso.
Foto: Acervo do autor/2021.

Essas áreas são localizadas em topos e encostas de serras e morros, onde a cobertura vegetal (Cerrado) é esparsa, o que reduz sua capacidade de proteção, deixando o solo exposto susceptível aos processos erosivos.

Nas superfícies do baixo curso, onde se encontra a planície de inundação, aparecem pontos considerados como áreas de fragilidade forte (Figura 16). Essas localidades são frágeis, em consequência dos períodos que são inundadas durante o verão (estação chuvosa na região), requerendo que sejam preservadas, com presença da mata de galeria, tendo em vista que a ocupação pela pecuária constitui-se como um fator de risco ao ecossistema.

Em se tratando das características geomorfológicas da bacia do córrego Cachoeirinha, nota-se que o relevo possui uma assimetria acentuada. No alto curso, aparecem setores onde as encostas das serras são suavemente rampeadas (relevo forte ondulado), outras íngremes (escarpado), fazendo com que os afluentes de ambas as margens tenham o gradiente de inclinação diferente e com maior efeito erosivo. No médio e baixo curso, o relevo caracteriza-se como suave ondulado e isso faz com que os gradientes dos afluentes sejam semelhantes.

3.6 Fragilidade Emergente

Os maiores percentuais de fragilidade encontram-se na classe média, ocupando 68,18% equivalente a 649,54 km² no alto e o médio curso da bacia e a fragilidade fraca, com 24,04% proporcional a 229,51 km². A fragilidade forte corresponde a menor área, abrangendo 73,56 km² ou 7,72% do alto curso da bacia, situada nos locais mais elevados das serras e dos morros da Província Serrana (Figura 18).

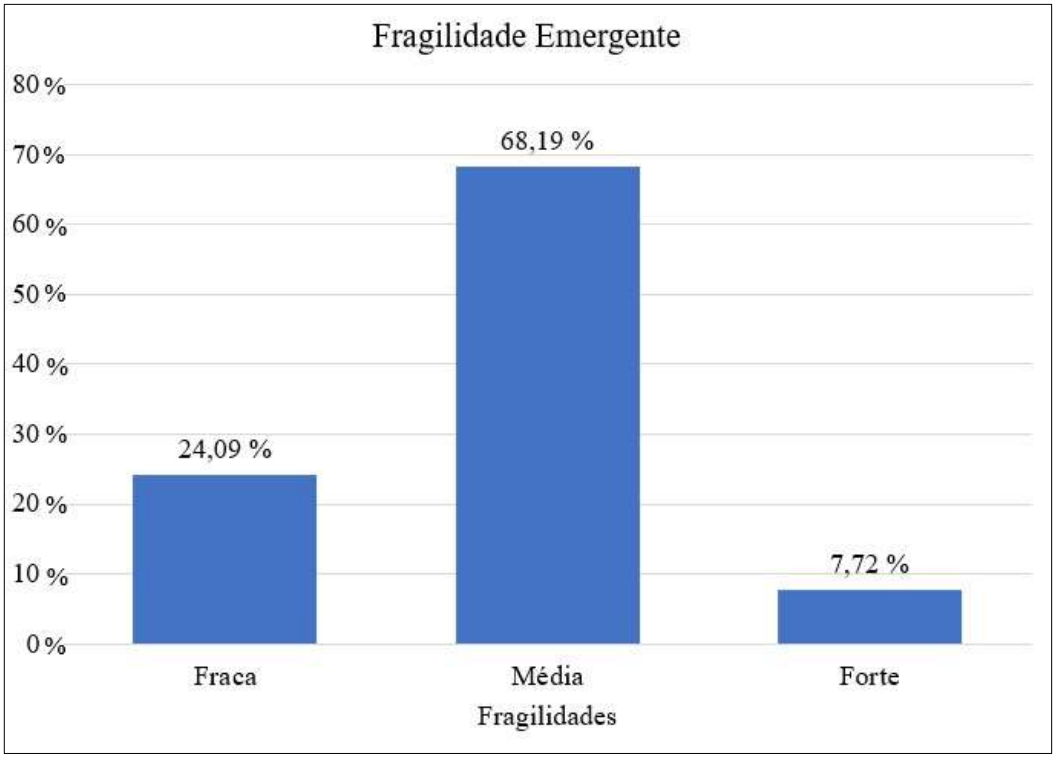


Figura 18: Classes de Fragilidade Emergente da bacia hidrográfica do Córrego Cachoeirinha. Organizado pelo autor/2022.

A classificação da fragilidade emergente mostra um diagnóstico da atual forma do uso e ocupação da terra e a conservação da bacia do córrego Cachoeirinha, que vem passando por constantes mudanças no ciclo produtivo e nos impactos da

ocupação sobre o ambiente natural ao longo das últimas décadas. Essas transformações estão associadas à supressão da vegetação nativa para o cultivo de pastagens e monoculturas, o que influencia no agravamento das fragilidades.

Assim como na fragilidade potencial, na emergente, a declividade continua sendo um importante elemento em que aparecem as classes com forte grau de fragilidade. Porém, é possível verificar que, nas áreas onde existe a cobertura vegetal, seja nativa ou de pastagem cultivada (localizada nos vales do alto curso), a fragilidade tornou-se fraca, apontando que, mesmo sendo áreas com declives, desde que mantida com cobertura vegetal, a fragilidade se estabelece menor, nesse caso, com grau médio.

Ainda sobre a classe de fragilidade média, é possível identificar que houve aumento de 442,23 km² na fragilidade potencial para 649,54 km² na emergente, pois as áreas mais planas com solos classificados com fragilidade média foi adicionado o fator uso da terra, predominantemente pastagem, reclassificando o que antes era de grau fraco para grau médio.

Algumas áreas do alto curso de acentuado declive, com fragilidade de uso da terra fraca ou formação Savânica e/ou formação campestre, características do Cerrado brasileiro, continuam com alto grau de fragilidade, diferente da formação florestal com dossel emergente, como, por exemplo, no baixo curso. A ocupação dessas áreas necessita da adoção de técnicas que minimizem os impactos da erosão pluvial, da compactação do solo e do assoreamento dos canais fluviais (Figura 19).

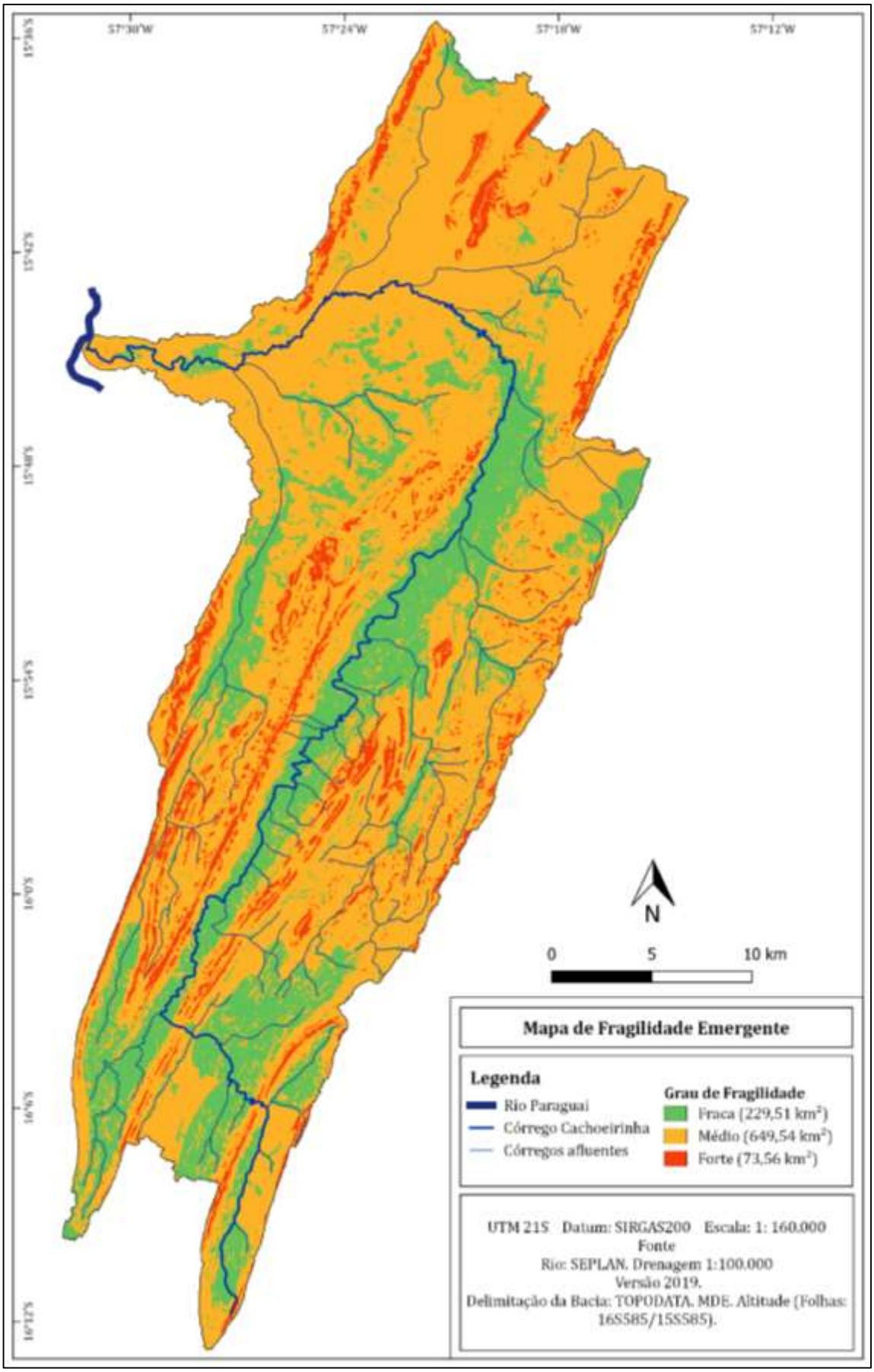


Figura 19: Mapa de fragilidade Emergente.
Organização: O autor (2021).

Em toda a bacia do córrego Cachoeirinha, aparece o Cerrado como a principal cobertura vegetal primária. Nas atividades de campo, nota-se que sua estrutura é diversificada e influenciada pelas condições naturais do relevo, solo e clima. Tem como característica natural possuir árvores menores e mais espaçadas, com gramíneas, por vezes, deixando o solo relativamente descoberto, podendo desencadear processos erosivos. Porém, trata-se de fragilidade natural, por mais que ocorra a erosão é em menor proporção se comparada às áreas de cultivo com desnível no alto curso, mostrada a Figura 20.



Figura 20: Área de cultivo com desnível localizada no alto curso da bacia.
Foto: Acervo do autor/2021.

Essas áreas ocupam amplos interflúvios inclinados para nascentes fluviais ou canais e muitas delas não possuem a mata ciliar preservada, como previsto no Código Florestal (Lei 12.651/2012), para conter o transporte de sedimentos, desse modo acabam sendo assoreadas pelo fluxo de enxurrada das áreas do entorno (Figura 20). Esses espaços ocupados pela monocultura necessitam de práticas de manejo para minimizar os efeitos dos processos erosivos causados pelo escoamento pluvial. Neste sentido, cabe ao poder público, instituições de pesquisas agrárias e à comunidade local desenvolverem estudos de monitoramento, quali-quantitativos, com resultados que possam nortear a ocupação da terra de forma sustentável.

A classe de fragilidade fraca localiza-se próxima ao Córrego Cachoeirinha (alto e médio curso). Ela deve-se a concomitantes áreas de menor declividade, solo considerado de fraca fragilidade, áreas cobertas com pastagem e capoeiras, mostrando que as ações antrópicas podem ser menos agressivas, apesar de alocarem a pecuária, possuem fragilidade fraca. Entretanto, no que se refere à

ocupação antrópica, foi observada intervenção na dinâmica da paisagem. Em alguns locais, pela exposição do solo, os processos erosivos foram intensificados, alterando o ritmo da dissecação do relevo, sendo possível estabelecer instabilidade na conexão entre os elementos ambientais, como, por exemplo, áreas de encosta recém desmatada com início do ravinamento.

Além da degradação das matas ciliares, a pecuária utiliza a água dos canais fluviais e das nascentes para dessedentação de bovinos e para abastecimento doméstico, irrigação de hortas, na criação de suínos e para consumo de uma pequena parcela da população do alto e médio curso da bacia. Para Schiavinato e Gonzalez (2019), o uso da terra com o desenvolvimento da pecuária no alto curso das bacias e a exploração ou consumo da água pode comprometer a quantidade e a qualidade hídrica das nascentes.

Em algumas propriedades (sítios e fazendas), os proprietários construíram reservatórios, represando o fluxo do escoamento fluvial (Figura 21), interferindo na dinâmica natural, causando impactos ambientais diretos e indiretos na bacia.



Figura 21: Represamento do fluxo do córrego para dessedentação de bovinos (alto curso).
Foto: Acervo do autor/2021.

Nas observações em campo, foi notado que os represamentos têm impossibilitado a circulação da fauna aquática, bem como sua procriação a montante da interrupção do fluxo, além de contribuir na redução do fluxo fluvial no período de estiagem, capaz de transportar sedimentos que chegam até a calha dos córregos,

através das enxurradas no período chuvoso, acarretando o assoreamento e a formação de barras de sedimentos, bem como a compactação do solo das margens causada pelo pisoteio constante do gado, o que pode diminuir a infiltração, o fluxo de água e dificultar a regeneração da vegetação nativa, fazendo aumentar a classe de fragilidade.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste estudo servem como subsídios ao planejamento de políticas públicas de gestão socioambiental, visando ao uso sustentável da bacia, pois, quando explorada de forma inadequada, pode impactar o meio ambiente, a qualidade de vida da população, alterar a dinâmica natural da bacia e, consequentemente, influenciar no rio Paraguai, por meio da descarga de sedimentos transportados pelo córrego Cachoeirinha. Através dos resultados, foi possível apontar áreas onde a classe de fragilidade é baixa, favorecendo o uso da terra, assim como áreas mais frágeis, com fragilidade alta, onde são necessárias ações de conservação mais adequadas.

Ao determinar a fragilidade ambiental da bacia, foram mostradas as áreas mais susceptíveis aos processos erosivos e as propícias às atividades de exploração econômica. As áreas de relevo movimentado da Província Serrana, mesmo cobertas pela vegetal primária, foram as que apresentaram os maiores valores de fragilidade ambiental. O tipo do solo e a declividade das encostas são fatores decisivos para impor-se limitação às formas de uso da terra, nesse caso, recomendada para preservação, mostrando-se essenciais para a manutenção dos ecossistemas locais, para o controle dos processos erosivos e a garantia da qualidade de vida da população local a médio e longo prazo.

A Depressão do Alto Paraguai e a Planície do Rio Paraguai foram apontadas com fragilidades fracas, em razão da baixa declividade, sendo áreas passíveis de serem exploradas economicamente, desde que utilizadas técnicas que sejam capazes de mitigar os impactos das atividades, tais como erosão, compactação do solo e assoreamento.

As áreas onde foi retirada a cobertura vegetal para dar lugar à pecuária e às monoculturas e classificadas com fragilidade emergente “média”, principalmente nas encostas declivosas, necessitam de maior proteção às implicações da energia cinética

durante as chuvas (gotas), à mobilidade das partículas dos solos e às características do escoamento superficial.

Sugere-se a realização de um trabalho social no que se refere à educação ambiental às pessoas que vivem na bacia, conscientizando-as de que, em certos locais, algumas práticas agrícolas e pecuárias não são compatíveis às características naturais, um estudo dos impactos ambientais conjunto com as instituições de pesquisas agrárias, produtores e associação de produtores agrícolas locais, para desenvolver planos de uso e manejo, criando práticas conservacionistas para cessar o desmatamento, que minimize o escoamento superficial, impeça a exposição e o empobrecimento do solo, controlando a erosão e o assoreamento, para que se promova o desenvolvimento sustentável.

Na perspectiva de reverter ou minimizar os impactos da degradação ambiental, é necessário atender à legislação ambiental vigente, sobretudo em relação à manutenção ou criação de Áreas de Preservação Permanente-APP, ao planejamento de ações de reflorestamento das áreas desmatadas e degradadas e à implantação do zoneamento ecológico com objetivo em preservar as áreas com fragilidade natural.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, R. E.; SOUZA, L. F.; SOUZA, V. M.; QUEIROZ, T. A. F.; LIMA, J. V. A degradação e fragilidade dos solos no sudoeste de Goiás: o caso da bacia hidrográfica do Ribeirão da Picada. **Revista Geográfica de América Central**, vol. 1, n. 56, p. 235-258, 2016. Acesso: 18/12/2021. Disponível: <https://www.redalyc.org/journal/4517/451746028010/html/>.

ALVES, W. S.; MARTINS, A. P.; SCOPEL, I. Fragilidade ambiental: subsídio ao planejamento e à gestão da bacia do Ribeirão da Laje (GO), Brasil. **Geografa, Ensino & Pesquisa**, Vol. 22, e 34, p. 01-17. 2018. Acesso: 04/03/2021. Disponível: <https://periodicos.ufsm.br/geografia/article/view/31267>.

ANDRADE, M. M.; KLEIN, D. R.; KREFTA, S. M.; VIEIRA, A. G. Determinação da fragilidade ambiental de uma bacia hidrográfica pertencente ao município de Presidente Prudente, SP. **Revista de Ciências Agroveterinárias**. Lages, SC, Brasil. 2018. Acesso: 12/05/2021. Disponível: <https://www.revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/view/8884>.

BRAGA, C. C.; CABRAL, J. B. P.; LOPES, S. M. F.; BATISTA, D. F. Mapeamento da fragilidade ambiental na bacia hidrográfica do reservatório da UHE Caçu – Goiás. **Ciência e Natura**, Santa Maria v.39, Ed. Esp. PROCAD/CAPES, p. 81 – 98. 2017. Acesso: 10/02/2021. Disponível: <file:///C:/Users/USER/Downloads/26978-144561-1-PB.pdf>.

BRASIL. Código Florestal. Lei 12.651/2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa**. Disponível: <https://presrepublica.jusbrasil.com.br/legislacao/1032082/lei-12651-12>. Acesso: 22/12/2021.

CASTRO, S. S.; SALOMÃO, F. X. T. Compartimentação Morfopedológica e sua Aplicação: considerações metodológicas. **Revista GEOUSP**, Nº 7. Campinas, 2000. Acesso: 09/11/2018. Disponível: <file:///C:/Users/USER/Downloads/123401-Texto%20do%20artigo-232123-1-10-20161128%20(1).pdf>.

CHEN, P.; HOU, K.; CHANG, Y.; LI, X.; ZHANG, Y. Study on the Progress of Ecological Fragility Assessment in China. **IOP Conf.** Series: Earth and Environmental Science, 113, 2018. Acesso: 03/04/2021. Disponível: <https://www.researchgate.net/publication/323330551_Study_on_the_Progress_of_Ecological_Fragility_Assessment_in_China>.

CUNHA, C. M. L.; OLIVEIRA, R.C. **Baixada Santista**: uma contribuição à análise geoambiental. São Paulo: Editora UNESP, 2015. Acesso: 27/01/2022. Disponível: <http://books.scielo.org>.

DEGRANDE, E. J. S.; BORTOLUZZI, L. N. Análise da fragilidade ambiental potencial e emergente da bacia hidrográfica do córrego da Onça em Presidente Prudente/ SP. **Geografia em Questão**, v.13, n. 03, p.33-50, 2020. Disponível: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/geoemquestao/article/view/22570/16286>. Acesso: 23/01/2022.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – Embrapa Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3ª ed. rev. e ampliada. Brasília/DF. 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Embrapa solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. – 5. ed., rev. e ampliada − Brasília, DF: Embrapa, 2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Serviço nacional de levantamento e conservação de solos**. Rio de Janeiro, 1979.

FARIAS, A. B. Morfometria, aporte de sedimentos e fragilidade ambiental na sub-bacia hidrográfica do córrego Taquaral, Cáceres – Mato Grosso. **Dissertação** (Apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Geografia para obtenção do Título de Mestre em Geografia). UNEMAT. Cáceres, 2019. 140f.

FARIAS, A. L.; SOARES, D. N.; FREITAS, D. F.; ARROYO, E. M. V.; KUWAJIMA, J. I.; BRONZATTO, L. A.; CUCIO, M. S.; FECHINE, V. M. R. **Diálogos sobre los Objetivos de Desarrollo Sostenible y los Desafíos de la Gestión del Agua y del Saneamiento en Brasil**. 8º Foro Mundial del Agua em Brasilia, 2018. Disponível: <https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=32641&Itemid=1>. Acesso: 05/03/2020.

FERREIRA, N. H.; FERREIRA, C. A. B. V.; GOUVEIA, I. C. M. C. Mapa de fragilidade ambiental como auxílio para o planejamento urbano e gestão de recursos hídricos. **Periódico Eletrônico** "Fórum Ambiental da Alta Paulista". v. 12, n. 3, 2016. Acesso: 12/05/2021. Disponível: <https://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum_ambiental/issue/view/137>.

FUSHIMI, M; NUNES, J. O. R. Fragilidade ambiental dos solos à erosão linear em setores de pastagem: estudo de caso em parte dos municípios de Presidente Prudente, Marabá Paulista e Presidente Epitácio, região do extremo Oeste do estado de São Paulo. **Terra Livre**, v. 1, n. 52, p. 662-694, 2019. Disponível: <http://www.agb.org.br/publicacoes/index.php/terralivre/article/view/1559/1475>. Acesso: 12/12/2019.

GOMES, W. M.; MEDEIROS, R. B.: PINTO, A. L. Análise da fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do córrego Moeda, Três Lagoas/MS. **XI Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 11, n. 5, p. 48-63, 2015. Acesso: 20/03/2021. Disponível: <file:///C:/Users/USER/Downloads/1182-2375-1-SM.pdf>.

GONÇALVES, G. G. G.; DANIEL, O.; COMUNELLO, É.; VITORINO, A. C. T.; ARAI, F. K. Determinação da fragilidade ambiental de bacias hidrográficas. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 41, n. 4, p. 797 - 808, out./dez. 2011. Acesso: 10/06/2021. Disponível: <https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/25344>.

GUERRA, A. J. T.; MENDONÇA, J. K. S. Erosão dos solos e a questão ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, J. A. T. (Orgs.) **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. 7ª ed.- Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Bases cartográficas contínuas** – Brasil. 2019. Acesso: 23/06/2021. Disponível: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/bases-cartograficas-continuas/15759-brasil.html?=&t=o-que-e>.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS-INPE. TOPODATA – **Banco de dados geomorfométricos do Brasil**. 2011. Acesso: 10/11/2020. Disponível: <http://www.dsr.inpe.br/topodata/index.php>.

JACOB, P. R. **Meio ambiente e sustentabilidade**. Editora: CEPAM, São Paulo. 1999.

JAIN S. K.; GOEL M. K. Assessing the vulnerability to soil erosion of the Ukai Dam catchments using remote sensing and GIS. **Hydrological Sciences Journal**, 2002. Disponível:<https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/02626660209492905?needAccess=true>. Acessado: 25/01/2022.

KAWAKUBO, F. S.; MORATO, R. G.; CAMPOS, K. C.; LUCHIARI, A. ROSS, J. L. S. Caracterização empírica da fragilidade ambiental utilizando geoprocessamento. **Anais**. XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 2005, p. 2203-221. Acesso: 05/03/2021. Disponível: <http://marte.sid.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.19.16.10/doc/2203.pdf>.

LEPSCH, I. F. **Formação e Conservação dos solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

LUNA, S. V. **Planejamento de pesquisa**: uma introdução. São Paulo: EDUC, 2000.

MAPBIOMAS. **Cobertura dos solos**. 2019. Acesso: 10/11/2020. Disponível: <https://mapbiomas.org/>.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 6.ed.São Paulo: Atlas, 2007.

MASSA, E. M.; ROSS, J. L. S. Aplicação de um modelo de fragilidade ambiental relevo-solo na Serra da Cantareira, bacia do Córrego do Bispo, São Paulo-SP. **Revista do Departamento de Geografia – USP**, Volume 24, p. 57-79. 2012.

Acesso: 20/11/2020. Disponível: <file:///C:/Users/USER/Downloads/52754-Texto%20do%20artigo-66047-1-10-20130403%20(1).pdf>.

MATO GROSSO. Secretaria de Planejamento – SEPLAN. **Bases cartográficas**. 2019. Acesso: 12/11/2020. Disponível: <http://www.seplan.mt.gov.br/-/10951338-bases-cartograficas>.

MELO, N. A. Fragilidade ambiental na bacia hidrográfica do Alto Parnaíba. **Tese** (Tese apresentada à Pós-Graduação em Geociências do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco como preenchimento parcial dos requisitos para obtenção do grau de Doutor em Geociências) Recife, PE. 2007. 150f. Disponível: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/6338>. Acesso: 06/05/2021.

NEVES, B. J. D. Dano ambiental transfronteiriço e relativização do conceito de soberania. **TCC** (Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Direito da Universidade Federal de Uberlândia para a obtenção do título de Bacharel em Direito) Uberlândia/MG, 2018.

OLIVEIRA, H.C.; VASCONCELOS, J.O.; LIMA, S.M.; SOUZA, J.O.P. Fragilidade ambiental na bacia hidrográfica do alto curso do rio Paraíba. **Anais**. XII SINAGEO - Simpósio Nacional de Geomorfologia, 2018. Acesso: 10/02/2022. Disponível: <https://www.sinageo.org.br/2018/trabalhos/10/10-514-1751.html>.

PEREIRA, H. M.; DOMINGOS, T.; VICENTE, L.; PROENÇA, V. **Ecossistemas e bem-estar humano** - Avaliação para Portugal do Millennium Ecosystem Assessment. Escolar Editora, 2009. Acesso: 02/03/2021. Disponível: <https://www.researchgate.net/publication/271846628_Ecossistemas_e_bem-estar_humano_avaliacao_para_Portugal_do_Millennium_Ecosystem_Assessment/link/54d4a3630cf2970e4e635bdb/download>.

PERIÇATO, A. J., SOUZA, M. L. O estudo da fragilidade potencial e emergente na bacia hidrográfica do rio das Antas, Noroeste do Paraná. **Caderno de Geografia**, v.29, n.59, 2019. Acesso: 20/04/2021. Disponível: <http://periodicos.pucminas.br/index.php/geografia/article/view/19826>.

ROCHA, I. L.; SALOMÃO, L. C.; IWATA, B. F.; SOUZA, J. A. R.; MOREIRA, D. A. Qualidade ambiental das nascentes do Rio Paraim, extremo sul do Piauí. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.10, n.3, p.385-399, 2019. Acesso: 20/08/2021. <https://www.sustenere.co/index.php/rica/article/view/CBPC2179-6858.2019.003.0032/1726>.

ROSS J. L. S. Landforms and environmental planning: Potentialities and Fragilities. **Revista do Departamento de Geografa**, p. 38-51, 2012. Acessado: 25/01/2022. Disponível: <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/53841/57804>.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, SP, n. 8, p. 63-74, 1993.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia, ambiente e planejamento**. São Paulo: Contexto, 1990.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia**: Ambiente e Planejamento. 9 ed. São Paulo: Contexto, 2017.

SANTOS, C. A. P. Dinâmica da paisagem e a fragilidade natural e antrópica da fronteira agrícola no Oeste da Bahia. 147 f. **Tese** (Doutorado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.

SANTOS, R. D.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C.; SHIMIZU, S. H. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. Viçosa: SBCS, 2015.

SCHIAVINATO, V. M. S.; GONZALEZ, A. Z. D. Avaliação ambiental de nascentes na sub-bacia hidrográfica do córrego das Pitas-MT, Brasil. **Revista Equador** (UFPI), Vol. 8, Nº 3, p.260 – 278, 2019. Acesso: 22/12/2021. Disponível: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>.

SILVA, G. J. O.; NEVES, S. M. A. S.; GALVANIN, E. A. S.; LUZ, C. C. S. Análise da fragilidade ambiental da paisagem da bacia do rio Sepotuba –Mato Grosso, Brasil. **Revista de Geografia**. 10, N° 2, 2020. Acesso: 10/05/2021. Disponível: <https://periodicos.ufjf.br/index.php/geografia/article/view/31803/21654>.

SILVEIRA, C. T., OKA-FIORI, C. Análise empírica da fragilidade potencial e emergente da bacia do rio Cubatãozinho, Estado do Paraná. **Caminhos de Geografia.** Uberlândia v. 8, n. 22 set/2007, p. 1 – 17. Acesso: 03/04/2021. Disponível: <http://www.ig.ufu.br/revista/caminhos.html>.

SPÕRL C., ROSS, J. L. S. Análise comparativa da fragilidade ambiental com aplicação de três modelos. **GEOUSP Espaço e Tempo**, São Paulo, N° 15, pp .39-49, 2004. Acesso: 02/12/2019. Disponível: <file:///C:/Users/USER/Downloads/123868-Texto%20do%20artigo-233421-1-10-20161208.pdf>.

VALLE, I. C.; FRANCELINO, M. R.; PINHEIRO, H. S. K. Mapeamento da fragilidade ambiental na bacia do rio Aldeia Velha, RJ. **Floresta e Ambiente,** 23(2): 295-308. 2016. Acesso: 03/05/2021. Disponível: https://www.scielo.br/j/floram/a/CLKFqFSkdjXRDgvZ6VmdPBj/?lang=pt&format=pdf>

VERDUM, R.; VIEIRA, C.L.; CANEPPELE, J. C. G. **Métodos e técnicas para o controle da erosão e conservação do solo**. Porto Alegre: IGEO/UFRGS, 2016.

VILLELA, F. N. J.; MANFREDINI S.; CORRÊA, A. J. M.; CARMO, J. B. Morfopedologia e zoneamento voltado à ocupação. **Revista do Departamento de Geografia** – USP, Volume 30, p. 179 a 192. 2015. Acesso: 09/11/2018. Disponível: <http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/102857/>.

CAPÍTULO V

CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS E HIDRODINÂMICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO CACHOEIRINHA, MUNICÍPIO DE CÁCERES - MATO GROSSO

RESUMO

Este estudo teve como objetivo analisar as características morfométricas e hidrodinâmica da bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha, afluente da margem esquerda do rio Paraguai, no sudoeste do estado de Mato Grosso, justificando-se pela necessidade da produção de conhecimentos sobre a dinâmica da bacia e da carga sedimentológica transportada ao rio Paraguai. A metodologia foi dividida em três etapas: os trabalhos de gabinete, as atividades de campo e de laboratório. Os trabalhos de gabinete iniciaram-se com a revisão conceitual referente à pesquisa, elaboração da base cartográfica, definição dos métodos e parâmetros a serem empregados no estudo, discussão dos resultados e escrita da tese. As atividades de campo foram para reconhecimento da área estudada, levantamento de informações, coleta de água, de dados batimétricos e morfológicos do canal. No laboratório, as atividades foram para realizar as análises da concentração de sedimentos suspensos na água através do método de evaporação. Os resultados mostraram que a bacia possui 952,61 km², de 4ª ordem na hierarquia fluvial, que o padrão de escoamento da bacia é exorreica, com rede de drenagem paralela, subsequente e obsequente, com forma comprida, sem possibilidades de enchente. A densidade de drenagem foi de 0,54 km/km² e a de canais 0,11 canais/km², considerada baixa. A maior velocidade, vazão e descarga sólida nos períodos de cheia e estiagem foi na seção IV (1,20 m/s e 0,62 m/s), (15,20 m³/s e 6,21 m³/s), (157,59 t/dia e 107,30 t/dia), fato justificado pelo ambiente de corredeiras e a presença de bovinos dentro do córrego para dessedentação na montante da seção V no período de estiagem. A maior concentração de sedimentos sólidos suspensos no período de cheia foi na seção VII (840 mg/l) e no período de estiagem as seções IV, VI e VII (200 mg/l). No baixo curso, houve aumento gradual durante o período de cheia, nas seções VII (338,20 t/dia), VIII (338,20 t/dia) e IX (6.053,46 t/dia), algo que confirma a capacidade do córrego Cachoeirinha transportar sedimentos para o rio Paraguai. A caracterização morfométrica produziu informações da dinâmica fluvial existente na bacia, importantes para nortear ações que visem ao uso sustentável da terra.

Palavras-chave: bacia hidrográfica, morfometria, sedimentos suspensos.

CHAPTER V

MORPHOMETRIC AND HYDRODYNAMIC CHARACTERISTICS OF THE CACHOEIRINHA STREAM HYDROGRAPHIC BASIN, IN CÁCERES CITY, MATO GROSSO STATE

ABSTRACT

This study aimed to analyze morphometric and hydrodynamic characteristics of the Cachoeirinha stream hydrographic basin in Cáceres City, Mato Grosso state, tributary of the left bank of the Paraguai river, in the southwest of the state of Mato Grosso, justified by the need to produce knowledge about the dynamics of the hydrodynamic basin and the sediment load transported to the Paraguai river. The methodology was divided into three stages: office work, field and laboratory activities. The office work began with the conceptual review referring to the research, cartographic base elaboration, definition of the methods and parameters to be used in the study, discussion of the results and dissertation writing. Field activities were for studied area reconnaissance, for information surveying, gathering of water and channel bathymetry and morphological data. In the laboratory, the activities were to perform the analysis of the concentration of suspended sediments in the water through the evaporation method. The results showed that the basin has 952.61 km², of 4th order in the river hierarchy, that the basin drainage pattern is exorheic, with a subsequent parallel drainage network, with a long shape, and no possibility of flooding The drainage density was 0.54 km/km² and the channel density was 0.11 channels/km², considered low. The highest speed, flow and solid discharge in the flood and dry periods was in section IV (1.20 m/s and 0.62 m/s), (15.20 m³/s and 6.21 m³/s), (157 59 t/day and 107.30 t/day), a fact justified by the chute environment and the presence of cattle in the stream for watering upstream of section V in the dry season. The highest concentration of suspended solid sediments in the flood period was in section VII (840 mg/l) and in the dry period sections IV, VI and VII (200 mg/l). In the low course, there was a gradual increase during the flood season, in sections VII (338.20 t/day), VIII (338.20 t/day) and IX (6,053.46 t/day), which confirms the capacity from the Cachoeirinha stream to transport sediment to the Paraguai river. The morphometric characterization produced information on the fluvial dynamics existing in the basin which are important to guide actions aimed at the sustainable use of the land.

Keywords: Hydrographic basin; morphometry, suspended sediments.

1. INTRODUÇÃO

Esta pesquisa refere-se à caracterização morfométrica e a hidrodinâmica (velocidade do fluxo, vazão, concentração e sólidos suspenso e descarga sólida) da bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha, afluente da margem esquerda do rio Paraguai, localizada a nordeste do município de Cáceres, região sudoeste do estado de Mato Grosso.

Para Silveira (1993), bacia hidrográfica é uma área delimitada pelo relevo ou divisor de água de maior altitude, que serve de captação natural de água pluvial que escoa por várias vertentes, formando uma rede de drenagem fluvial, que se unem até formar um canal principal com um único ponto de saída. Riccomini et al. (2009, p. 308) fazem referência à bacia hidrográfica afirmando que [...] “uma bacia de drenagem é separada das bacias de drenagem vizinhas por divisores de água, ou seja, elevações topográficas” *[...].*

As bacias hidrográficas ou bacias de drenagem são sistemas abertos com entrada e saída de água e minerais, formadas por bacias menores em seu interior, onde a água, primeiramente, passa por dois processos simultâneos, a infiltração e o escoamento superficial. Neste último, ela desce as encostas sob a forma de escoamento superficial em formato de fluxo laminar até chegar aos canais fluviais (CHRISTOPHERSON E BIRKELAND, 2017).

Para Sukristiyanti e Lestiana (2018), a análise de bacias hidrográficas com base em parâmetros morfométricos é muito importante para o planejamento do uso e conservação, sendo ainda o melhor método para identificar os resultados da relação dos aspectos físicos e humanos em escala local e regional. Para Mokarram e Sathyamoorthy (2015), isso pode indicar a intensidade da exploração dos recursos hídricos sem afetar a sua disponibilidade.

É de extrema relevância o conhecimento dos dados morfométricos de uma bacia hidrográfica, pois é necessário conhecer suas vulnerabilidades, tais como: picos de enchentes, processos erosivos e assoreamento. Caso não haja um manejo adequado, associado às formas de uso da terra, a tendência é ocorrer impactos ambientais severos, capazes de comprometer a qualidade e a quantidade de água, solo e da biota aquática através do assoreamento dos corpos hídricos (FIORESE E TORRES, 2019).

Através de dados morfométricos, pode ser gerado um conjunto de informações de grande valia no direcionamento de ações de conservação dos canais fluviais e da

própria bacia. Possibilita, ademais, o conhecimento preciso da morfologia, tornando-se fundamental para a elaboração de planos de mitigação em áreas de erosão, assoreamento e na recuperação da qualidade da água em ambientes fluviais (RESCK, BEZERRA NETO, COELHO, 2007).

De acordo com Silva et al. (2017), a bacia hidrográfica é uma área cujo relevo converge para uma vertente ou canal fluvial, drenando água, sedimentos e materiais dissolvidos para um ponto de saída. Nesse sistema hidrogeomorfológico, a ocorrência de alterações na composição ambiental em qualquer local da bacia pode causar efeitos negativos em áreas localizadas a jusante.

Os canais fluviais de uma bacia hidrográfica constituem os agentes naturais mais importantes no transporte de materiais intemperizados (sedimentos), funcionando como condutores de escoamento superficial das áreas elevadas para as mais baixas, sendo os receptores finais das alterações que ocorrem na bacia. No Brasil, os rios apresentam maior carga de sedimentos em suspensão do que a dissolvida, principalmente nos meses chuvosos (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Carvalho et al. (2000) afirmam que os sedimentos transportados pelos canais têm origem na erosão superficial ocorrida na própria bacia durante os períodos de chuva, no fundo do canal ou nas próprias margens. Esses sedimentos movem-se pela corrente fluvial em suspensão, rolando, deslizando ou em saltos.

O transporte dos sedimentos é influenciado pela granulação das partículas (tamanho e forma) e as características da corrente fluvial, através da turbulência e as forças hidrodinâmicas exercidas sobre as partículas. A carga sólida de fundo é formada por partículas de tamanhos maiores (areias, cascalho ou seixos rolados), que saltam ou rolam ao longo do leito fluvial. A carga em suspensão constitui-se de partículas finas, silte e argila, as quais se conservam suspensas na água até que a velocidade do fluxo consiga movimentá-las (CUNHA, 2008).

Christofoletti (1980), Suguio (1990), Carvalho (1994) e Cunha (2008) assinalam que a turbulência e a velocidade são intensamente relacionadas com a erosão, o transporte e a deposição de sedimentos. Para isso, é necessária a influência de um potencial cinético, como: perfil transversal do canal fluvial, largura do canal, profundidade, volume do fluxo, declividade, coeficiente de rugosidade, concentração de sedimentos, entre outros.

Em relação à morfometria em canais fluviais, existem vários estudos com resultados importantes, tais como: Milani e Canali (2000), com análise morfométrica

no rio Matinhos-PA; Vineesha e Singh (2011) e Golekar et al. (2013), em rios da Índia; Faria (2014), com transporte de sedimentos em canais de primeira ordem; Santos e Stevaux (2017), com processos fluviais em áreas de confluência; Hoffmann e Oliveira (2018); Souza e Souza (2018), trabalhando com a influência geológica e geomorfológica na bacia do córrego Salobra/MT; Pinto et al. (2018), com a morfometria do rio Sararé/MT e Padilha e Souza (2018), com a dinâmica fluvial do córrego Carapá, bacia Amazônica/MT.

Suguio (2003, p. 24) pontua ainda que "*a erosão, o transporte e a deposição são processos fundamentais*" ao ambiente, pois sem a ação destes não haveria o intemperismo, o relevo não seria moldado e a deposição não ocorreria. Contudo, através das intervenções antrópicas, os resultados desses mecanismos naturais estão sendo potencializados, prejudicando a resiliência natural, principalmente, nos ambientes fluviais, onde acarretam o assoreamento, a redução da quantidade e a qualidade hídrica.

Quanto aos estudos regionais sobre a hidrodinâmica em bacias hidrográficas, merecem destaque os trabalhos de Soares et al. (2013), nas nascentes dos córregos, Zé Cassete e Canaíba na sub-bacia hidrográfica do Caeté, sudoeste do estado de Mato Grosso; Souza (2015), na bacia hidrográfica do Córrego Salobra, localizada no município de Porto Estrela/MT; Souza e Souza (2014), na bacia hidrográfica do córrego Piraputanga; Farias (2019), na bacia do córrego Taquaral e Tavares (2020), na bacia do córrego Piraputanga, município de Cáceres/MT.

Para Santos (2013), estudos que abordam a dinâmica fluvial em bacias hidrográficas são considerados de extrema importância por discutir seu funcionamento natural, possíveis alterações provocadas por ações antrópicas, realização de apontamentos de medidas de mitigação, auxílio na gestão e no gerenciamento dos recursos hídricos.

Diante do contexto, o presente estudo objetiva analisar as características morfométricas, a descarga líquida e sólida da bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha, na perspectiva de conhecer a dinâmica da sua capacidade de aporte de água e sedimentos ao rio Paraguai.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A unidade adotada para este estudo é a bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha. A bacia localiza-se no sudoeste do estado de Mato Grosso e a nordeste do município de Cáceres, entre as coordenadas geográficas 15º 35’ 37” e 16º 12’ 30” S e 57º 14’ 36” e 57º 32’ 24” W, com área de 952,61 km². Possui suas nascentes principais na Província Serrana, percorre os vales e depressões e desagua na margem esquerda do rio Paraguai (Figura 01).

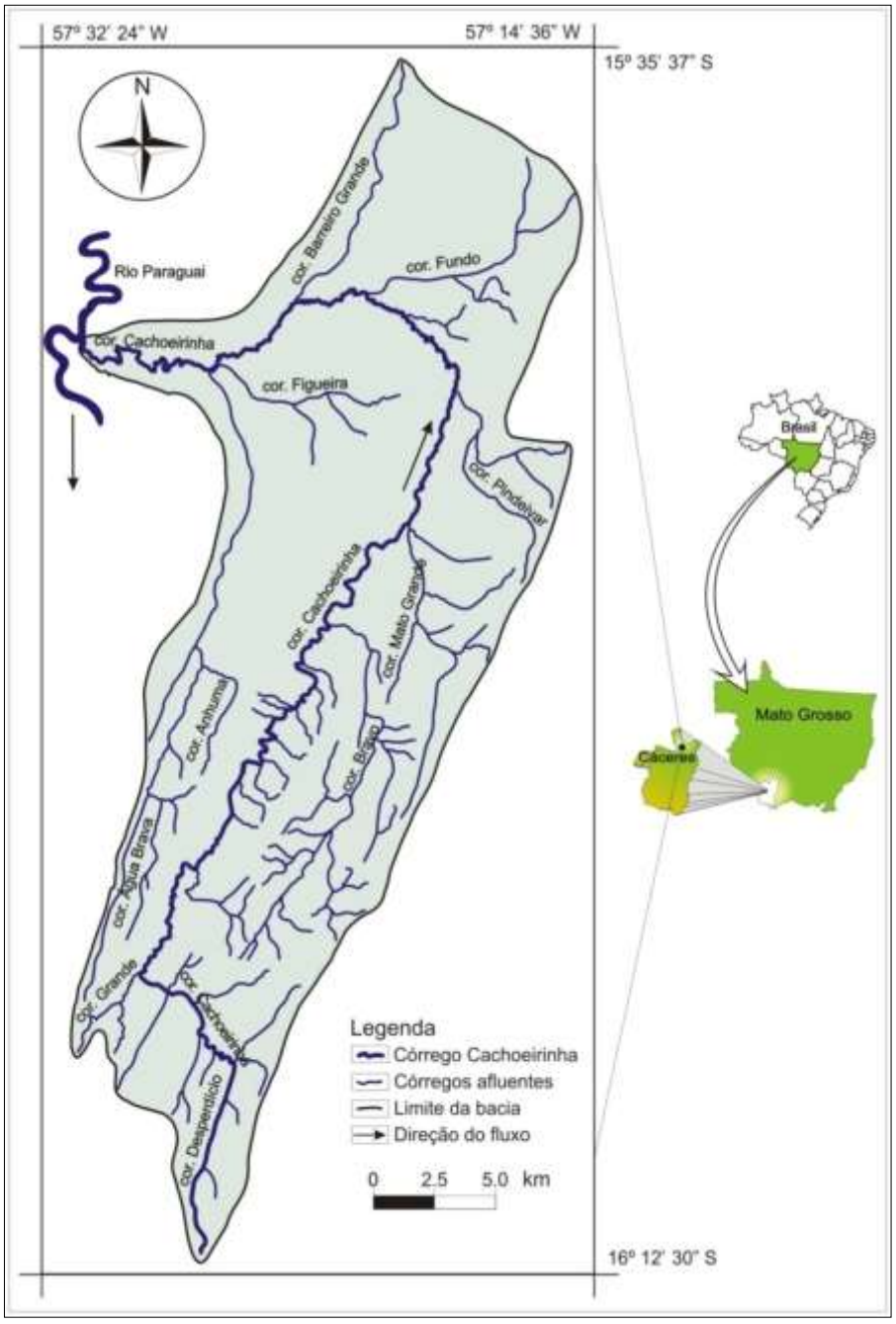


Figura 01: Mapa de localização da bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha. Elaborado pelo autor. Dados das cartas topográficas do Ministério do Exército (1975).

2.2. Procedimentos metodológico

O procedimento foi dividido em três etapas: os trabalhos de gabinete, que se iniciaram com a revisão conceitual, construção da base cartográfica e, depois, para análise e escrita dos resultados da pesquisa. Na sequência, ocorreram as atividades de campo para definição, reconhecimento da área de estudo e a coleta de materiais e, por fim, as atividades no laboratório, para realizar as análises referentes à pesquisa.

2.2.1. Revisão conceitual

Para desenvolver o estudo, foi necessário fazer a revisão teórica conceitual, buscando o conhecimento sobre o tema nas referências bibliográficas, tais como: revistas científicas nacionais e internacionais (artigos científicos), livros, dissertações, teses, TCCs, entre outras, na perspectiva de explicação e compreensão da temática do estudo (LUNA, 2000; MARCONI E LAKATOS, 2007).

2.2.2.1 Mapa da bacia hidrográfica

Para confecção do mapa da bacia, os dados foram processados no software QGis 3.4.6. Para as informações de referência geográfica, foi utilizado o DATUM SIRGAS 2000. Para a extração automática da bacia hidrográfica, foi empregado o Modelo Digital de Elevação (MDE), obtido no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) do banco de dados geomorfométricos do Brasil – TOPODATA (30m) utilizando as folhas: 15_S585_ZN e 16_S585_ZN. Para a delimitação automática da bacia, foi adotada a ferramenta r.watershed.

Na definição da área da bacia, o sistema considerou os divisores de água que separam a bacia hidrográfica, ponderando as bacias vizinhas, destacando-se o canal principal e seus afluentes. Ao traçar o divisor de águas, considerou-se:

a) O ponto divisor que não corta nenhum curso d'água;

b) Os pontos mais altos que fazem parte do divisor de águas;

c) Os divisores de águas que passam igualmente afastados quando estão entre duas curvas do mesmo nível;

d) As curvas de nível que servem de divisor, sendo representadas de forma perpendicular ao curso d'água.

Links do TOPODATA: <http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/>
<http://www.dsr.inpe.br/topodata/index.php>
<http://www.dsr.inpe.br/topodata/acesso.php>

2.2.2.2 Mapa dos setores e seções na bacia

Para a definição dos setores (alto, médio e baixo curso) da bacia e das seções de estudo, foram utilizadas as cartas topográficas do Ministério do Exército (1975) na escala de 1:100.000 - Folhas: SE. 21-V-B-II – Cáceres, SD.21-Y-D-V – Três Rios, SE.21-V-B-III – Serra da Campina e SD.21-Y-D-VI – Serra da Palmeira e imagens do Google Earth Pro (Figura 02).

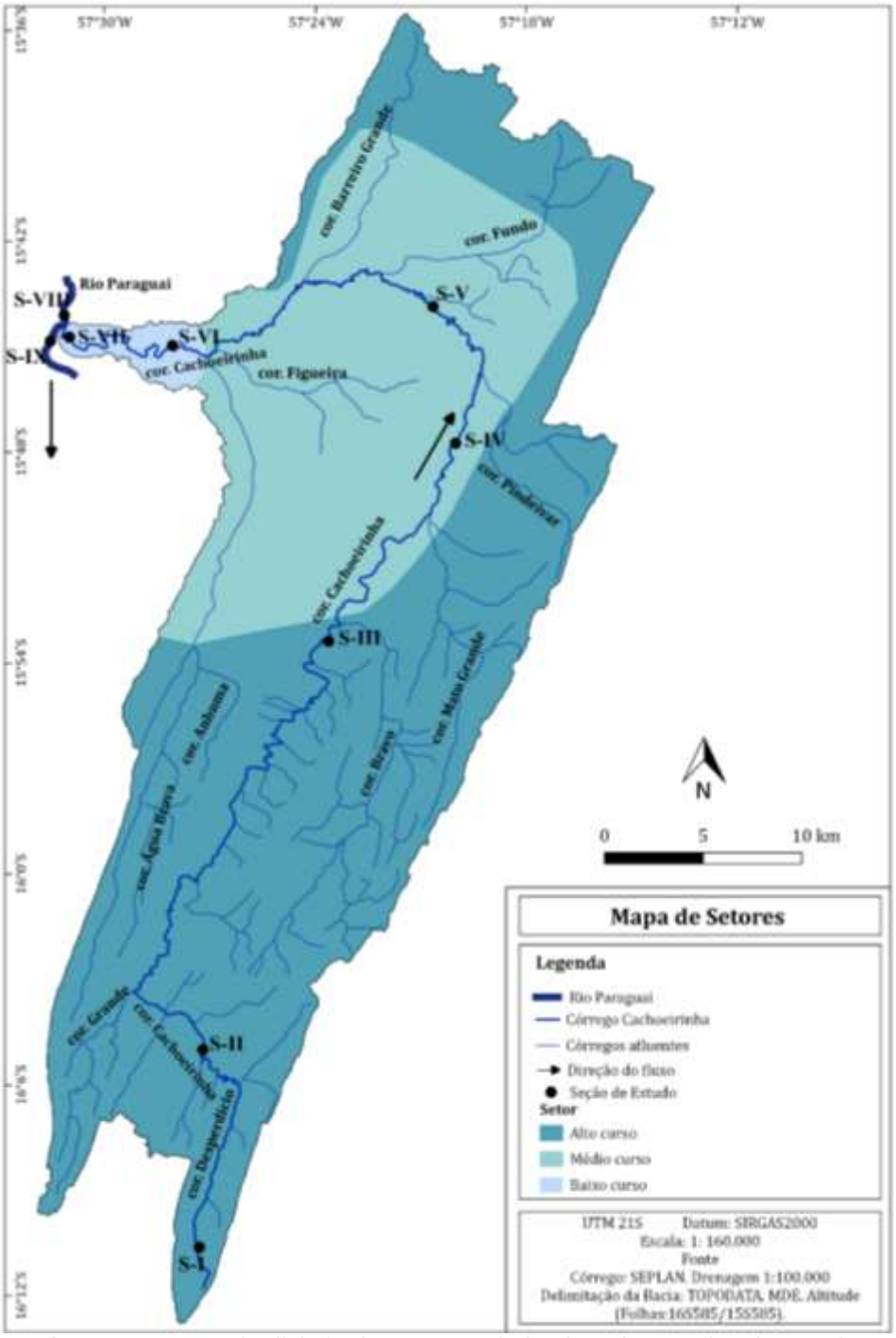


Figura 02: Mapa da divisão dos setores da bacia e das seções de estudo. Elaborado pelo autor/2020.

Os fatores considerados para realizar a compartimentação da bacia em setores alto, médio e baixo curso foram as diferentes características ambientais, tais como: clima, geologia, solo, vegetação e, principalmente, a geomorfologia (variação hipsométrica) que influencia diretamente na dinâmica fluvial e, principalmente, conforme a própria dinâmica do ambiente: alto curso – local com maior declividade, velocidade do fluxo, ambiente de erosão, etc.; médio curso - menor velocidade, segmento onde ocorre o transporte dos sedimentos, e o baixo curso, sendo caraterizado como área de menor declividade, velocidade e maior deposição.

Para definir as seções I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII e IX, foram escolhidos os locais com maior facilidade de acesso pelas fazendas e conforme distribuição ao longo da bacia.

2.2.3 Morfometria da Rede de Drenagem

2.2.3.1 Análise do Relevo

O relevo da bacia foi estudado analiticamente através dos parâmetros: declividade média; altitude média; amplitude altimétrica; razão de relevo e fator de forma.

A declividade média da bacia será calculada pela equação de acordo com Lima (1989), através da equação: $D\% = C/P$, onde:

D% = declividade média, %;

C= maior comprimento do canal principal;

P= perímetro da bacia.

A altitude média da bacia (Hm) será obtida através da média aritmética entre os valores de maior altitude (AM), que é observada na cabeceira, e a menor altitude (Am), que se verifica na foz ou desembocadura em (m). $Hm = (AM + Am) /2$, onde:

Hm = altitude média, m;

AM = maior altitude, m;

Am = menor altitude, m.

A amplitude altimétrica (H) é a diferença entre a maior e a menor altitude da bacia e expressa em metros, conforme a expressão: $H = AM – Am$, onde:

H = amplitude altimétrica, m;

AM = maior altitude, m;

Am = menor altitude, m.

2.2.3.2 Hierarquia fluvial

Para verificar a hierarquia fluvial, será utilizado o método de Strahler (1952, *apud* Christofoletti, 1980), que considera os canais de primeira ordem, aqueles que não têm tributários. Os canais de segunda ordem surgem na confluência de dois canais de primeira ordem e só recebem afluentes de canais de primeira ordem; os canais de terceira ordem surgem da confluência de dois canais de segunda ordem, podendo receber afluentes de segunda e de primeira ordem; os canais de quarta ordem surgem da confluência de dois canais de terceira ordem, podendo receber tributários das ordens inferiores e assim sucessivamente.

2.2.3.3 Relação entre o comprimento do rio principal e a área da bacia.

Para chegar a essa relação, será usada a fórmula de Hack (1957, *apud* CHRISTOFOLETTI, 1980), em que: $L = 1{,}5\ x\ A^{0{,}65}$ (em unidades métricas - km):

L = comprimento do rio principal, em km.

A = área da bacia em km². Os demais parâmetros e fórmulas estão no quadro 01.

Quadro 01 - Parâmetros morfométricos, equações e padrão de referência

Parâmetros	Equações	Padrão de referência
LINEARES		
Relação de bifurcação ***Rb*** (N°T/km²)	$Rb = \frac{N}{N+1}$ ***Rb*** é a relação de bifurcação; **N** é o número de segmentos 1° ordem e **N+1** é número de segmentos da ordem superior.	A razão de bifurcação tende a ser constante e, geralmente, varia entre 3,0 e 5,0, porém não será exatamente a mesma de uma ordem a outra (STRAHLER, 1964).
Gradiente de canais (***Gc***) (%)	$G_c = \frac{A\ m^x}{C_{cp}}\ x\ 1000$ $\boldsymbol{A\ m^x}$= Altitude máxima em metros e $\boldsymbol{C_{cp}}$= Comprimento do canal principal em metros.	De acordo com Horton (1945), o gradiente de canais tem como finalidade indicar a declividade dos cursos d'água (NARDINI, POLLO, *et al.*, 2013).
Índice de sinuosidade (**Is**)	$I_S = \frac{C_{Cp}}{C_B}$ $\boldsymbol{I_S}$ é o índice de sinuosidade; $\boldsymbol{C_{Cp}}$ é o comprimento do rio principal, e $\boldsymbol{C_B}$ é o comprimento do eixo da bacia.	Schumm (1963) apresenta uma classificação para riachos com base no seu índice de sinuosidade: tortuosos (2,1), irregulares (1,7), regulares (1,5), transicionais (1,2) e retilíneos (1,0).

SUPERFÍCIE		
Fator de forma – (***Ff***)	$L_m = \mathrm{A} / Cb \quad F_f = \frac{L_{mb}}{Cb}$ A largura média (L_m) obtém-se dividindo a área (*A*) pelo comprimento da bacia (***Cb***).	1,00 - 0,75: Circular, alta tendência; 0,75 - 0,50: Ovalada, tendência mediana; 0,50 - 0,30: Alongada, baixa tendência; < 0,30: Comprida com tendência a conservação (nada propensa a enchente) (NARDINI, POLLO, *et al.*, 2013).
Coeficiente de compacidade – (***Kc)***	$K_C = 0{,}28\, x \frac{P}{\sqrt{A_{km^2}}}$ Onde: ***P*** – Perímetro e $\boldsymbol{A_{km^2}}$ - Área da bacia em quilômetros quadrados.	Valores entre 1,00 e 1,25: alta propensão; de 1,25 a 1,50: média; e valores superiores a 1,50 representam bacias não propensas a enchentes (COSTA e LANÇA, 2011, p. 9).
Índice de circularidade **(*Ic*)**	$I_c = \frac{12{,}57\, x\, A}{P^2}$ Onde: **A** área em km² e **P**= perímetro ².	1,00 - 0,8: Circular, alta tendência 0,8 - 0,6: Ovalada, tendência mediana 0,6 - 0,40: Alongada, baixa tendência < 0,40: Comprida com tendência a conservação (nada propensa a enchente) (NARDINI, POLLO, *et al.*, 2013).
Densidade hidrográfica ***(Dh)*** (Canais/ km²)	$D_h = \frac{T_C}{A}$ D_h = Densidade hidrográfica e o T_C= Números total de canais e *A* = Área da bacia.	Proposta por Horton (1945), estabelece a relação entre o número de cursos d'água e a área, alta densidade hidrográfica, pode inferir maior capacidade de gerar canais, independentemente de suas extensões (VEIGA, SANTOS, *et al.*, 2013).
Densidade de drenagem ***(Dd)*** (km/km²)	$D_d = \frac{Ct_C}{A_{Bh}}$ Ct_C**=** Comprimento total de canais em km; A_{Bh} = Área da bacia em km².	Até 0,5: baixa densidade; de 0,5 a 2,00: média; 2,01 a 3,50: alta; e valores superiores a 3,50: densidade de drenagem muito alta (BELTRAME, 1994).
Coeficiente de manutenção ***(Cm)*** (m²/m)	$Cm = \frac{1}{Dd}\, x\, 1.000$ ***Cm*** é o coeficiente de manutenção e ***Dd*** é a densidade de drenagem.	Representa a quantidade de área necessária para manter ativo um quilômetro (km) de canal fluvial (SCHUMM, 1956), (TRAJANO, SPADOTTO, *et al.*, 2012, p. 25).
HIPSOMÉTRICO		
Relação de relevo (***Rr)***	$R_r = \frac{H_{mx}}{C_B}$ H_{mx} = Amplitude máxima; C_{Bh} = maior comprimento da bacia.	Segundo Schumm (1956), quanto maior o valor de *Rr*, maior será o desnível entre a cabeceira e a foz, consequentemente, maior será a declividade média da bacia e maior o escoamento superficial (CHRISTOFOLETTI, 1980).
Índice de rugosidade **– *(Ir)***	$Ir = Hx\, Dd$ ***Ir*** é o índice de rugosidade; H é a amplitude altimétrica, e	Este índice mostra a relação de declividade com o comprimento dos canais, sendo que, quanto maior for o índice, mais colinoso e dissecado o

	Dd é a densidade de drenagem.	relevo (maiores declividades) e canais mais entalhados (CASTRO e CARVALHO, 2009).
Razão de textura (***Rt)***	$Rt = \frac{Ns^{1^\circ}}{P}$ $\boldsymbol{Ns}^{1^\circ}$ é o número de segmentos de 1ª- ordem e o perímetro **P** da bacia.	Para Smith (1950), a razão de textura pode ser agrupada em muito grossa (< 2,0), grossa (2,0 < 4,0), moderada (4,0 < 6,0), fina (6,0 < 8,0) e muito fina (> 8,0) (FRANÇA, 1968).

Organizado pelo autor/2021.

2.3 Hidrodinâmica da bacia

Para avaliação da hidrodinâmica da bacia, foram monitoradas 09 (nove) seções ao longo do perfil longitudinal, sendo: 03 (três) no alto curso, 02 (duas) no médio curso e 04 (quatro) no baixo curso (Figura 02). Para cada seção, foi realizada a batimetria, a medição do fluxo e a coleta das amostras de água que, seguidamente, foram levadas ao laboratório para análise.

2.3.1 Atividade de campo

Inicialmente, as atividades foram realizadas para o levantamento, reconhecimento e definição da localização das seções de estudo, onde foi efetivada a observação da composição vegetal ciliar, os tipos de margem, características do canal e as ações antrópicas, a realização de batimetria, medição do fluxo e coleta das amostras de água.

Os trabalhos de campo foram desenvolvidos em duas etapas, sendo a primeira em março/2020, durante o período de cheia, e a segunda no mês de agosto/2020, no período de estiagem.

2.3.1.1 Monitoramento da batimetria

a) - Profundidade e largura no canal do córrego Cachoeirinha

A profundidade foi obtida através de um transecto transversal ao canal fluvial, em que foi utilizada uma trena fixada em uma haste de madeira medindo dois metros de comprimento. Em cada seção, foram realizadas 03 (três) medições: uma no talvegue e há 02 (dois) metros de distância de cada margem. Em seguida, foram somadas as profundidades e divididas por 03 (três), obtendo-se a média.

Para determinar a largura do canal e da lâmina d'água do rio Paraguai, foi utilizado o aplicativo Google Earth Pro. Para o córrego Cachoeirinha, foi utilizada uma trena de 50 (cinquenta) metros.

b) - Velocidade

A velocidade do fluxo foi obtida utilizando flutuadores, medindo, através de um cronômetro, o tempo gasto para percorrer 10 m de comprimento (CUNHA, 1996). Para determinar a velocidade média, o processo foi repetido três vezes, somados os resultados e divididos por três. Em seguida, foi utilizada a fórmula:

$$V = \frac{d}{t}$$

Onde:

V = velocidade

d = distância

t = tempo --- (m/s)

Garcez e Alvarez (1988, p.223) orientam sobre os cuidados em [...] "*utilizar um flutuador com um mínimo de seção emersa, para evitar o efeito do vento".* A escolha dessa técnica deu-se porque, em algumas seções, o canal fluvial apresentou pouca profundidade, afloramentos rochosos superficiais, corredeiras rasas, ambientes lênticos produzidos por obstáculos, dificultando o uso de aparelhos, como, por exemplo, o molinete fluviométrico.

c) - Coleta da água

As coletas foram realizadas manualmente no centro do canal e acondicionadas em garrafas plásticas de 01 (um) litro. Para melhor distribuição e homogeneização do material coletado, $^1/_2$ (meio) litro foi extraído na superfície da lâmina d'água e o restante, a 50% da profundidade do fluxo.

Stevaux e Latrubesse (2017) afirmam que a carga suspensa não se distribui de forma homogênea no canal, mas apresenta variação em razão do material, diâmetro, velocidade e profundidade.

A fim de manter a fidedignidade dos resultados das análises, o processo incidiu, primeiramente, em lavar duas vezes as garrafas com a água do próprio córrego. Depois de coletada, as garrafas foram devidamente etiquetadas, constando o número da seção na qual foi realizada a coleta e foram armazenadas em uma caixa térmica contendo gelo, visando à manutenção da qualidade do material durante um período máximo de 24 horas (SOUZA et al., 2019).

d) - Vazão

Para determinar a vazão do córrego Cachoeirinha, foi utilizada uma trena de 50 metros e verificada a largura e a profundidade em seções transversais ao canal (a dois metros das margens e no talvegue), sendo utilizada a fórmula sugerida por Cunha (1996), sendo:

$$Q = V. A$$

Onde:

Q = vazão;

V= velocidade das águas;

A = área --- (m^3/s).

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

Os valores de descarga sólida em suspensão (QSS) foram determinados pelo somatório do produto entre a concentração de sedimento suspenso da vertical (CSSi) e a respectiva descarga líquida da vertical (Qli), na forma da expressão abaixo (CARVALHO, 2009):

$$Qss = \sum (Cssi. Qli) .0,0864$$

Em que:

Qss = descarga sólida em suspensão (t/dia-1);

Cssi = concentração de sedimento em suspensão da vertical (mg/L -1);

Qli = descarga líquida da respectiva vertical (m^3/ s-1);

0,0864 = segundos totais em 24 horas.

2.3.3 Análise de laboratório

2.3.3.1 Concentração de sedimentos em suspensão

A concentração dos sedimentos suspensos foi definida através do método de evaporação. Esse processo consiste em pesar os béqueres secos (anotando o peso e os dados de localização da coleta no próprio bequer). Em seguida, a amostra água-sedimento é colocada nos béqueres e levada à evaporação na estufa para secagem. Depois de algumas horas, quando o sedimento estiver visualmente seco, deve-se deixá-los por mais duas horas na estufa, até esfriar, para posterior pesagem e subtração da diferença de peso do bequer (CARVALHO et al., 2000).

De acordo com Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT nº 6502/95, a classificação dos sedimentos em suspensão (silte e argila) é:

a) Argila: inferior a 0,002 mm;

b) Silte: de 0,002 mm a 0,06 mm.

As análises laboratoriais e o tratamento dos dados estatísticos foram feitos no Laboratório de Pesquisa e Estudos em Geomorfologia Fluvial – LAPEGEOF/UNEMAT de Cáceres/MT.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Morfologia e morfometria da bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha

A caracterização realizada através da morfologia e da morfometria da bacia por meio dos parâmetros areal, linear e hipsométrico, permitiu mostrar a distribuição, a disponibilidade, o comportamento hídrico e a influência dos condicionantes ambientais na dinâmica da bacia (Tabela 16).

Tabela 01: Parâmetros morfológicos e morfométricos da bacia do córrego Cachoeirinha

SUPERFÍCIE	**TOTAL**
Área da bacia (km²)	952,61
Fator forma	0,21
Ordem máxima	4ª
Número de nascentes	109
Índice de circularidade	0,26
Densidade hidrográfica (canais/km²)	0,11
Densidade de drenagem (km/km²)	0,54
Coeficiente de manutenção (m²/m)	1.851,85
Coeficiente de compacidade	1,94
LINEAR	
Perímetro (km)	214,5
Comprimento do canal principal (km)	129,62
Comprimento total dos canais (km)	520,62
Comprimento do eixo da bacia (km)	61,31
Relação de bifurcação	4,40
Gradiente de canais (%)	5,56
Índice de sinuosidade	2,11
HIPSOMÉTRICO	
Relação de relevo (m/km)	8,54
Índice de rugosidade	319,68
Razão de textura	0,39
Declividade média (%)	60
Altitude média (m)	425
Amplitude altimétrica (m)	592

Organizado pelo autor/2021.

O córrego Cachoeirinha possui 129,62 km de comprimento. Os principais afluentes da margem direita são: córrego Bravo, córrego Mato Grande, córrego Pindeivar, córrego Fundo e córrego Barreiro Grande e os da margem esquerda, córrego Grande, córrego Água Branca, córrego Anhumas e o córrego Figueira.

A bacia com seus respectivos afluentes drena uma área de 952,61 km², sendo classificada pela sua grandeza espacial como “média”. De acordo com Christofoletti (1999), as bacias hidrográficas podem ser classificadas em pequenas (até 100 km²), médias (100 a 1.000 km²) e grandes (acima de 1.000 km²).

A rede de drenagem do alto e médio curso da bacia é controlada pela estrutura geológica e geomorfológica da Província Serrana, fazendo com que a direção do fluxo acompanhe a inclinação do relevo, seguindo pela zona de fraqueza no fundo dos vales em sentido oposto à do rio receptor que está a jusante (rio Paraguai), formando uma drenagem subsequente.

As nascentes que compõem a bacia nascem no sopé das serras da Província Serrana, escoam acompanhando o fundo dos vales paralelos até alcançar o leito do córrego Cachoeirinha, como, por exemplo, o córrego Bravo, o Mato Grande e a Água Brava. Desse modo, enquadra-se como padrão de drenagem paralela.

Nos primeiros 90 km (noventa), o córrego Cachoeirinha escoa na direção SSO para NNE, encaixado, sob o controle estrutural da Província Serrana. Os últimos 40 km (quarenta), após perder o controle estrutural, direciona-se para Oeste, assumindo um padrão meandrante divagante, desaguando na área de planície da margem esquerda do rio Paraguai.

O fator forma da bacia é de 0,21, o índice de circularidade 0,26 e coeficiente de capacidade 1,94, demonstrando que a bacia possui forma comprida, com tendência à conservação e com baixa possibilidade de enchente, o que evidencia uma alta capacidade de escoamento ao longo da bacia, sem que haja estrangulamento da vazão.

A amplitude altimétrica da bacia é de 592 m, a relação relevo foi de 8,54m/km, o que representa um desnível no relevo da bacia de 8,54m a cada 1km. O índice de rugosidade do relevo 319,68, a declividade média 60%, o que indica que esse ambiente possui relevos com declives, resultando em canais mais entalhados e baixa densidade de drenagem. Por serem áreas com declividade, a velocidade do escoamento superficial é alta, assim como a capacidade de transporte de sedimentos de maior granulometria no alto e médio curso.

Quanto ao índice de sinuosidade, o córrego apresentou o valor de 2,11, enquadrando-se como tortuoso na classificação de Schumm (1963) e meândrico conforme Christofoletti (1980). Essa característica é mais evidente no médio e, principalmente, no baixo curso, onde o canal entra na área da planície do rio Paraguai.

Ao percorrer o fundo dos vales entre as serras e os morros do alto curso e, aproximadamente, 50% do segmento do médio curso, o córrego recebe influência na morfologia de seu canal, caracterizando-se como padrão meândrico encaixado. A calha possui o perfil transversal em formato “U”, pois o controle estrutural das feições morfológicas conduziu ao entalhamento vertical, desgastando o fundo do canal e preservando as margens íngremes.

Christofoletti (1971) salienta que os meandros encaixados com controle estrutural são típicos de cursos fluviais de grande velocidade, com pequena e estreita planície aluvial, onde as sinuosidades formaram-se antes da escavação, sendo condicionados à topografia do relevo, sobre um embasamento de rochas resistentes.

Para Medeiros (2016), os canais meândricos possuem sinuosidade, entretanto, ela é desprezada por não mudar a direção principal de escoamento. Caracteriza-se pelo baixo volume de sedimentos de fundo e alto em suspensão. Isso é reflexo da declividade, da velocidade e da turbulência do fluxo, que mantêm os sedimentos em suspensão.

O gradiente de canais da bacia do Cachoeirinha foi de 5,56%, mostrando que o nível de inclinação dos canais é baixo, principalmente nas áreas em que o relevo é de ondulado a plano no médio e baixo curso, pois um canal fluvial com menor gradiente significa que o fluxo terá menor velocidade, maior sedimentação e, consequentemente, menor profundidade na calha fluvial. Em trabalho realizado por Farias (2019), na bacia do córrego Taquaral, Cáceres/MT, foi definida a inclinação em 6,25%, também considerada baixa.

A relação de bifurcação foi de 4,40, considerada com magnitude alta, em razão das áreas dissecadas das serras e dos morros da província com controle estrutural responsável pela formação de vertentes, ou seja, esse índice possui relação direta com a topografia e o substrato rochoso. Vestena et al. (2006) desenvolveram a mesma pesquisa na bacia hidrográfica do Caeté, Alfredo Wagner/SC, que apontou o resultado de 4,00, inferior ao da bacia do Cachoeirinha, afirmando ser consistente, tendo em vista a resposta esperada ser entre 3 (três) e 5 (cinco).

As nascentes fluviais que formam a bacia, são influenciadas pela geologia e a geomorfologia da província, com predomínio das rochas de arenito da Formação Raizama. Nesse contexto, o córrego Cachoeirinha possui duas nascentes principais em duas encostas de serras que se unem (Chapola e Campina), ambas as serras de arenito. A primeira nascente encontra-se no flanco oriental da serra da Chapola a 564 metros de altitude (coordenadas 16°11’57,9” S e 57°27’30,1” W.), onde fluxo de água surge em uma fenda na rocha (Figura 03-A).

A segunda nascente encontra-se a 552 metros de altitude na encosta ocidental da serra da Campina (coordenadas 16°11’51,6” S e 57°27’29,4” W) em um ambiente de saprolitro, mantendo um pequeno acúmulo d’água, represado por blocos de rocha na base do declive (Figura 03-B). Mesmo durante o período de seca, elas mantêm o fluxo.



Figura 03: Foto: A - Vista parcial da nascente do córrego Cachoeirinha na serra da Chapola.
Foto: B - Vista parcial da nascente na serra da Campina.
Fotos: Acervo do autor.

Valente e Gomes (2005) consideram a quantidade de água que sai da nascente como sendo o reflexo da quantidade de água da chuva que se infiltra na área de captação e recarga da bacia, reabastecendo o lençol subterrâneo. Parte dela sairá na superfície do solo através de uma nascente, abastecendo diretamente um curso d’água.

Nos primeiros 12 km do alto curso, o córrego percorre o vale do Desperdício, recebendo água que nasce e escoa das encostas das serras da Chapola, Campina e serra da Cachoeira durante os períodos chuvas.

A composição da vegetação nativa na área das nascentes é do tipo Cerrado Tropical, recobrindo com uma variedade de capim e pequenas a médias árvores. Por ser um local de encosta, o terreno é inclinado e coberto por uma fina camada de solo e por blocos de rocha exposta, não permitindo que a vegetação desenvolva-se para um extrato arbóreo.

Devido às características do relevo e do solo, a região da nascente não oferece interesse de exploração, com isso, não é antropizada. O volume de capim e folhas secas acumuladas (serrapilheira) indica a inexistência de queimadas, podendo dizer-se que o local apresenta características de preservação, estando de acordo com algumas legislações brasileiras, como, por exemplo, a Resolução nº 303/02 do CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente), que trata das questões relacionadas às áreas das nascentes.

Em razão do desnível topográfico e a influência das formações geomorfológicas, o médio curso da bacia apresenta fluxo rápido. No baixo curso, ocorre com a perda do controle estrutural e a redução do desnível longitudinal, o canal fluvial assume o padrão meandrante divagante. As margens mantêm-se íngremes nas partes côncavas e rampeadas nas convexas, onde ocorre o depósito dos sedimentos dando origem aos diques e aos cordões marginais. O fluxo torna-se do tipo laminar, perdendo a velocidade e a capacidade de transportar material, até chegar à foz na área de planície do rio Paraguai.

Christofoletti (1971; 1980) explica que a sinuosidade dos meandros divagantes não obedece ao traçado do vale, podendo deslocar-se pelas laterais atingindo toda a extensão da planície aluvial. Esclarece ainda que o livre desenvolvimento dos meandros divagantes é influenciado por fatores hidrológicos e geológicos. Quando o material é de consistência fraca, o meandro (côncavo) desenvolve-se, atingindo grandes proporções, principalmente, através do solapamento basal, passando por constantes migrações e transformações, mas, quando encontra um pacote sedimentar resistente, pode evitar o livre desenvolvimento, criando resistência aos processos erosivos.

Nesse segmento da bacia, não aparecem afluentes que compõem a respectiva drenagem. É uma área plana e que, no período de cheia do rio Paraguai, é inundada pelo pulso de cheia do próprio rio e pelo represamento do córrego Cachoeirinha.

A bacia hidrográfica do Cachoeirinha é formada por 109 canais fluviais, sendo 84 de 1ª ordem, 19 de 2ª ordem, 5 (cinco) de 3ª ordem e 1 (um) de 4ª ordem, classificando-se na hierarquia fluvial como 4ª ordem (Figura 04).

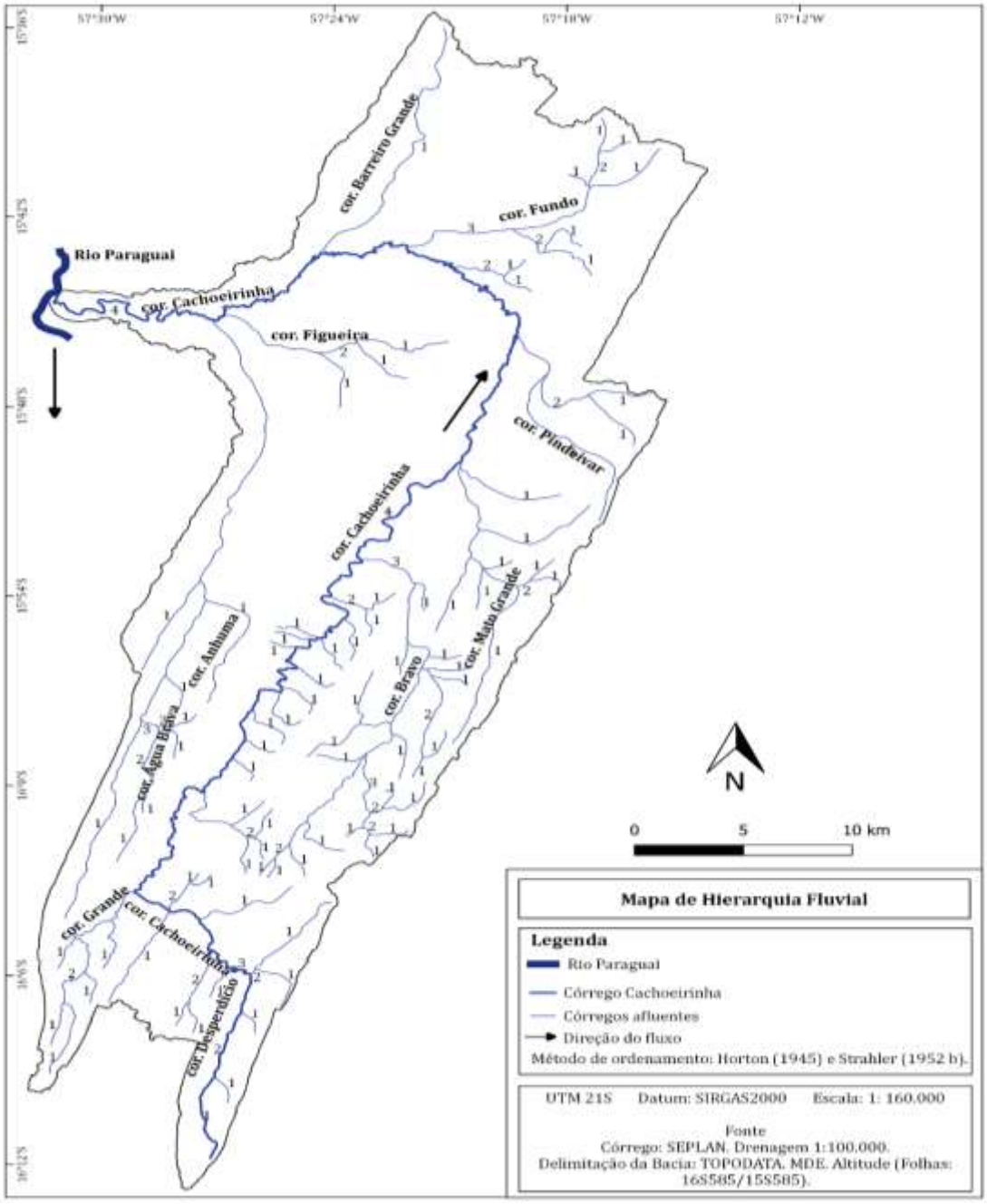


Figura 04: Hierarquia fluvial da bacia do córrego Cachoeirinha.
Organizado pelo autor/2020.

Como a maioria dos canais é de primeira ordem, esse parâmetro indica maior dissecação do relevo provocada pelo controle estrutural das vertentes, como falhas, fraturas, afloramentos e dobramentos, evidenciando a existência de áreas com fragilidade ambiental.

O córrego Cachoeirinha possui o padrão de escoamento exorreica, porque é um contribuinte do rio Paraguai, tributário do rio Paraná, um dos formadores da grande bacia Platina que desagua no mar, em ambiente marinho (Oceano Atlântico).

O comprimento total dos canais é de aproximadamente 520,62 km. A densidade encontrada foi de 0,54 km/km^2, mostrando que esse índice classifica-se como drenagem média, pois o maior número de canais aparece no alto curso, reduzindo no médio e sendo sem afluentes no baixo curso.

Para explicar esse resultado, existem alguns fatores que podem ser considerados, como, por exemplo, a presença do arenito na composição litológica do alto curso, facilitando a infiltração e o abastecimento do lençol freático; no médio curso, aparecem as rochas carbonáticas que, pela dissolução, podem criar dutos, fissuras que armazenam água na subsuperfície; grande parte da área da bacia é ocupada por serras e morros da Província que impedem a formação de vertentes; o clima da região apresenta duas estações (seca e chuva) durante o ano, influenciando na manutenção dos canais fluviais; a unidade climática do alto curso apresenta maior índice de chuva, comparado ao clima do baixo curso; o encaixamento dos canais fluviais e o desnível longitudinal da bacia apresentam susceptibilidade ao rápido escoamento pluvial, dificultando a infiltração e a manutenção dos cursos d'água; o desmatamento das áreas de encosta, acelerando o escoamento superficial, o que reduz a infiltração que abastece os aquíferos e a cobertura e a proteção do solo pela vegetação do Cerrado não produz sombreamento e obstáculo ao escoamento superficial.

Asfaw e Workineh (2019), pesquisando em bacias hidrográficas no oeste africano, pontuam que quanto maior a Dd, maior será o potencial de escoamento superficial, a disposição e a infiltração no subsolo e, consequentemente, na disponibilidade hídrica na bacia.

A densidade de canais na bacia do Córrego Cachoeirinha apresentou 0,11 canais/km², sendo considerada muito baixa. Isso pode estar relacionado à geologia, aos aspectos geomorfológicos e à indisponibilidade de água pluvial (sazonalidade). Vestena et al. (2006), em estudo realizado na bacia hidrográfica do rio Caeté, no município de Alfredo Wagner/SC, apontaram 1,9 rios/km², caracterizando como uma área bem drenada, sendo superior à encontrada na bacia do Cachoeirinha.

O desnível altimétrico da nascente à foz do córrego Cachoeirinha é de 441 metros. Nos intervalos entre as seções, o maior gradiente é registrado entre as seções II e III (42 km) com 203 metros (Figura 05).

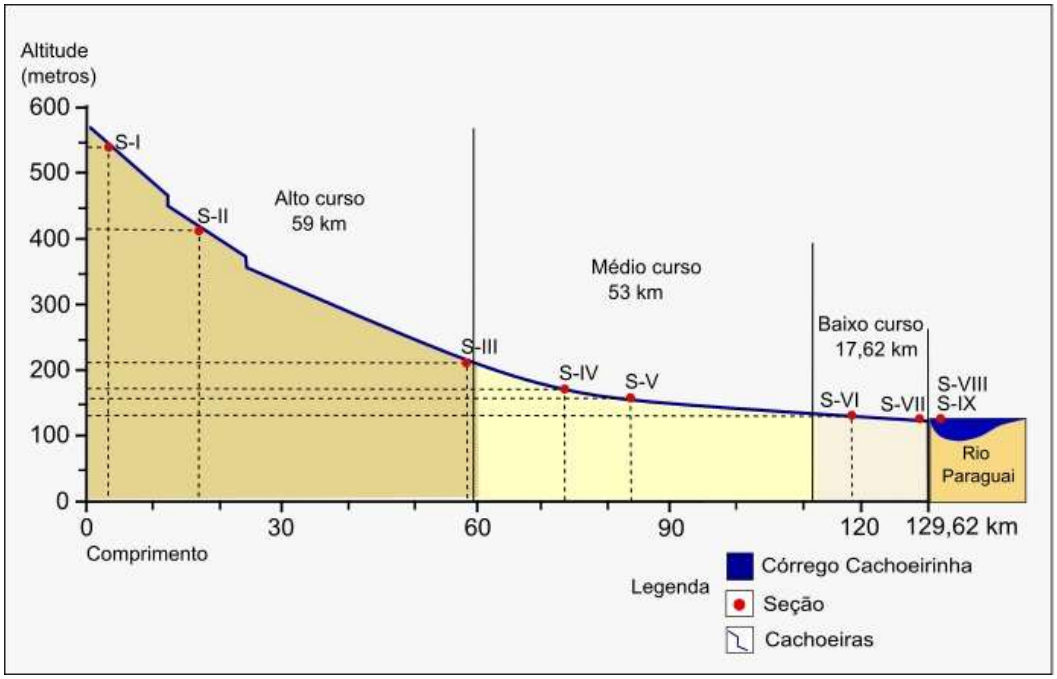


Figura 05: Perfil altimétrico longitudinal do córrego Cachoeirinha.
Elaborado pelo autor a partir de imagens do Google Heart Pro/2019.

Nos 75 km a partir da nascente do córrego, que envolvem as seções I, II, III e IV, o gradiente é de 407 metros. Nesse trecho, a declividade do terreno, que somado aos afloramentos e blocos rochosos no fundo do canal, constituem a rugosidade do leito, tornam o fluxo da água turbulento.

O menor gradiente (4 m) é encontrado a partir da seção VI (133 metros de altitude) à foz do córrego Cachoeirinha, em que se registra a altitude de 129 metros, sendo a área de influência da planície do rio Paraguai.

Entre os setores, o maior desnível altimétrico médio foi encontrado no alto curso com 5.83 m/km, reduzindo-se no médio curso para 1,69 m/km. Sob influência da área de planície, no baixo curso, aparece o menor desnível médio, com 0,22 m/km.

Um aspecto relevante na bacia do córrego Cachoeirinha é o escoamento superficial no momento das precipitações de curta duração e de alta intensidade. Ele ocorre de forma rápida através das vertentes que estão nos vales da Província, reduzindo o tempo suficiente para infiltração, dificultando o estabelecimento de um fluxo contínuo em alguns afluentes, influenciando ainda no desenvolvimento da mata de galeria nas respectivas margens, um fator que pode influenciar na variação do

transporte de sedimentos. Devido à maior declividade no alto curso da bacia, as partículas são transportadas para regiões mais baixas, promovendo o aumento da carga de sedimentos de fundo nos canais que compõem a rede de drenagem.

Alonso (2007) corrobora ao afirmar que, nas encostas das serras que possuem um rampeamento acentuado, o fluxo pluvial desce de forma turbulenta, reduzindo o volume de água que abastece o lençol freático.

O coeficiente de manutenção encontrado na bacia do córrego Cachoeirinha indica, em média, que os canais possuem 1.851,85m²/m para a manutenção de um metro de drenagem perene. A mesma caracterização foi realizada por Souza et al. (2017) no rio Ivaí/PR, apontando que é preciso 4.400,476 m²/m de área para a mesma manutenção.

Considerando o desnível altimétrico abrupto em alguns locais do alto para o médio curso, onde ocorre a transposição de serras compostas de Arenito (Formação Raizama) resistentes aos processos erosivos fluviais, formam-se várias cachoeiras. A exemplo desse fato, registram-se as cachoeiras existentes nas falhas entre as serras Chapola e da Cachoeira, a uma altitude de 467 metros (Figuras 72-A e B), e na falha entre a serra Morro Grande e a serra Branca, a 389 metros de altitude.

O desnível altimétrico longitudinal existente no canal fluvial também influencia na dinâmica do córrego. Um exemplo é a corredeira no sítio Sete Quedas, localizada a uma altitude de 168 metros (Figura 06-C).



Figura 06: A e B: Cachoeiras entre a serra da Chapola e a serra da Cachoeira. **C:** Corredeira no sítio Sete Quedas. Fotos: Acervo do autor/2020.

A bacia do Cachoeirinha é formada por afluentes e subafluentes, divididos nos regimes de fluxos perenes, intermitentes e efêmeros. Durante o escoamento pluvial dos períodos de cheia, a força das águas que descem pelas encostas dá início ao processo de cavitação. Blocos de rocha que estão dentro das vertentes efêmeras são quebrados da base, rolados, fragmentados e transportados a jusante.

Nas observações em campo, foi notado que, ao iniciar o período de estiagem, ocorre a redução do volume de água nas nascentes, de enxurrada e da capacidade do transporte de fragmentos. Na Figura 07, é mostrado um canal efêmero, onde ocorre a escavação no leito do escoamento durante os eventos pluviais que deixaram blocos de rocha de arenito expostos. Durante o transporte, até chegar no baixo curso, esses fragmentos rochosos são quebrados, polidos, tornando-se seixos rolados, areias e sedimentos menores.



Figura 07: Afluente efêmero da nascente do córrego Cachoeirinha (alto curso).
Foto: Acervo do autor/2020. Local: 16°12’00,65” S e 57°27’32,94” W.

Para Valente e Gomes (2005), os canais fluviais perenes possuem fluxo contínuo abastecido diretamente do afloramento do lençol freático. Os intermitentes são providos da infiltração ocorrida durante os eventos pluviais e escoam durante todo o período de chuva. Os efêmeros fluem pelas vertentes somente durante o evento chuvoso, quando recebem o escoamento pluvial.

Para Medeiros (2016), durante um evento de precipitação e de escoamento da água sobre a superfície, podem ocorrer algumas combinações de força e resistência. Em situação de extrema força, materiais podem ser desagregados e liberados em partículas para o escoamento.

Nas observações de campo, foi possível verificar que, nas encostas das serras, onde aparece o Calcário, a água da chuva escoa mais livremente, não encontrando resistência ou obstáculos que possam retardar o escoamento e contribuir para a infiltração. Nas serras de arenito, ocorre processo inverso, além de ser uma rocha mais porosa, existe uma grande quantidade de blocos de diferentes tamanhos e formas nas encostas das serras que acabam interceptando o escoamento pluvial, contribuindo para o processo de recarda hídrica.

Em razão das formações geológicas e, principalmente, geomorfológicas do alto e médio curso, tem-se o relevo inclinado, provocando uma rápida transferência do volume hídrico, reduzindo o tempo de residência da água na bacia. Isso leva a considerar que há uma redução da água sendo estocada nos aquíferos da região, se comparado ao volume precipitado.

3.2. Hidrodinâmica da bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha

3.2.1 Alto curso

O alto curso possui 59,00 km de comprimento, uma área de 603,43 km² equivalente a 63,34% da área da bacia, onde foram estabelecidas as seções I, II e III. Nessas seções, foram observados a largura do canal, a profundidade média, a velocidade, a vazão, os sedimentos sólidos suspensos e a descarga sólida (t/dia). Por ser a região de cabeceira da bacia, com altitudes de 213 a 516 m, ocorreram intensas variações nos resultados analisados.

3.2.1.1 Seção I

A Seção I encontra-se há 516 metros de altitude, dentro do vale do desperdício (Fazenda Tetéia). Nessa seção, o canal fluvial é influenciado pelo controle estrutural das feições morfológicas da Província Serrana, onde aparecem seguidos blocos e afloramentos rochosos nas margens e no leito. Nota-se que a área está em um estágio inicial de desenvolvimento geomórfico (dissecação), com alto potencial de mudanças em um curto período, tais como: aprofundamento, alargamento e até alongamento do canal, por razões naturais e/ou por consequências de ações antrópicas.

A área da seção foi de 0,1 m² no período de cheia e 0,08 m² na estiagem. Em razão do baixo fluxo na estiagem, não foi possível obter os resultados da velocidade, vazão e descarga sólida, como consequência da barragem (represamento) construída com sacos de areia a montante da seção, com o objetivo acumular a água e servir como bebedouro para o gado.

A profundidade e a posição rampeada das margens é resultado dos processos erosivos fluviais, do desgaste causado pelo pisoteio dos animais (bovinos e suínos) que chegam até o córrego para dessedentação e da erosão pluvial com fluxo originado de duas encostas de serras, como mostrado na Figura 08.



Figura 08: Características da paisagem na seção I.
Foto: Acervo do autor. Agosto/2020.

Na margem esquerda, está a encosta oriental da serra Chapola, onde a mata ciliar foi substituída por pastagem, descumprindo a Resolução 303/02 do CONAMA e o Código Florestal através da Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012. A pecuária de corte utiliza toda a área, sem respeitar o limite de preservação. Na margem direita, está presente uma vegetação secundária em processo de formação e recuperação.

Nas proximidades dessa seção, a montante e a jusante, o canal fluvial é encaixado e a seção transversal entre as margens possui a forma de “U”. A ação dos processos erosivos fluviais retira material das margens côncavas e deposita nas convexas, formando pequenas feições, como: barras laterais, cordões marginais, diques marginais compostos de areias.

Os dois períodos com oscilação pluvial de cheia e estiagem são determinantes para a dinâmica fluvial da bacia, como pode ser observado na Tabela 02.

Tabela 02 – Características hidrodinâmicas das seções monitoradas do alto curso nos períodos de cheia e estiagem

Seção	Localização	Características	Períodos	
			Cheia	**Estiagem**
S-I	16º10'30.25"S 57º27'26.85"W	Largura (m)	2,00	1,60
		Profundidade média (m)	0,05	0,05
		Velocidade (m/s)	0,36	0,00
		Vazão (m³/s)	0,03	0,00
		Sedimentos (mg/l)	40	60
		Descarga sólida (t/dia)	0,10	0,00
S-II	16º05'12.93"S 57º27'08.88"W	Largura (m)	4,68	2,80
		Profundidade média (m)	0,27	0,08
		Velocidade (m/s)	0,34	0,32
		Vazão (m³/s)	0,42	0,07
		Sedimentos (mg/l)	240	40
		Descarga sólida (t/dia)	8,70	0,24
S-III	15º52'59,09"S 57º23"36.71"W	Largura (m)	12,90	11,60
		Profundidade média (m)	0,41	0,40
		Velocidade (m/s)	0,60	0,30
		Vazão (m³/s)	3,16	1,39
		Sedimentos (mg/l)	140	80
		Descarga sólida (t/dia)	38,22	9,60

Elaborada por Santos (2020).

O resultado da análise granulométrica da carga sólida em suspensão mostrou-se aumentado de forma inversa, se comparados os períodos de chuva e estiagem. No período de estiagem, as concentrações apareceram maiores (60 mg/l), se comparadas ao período de cheia (40 mg/l) em razão do pisoteio e da movimentação dos animais dentro do córrego. Esse fato é confirmado pelas pegadas do gado e dos porcos que haviam revolvido o fundo do canal.

Nesse segmento, o canal segue com sua morfologia, obedecendo o controle estrutural das serras, ou seja, a vertente acompanha o fundo do vale com a ausência de planície alagável, mas também recebe influência dos agentes externos, principalmente do uso e ocupação da área.

3.2.1.2 Seção II

Essa seção localiza-se há 413 m de atitude, há 290 metros a montante da ponte de madeira (córrego Cachoeirinha) da estrada municipal que liga a BR-070 a MT-343. O entorno é utilizado para pastagem cultivada com gramínea *Brachiária* (*Brachiaria brizantha*) para criação de gado bovino de corte. Percebe-se que o gado transita na mata ciliar, alimentando-se dos brotos, pisoteando e compactando o solo, impedindo

o crescimento de novas espécies vegetais, reduzindo a proteção natural das margens e criando sulcos erosivos nos locais de acesso ao córrego.

Nas observações durante as atividades de campo, foi notado que houve uma redução da quantidade e da variedade de espécies nativas que compõem a vegetação. Foram encontrados inúmeros tocos (troncos de árvores cortadas) que possivelmente foram utilizados para a construção de cerca, casa, curral, ponte, entre outros. Com isso, desenvolveram-se algumas espécies invasoras, como, por exemplo, a taboca (*Guadua weberbaueri*) e a embaúba (*Cecropia pachystachya*), que são pioneiras e servem como indicadores da ação antrópica.

Nessa seção, o canal do córrego apresenta-se com menor sinuosidade, mas permanece com o leito encaixado e o perfil transversal da calha em forma de “U”. Nas barras de sedimentos formadas nas margens convexas, verifica-se a presença de material grosseiro (areia e seixos de arenito rolado), que foi depositado durante os períodos de chuva.

Na Figura 09 (período de estiagem), através das características desse trecho, é possível notar a força da água, onde se vê as raízes das árvores, que aparecem expostas na margem, a presença de troncos de madeira, que foram arrastados pela correnteza, e o depósito de uma variedade de material no fundo do canal.



Figura 09: Vista parcial do canal, da vegetação ciliar e depósito de sedimentos da seção II.
Foto: Acervo do autor. Agosto/2020.

O solapamento basal é um dos processos erosivos visivelmente atuante nas margens do córrego em consequência da velocidade do fluxo durante os eventos de precipitação. A retirada de material da base através da desagregação no período de

cheia, juntamente com os desmoronamentos dos blocos no período de seca, contribui no processo de assoreamento do canal e na composição dos sedimentos de fundo e em suspensão.

A área média da seção foi de 0,74 m², a velocidade do fluxo 0,34 m/s no período de cheia e 0,32 m/s na estiagem, quase não apresentando alteração. Entretanto, a vazão reduziu de 0,42 m³/s no período de cheia para 0,07 m³/s na estiagem, a concentração de sólidos suspensos baixou de 240 mg/l para 40 mg/l e, consequentemente, a descarga sólida de 8,70 t/dia para 0,24 t/dia (tabela 02), em consequência da redução do fluxo entre as duas estações. Essa mesma redução apareceu nos trabalhos desenvolvidos em bacias hidrográficas vizinhas do córrego Cachoeirinha, tais como: Bühler (2016), na bacia hidrográfica do córrego Jacobina; Cruz (2015), na bacia do córrego Facão, e Farias (2019), na Sub-bacia do córrego Taquaral, em Cáceres, Mato Grosso.

A quantidade de sedimentos suspensos de 240 mg/l no período de cheia também pode ser justificada pelo fluxo turbulento a montante dessa seção e, principalmente, a existência de cachoeiras, o que é capaz de aumentar a carga de sedimentológica.

Mahala (2020, p. 14) afirma que, no alto curso dos canais, “essa instabilidade geomórfica e hidrológica é mais comum” [...]. Isso é evidenciado pelo trabalhar do fluxo nas margens e no fundo do canal que ainda estão em processo de formação ou definição, até ser influenciado pelo controle geológico e geomorfológico.

Nas observações, foi notado que, no período de estiagem, o ambiente é mais utilizado para dessedentação de bovinos, ocorrendo um intenso pisoteio e movimentação do gado dentro do canal, abrindo-se valas nas trilhas dentro da APP, onde os animais descem até a água. Em razão da inclinação, o solo pisoteado da margem é levado para dentro da calha fluvial. Esse fato é acelerado durante as chuvas quando a enxurrada escoa pelas trilhas, transportando sedimentos, contribuindo para o assoreamento do córrego.

Quanto à presença do gado nas áreas fluviais, seja para consumo da água ou para travessia, acaba impactando o ambiente, contribuindo para os efeitos da erosão, como é apresentado por Diaz e Thomaz (2011) quando tratam sobre as margens onde ocorre o pastoreio:

> [...] o solo encontra-se mais compactado, denso e com menor porosidade. Assim, a erosão nestas áreas ocorre não somente devido ao desmoronamento das margens causado pelo gado (efeito direto), mas

> também pela dificuldade de infiltração das águas da chuva, que com o escoamento superficial removem e transportam grande volume de sedimentos para dentro do canal (efeito indireto) (DIAZ E THOMAZ, 2011, p. 06).

Nessa seção, registra-se a formação de barra de soldadura (cordão marginal), ataque de erosão em ambas as margens e o depósito de areias e seixos rolados no centro do canal. Mesmo com a presença das raízes da mata ciliar, que, dentre várias funções, podem agregar o solo, dando maior resistência, não foi impedida a retirada de material nas margens côncavas, mostrando a força e a ação do fluxo nesse tipo de terreno. As observações feitas por Souza (2004), ao estudar os processos erosivos das margens do rio Paraguai-MT, e Silva (2009), no córrego das Pitas-MT, evidenciam que os maiores índices de erosão acumulada também foram registrados nas margens de ataque.

Analisando a Tabela 02, percebe-se a diferença da quantidade de sedimentos transportados em suspensão. No período de chuva, há maior volume e turbulência da água, sendo capaz de carrear maior quantidade de carga sedimentar.

Quanto à vazão, ocorreu uma acentuada variação de 0,438 m^3/s para 0,073 m^3/s do período de cheia para o de seca. Para Christopherson e Birkeland (2017), a variação da vazão ocorre na maioria dos canais fluviais em razão dos índices de precipitação e da temperatura durante o ano. Para os autores, a chuva em algum lugar da bacia, a quantidade e a duração podem determinar o aumento do fluxo e, consequentemente, a vazão.

No perfil transversal (Figura 10), é possível visualizar a dinâmica de deposição sedimentar no fundo do canal e a distribuição da lâmina d'água. Além das areias, o fluxo do período de cheia também transporta pequenos seixos de arenito que são depositados quando a força da água perde a capacidade do transporte.

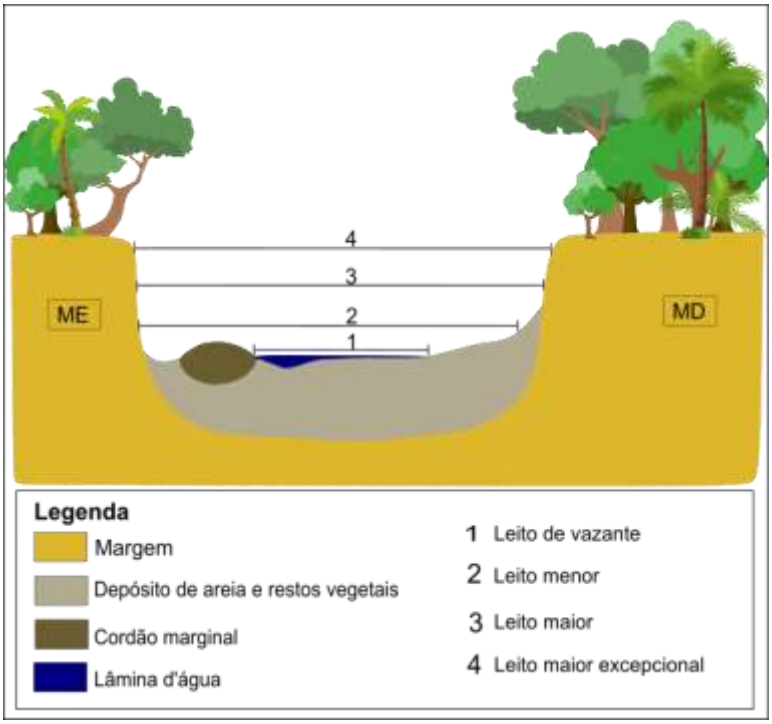


Figura 10: Perfil transversal entre margem esquerda (ME) e a margem direita (MD) da seção 02. Organizado pelo autor/2021.

O cordão marginal aparece em um local após um meandro (margem convexa), onde é visualizado o acúmulo de troncos de madeira e areia grossa, formando um cordão a uma distância de 1,00 m (um) paralelo à margem, com 10,00 m (dez) de comprimento, com aproximadamente 0,45 cm de altura e 0,70 cm de largura máxima. Para Stevaux e Latrubesse (2017, p. 149), entre o cordão e a margem, forma-se uma bacia com fluxo mais lento em formato de redemoinho, onde ocorre a “sedimentação vertical por decantação do material mais fino da corrente”.

Para melhor entendimento da figura 10, foi utilizada a elucidação feita por Christofoletti (1980), quando afirma que o leito fluvial é o espaço dentro da calha fluvial ocupado pela água em diferentes estações e intensidade de fluxo (seca e cheia), como, por exemplo:

a) Leito de vazante: é por onde ocorre o escoamento durante o período de seca, de águas baixas, acompanhando o talvegue, a parte mais profunda do leito;
b) Leito menor: bem delimitado e encaixado entre as margens, local onde a presença da água impede o desenvolvimento de vegetação. Apresenta-se com irregularidades na profundidade, mais ou menos retilíneos, transposto pela água no período de cheia;
c) Leito maior: é a parte do canal ocupado durante a cheia sazonal;

d) Leito maior excepcional: por onde escoam os pulsos de cheias mais elevadas, as enchentes.

Observando o perfil transversal (Figura 10) e a foto do ambiente (Figura 09), nota-se que as partes do leito com maiores índices de erosão são a margem esquerda, nos leitos menor e maior, e ambas as margens no leito maior excepcional. Isso é observado pela quantidade de raízes das árvores que estão expostas na parede da margem. Conforme ocorrem os pulsos de cheia durante o período de chuva, que preenchem toda a calha do córrego, acontece a erosão marginal, aumentando a quantidade de sedimentos de fundo e suspensão.

A jusante da Seção II, o córrego Cachoeirinha (ambiente de foz com o córrego Grande) percorre trechos retilíneos de controle estrutural, onde o fluxo do córrego permanece encaixado, transportando blocos de rocha de arenito rolados das encostas ou retirados do próprio canal. Nota-se que esse ambiente é um local onde se inicia o processo que origina os seixos rolados depositados nas seções a jusante, como mostrado na Figura 11.



Figura 11: Características do leito fluvial em um treco do córrego na região do alto curso. Foto: Acervo do autor/2020.

Em razão das encostas rampeadas para o fundo da drenagem, durante o período de cheia, todo o volume de água passa de forma confinada pelo canal, criando força capaz de rolar os fragmentos e causar o entalhamento vertical no leito fluvial.

Nesses segmentos, não são visualizados depósitos de material de fino calibre, pois, no período de cheia, eles são transportados pelo fluxo do córrego. Na estiagem,

com a redução da velocidade e da vazão, apenas os materiais suspensos são carreados de forma reduzida, pois os blocos de rocha e os afloramentos transversais no fundo do leito servem de obstáculos, criando ambientes represados, reduzindo e até anulando a capacidade de transporte.

3.2.1.3 Seção III

A terceira seção encontra-se na Fazenda Rio Cachoeira, na altitude de 213 m. Nessa propriedade, a principal atividade econômica é a criação do gado bovino de corte, utilizando o Gramínea *Brachiaria* como pastagem permanente. A faixa de mata ciliar possui, em média, 20 metros de largura, que acompanha conforme os meandros do leito fluvial.

O entorno dessa seção está sobre duas encostas de serras, área onde o relevo apresenta forte inclinação para o córrego Cachoeirinha, um indicador para a erosão e o assoreamento, pois, com o aumento dos sedimentos na calha fluvial em razão da exploração com incorretas formas de manejo, pode diminuir a profundidade e aumentar a largura do leito. Neste sentido, observa-se que o ambiente requer o uso de técnicas adequadas, pensando na sustentabilidade da produção e na preservação das características naturais da bacia.

A área média da seção foi de 4,96 m², a velocidade do fluxo 0,60 m/s, com a vazão de 3,16 m³/s, no período de cheia, basicamente 50% acima, se comparado ao período de estiagem. Em relação aos sedimentos em suspensão, houve redução entre os dois períodos, cheia e estiagem (140 mg/l para 80 mg/l) em razão da diminuição da velocidade e da vazão, alterando também a descarga sólida de 38,32 t/dia para 9,60 t/dia. Quanto menor o fluxo, também será a capacidade de transporte do material suspenso (Tabela 02).

O canal nessa seção é retilíneo e encaixado, com poucas marcas do processo de erosão das margens ou bancos de sedimentos. Entretanto, aparecem seixos rolados de arenito originados pela cavitação. As rochas das paredes da calha fluvial ou do fundo do canal são fraturadas sob a força das condições de grande velocidade da água no período de cheia. Os fragmentos são rolados, desgastados, polidos, tornando-se arredondados ou semi-arredondados, medindo aproximadamente 20 a 100 mm de diâmetro, como mostra a Figura 12.

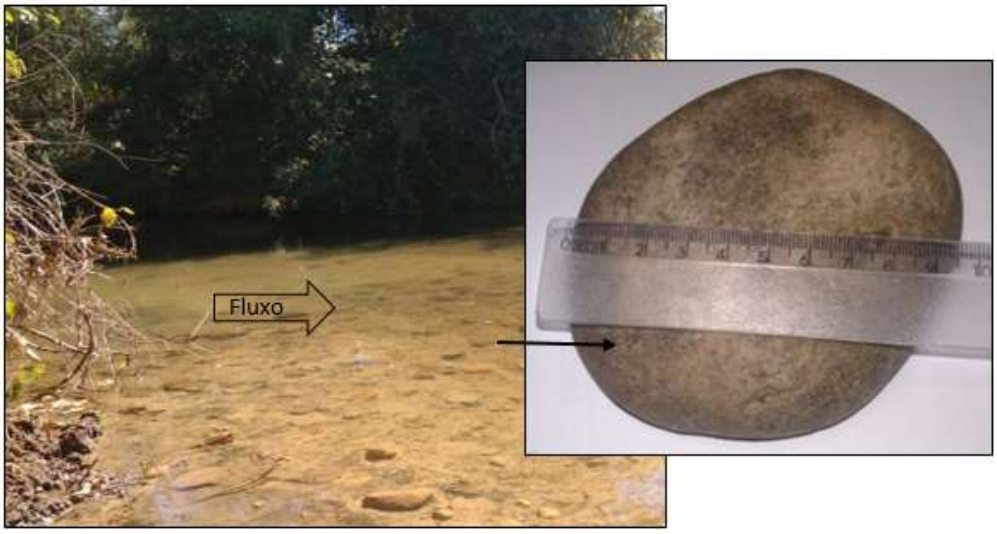


Figura 12: Seixo de arenito formado pelo processo de rolamento.
Foto: Acervo do autor. Agosto de 2020.

O depósito desses materiais é causado pela redução da capacidade do fluxo de realizar esse trabalho, seja pela diminuição do volume líquido no período de estiagem, profundidade, aumento no calibre do material ou o abatimento da velocidade em função dos obstáculos no leito fluvial formados pelos afloramentos rochosos, troncos de árvores, entre outros. A presença dos seixos no alto curso da bacia traz questionamentos e informações acerca do processo de evolução das formações geomorfológicas e geológicas. Mesmo em região de cabeceira, esses materiais apresentam-se já desgastados pelo transporte fluvial, por rolamento ou saltação.

Segundo Christopherson e Birkeland (2017), a vazão pode ser aumentada repentinamente em resposta à precipitação na bacia. Nesse caso, aumenta a velocidade do fluxo e a competência de o rio transportar materiais mais pesados, tais como: seixos, matacões e até blocos rochosos. Os autores explicam ainda que, nos trechos onde o canal é reto, a maior velocidade do fluxo é no centro, próximo à superfície da lâmina d'água, com reduzida erosão marginal. Por outro lado, onde o canal é meandrante, a maior velocidade desloca-se para o lado externo do meandro, na margem côncava, acelerando o processo de ação erosiva.

As encostas das serras paralelas por onde escoa a água pluvial para as vertentes fluviais da bacia são curtas. Porém, em razão da inclinação do relevo, o escoamento desce com turbulência, produzindo sedimentos e transportando-os ao córrego Cachoeirinha, principalmente, nos momentos pós-precipitação.

Fato contrário foi registrado na pesquisa realizada por Alves et al. (2018) na bacia do Ribeirão da Laje, no sudoeste de Goiás, quando os autores afirmam que a bacia possui uma distância longa em seus limites, com isso, contribui com a infiltração e a recarga do lençol freático, retardando a chegada da enxurrada, carreando sedimentos aos canais fluviais.

Quanto à preservação da APP, em alguns trechos, foi construída uma cerca com arame liso para evitar que o gado transite em meio à área. As principais espécies arbóreas encontradas foram o jatobá (*Hymenaea courbaril* L.), a figueira (*Ficus carica*), o angico-do-cerrado (*Anadenanthera falcata*), o ingá (*Inga uruguensis*), o ipê (*Tabebuia chrysotricaha*) e uma diversidade de cipós.

A ausência de velocidade, vazão e descarga sólida na seção I (tabela 02) em consequência do represamento do córrego para bebedouro bovino pode estar interferindo na dinâmica fluvial a jusante pela redução da quantidade de água. Isso é notado na seção II em que, no período de estiagem, foi mensurado apenas 0,08 cm de profundidade e 0,07 m³/s de vazão. Na seção III, após a confluência com o córrego Grande, acontece o aumento dos índices das características analisadas.

3.2.2 Médio curso

O médio curso possui 53,00 km de comprimento, uma área de 331,85 m², equivalente a 34,84% da bacia, em altitudes de 157 a 168 metros, onde foram estabelecidas e monitoradas as seções IV e V, sendo verificada a largura do canal, a profundidade média, a velocidade, a vazão, os sedimentos sólidos suspensos e a descarga sólida (t/dia) nos períodos de cheia e estiagem.

Por ser a região do médio curso, com o aumento do volume do fluxo, ocorreram intensas variações nos resultados analisados, principalmente, na descarga sólida durante o período de cheia na bacia.

3.2.2.1 Seção IV

Essa seção está localizada no sítio Sete Quedas, com altitude de 168 m. Na adjacência da margem direita, registra-se a ocorrência de uma encosta com suave inclinação para o córrego Cachoeirinha, parcialmente desmatada e ocupada com criação bovina e equina.

A área da seção no período de cheia foi de 12,67 m² e, na estiagem, com a baixa do volume líquido, houve a redução da área molhada para 9,9 m². Mesmo havendo a diminuição na capacidade de transporte no período de estiagem, o fluxo

permaneceu transportando sedimentos em razão do desnível topográfico na região da seção, que, consequentemente, formou corredeiras que movimentam os depósitos sedimentares (Tabela 03).

Tabela 03: Características hidrodinâmicas das seções monitoradas no médio curso em períodos de cheia e estiagem

Seção	Localização	Características	Períodos	
			Cheia	Estiagem
S-IV	15º48'10,9"S 57º20'04,1"W	Largura (m)	14,40	13,20
		Profundidade média (m)	0,88	0,75
		Velocidade (m/s)	1,20	0,62
		Vazão (m^3/s)	15,20	6,21
		Sedimentos (mg/l)	120	200
		Descarga solida (t/dia)	157,59	107,30
S-V	15º44'21,3" S 57º19'57,1"W	Largura (m)	14,20	14,43
		Profundidade média (m)	0,72	0,58
		Velocidade (m/s)	0,58	0,46
		Vazão (m^3/s)	5,92	3,91
		Sedimentos (mg/l)	180	180
		Descarga solida (t/dia)	92,06	60,80

Elaborada por Santos (2020).

Em relação à profundidade do canal, houve uma redução nas duas seções entre o período de cheia e estiagem. A maior velocidade ocorreu na seção IV no período de chuva, pois os blocos de rocha nas margens do canal estreitam a passagem da água, criando um ambiente com fluxo rápido. Arndt e Fernandez (2017), fazendo a caracterização morfológica e hidráulica de mesohabitats em córregos de Marechal Cândido Rondon, oeste do Paraná, também encontraram trechos influenciados por pequenas depressões, detritos lenhosos, seixos e afloramentos que aumentaram a velocidade do escoamento.

Quanto à capacidade de descarga líquida, no período de cheia, foi de 15,20m^3/s. Com isso, a competência de descarga sólida foi de 157,59 t/dia e, na estiagem com a vazão de 6,21m^3/s, a descarga sólida foi reduzida para 107,30 t/dia. Essa seção, pelas características de declividade e de rugosidade do leito, apresentou os maiores resultados na cheia, exceto na seção VII, no ambiente de foz do córrego Cachoeirinha, que apresentou uma descarga sólida de 338,20 t/dia, como mostra a Figura 13.

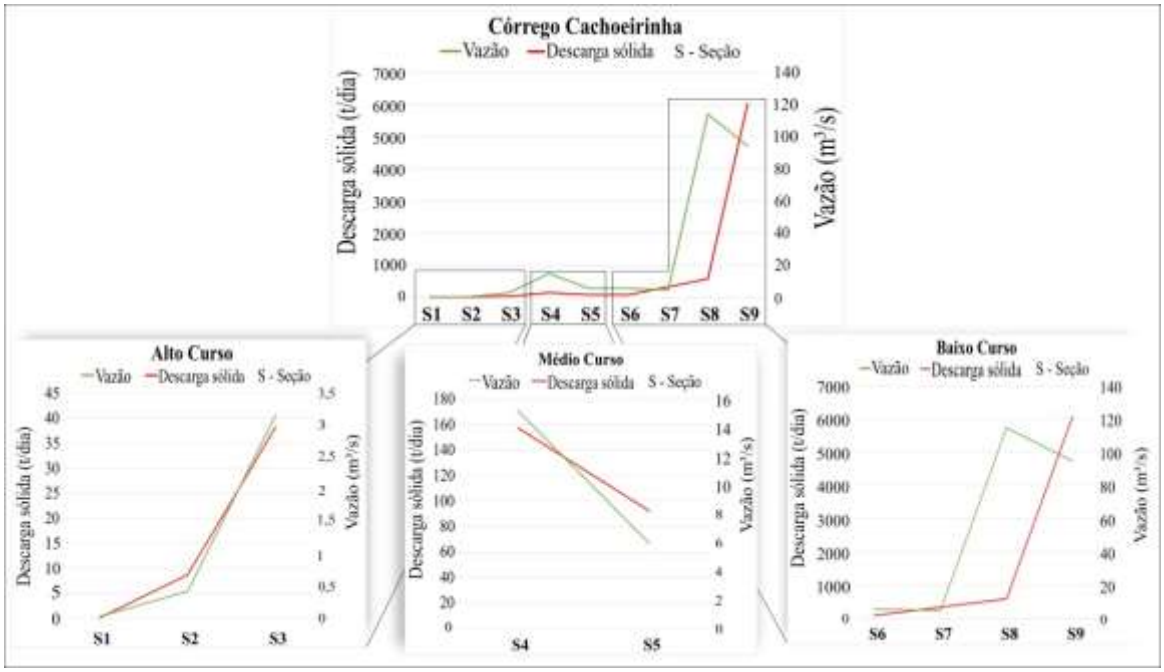


Figura 13: Relação da vazão e descarga sólida no período de cheia do córrego Cachoeirinha
Organizado pelo autor/2022.

A mata ciliar (APP) não foi separada (com cerca de arame) do limite da pastagem, de modo que os animais utilizam os brotos da vegetação (arbustos, arbóreas e cipós) como parte da alimentação, tornando essa área em processo de degradação. É evidente a compactação do solo causada pelo pisoteio de animais, através formação de ravinas e voçorocas nas trilhas onde transitam, utilizando o córrego como bebedouro. Quando ocorre alteração nas características de um elemento ambiental, pode provocar o desequilíbrio de outros, como, por exemplo, o aumento do depósito de sedimentos no ambiente de foz, perda de solo, falta de água, alteração nos ecossistemas, dentre outros.

Para Valente e Gomes (2005), a qualidade da conservação da cobertura vegetal influencia nas condições da superfície do solo, melhorando a capacidade de infiltração através dos poros do solo, antes do escoamento superficial pluvial.

Na margem esquerda, na encosta oriental da serra da Cachoeirinha, a vegetação ciliar encontra-se preservada. Apresenta uma variedade de espécies, como o ingá (*Inga uruguensis*), o angico-do-cerrado (*Anadenanthera falcata*), o manduví (*Sterculia apetala*), o cedro (*Cedrela fissillis*), as palmeiras babaçu (*Orbignya phalerata*), as palmeiras bacuri (*Platonia insignis*), os cajás (*Spondias mombin*), entre outras.

Nessa seção, o canal fluvial apresenta-se com fundo rochoso servindo de nível de base local. A rugosidade torna o fluxo turbulento e a formação de corredeiras, contribuindo com a carga de sedimentos em suspensão, sendo carregados na mesma velocidade em que escoa a água, relacionando-se mais com o trabalho de erosão e de transporte do que com a deposição.

No leito, registra-se a presença de matacões de arenito com aproximadamente 500 mm de diâmetro e seixos de arenito rolados com 130 mm de diâmetro. Também ocorrem afloramentos rochosos de arenito e de folhelhos que constituem a rugosidade do leito, que propiciam a formação do fluxo turbulento nas corredeiras, como mostrado nas Figuras 14 e 15 a montante e a jusante da seção.





Figura 14: Vista parcial dos afloramentos rochosos, seixos e matacões no córrego Cachoeirinha.
Figura 15: Vista parcial da paisagem no córrego Cachoeirinha.
Fotos: Acervo do autor. Agosto/2020.

Nesse contexto, quando se discute a dinâmica fluvial de uma bacia hidrográfica, há de se considerar a inter-relação entre todos os elementos ambientais naturais, bem como as formas de se relacionarem ou responderem frente às formas de uso das atividades antrópicas, com foco em práticas mitigadoras de possíveis impactos ao ambiente.

Nessa seção, em razão do desnível e da presença da corredeira, a velocidade do fluxo da água foi 1,20 m/s durante o período de cheia, somando-se à rugosidade do fundo, não ocorreu o depósito de sedimentos no fundo do canal. Contudo, um pequeno movimento circular (redemoinho) na margem esquerda permitiu a deposição de areia e a formação de uma barra lateral, comprovando o transporte e a descarga de matérias durante os pulsos de cheia, como pode ser observado na Figura 16.

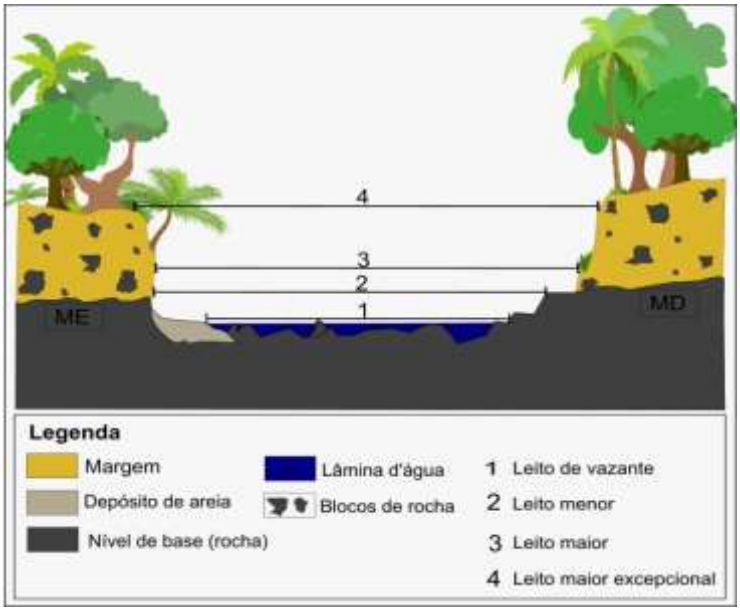


Figura 16: Perfil transversal da seção IV.
Organizado pelo autor/2021.

Nas margens, aparecem rochas polidas pelo fluxo, onde a erosão é visivelmente mais atuante, algo notado nos blocos de solo que deslizam sobre as rochas, principalmente, durante os pulsos de cheia. O fundo é assentado sobre um assoalho rochoso (Arenito), onde são depositados os fragmentos de rocha da montante do próprio canal.

Abordando sobre a influência do desnível altimétrico e do controle estrutural influenciando na dinâmica da rede fluvial de uma bacia hidrográfica, Cunha e Guerra (2017) afirmam que:

> [...] originam importantes níveis de base regionais e locais, permite o desenvolvimento de um perfil longitudinal específico, dinâmico e em

> constante busca de um equilibrado balanço entre descarga líquida, erosão, transporte e deposição de sedimentos (CUNHA E GUERRA, 2017, P. 362).

Obedecendo as características ambientais, o canal do córrego Cachoeirinha segue com padrão meandrante encaixado, com alguns trechos retos, obedecendo as falhas geológicas ou a direção dos afloramentos, com o perfil transversal entre as margens em forma de “U”.

Nota-se que, do período de chuva para o de estiagem, houve redução em todos os resultados das características estudadas, exceto nos sedimentos em suspensão (Tabela 03). O aumento de 120 mg/l do período de cheia para 200 mg/l na estiagem pode estar associado ao próprio fluxo turbulento do ambiente, a travessia do gado pelo córrego se deslocando para outra margem e pastagem (Figura 17), de tratores, vaqueiros, veículos e à movimentação do gado dentro do canal durante a dessedentação nas propriedades a montante da seção, fazendo aumentar a carga de sedimentos suspensos a jusante.



Figura 17: Local de dessedentação e da travessia do gado de uma pastagem para outra a montante da seção IV. Foto: Acervo do autor/2020.

Outro fator a considerar referente à menor quantidade de sedimentos suspensos no período de chuva é que a coleta de água para análise foi realizada em um intervalo de dias sem precipitação na região, quando o fluxo já havia baixado e estabilizado, sem a interferência do escoamento pluvial superficial das encostas (enxurrada), carreando sedimentos para o córrego.

3.2.2.2 Seção V

A seção V encontra-se na Fazenda Bom Jesus, em altitude de 157 metros. Apresenta-se com a mata ciliar preservada em ambas as margens, sendo o extrato

arbóreo composto por um dossel emergente, onde as espécies vegetais possuem, em média, de 10 a 15 metros de altura. Predomina o ingá (*Inga uruguensis*), palmeira bacuri (*Attalea phalerata*), cambará (*Qualea* sp), figueira (*Ficus guaranítica*) e uma diversidade de cipós (Figura18).



Figura 18: Vista parcial das características do córrego Cachoeirinha e da cobertura vegetal.
Foto: Acervo do autor. Agosto/2020.

Nessa seção, o canal começa a perder o controle estrutural exercido pela Província Serrana e a assumir um padrão meandrante divagante. A margem côncava apresentou-se de forma íngreme com erosão por solapamento basal e a margem convexa, rampeada, com depósito de areias e seixos rolados.

Considerando a baixa declividade desse trecho, o córrego Cachoeirinha ainda possui capacidade erosiva nas margens côncavas. É possível observar a jusante e a montante da seção a presença de troncos secos de árvores e palmeiras bacuri (*Attalea phalerata*) dentro do canal, que foram retirados da margem pelo solapamento basal ocorrido no período de cheia. Também podem ser notadas outras palmeiras da mesma espécie e árvores já condenadas, solapadas, a serem arrancadas pelo mesmo processo erosivo.

A área da seção no período de chuva foi de 10,22 m² e, na estiagem, 8,36 m². Em relação à largura, houve aumento no período de estiagem de 14,20 m para 14,43m (tabela 03). Algo originado pelo cisalhamento, ou seja, deslocamento de blocos da margem (côncava) em razão do solapamento basal, ocasionado pela força e a ação da água no período de cheia.

Analisando os dados batimétricos, não houve diferenças intensas nos períodos de cheia e estiagem. Dentre os dados, a vazão apresentou maior redução, baixando

de 5,92 m³/s para 3,91 m³/s, algo que refletiu em baixa na descarga sólida de 92,06 t/dia para 60,80 t/dia.

Quanto à profundidade, apresentou-se de forma heterogênea, sendo maior na margem côncava (direita), em que aumenta a velocidade do fluxo e mais rasa na margem convexa, lugar de deposição de areias e pequenos seixos rolados, apresentando em média 25 mm.

A deposição de sedimentos no canal é um processo dinâmico e sempre dependente de vários fatores, tais como: a profundidade, a vazão, a velocidade, a turbulência do fluxo, os obstáculos no leito e o calibre da carga do material transportado.

A quantidade de sedimentos (mg/l) também se manteve igual nos períodos de cheia e estiagem. Stevaux e Latrubesse (2017, p. 126) explicam que “nas bacias de pequeno porte” a produção e concentração de sedimentos acontece nos primeiros instantes de precipitação ou no início da temporada de chuva. Posteriormente, “toda a bacia já foi lavada” e o pico da produção de material suspenso vai “decrescendo até se tornar inexpressivo” [...]

Nas observações de campo, foi possível encontrar barras de seixos rolados em vários pontos. Eles aparecem nas margens convexas, com menor calibre e de forma mais arredondada, assim como no centro do canal (trechos retilíneos), com calibre maior e com formas mais irregulares, como mostrado na Figura 19.



Figura 19: Vista parcial da barra de seixos rolados no centro do canal.
Foto: Acervo do autor. Local: 15º44’25,8” S e 57º19’54,6” W. Agosto/2020.

Os seixos são de arenito e transcorreram pelo processo de transporte por saltação e rolamento no fundo do canal, enquanto o fluxo do córrego foi suficiente para transportá-los. Contudo, com a redução da declividade e a diminuição da capacidade fluvial, iniciou-se o processo de deposição dessa carga detrítica.

A largura do canal nesse ponto foi de 21,80 metros ao nível da água. A barra de seixos mediu 9 (nove) metros de largura por 31 de comprimento. Desse modo, permaneceram livres para o escoamento da água durante o período de seca um espaço de 7,50 metros de largura na margem direita do banco, cuja velocidade do fluxo foi de 0,6 m/s, com profundidade de 0,30 cm e outro espaço de 5,30 metros de largura na margem esquerda, com o escoamento parcialmente interrompido pelos seixos e troncos de árvores caídas.

A vegetação ciliar apresentou-se de forma conservada, com algumas trilhas utilizadas por pescadores locais. A montante, para ambas as margens, onde ultrapassa o limite de conservação (mata ciliar), inicia-se a área ocupada pela pecuária de corte, utilizando-se a gramínea *Brachiaria* como pastagem cultivada.

O trecho onde estão instaladas as seções IV e V pode ser considerado um corredor de sedimentos que chegam ao córrego Cachoeirinha, recebido dos afluentes e pelo escoamento pluvial durante o período chuvoso na região da Província Serrana. Quando o fluxo vai perdendo a capacidade de transporte (tabela 03), inicia o processo de deposição dos materiais de grosso calibre, como, por exemplo, os seixos rolados na área da Depressão do Alto Paraguai.

No período de estiagem, quando ocorre a diminuição da velocidade do escoamento, acontece a elevação do leito devido ao depósito de sedimentos. Na época chuvosa, acontece a diminuição da deposição, pois, ocorre o aumento da velocidade do escoamento que influencia o carreamento dos sedimentos para a foz do córrego e ao rio Paraguai.

3.2.3 Baixo curso

O baixo curso possui 17,62 km de comprimento em uma área de planície na margem esquerda do rio Paraguai, ocupando 17,33 km², respectivamente, 1,82% da bacia, onde foram estabelecidas e monitoradas durante os períodos de cheia e estiagem as seções VI, VII, VIII e IX, a uma altitude de 129 m.

Caracteriza-se como um ambiente de deposição sedimentar, os quais foram transportados da montante pelo rio Paraguai e, principalmente, pelo córrego

Cachoeirinha. Dentre os elementos analisados, estão largura, profundidade, velocidade, vazão, sedimentos em suspensão e descarga sólida. Este último apresenta um resultado que comprova a capacidade do córrego Cachoeirinha transportar sedimentos das áreas elevadas da Província Serrana ao rio Paraguai (Pantanal Norte).

3.2.3.1 Seção VI

A seção VI está localizada a uma altitude de 133 m. Nesse local, o canal fluvial apresenta-se meandrante divagante com as margens íngremes e com perfil transversal em forma de “U”. A área da seção no período de cheia foi de 16,84 m² e, no período de estiagem, mediu 19,32 m². O aumento da profundidade possivelmente tenha ocorrido durante o período de cheia, quando o fluxo possui maior capacidade de transportar material depositado no fundo do canal (Tabela 04).

Tabela 04: Características hidrodinâmicas das seções monitoradas no baixo curso em períodos de cheia e estiagem no córrego Cachoeirinha

Seção	Localização	Características	Períodos	
			Cheia	Estiagem
S-VI	15º45’15.18”S 57º28’48.36”W	Largura (m)	16,20	15,97
		Profundidade média (m)	1,04	1,21
		Velocidade (m/s)	0,35	0,24
		Vazão (m³/s)	5,89	4,63
		Sedimentos (mg/l)	180	200
		Descarga sólida (t/dia)	91,60	80,00
S-VII	15º44’25.06”S 57º31’06,37”W	Largura (m)	20,20	12,00
		Profundidade média (m)	0,55	0,41
		Velocidade (m/s)	0,42	0,50
		Vazão (m³/s)	4,66	2,46
		Sedimentos (mg/l)	840	200
		Descarga sólida (t/dia)	338,20	42,50
S-VIII	15º44’23.23”S 57º31’08,56”W	Largura (m)	88,00	86,30
		Profundidade média (m)	2,00	0,86
		Velocidade (m/s)	0,65	0,34
		Vazão (m³/s)	114,4	25,23
		Sedimentos (mg/l)	60	60
		Descarga sólida (t/dia)	593,04	130,79
S-IX	15º44’25.72”S 57º31’12,89”W	Largura (m)	87,00	85,50
		Profundidade média (m)	1,66	0,80
		Velocidade (m/s)	0,62	0,35
		Vazão (m³/s)	94,68	23,90
		Sedimentos (mg/l)	740	120
		Descarga sólida (t/dia)	6.053,46	247,79

Elaborada por Santos (2020).

Em relação ao aumento dos sedimentos em suspensão de 180 mg/l do período de cheia para 200 mg/l na estiagem, também pode estar associado com a dessedentação da pecuária bovina que utiliza o córrego Cachoeirinha, pois, nesse período, as represas construídas nas pastagens estão com baixo estoque de água ou até secas.

Quanto à velocidade e à vazão, nota-se que houve redução se comparado as seções IV e V da Tabela 03. Isso ocorreu em razão da redução do desnível do terreno próximo à Planície do Rio Paraguai que torna o fluxo mais lento, desse modo, transportando sedimentos de calibres menores.

Durante o pulso de cheia, o córrego Cachoeirinha transborda suas águas para a planície, transportando sedimentos em suspensão. Durante as observações em campo, foi notado que os obstáculos superficiais (árvores caídas e as raízes expostas) dificultam o livre escoamento e retêm parte do material, criando pequenos depósitos de areias em meio à floresta de galeria.

Quanto à erosão nas margens, em razão da redução da declividade, apresenta-se de forma amena, sem produzir o solapamento basal ou a queda de blocos. Entretanto, em razão do sistema meandrante do canal, ela atua nas margens côncavas e deposita os sedimentos nas convexas, principalmente no período de cheia, quando ocorre o aumento da velocidade e as demais características hidrodinâmicas, principalmente a descarga sólida, como mostra a Tabela 04.

Cunha (2008) explica que, ao longo do perfil longitudinal de um curso fluvial, quando a velocidade torna-se lenta e uniforme, as águas fluem em camadas, sem turbulência, constituindo o fluxo laminar. Desse modo, os processos erosivos e a capacidade de transporte reduzem-se, deslocando apenas partículas muito finas (argila e silte), o que anula as ações erosivas das margens.

A vegetação remanescente encontrada restringe-se às áreas de mata ciliar, sendo do tipo arbóreo, com a presença do cajá (*Spondias mombin*), manduví (*Sterculia apetala*), figueira (*Ficus guaranítica*), angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa*), palmeira bacuri (*Platonia insignis*) e uma variedade de cipós, exemplo: japecanga (*Smilax fluminensis Steud*), entre outras.

Nas proximidades dessa seção, a principal atividade econômica é a pecuária bovina de corte, onde é cultivada a gramínea *brachiaria* como pastagem permanente, permanecendo somente a área destinada à reserva florestal e as APPs com cobertura vegetal primária.

Em alguns trechos das margens do córrego, a área de mata ciliar foi suprimida além do permitido por lei (Resolução CONAMA 303/02). No entanto, em alguns locais, está sendo recuperada através do reflorestamento natural e com plantio de mudas de árvores frutíferas nativas, por exemplo: cajá, figueira, ingá, entre outras, o que pode ser observado na Figura 20.



Figura 20: Vista parcial da APP com reflorestamento natural e com plantio de espécies nativas. **Foto**: Acervo do autor/2019. Local: 15º45'04,26" S e 57º28'49,75" W.

Para evitar a entrada do gado nesses espaços, impedindo que os animais alimentem-se da reposição florestal e de outas espécies nativas, foram construídas cercas de arame liso. Essas áreas são próximas ao córrego, com desnível de terreno e de extrema necessidade à existência da APP, para que promova os serviços ecossistêmicos, dentre eles, proteger o solo contra os processos erosivos e de assoreamento.

3.2.3.2 Seção VII

A área da seção no período de chuva foi de 11,11 m² e na estiagem 4,92 m², localizada a 120 metros a montante da foz do córrego Cachoeirinha. O canal fluvial apresenta-se meandrante divagante, as margens côncavas são íngremes em razão dos processos erosivos e, consequentemente, ocorre a queda de blocos, já as convexas são rampeadas com intenso processo de deposição sedimentar.

A concentração de sedimentos suspensos foi de 840 mg/l no período de chuva e 200 mg/l, na estiagem. A descarga sólida foi de 338,20 t/dia no período de chuva e 42,50, na estiagem (Tabela 04), sendo o maior resultado das seções no córrego

Cachoeirinha, mostrando que, no período chuvoso, o córrego transporta maior quantidade de sedimentos. Tal situação justifica-se por vários condicionantes, tais como: ser o baixo curso; um ambiente de foz; um trecho de meandro com processo de ataque erosivo na margem côncava; a coleta da água foi realizada logo após uma chuva; a seção foi estabelecida no início do engarrafamento da foz, dentre outros.

Nesse contexto, ressalta-se a importância da cobertura vegetal para proteção do solo durante o escoamento pluvial superficial e subsuperficial, impedindo a origem de processos erosivos em solo saturado e, como consequência, o assoreamento fluvial.

Quanto ao aumento da velocidade do fluxo no período de estiagem (Cheia: 0,42 – Estiagem: 0,50), ocorreu em razão do baixo nível das águas do rio Paraguai que não impediram o desaguar do córrego Cachoeirinha. No período de cheia, o nível da água do rio eleva-se e provoca o represamento na descarga do afluente, tornando a velocidade mais reduzida. No período de estiagem, o escoamento torna-se livre, permitindo a desembocadura do fluxo com maior velocidade.

A mata de galeria encontra-se em bom estado de conservação. A APP é composta por espécies da formação arbórea, tais como: ingá, cajá, cambará (*Vochysia haenkeana*), palmeira bacuri, figueira, novateiro (*Triplaris americana*), ipê rosa (*Handroanthus heptaphyllus*), dentre outras, e uma variedade de cipós.

Nas observações durante as atividades de campo, foi notado que o fluxo do córrego “ataca” a base da margem direita (côncava), umedecendo e retirando material que, consequentemente, provoca a queda de blocos da parte superior, causando a regressão da margem, a migração lateral do canal para a área de planície. Tal ataque é condicionado pelo depósito dos sedimentos na margem oposta que provocou o assoreamento e o estreitamento do canal, confinando maior escoamento na margem direita da calha fluvial.

Por conta dos pretéritos e atuais depósitos sedimentares, está ocorrendo o acréscimo lateral, o avanço da margem esquerda (convexa) para dentro do canal, através das barras laterais e dos cordões marginais. Na área de planície de inundação, desenvolveram-se algumas feições morfológicas, tais como: os terraços e os diques marginais.

Nos locais onde o processo de deposição está mais estabilizado, vem se desenvolvendo a cobertura vegetal natural, principalmente nos diques, com o

predomínio da erva-de-bicho (*Polygonum hydropiper*) e o sarã (*Phyllanthus sellowianus*) (Figura 21).



Figura 21: Vista parcial da paisagem na seção VII.
Foto: Acervo do autor. Agosto/2020.

Observando a Figura 21, é possível visualizar formações positivas das áreas de confluência, tais como: barra submersa (depósito de sedimentos no fundo do canal), barra lateral e cordão marginal. A barra submersa formou-se por conta do depósito de sedimentos que preencheu o fundo do córrego na margem convexa do meandro e, no centro do canal, em ambiente mais raso, onde o fluxo possui menor velocidade, favorecendo a deposição.

A barra lateral desenvolveu-se na borda do canal convexo como consequência da baixa capacidade do fluxo transportar sedimentos. O cordão marginal aparece após a barra lateral do meandro convexo, de forma alongada, composto por areias. Entre o cordão e a margem, formou-se um ambiente com menor velocidade, onde tem se depositado material mais fino.

Os depósitos acontecem nesse local por ser uma área de confluência. O córrego Cachoeirinha (tributário) é barrado pelo rio Paraguai (receptor) durante os períodos de cheia, quando ocorre a redução na velocidade do fluxo e na capacidade de transportar os sedimentos, criando um ambiente quase lêntico, que aumenta a deposição.

Os depósitos sedimentares ocorridos nesse ambiente não foram suficientes para criar obstáculos e abrir canais secundários. Desse modo, a foz do córrego

Cachoeirinha é classificada como estuária, desaguando em um único canal na margem esquerda do rio Paraguai, como mostra Figura 22.



Figura 22: Vista parcial da foz do córrego Cachoeirinha.
Foto: Acervo do autor. Agosto/2020.

No entorno dessa seção, encontra-se a planície, que se caracteriza como uma área baixa e plana e que desenvolve uma intrínseca conexão com a dinâmica do córrego. No período de cheia, o volume de água eleva-se e inunda essa região, formando um escoamento lêntico, influenciando na deposição de sedimentos, na recarga do lençol freático, na composição do solo, na cobertura vegetal, no microclima e no uso e ocupação da terra, dentre outras.

Analisando o trabalho realizado por Souza et al. (2019) no baixo curso do rio Sepotuba-MT, afluente da margem direita do rio Paraguai, é possível apontar algumas similitudes com esse trecho do córrego Cachoeirinha, tais como: a presença de feições morfológicas positivas e negativas. As formas negativas são as lagoas formadas por canais abandonados e, entre as positivas, destacam-se os diques, os cordões marginais e as barras (centrais e marginais) de sedimentos.

Na margem direita (côncava) sobre uma base argilosa, aparece um trecho com camadas intercaladas de sedimentos depositados (1,30 m de espessura de areias e material orgânico), indicando que, em tempos pretéritos, ocorreu intenso processo de deposição sedimentar, seguido da reativação do fluxo com remobilização dos sedimentos (Figura 23).



Figura 23: Camadas de sedimentos próximo a foz do córrego Cachoeirinha.
Foto: Acervo do autor. Agosto/2020.

Sobre a margem convexa, aparecem os depósitos recentes. Apresentam-se em camadas compostas de areias e matéria orgânica (folhas e pequenos galhos). Nessa mesma margem, em local mais estabilizado, aparece o dique marginal que vem sendo vegetado com espécies pioneiras. O terraço fluvial encontra-se na planície de inundação (acima do nível local) testemunhando os depósitos pretéritos. O cordão marginal aparece composto por areias de grosso calibre, ocupando o espaço de forma gradual.

Analisando a deposição sedimentar, Rossetti et al. (2002) desenvolveram uma pesquisa referente à estratigrafia da sucessão sedimentar no norte do estado do Pará e comprovaram que essa deposição se “sobrepõem umas às outras na direção vertical, formando uma série de reflexões intimamente espaçadas mais ou menos horizontalizadas”, que esse tipo de depósito “ocorre em ambiente plano, de baixa energia e caracterizado por predomínio de deposição de argila a partir de suspensões” e areias. Na bacia do Cachoeirinha, essa deposição formou o Neossolo Flúvico Tb Eutrófico típico com características diferenciadas dos demais solos a montante da bacia.

Denota-se que esse depósito preencheu uma pequena depressão dentro da planície de inundação. Para Riccomini et al. (2009), esse fato pode ocorrer por transbordamento de leito com sucessivas inundações, em um local onde a base é plana, servindo de nível para os depósitos sequentes e sem erosão das áreas

subjacentes. É onde se formam as turfas compostas de matéria orgânica, areais e argilas, exibindo empilhamento de camadas, com estrutura de gradação.

Como já abordado anteriormente, nessa seção, ocorre um intenso processo de deposição de sedimentos oriundos ao longo da bacia, principalmente, no alto curso. Desde o médio curso, inicia-se a deposição, entretanto, na Figura 24, é possível observar a formação de várias feições, sobretudo, o depósito de areia recobrindo todo o fundo do canal.

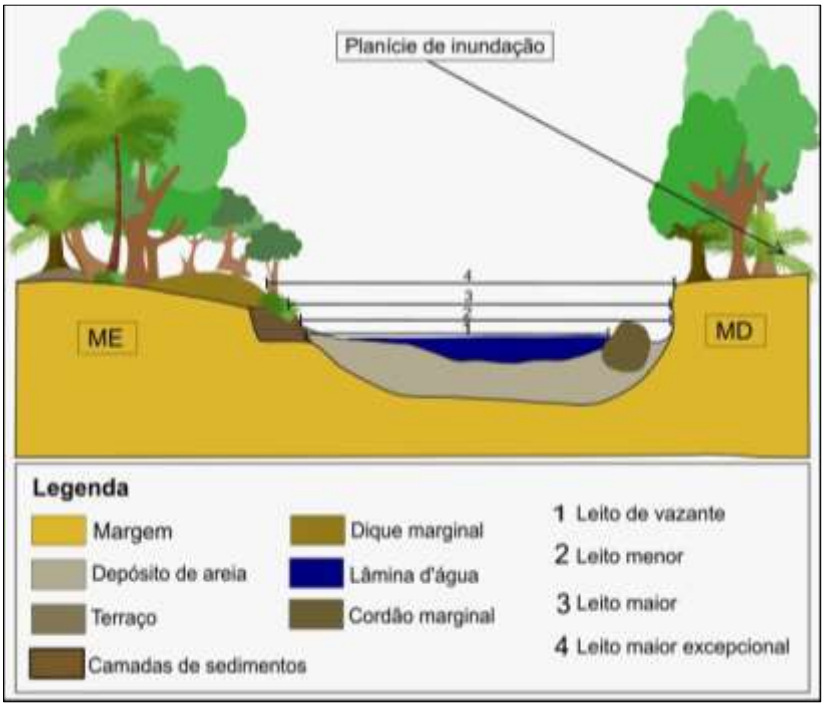


Figura 24: Perfil transversal da seção VII.
Organizado pelo autor/2021.

A planície de inundação aparece paralela ao córrego Cachoeirinha, onde é susceptível ao alagamento durante os períodos de cheia. Nessa área, encontram-se as formações negativas, tais como: as lagoas, as baías e os canais abandonados.

3.2.3.3 Seção VIII

A área da seção no período de chuva mediu 176,00 m² e, na estiagem, 74,21 m². A seção foi estabelecida na margem esquerda do rio Paraguai, na altitude de 128 m, há 85 metros a montante da foz do córrego Cachoeirinha. O canal fluvial do rio Paraguai apresenta-se meandrante divagante, as margens côncavas são íngremes, com processo de solapamento basal e as convexas, por sua vez, apresentam-se rampeadas com intenso processo de deposição de sedimentos (areias e seixos rolados) com a formação de barras laterais.

No período de cheia, a profundidade média do canal foi de 2,00 m, a velocidade 0,65 m/s, a vazão 114,4 m³/s, com a carga de sedimentos em suspensão de 60 mg/l, a descarga sólida foi de 593,04 t/dia. Na estiagem, a profundidade foi reduzida para 0,86 m; a vazão, 25,23 m³/s; a carga de sedimentos em suspensão, 60 mg/l e a descarga sólida foi 130,79 t/dia (Tabela 04). Todos os elementos analisados foram reduzidos no período de estiagem, exceto os sedimentos em suspensão. Mesmo com baixo volume de escoamento, o rio permaneceu transportando sedimentos.

Outra característica que explica a mesma carga de sedimentos suspensos nos períodos de cheia e estiagem é a posição da margem côncava (Figura 25). Ela apresenta atividade erosiva em razão da própria dinâmica do rio (margem de ataque), maior profundidade, velocidade e turbulência da água, mantendo os sedimentos em suspensão.



Figura 25: Vista parcial das características do ambiente de confluência do córrego Cachoeirinha com o rio Paraguai e da Seção VIII. **Imagem**: Google Earth Pro. Data da imagem: 2018.
Organizado pelo autor/2021

Em razão do baixo curso apresentar-se com canal meandrante divagante, aparecem, no córrego Cachoeirinha, vários canais abandonados com trechos colmatados pelo processo de deposição. Esse ambiente é pouco explorado pela ação antrópica. Apenas por pescadores profissionais e amadores que utilizam o local com a atividade pesqueira e de lazer, fazendo acampamentos e trilhas em meio à mata ciliar.

3.2.3.4 Seção IX

A área da seção IX mediu 144,42 m² no período de cheia e 68,00 m², na estiagem. A seção foi instalada no rio Paraguai (margem côncava) a uma altitude de

128 m, 87,00 metros a jusante da foz do córrego Cachoeirinha. Os sedimentos em suspensão e a descarga sólida na seção IX são maiores do que na seção VIII, em razão da contribuição do córrego Cachoeirinha.

Através da Tabela 04, a vazão do rio no período de chuva foi de 94,68 m³s, enquanto, na estiagem, foi de 23,90 m³/s. A análise granulométrica mostrou que, no período de chuva, o rio transportava 740 mg/l e, na estiagem, 120 mg/l, o que refletiu na descarga sólida de 6.053,46 t/dia no período de chuva e 274,79 t/dia, na estiagem.

Quanto ao pico de elevação da descarga sólida (Figura 26), além da carga transportada pelo próprio rio Paraguai, houve o acréscimo do dia chuvoso em que foi coletada a água para análise.

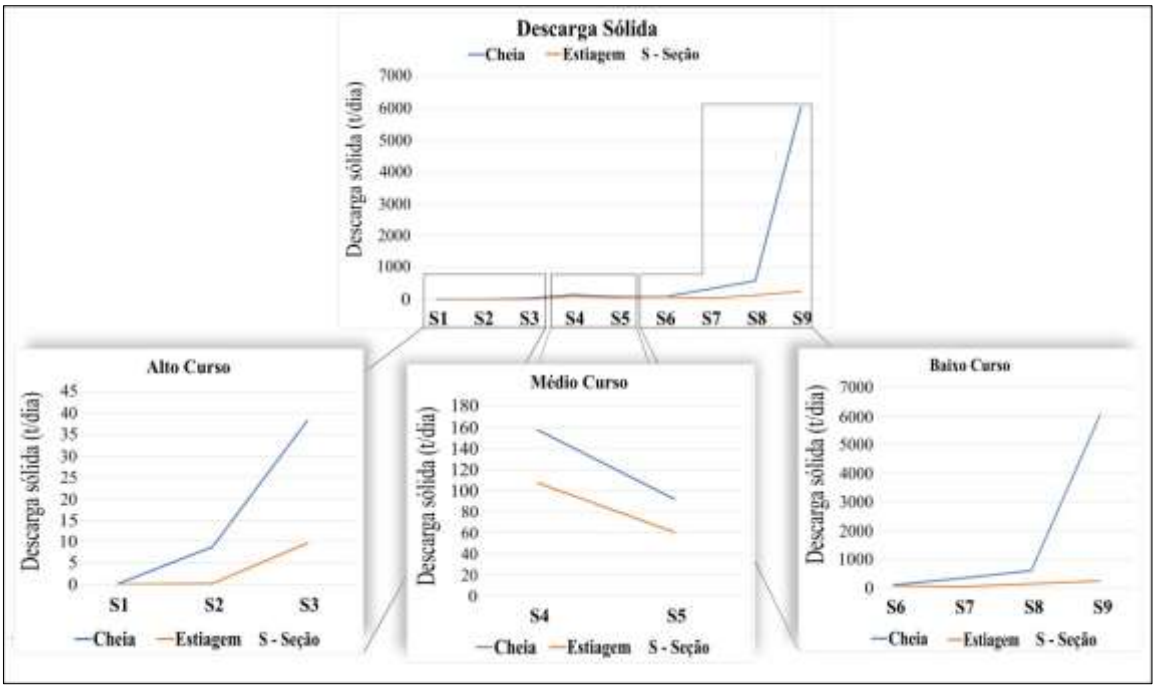


Figura 26: Variação da descarga sólida nos períodos de cheia e estiagem nos setores da bacia do córrego Cachoeirinha. Organizado pelo autor/2022.

Em estudo realizado por Bento et al. (2019), avaliando a descarga sólida em uma bacia hidrográfica com a predominância de pastagem, também foi evidenciado o aumento da descarga nas seções onde houve coleta após um evento chuvoso. Os autores associam esse aumento em consequência do tipo de uso da terra que tem causado a perda de solo e comprometido a oferta hídrica da região. Esse fato também tem ocorrido na bacia do Cachoeirinha. Dessa forma, o diagnóstico da descarga de sedimentos serve de parâmetro para avaliação em nível de bacia hidrográfica e nortear as diretrizes da gestão ambiental, auxiliando na preservação dos recursos naturais.

A profundidade média no período de cheia e de estiagem na seção VIII foi maior que na seção IX, justificando-se pelo aporte e deposição de sedimentos de fundo do córrego Cachoeirinha, que têm causado a elevação do fundo do rio Paraguai no ambiente de foz (Tabela 4).

Em razão do depósito de sedimentos pelo córrego Cachoeirinha, houve a formação de um dique marginal na margem esquerda do rio Paraguai, onde se desenvolveu a vegetação de sarã (*Phyllanthus sellowianus)*. É um ambiente sensível e que se relaciona diretamente com a dinâmica do ambiente de confluência, que necessita de estudos e monitoramento, especialmente em razão das frequentes mudanças de canal, pela carga de sedimentos advinda do córrego Cachoeirinha e as características da inundação.

Albino e Suguio (2010) fizeram um estudo no ambiente de desembocadura do rio Doce-ES, indicando a contribuição da carga de sedimentos na composição da tipologia das praias e nos processos de sedimentação da planície costeira, criando uma paisagem atípica na adjacência da foz. Nesse contexto, considera-se de extrema importância à composição da paisagem local em razão da confluência do córrego Cachoeirinha e o rio Paraguai.

Através da análise do desnível altimétrico do relevo, das observações de campo e das análises granulométricas, considera-se que o córrego Cachoeirinha é um fornecedor de sedimentos ao rio Paraguai, pois tem se mostrado com intensa atividade deposicional, sendo responsável pelo desenvolvimento de várias feições morfológicas no ambiente de foz.

Observando a Figura 27, é possível visualizar o perfil hipsométrico longitudinal e o resultado da modelagem do canal em três seções transversais no córrego Cachoeirinha com diferentes respostas às características morfológicas, geológicas e climáticas que influenciam na dinâmica fluvial.

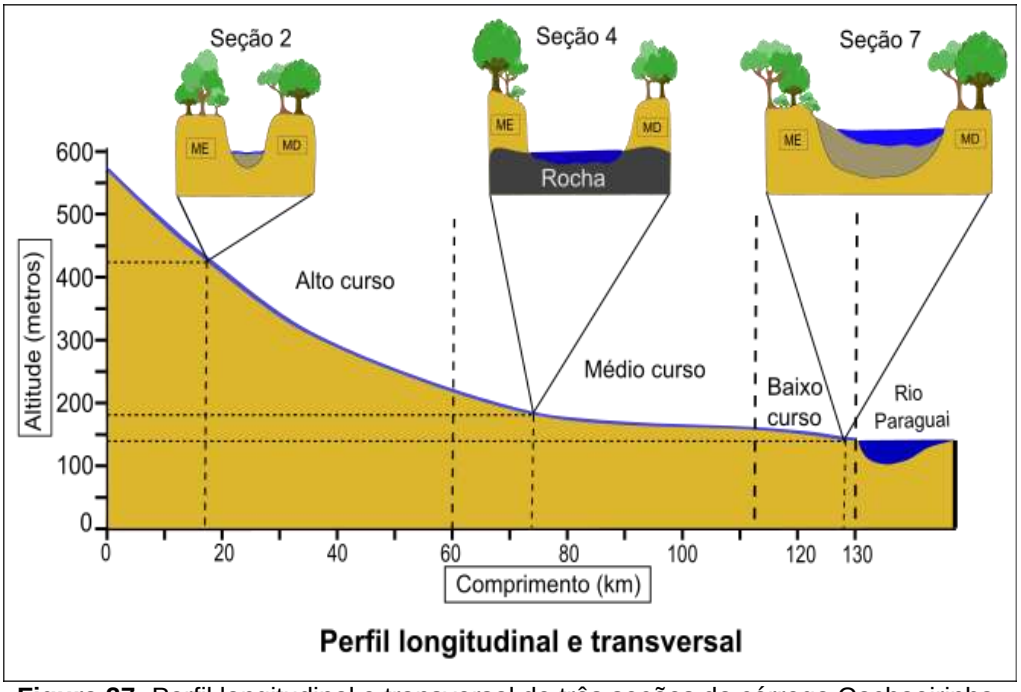


Figura 27: Perfil longitudinal e transversal de três seções do córrego Cachoeirinha. Organizado pelo autor/2021.

Através dos perfis, é possível analisar que o desnível topográfico presente na seção II possui capacidade de modelagem do relevo através dos processos erosivos pluviais e fluviais, esculturando as serras e os morros da Província Serrana.

Na Seção IV, o entalhe vertical foi interrompido pelo assoalho de rocha. O segmento do córrego apresenta-se com corredeiras, entretanto, tornam-se ausentes as ações erosivas de grande intensidade no fundo do canal. Somente no período de cheia, quando ocorre a elevação do nível da água, alcançando a facie de solo é que acelera o desgaste marginal.

Na seção VII, próxima à foz, é possível notar o acúmulo de sedimentos (areias e material orgânico) transportados da montante. Nesse ambiente, as atividades de dissecação do relevo são bastante reduzidas, sendo que ele é modelado mais pelo processo de deposição.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste estudo apontaram que há conectividade entre a rede de drenagem com os elementos ambientais da bacia, no uso da terra, influenciando em toda dinâmica fluvial, como, por exemplo, no transporte e nos depósitos sedimentares, com variações entre as seções e nos períodos analisados.

O alto e o médio curso da bacia são áreas de produção e transferência de sedimentos originados das encostas com relevo declivoso e das áreas ocupadas pela

pecuária e o monocultivo e o baixo curso é uma zona de recepção e deposição, que têm contribuído para originar as feições fluviais, como planície de inundação, terraços fluviais, diques marginais, cordão marginal, barras laterais, centrais, depósito de sedimentos em camadas, dentre outras.

A bacia é classificada em quarta ordem. Os canais secundários correm paralelos, seguindo a declividade do terreno entre as serras até desaguar no córrego Cachoeirinha. A densidade é de 0,11 canais/km² e a de densidade de drenagem 0,54 km/km^2, sendo considerada muito baixa. Esse índice mostra que a bacia é mal drenada, estando relacionada à litologia, geomorfologia, precipitação (período chuvoso e de estiagem), dentre outros fatores.

A profundidade e a área molhada aumentam em direção a jusante, estando associadas ao acréscimo no volume do fluxo em razão dos afluentes da bacia. A velocidade apresentou maior resultado na seção IV (cheia: 1,20 m/s e seca: 0,62 m/s), em razão do acentuado desnível longitudinal, afloramento rochoso, dando origem à rugosidade do leito, às corredeiras e consequente o aumento nos sedimentos suspensos.

O aumento da carga de sedimentos sólidos suspensos no período de estiagem nas seções I, IV, V e VI, possivelmente, justifica-se pelo pisoteio do gado bovino dentro do córrego no período de seca em busca da água para dessedentação, mostrando a necessidade de ações de planejamento do uso e ocupação da terra. Nesse caso, sugere-se a construção de bebedouros construídos nas pastagens para evitar a entrada dos animais nas áreas de preservação.

Houve o aumento gradual dos sedimentos sólidos transportados em suspensão nas seções monitoradas do alto para o baixo curso, principalmente, na seção VII, na foz do córrego Cachoeirinha, sendo 840 mg/l no período de cheia e 200 mg/l no período de seca, bem como a descarga sólida de 42,50 t/dia no período de estiagem para 338,20 t/dia no período chuvoso. Os depósitos no leito do córrego podem causar o assoreamento, prejudicar a navegação de pescadores, o escoamento, aumentar os riscos de enchentes, ampliar a área da planície de inundação a montante e intensificar a erosão nas margens.

Na seção VIII, instalada no rio Paraguai, no período de cheia, a descarga sólida foi de 338,20 t/dia, na seção IX, foi de 6.053,46 t/dia. Isso mostrou que o córrego Cachoeirinha vem transportando sedimentos, contribuindo com a carga de sedimentos no rio, fato que requer ações que minimizem os efeitos erosivos nas

vertentes a montante no córrego, para que não acarretem prejuízos a jusante, tais como o assoreamento e a perda da qualidade da água do rio, bem como do Pantanal.

Visando à diminuição dos sedimentos carreados para o córrego Cachoeirinha e ao rio Paraguai, recomenda-se utilizar a proposta da Educação Ambiental aos ocupantes da referida bacia, com foco no manejo adequado que se destinem à conservação do solo nas áreas de pastagem e de monocultivo, na implementação de ações de reflorestamento de áreas com fragilidade e a preservação dos remanescentes da vegetação primária nas encostas e nas margens dos canais fluviais, como já assegurado na legislação (Lei 12.651, de 25 de Maio de 2012).

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBINO, J. SUGUIO, K. Sedimentation processes and beach morphodynamics active at the Doce River mouth, Espírito Santo State, Brazil. **Annals of the Brazilian Academy of Sciences.** 2010. Acesso: 20/08/2020. Disponível: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-37652010000400023>.

ALONSO, U. R. **Rebaixamento temporário de aquíferos** – São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

ALVES, W. S.; MARTINS, A. P.; SCOPEL, I.; PEREIRA, M. A. B. Análise morfométrica da bacia do Ribeirão da Laje, no Sudoeste de Goiás, Brasil. Rev. **Geografa, Ensino & Pesquisa**, Vol. 22, 2018. p. 01-22.

ARNDT, M. A.; FERNANDEZ, O. V. Q. Caracterização morfológica e hidráulica de mesohabitats em córregos de Marechal Cândido Rondon, oeste do Paraná. **Revista Equador** (UFPI), Vol. 6, Nº 1, p.108 – 133. 2017. Acesso: 12/02/2022. Disponível: <www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>.

ASFAW, D.; WORKINEH G. Quantitative analysis of morphometry on Ribb and Gumara watersheds: Implications for soil and water conservation. **International Soil and Water Conservation Research**. 7, 150–157, 2019. Acesso: 22/09/2020. Disponível: <file:///C:/Users/USER/Downloads/1-s2.0-S2095633918301527-main.pdf>.

BELTRAME, A. V. **Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas**: modelo e aplicação. Florianópolis: UFSC, 1994.

BENTO, N. L.; AMORIM, J. S.; BARROS, F. M.; SILVA, D. P. Descarga sólida em suspensão em uma bacia hidrográfica com a predominância de pastagem. GAIA SCIENTIA, V. 13(3): 57-73. 2019. Acesso: 12/02/2022. Disponibilidade: <https://periodicos.ufpb.br/index.php/gaia/article/view/45307/29203>.

BRASIL. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 6502. 1995. **Rochas e solos**. Acesso: 10/02/2019. Disponível: http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAyA0AG/nbr-6502-rochas-solos.

BRASIL. Ministério do Exército. **Folhas: SE. 21-V-B-II – Cáceres, SD.21-Y-D-V – Três Rios, SE.21-V-B-III – Serra da Campina e SD.21-Y-D-VI – Serra da Palmeira**. Escala: 1:100.000. 1975.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente - Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. **Resolução 302**. n. 90, Seção 1. Brasília-DF, 2002.

BRASIL. Resolução CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente, nº 303. **Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente.** 2002. Acesso: 02/05/2021. Disponível: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=299>.

BRÊDA, T. C.; RAMOS, R. R. C.; MELLO, C. L. Análise petrográfica de Arenitos da Formação Resende (bacia de Resende, RJ). São Paulo, UNESP, **Geociências**, v. 32, n. 4, p.659-676, 2013. Disponível: <file:///C:/Users/USER/Downloads/8498-Texto%20do%20artigo-44378-1-10-20140313.pdf>. Acesso: 03/05/2022.

BÜHLER, B. F. A influência da geologia e do uso e ocupação da terra na qualidade da água e composição sedimentar do Córrego Jacobina, município de Cáceres-MT. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Cáceres, MT: UNEMAT, 2016. 157 p.

CARVALHO, N. O. Fundamentos da hidrossedimentologia. In: CARVALHO, N. de O. **Hidrossedimentologia prática**. 2. ed., Rio de Janeiro, RJ: Interciência, 2008.

CARVALHO, N. O. **Hidrossedimentologia prática**. Rio de Janeiro: CPMR, 1994.

CARVALHO, N. O.; FILIZOLA JÚNIOR, N. P.; SANTOS, P. M. C.; LIMA, J. E. F. W. **Guia de práticas sedimentométricas**. Brasília: ANEEL, 2000. Disponível: <http://www.aneel.gov.br/documents/656835/14876406/Guia_praticas_sedimentometricas_2000.pdf/dca52959-c3cf-4fa0-88bc-e9166e7d3c03>. Acesso: 01/08/2018.

CASTRO, S. B.; CARVALHO, T. M. Análise morfométrica e geomorfologia da bacia hidrográfica do rio Turvo-GO, através de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento. **Scientia Plena**, v. 5, n. 2, 2009. p. 3-7. Acesso: 02/05/2021. Disponível: <https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/view/623>.

CHRISTOFOLETTI, A. Análise de Bacias Hidrográficas. In: CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2a ed. São Paulo: Blucher, 1980. p. 102-121.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgar Blücher, 1999.

CHRISTOFOLETTI, A. **Notícia geomorfológica**. Campinas-SP. V. 11. N. 22, dezembro de 1971.

CHRISTOPHERSON, R. W.; BIRKELAND, G. H. **Geossistemas**: uma introdução à Geografia Física. 9. Ed. – Porto Alegre: Bookamam, 2017.

COSTA, T. D.; LANÇA, R. **Hidrologia de Superfície**. Universidade do Algarve, v. 1, 2011.

CRUZ, J. S. B. Caracterização ambiental ocupação e uso da terra e dinâmica fluvial na bacia hidrográfica do córrego Facão no município de Cáceres, Mato Grosso. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Cáceres, MT: UNEMAT, 2015. 100 p.

CUNHA, S. B. Geomorfologia Fluvial. *In*: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Orgs) **Geomorfologia**: Uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro: ed. Bertrand do Brasil, 1996. p. 211 - 252.

CUNHA, S. B. Geomorfologia Fluvial. *In:* GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Orgs.). **Geomorfologia**: uma atualização de bases e conceitos. 8 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008. p. 211 - 234.

CUNHA, S. B.; GUERRA, J. A. T. Degradação ambiental. In: GUERRA, J. A. T.; CUNHA, S. B. (Orgs.). **Geomorfologia e meio ambiente**. 13ª ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2017.

DIAS, W. A., THOMAZ, E. L. Avaliação dos efeitos do pastoreio sobre a erosão em margens de canal fluvial em sistema de faxinal. **Rev. Sociedade & Natureza**, Uberlândia, 23 (1): 23-35, abr. 2011. Acesso: 02/10/2020. Disponível: <https://www.scielo.br/pdf/sn/v23n1/03.pdf>.

FARIAS, A. B. Morfometria, aporte de sedimentos e fragilidade ambiental na sub-bacia hidrográfica do córrego Taquaral, Cáceres – Mato Grosso. **Dissertação**. (Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Geografia para obtenção do Título de Mestre em Geografia. (UNEMAT). 2019. 140f.

FIORESE, C. H. U., TORRES, H. Morfometria da sub-bacia hidrográfica do córrego Amorim, em Muniz Freire-ES, Brasil. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.16, n.29; p. 157, 2019. Acesso: 06/10/2020. Disponível: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2019a/agrar/morfometria.pdf>.

FRANÇA, G. V. de. Interpretação fotográfica de bacias e redes de drenagem aplicada a solos da região de Piracicaba. 1968. 151 f. **Tese** (Doutorado em Agronomia/Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. Acesso: 15/05/2021. Disponível: https://www.scielo.br/j/aesalq/a/KYwqDzPxqrhR9Szcd4gwhyt/?format=pdf&lang=pt>.

GARCEZ, L. N.; ALVAREZ, G. A. **Hidrologia**. 2. Ed. - São Paulo: Blucher, 1988.

GOLEKAR, R. B.; BARIDE, M. V.; PATIL, S. N. Morphometric analysis and hydrogeological implication: Anjani and Jhiri river basin Maharashtra, India. **Archives of Applied Science Research,** 5 (2):33-41, 2013: Acesso: 21/07/2020. Disponível: <http://scholarsresearchlibrary.com/archive.html>.

GOMES, L. N. Análise morfométrica e simulação das áreas de preservação permanente de uma microbacia hidrográfica. **Irriga, Botucatu**, v. 18, n. 4, out./dez., 2013. p. 687-699. Acesso: 02/06/2021. Disponível: <https://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/669>.

HOFFMANN, T. C. P.; OLIVEIRA, F. A. Influência do uso da terra em áreas rurais e urbanas na produção e transporte de sedimentos em suspensão e turbidez na bacia do rio Capivari, Lapa-PR. **Revista Brasileira de Geomorfologia** - v. 19, nº 4, 2018. Acesso: 07/08/2020. Disponível: <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v19i4.1340>.

MAHALA, A. The signifcance of morphometric analysis to understand the hydrological and morphological characteristics in two diferente morpho climatic settings. **Applied Water Science**, 2020. Acesso: 22/09/2020. Disponível: <file:///C:/Users/USER/Downloads/Mahala2019_Article_TheSignificanceOfMorphometricA%20(2).pdf>.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 6.ed.São Paulo: Atlas, 2007.

MEDEIROS, P. C. **Geomorfologia**: fundamentos e métodos para o estudo do relevo. Curitiba: InterSaberes, 2016.

MILANI, J. R.; CANALI, N. E. O sistema hidrográfico do rio Matinhos: uma análise morfométrica. **R. RA'EGA**, Curitiba, n. 4, p. 139-152. 2000. Acesso: 23/08/2020. Disponível: <https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/3345/2681>.

MOKARRAM, M.; SATHYAMOORTHY, D. Morphometric analysis of hydrological behavior of North Fars watershed, Iran. **European Journal of Geography**. Volume 6, Number 4: 88 – 106, December, 2015. Acesso: 20/07/2020. Disponível: <http://www.eurogeographyjournal.eu/articles/EJG070604MOKARRAM%20pdf.pdf>.

NARDINI, R. C.; POLLO, R. A.; CAMPOS, S.; BARROS, Z. X.; CARDOSO, L. G.; PADILHA, R. M., SOUZA, C. A. Dinâmica fluvial na bacia hidrográfica do rio Carapá, inserida na bacia do rio Amazonas. **Revista Brasileira de Geografia Física** - v.11, n. 04, 2018. Disponível: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>. Acesso: 20/08/2020.

PADILHA, R. M.; SOUZA, C. A. Características morfométricas do relevo e drenagem da bacia hidrográfica do Rio Carapá nos municípios de Colíder e Nova Canaã do Norte – MT. **E-book.** XVII simpósio Brasileiro de Geografia Física aplicada. Campinas-SP. 2017. Disponível: <file:///C:/Users/USER/Downloads/1450.pdf>. Acesso: 20/06/2021.

PINTO, V. R.; PIERANGELI, M. A. P.; SOUZA, C. A.; NEVES, S. M. A. S.; SILVA, C. J. Morfometria da bacia hidrográfica do rio Sararé, Sudoeste de Mato Grosso. **Revista Brasileira de Geografia Física** - v.11. n.5. 2018. Acesso: 22/04/2020. Disponível: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/234364>.

RESCK, R. P.; BEZERRA NETO, J. F.; COELHO, R. M. P. Nova batimetria e avaliação de parâmetros morfométricos da Lagoa da Pampulha (Belo Horizonte, Brasil). **Rev. Geografias**. Belo Horizonte, 03(2) 17 - 23 julho - dezembro de 2007. Acesso: 01/09/2018. Disponível: <http://www.cantacantos.com.br/revista/index.php/geografias/article/viewFile/49/47>.

RICCOMINI, C.; ALMEIDA, R. P.; GIANNINI, P. C. F.; MANCINI, F. Processos fluviais e lacustres e seus registros. In: TEIXEIRA, W. ET AL (Orgs). **Decifrando a Terra**. 2ª ed. – São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2009, p. 306 – 333.

SANTOS, M. Uso, ocupação da terra e dinâmica fluvial da bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha no município de Cáceres - Mato Grosso. 2013. 150p. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade do Estado de Mato Grosso-UNEMAT, Cáceres, MT.

SANTOS, V. C.; STEVAUX, J. C. Processos fluviais e morfologia em confluências de Canais: uma revisão. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 18, nº 1, 2017. Disponível: <http://www.lsie.unb.br/rbg/index.php/rbg/article/view/1042>. Acesso: 20/09/2020.

SCHUMM, S. A. Evolution of drainage systems and slopes in badlands at perth amboy, New Jersey. **Bulletin Of The Geological Society Of America**, v. 67, may., 1956. p. 697- 646.

SCHUMM, S. A. Sinuosity of alluvial rivers on the great plains. **Geological Society of America Bulletin** v. 74, n. 9, p. 1089-1100, 1963.

SILVA, C. V. T.; RIBEIRO FILHO, J. C.; SILVA, P. C. M.; LEMOS FILHO, L. C. A.; BRASIL, J. B. Caracterização morfométrica, uso e ocupação de uma bacia hidrográfica. **Engenharia na Agricultura**, v. 25, n. 5, p. 436-444, 2017. Disponível: <https://reveng.ufv.br/index.php/reveng/article/view/828/pdf>. Acesso: 11/11/2018.

SILVA, L. N. P. Bacia hidrográfica do córrego das Pitas-MT: dinâmica fluvial e o processo de ocupação, como proposta de gestão dos recursos hídricos. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Ambientais). Universidade do Estado de Mato Grosso. Cáceres-MT, 2009. 145 f.

SILVEIRA, A. L. L. Ciclo Hidrológico e Bacia Hidrográfica. In: TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia, Ciência e Aplicação**. São Paulo: Edusp. 1993. p. 35 - 51.

SORES, J. C. O.; SOUZA, C. A.; PIERANGELI, M. A.; FERREIRA, E.; ROSESTOLATO FILHO, A. Condições ambientais, hidrodinâmicas e qualidade da água nas nascentes dos córregos, Zé Cassete e Canaíba na sub-bacia hidrográfica do Caeté, sudoeste do Estado de Mato Grosso. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, n.17; p. 3340-3357. 2013. Disponível: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2013b/MULTIDISCIPLINAR/CONDICOES.pdf> Acesso: 20/04/2021.

SOUZA, C. A. **Dinâmica do corredor fluvial do rio Paraguai entre a cidade de Cáceres e a Estação Ecológica da Ilha de Taiamã-MT**. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal do Rio Janeiro, 2004. 173 f.

SOUZA, C. A., CUNHA, S. B., SOUZA, J. B. Morfologia, hidrodinâmica e carga de sedimentos no baixo curso do rio Sepotuba, afluente da margem direita do rio Paraguai, Cáceres – MT. **Ciência Geográfica** - Bauru - Ano XXIII - Vol. XXIII - (2): Janeiro/Dezembro – 2019. Acesso: 27/04/2020. Disponível: <https://agbbauru.org.br/publicacoes/revista/anoXXIII_2/agb_xxiii_2_web/agb_xxiii_2-32.pdf>.

SOUZA, C. A., SOUZA, J. B. Bacia hidrográfica do córrego Piraputanga, Cáceres, Mato Grosso – Brasil: caracterização ambiental e dinâmica fluvial. **Revista Eletrônica Geoaraguaia**. Barra do Garças-MT. V 4, n.1, p 83 - 103. Janeiro/Junho. 2014. Acesso: 10/02/2020. Disponível: file:///C:/Users/USER/Downloads/4875-Texto%20do%20Artigo-15129-1-10-20141004.pdf.

SOUZA, C. F.; PERTILLE, C. T.; CORREA, B. J. S.; VIEIRA, F. S. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Ivaí – Paraná. **Revista GeoAmbiente**. Nº 29, 2017. Acesso: 30/05/2021. Disponível: <file:///C:/Users/USER/Downloads/50602-Texto%20do%20artigo-212627-1-10-20180111.pdf>.

SOUZA, I. C. Bacia hidrográfica do córrego Salobra: Caracterização ambiental, uso e ocupação da terra e dinâmica fluvial- município de Porto Estrela - Mato Grosso. **Dissertação**. (Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais para obtenção do título de Mestre). UNEMAT. 2015. 178f.

SOUZA, I. C.; SOUZA, C. A. Formação geológica e geomorfológica da bacia hidrográfica do córrego Salobra: Porto Estrela, Mato Grosso. **Revista Equador** (UFPI), Vol. 7, Nº 1, p 34 – 52, 2018. Acesso: 15/07/2020. Disponível: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>.

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

STRAHLER, A. Quantitative Geomorphology of Drainage Basins and Channel Networks. Em: **Chow, V**., Ed., Handbook of Applied Hydrology, McGraw Hill, New York, 1964. 439-476.

SUGUIO, K. **Ambiente fluvial**. 2 ed. Florianópolis: Editora da Universidade Federal do Paraná, 1990.

SUGUIO, K. **Geologia sedimentar**. São Paulo: Blucher, 2003.

SUKRISTIYANTI, S.; MARIA, M.; LESTIANA, H. Watershed-based Morphometric Analysis: a review**. IOP Conf**. Series: Earth and Environmental Science 118, 2018. Acesso: 20/09/2020. Disponível: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/118/1/012028/pdf>.

TAVARES, C. C. Bacia do córrego Piraputanga, Cáceres – Mato Grosso: qualidade da água, aspecto físico-químico do solo e a capacidade de uso da terra. **Dissertação.** (Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Geografia para a obtenção do Título de Mestre em Geografia. (UNEMAT). 2020. 152f.

TRAJANO, S. R. R. S. Análise morfométrica de bacia hidrográfica – Subsídio à gestão territorial estudo de caso no alto e médio Mamanguape. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento** – Embrapa. Campinas, SP. 2012. Disponível: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/84896/1/0000010346-BPD-Analise-morfometrica.pdf>. Acesso: 02/05/2021.

UNA, S. V. **Planejamento de pesquisa: uma introdução***.* São Paulo: EDUC, 2000.

VALENTE, O. F.; GOMES, M. A. **Conservação de nascentes**: hidrologia e manejo de bacias hidrográficas de cabeceiras. Viçosa, MG: aprenda Fácil, 2005.

VEIGA, A. M.; SANTOS, C.; CARDOSO, M. R. D.; LINO, N. C. Caracterização Hidromorfológica da bacia do rio Meia Ponte. Uberlândia, MG: **Caminhos de Geografia**, v. 14, n. 46, jun., 2013. p. 126-138. Acesso: 02/06/2021. Disponível: <https://www.researchgate.net/publication/273764188_CARACTERIZACAO_HIDROMORFOLOGICA_DA_BACIA_DO_RIO_MEIA_PONTE>.

VESTENA, L. R.; CHECCHIA, T.; KOBIYAMA, M. Análise morfométrica da bacia hidrográfica do Caeté, Alfredo Wagner/SC. V Simpósio Nacional de Geomorfologia. **Anais**. 2006. Disponível: <http://www.labhidro.ufsc.br/Artigos/Vestena%20et%20al.%20-%20An%C3%A1lise%20morfom%C3%A9trica%20...%20-%20VI%20SINAGEO-1.pdf>. Acesso: 30/05/2021.

VINEESHA, S., SINGH, U.C. Basin morphometry of Maingra River, district Gwalior, Madhya Pradesh, India. **International Journal of Geomatics and Geosciences**, V:1, I: 4**,** 2011. Acesso: 21/07/2020. Disponível: <http://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:ijggs&volume=1&issue=4&article=018>.

APÊNDICE

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA, CLASSIFICAÇÃO E CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS E FÍSICAS DOS SOLOS

PERFIL Nº: 01

CLASSIFICAÇÃO: ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico arênico, A moderado, franco-argiloarenosa, cerrado tropical - fase floresta estacional semidecidual com dossel emergente, relevo plano.

SIMBOLOGIA: PVAd.

DESCRIÇÃO GERAL

DATA DA DESCRIÇÃO: 12/02/2020

LOCALIZAÇÃO: Fazenda Piran, há 9.535 metros da margem esquerda da rodovia MT- 343 sentido Cáceres a Porto Estrela, próximo ao distrito de Vila Aparecida, estrada Sete Placas (próximo a margem direita do córrego Cachoeirinha). Coordenadas: 15º44’58,02” S – 57º29’34,3” W. Cáceres MT.

SITUAÇÃO: Perfil descrito e coletado em trincheira aberta em área de pastagem com brachiaria.

ALTITUDE: 131 metros.

LITOLOGIA: Sedimentos aluviais.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Pantanal – Grupo Alto Paraguai - Aluviões Holocênicos.

CRONOLOGIA: Quaternário – Holoceno.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto de alterações do material supracitado.

PEDREGOSIDADE: Não pedregoso.

ROCHOSIDADE: Não rochoso.

RELEVO LOCAL: Plano.

RELEVO REGIONAL: Suave ondulado.

EROSÃO: Não aparente / Laminar.

DRENAGEM: Imperfeitamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Cerrado Tropical - Floresta Estacional Semidecidual com dossel emergente.

USO ATUAL: Pecuária (cria, recria e engorda).

CLIMA: Aw - Clima Tropical (Classificação de Köppen). Apresenta inverno seco de maio a outubro (julho é o mês mais seco, quando a precipitação é inferior a 60 mm) e

estação chuvosa no verão, de novembro a abril. A temperatura média no mês mais frio é superior a 18ºC. As precipitações são superiores a 750 mm anuais, atingindo 1.800 mm).

DESCRITO E COLETADO POR: Marcos dos Santos e Juberto Babilônia de Sousa.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap - 0-23 cm, bruno escuro (7,5YR 3/3, úmido); areia franca; fraca muito pequena e muito grande blocos subangulares; muito friável, não plástica e não pegajosa; ondulada e irregular abrupta.

BC - 23-50 cm, vermelho amarelo (5YR 5/6, úmido); francoarenosa; fraca muito pequena e muito grande blocos subangulares; muito friável, ligeiramente plástica e pegajosa; plana gradual.

BCtf - 50-90 cm^{+}, vermelho amarelo (5YR 5/6, úmido); franco-argiloarenosa; fraca muito pequena e muito grande blocos subangulares; plástica e pegajosa.

RAÍZES: No horizonte Ap, as raízes são fasciculadas, muito finas a finas e pivotantes médias (poucas). No horizonte BC, elas são fasciculadas muito finas (poucas) e, no horizonte BCtf, permanecem fasciculadas, muito finas a médias (poucas).

OBSERVAÇÕES: Pequenos pontos isolados de carvão nos horizontes A e B; solo descrito em área de planície, mas em um ponto de topo; solo descrito e coletado úmido.

Características químicas

Hor*.	Prof. cm	pH			ΔpH	P	K	Ca+Mg	Ca	Mg	Al	H+Al	S	CTC	V	Al Sat.	M.O
		H_2O	$CaCl_2$	KCL		mg/dm^3	cmolc/dm^3									%	g/dm^3
ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico arênico																	
Ap	0-23	5,6	4,6	4,5	-1,1	8,6	0,74	1,3	0,8	0,5	0,0	1,9	2,04	3,94	52	0	14
BC	23-51	5,8	5,1	5,0	-0,8	1,0	0,11	1,1	0,7	0,4	0,0	1,0	1,21	2,21	55	0	6
BCtf	51-90+	4,6	4,0	3,8	-0,8	0,7	0,20	1,3	0,7	0,6	1,0	3,1	1,50	4,60	33	40	5

Hor*. Horizonte; Prof. Profundidade; cm: centímetro.

Características físicas

Hor*.	Prof. cm	Areia	Silte	Argila	Relação Silte/Argila	Classe textural
		g/kg				
ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico arênico						
Ap	0-23	780	80	140	0,57	Areia franca
BC	23-51	780	60	160	0,37	Francoarenosa
BCtf	51-90+	640	60	300	0,2	Franco-argiloarenosa

Hor*. Horizonte; Prof. Profundidade; cm: centímetro; g. grama; kg: quilograma.

PERFIL Nº: 02

CLASSIFICAÇÃO: NEOSSOLO FLÚVICO Tb Eutrófico típico, A moderado, textura francoarenosa, cerrado tropical - fase floresta estacional semidecidual com dossel emergente (com acorizal), relevo plano.

SIMBOLOGIA: RYbe

DESCRIÇÃO GERAL

DATA DA DESCRIÇÃO: 12/02/2020

LOCALIZAÇÃO: Fazenda Piran. Próximo a foz do córrego Cachoeirinha (margem esquerda), há 160 metros da margem direita da estrada Sete Placas que dá acesso ao rio Paraguai e à foz do rio Exú, próximo ao distrito de Vila Aparecida. Coordenadas: 15º45’11,1”S – 57º30’82,7”W. Cáceres MT.

SITUAÇÃO: Perfil descrito e coletado em trincheira aberta em área de floresta – Área de Preservação Permanente-APP.

ALTITUDE: 133 metros

LITOLOGIA: Sedimentos aluviais (arenosos).

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Pantanal - Grupo Alto Paraguai – Aluviões Holocênicos.

CRONOLOGIA: Quaternário - Holoceno.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto de alterações do material supracitado.

PEDREGOSIDADE: Não pedregoso.

ROCHOSIDADE: Não rochoso.

RELEVO LOCAL: Plano.

RELEVO REGIONAL: Plano.

EROSÃO: Ausente / Não aparente.

DRENAGEM: Imperfeitamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Cerrado Tropical - Floresta Estacional Semidecidual com dossel emergente (Acorizal).

USO ATUAL: Área de Preservação Permanente-APP.

CLIMA: Aw - Clima Tropical (Classificação de Köppen). Apresenta inverno seco de maio a outubro (julho é o mês mais seco, quando a precipitação é inferior a 60 mm) e estação chuvosa no verão, de novembro a abril. A temperatura média no mês mais frio é superior a 18ºC. As precipitações são superiores a 750 mm anuais, atingindo 1.800 mm).

DESCRITO E COLETADO POR: Marcos dos Santos e Juberto Babilônia de Sousa.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

H - 5-0 cm, material orgânico em diferentes estágios de decomposição. Área atingida anualmente pelo transbordamento do córrego Cachoeirinha.

A - 0-20 cm, bruno escuro (7,5YR 3/2, úmido); francoarenosa; fraca muito pequena e muito grande blocos subangulares; muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; ondulada e clara.

AC- 20-35 cm, bruno (7,5YR 4/2, úmido); francoarenosa; fraca muito pequena e muito grande blocos subangulares; muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; plana e clara.

CA- 35-55 cm, bruno avermelhado (5YR 5/3, úmido); francoarenosa; fraca muito pequena e muito grande blocos subangulares; muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; plana e clara.

Cf – 55-80 cm+, bruno avermelhado (5YR 5/3, úmido); francoarenosa; fraca muito pequena e muito grande blocos subangulares; friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa.

RAÍZES: No horizonte A, as raízes são fasciculadas muito fina a fina, com atividade biológica de minhocas e ninfas de cigarra. No Horizonte AC, permanecem fasciculadas muito finas, bem como no horizonte CA (poucas).

OBSERVAÇÕES: Solo descrito e coletado úmido.

Características químicas

Hor*. Horizonte; Prof. Profundidade; cm: centímetro.

Hor*.	Prof. cm	pH			ΔpH	P	K	Ca+Mg	Ca	Mg	Al	H+Al	S	CTC	V	Al Sat.	M.O
		H_2O	$CaCl_2$	KCL		mg/dm^3				cmolc/dm^3						%	g/dm^3
NEOSSOLO FLÚVICO Tb Eutrófico típico																	
H	5-0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
A	0-20	5,9	5,2	5,3	-0,6	7,2	0,23	2,8	1,7	1,1	0,0	2,4	3,03	5,43	56	0	36
AC	20-35	6,2	5,5	5,6	-0,6	21,4	0,25	1,6	0,9	0,7	0,0	1,0	1,85	2,85	65	0	15
CA	35-55	5,9	5,1	5,2	-0,7	11,5	0,10	1,2	0,7	0,5	0,0	1,2	1,30	2,50	52	0	6
Cf	55-80+	5,9	5,2	4,7	-1,2	11,1	0,12	1,4	0,8	0,6	0,0	1,2	1,52	2,72	56	0	4

Características físicas

Hor*.	Prof. cm	Areia	Silte	Argila	Relação Silte/Argila	Classe textural
			g/kg			
NEOSSOLO FLÚVICO Tb Eutrófico típico						
H	5-0	--	--	--	--	--
A	0-20	720	100	180	0,55	Francoarenosa
AC	20-35	740	100	160	0,62	Francoarenosa
CA	35-55	740	100	160	0,62	Francoarenosa
Cf	55-80+	680	120	200	0,6	Francoarenosa

Hor*. Horizonte; Prof. Profundidade; cm: centímetro; g. grama; kg: quilograma.

PERFIL Nº: 03

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, A moderado, textura franco-argiloarenosa, cerrado tropical - fase savana arborizada com floresta-de-galeria, relevo plano.

SIMBOLOGIA: LVd

DESCRIÇÃO GERAL

DATA DA DESCRIÇÃO: 12/02/2020

LOCALIZAÇÃO: Sítio Vista Alegre, a 253 metros da margem direita da MT- 343, sentido Cáceres a Porto Estrela, 1.460 metros após o distrito de Vila Aparecida. Coordenadas: 15º46’43,47” S – 57º25’0,28” W. Cáceres MT.

SITUAÇÃO: Perfil descrito e coletado em trincheira aberta em área de pastagem com brachiaria.

ALTITUDE: 152 metros.

LITOLOGIA: Calcário.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Araras - Grupo Alto Paraguai.

CRONOLOGIA: Pré-Cambriano Superior - Coluviões Pleistocênicos.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto de alterações do material supracitado.

PEDREGOSIDADE: Não pedregoso.

ROCHOSIDADE: Não rochoso.

RELEVO LOCAL: Plano.

RELEVO REGIONAL: Suave ondulado.

EROSÃO: Laminar não aparente.

DRENAGEM: Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Cerrado tropical - Savana Arborizada com floresta-de-galeria.

USO ATUAL: Pecuária de cria – cultivo de brachiária

CLIMA: Aw - Clima Tropical (Classificação de Köppen). Apresenta inverno seco de maio a outubro (julho é o mês mais seco, quando a precipitação é inferior a 60 mm) e estação chuvosa no verão, de novembro a abril. A temperatura média no mês mais frio é superior a 18ºC. As precipitações são superiores a 750 mm anuais, atingindo 1.800 mm).

DESCRITO E COLETADO POR: Marcos dos Santos e Juberto Babilônia de Sousa.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap - 0-15 cm, bruno escuro (7,5YR 3/3, úmido); francoarenosa; fraca muito pequena e muito grande blocos subangulares; muito friável, não plástica não pegajosa; plana e clara.

BA - 15-30 cm, bruno avermelhado (2,5YR 4/4, úmido); francoarenosa; fraca muito pequena e muito grande blocos subangulares; muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; plana e difusa.

Bw1 - 30-42 cm, vermelho (2,5YR 4/6, úmido); franco-argiloarenosa; fraca muito pequena e muito grande blocos subangulares que se desfaz em grumos; muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; plana difusa.

Bw2 - 42-75 cm+, vermelho (2,5YR 4/6, úmido); franco-argiloarenosa; fraca muito pequena e muito grande blocos subangulares que se desfaz em grumos; muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa.

RAÍZES: Nos horizontes Ap, BA, Bw1 e Bw2, as raízes são fasciculadas muito finas a finas. Entretanto, no último horizonte, são poucas.

OBSERVAÇÕES: Solo descrito e coletado úmido. Ao longo de todo o perfil, existem bolsões de material translocado do horizonte A. Pontuação de manganês no horizonte Ap e BA.

Características químicas

Hor.	Prof. cm	pH			ΔpH	P	K	Ca+Mg	Ca	Mg	Al	H+Al	S	CTC	V	Al Sat.	M.O
		H_2O	$CaCl_2$	KCL		mg/dm³				cmolc/dm³						%	g/dm³
LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico																	
Ap	0-15	6,0	5,0	4,7	-1,3	1,2	0,44	0,7	0,5	0,2	0,0	1,9	1,14	3,04	38	0	18
BA	15-30	5,3	4,5	4,1	-1,2	0,7	0,07	0,6	0,4	0,2	0,1	1,4	0,67	2,07	32	13	10
Bw_1	30-42	5,4	4,6	3,9	-1,5	0,5	0,15	0,7	0,5	0,2	0,1	1,7	0,85	2,55	33	11	8
Bw_2	42-75+	5,4	4,9	4,0	-1,4	0,5	0,17	0,9	0,6	0,3	0,1	1,7	1,07	2,77	39	9	7

Hor*. Horizonte; Prof. Profundidade; cm: centímetro.

. **Características físicas**

Hor*.	Prof. cm	Areia	Silte	Argila	Relação Silte/Argila	Classe textural
		g/kg				
LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico						
Ap	0-15	820	20	160	0,12	Francoarenosa
BA	15-30	780	20	200	0,1	Francoarenosa
Bw_1	30-42	740	20	240	0,08	Franco-argiloarenosa
Bw_2	42-75+	620	20	360	0,5	Franco-argiloarenosa

Hor*. Horizonte; Prof. Profundidade; cm: centímetro; g. grama; kg: quilograma.

PERFIL Nº: 04

CLASSIFICAÇÃO: CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, A moderado, textura argila, cerrado tropical - fase savana arborizada com floresta-de-galeria, relevo ondulado.

SIMBOLOGIA: CXbd

DESCRIÇÃO GERAL

DATA DA DESCRIÇÃO: 04/03/2020.

LOCALIZAÇÃO: Corte no sopé de uma encosta há 20 metros da margem esquerda da estrada municipal que liga a MT-343 a BR-070. Coordenadas: 15º51’27,5”S – 57º20’34,8”W. Cáceres MT.

SITUAÇÃO: Perfil descrito e coletado em talude de encosta para construção de estrada.

ALTITUDE: 216 metros.

LITOLOGIA: Metafilitos, argilitos, folhelhos e siltitos.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Sepotuba - Grupo Ato Paraguai.

CRONOLOGIA: Pré-Cambriano Superior.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto de alterações do material supracitado.

PEDREGOSIDADE: Não pedregoso.

ROCHOSIDADE: Ligeiramente a moderadamente rochosa.

RELEVO LOCAL: Ondulado.

RELEVO REGIONAL: Suave ondulado a plano.

EROSÃO: Ligeira.

DRENAGEM: Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Cerrado tropical - Savana Arborizada com floresta-de-galeria.

USO ATUAL: Área de Preservação Permanente – APP.

CLIMA: Aw - Clima Tropical (Köppen). Apresenta inverno seco de maio a outubro (julho é o mês mais seco, quando a precipitação é inferior a 60 mm) e estação chuvosa no verão, de novembro a abril. A temperatura média no mês mais frio é superior a 18ºC. As precipitações são superiores a 750 mm anuais, atingindo 1.800 mm).

DESCRITO E COLETADO POR: Marcos dos Santos e Juberto Babilônia de Sousa.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

O - 5-0 cm, camada de serrapilheira.

A - 0-10 cm, bruno (7,5YR 5/2, seco); bruno (7,5YR 4/3, úmido); argila; fraca muito pequena a média blocos subangulares; macia, muito friável; plástica e pegajosa; plana e gradual.

AB - 10-21 cm, bruno avermelhado (5YR 5/4, seco), bruno avermelhado (5YR 5/4, úmido); argiloarenosa; fraca muito pequena a muito grande blocos subangulares; macia, muito friável; muito plástica e muito pegajosa; plana gradual.

BA - 21-33 cm, bruno avermelhado (5YR 5/3, seco), bruno avermelhado (5YR 5/4, úmido); argiloarenosa; fraca muito pequena a muito grande blocos subangulares; macia, muito friável; muito plástica e muito pegajosa; plana gradual.

B_i - 33-42 cm, vermelho amarelado (5YR 5/6, seco), vermelho amarelado (5YR 5/6, úmido); argila; fraca muito pequena a muito grande blocos subangulares; macia, muito friável; muito plástica e muito pegajosa; plana gradual.

C_r - 42-80 cm, vermelho amarelado (5YR 5/6, seco), vermelho amarelado (5YR 5/6, úmido); argiloarenosa; fraca muito pequena a muito grande blocos subangulares; macia, muito friável; muito plástica e muito pegajosa.

RAÍZES: Nos horizontes A e AB, as raízes são fasciculadas finas a médias e pivotantes (comum). Nos horizontes BA, B_i e C_r, as raízes são fasciculadas finas a médias (poucas).

OBSERVAÇÕES: Descrito e coletado em barranco de 1/3 inferior de encosta com aproximadamente 20% de declive. O perfil está na encosta de um morro localizado à frente de um vale em U e com domínio de Latossolo. Na superfície do perfil, ocorre a presença de fragmentos do material de origem (rocha), metafilito e cascalho, possivelmente translocado do topo para a base.

Características químicas

Hor*. Horizonte; Prof. Profundidade; cm: centímetro.

Hor.	Prof. cm	pH			ΔpH	P	K	Ca+Mg	Ca	Mg	Al	H+Al	S	CTC	V	Al Sat.	M.O
		H_2O	$CaCl_2$	KCL		mg/dm³				cmolc/dm³						%	g/dm³
CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico																	
O	5-0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
A	0-10	5,3	4,7	5,5	0,2	1,7	0,36	1,6	0,9	0,7	0,1	3,4	1,96	5,36	37	5	44
AB	10-21	4,7	3,9	3,9	-0,8	1,0	0,30	0,7	0,5	0,2	0,1	4,1	1,00	5,10	20	68	23
BA	21-33	4,7	3,9	3,8	-0,9	0,5	0,25	0,6	0,4	0,2	2,5	4,6	0,85	5,45	16	75	16
Bi	33-42	4,9	4,0	3,9	-1	0,2	0,27	0,9	0,5	0,4	2,4	4,1	1,17	5,27	22	67	8
Cr	42-80	4,9	4,0	3,8	-1,1	0,2	0,27	1,1	0,7	0,4	2,5	4,3	1,37	5,67	24	65	7

Características físicas

Hor*.	Prof. cm	Areia	Silte	Argila	Relação Silte/Argila	Classe textural
		g/kg				
CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico						
O	5-0	--	--	--	--	--
A	0-10	540	140	320	0,43	Argila
AB	10-21	400	140	460	0,30	Argiloarenosa
BA	21-33	380	120	500	0,24	Argiloarenosa
Bi	33-42	360	120	520	0,23	Argila
Cr	42-80	340	140	520	0,26	Argiloarenosa

Hor*. Horizonte; Prof. Profundidade; cm: centímetro; g. grama; kg: quilograma.

PERFIL Nº 05

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, textura franco-arenosa, cerrado tropical - fase savana arborizada com floresta-de-galeria, relevo plano.

SIMBOLOGIA: LVd

DESCRIÇÃO GERAL

DATA DA DESCRIÇÃO: 04/03/2020.

LOCALIZAÇÃO: Fazenda Pindorama, a 75 metros da margem esquerda da estrada municipal que liga a MT- 343 a BR-070. Coordenadas: 15º48’48,8” S – 57º19’28” W. Cáceres MT.

SITUAÇÃO: Perfil descrito e coletado em trincheira aberta em área de vegetação de Cerrado tropical – fase savana arborizada com floresta-de-galeria e em processo de regeneração.

ALTITUDE: 205 metros.

LITOLOGIA: Metafilitos, argilitos e siltitos.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Sepotuba - Grupo Alto Paraguai.

CRONOLOGIA: Pré-Cambriano Superior - Pleistoceno.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto de alterações do material supracitado.

PEDREGOSIDADE: Não pedregoso.

ROCHOSIDADE: Não rochosa.

RELEVO LOCAL: Plano.

RELEVO REGIONAL: Ondulado a forte ondulado.

EROSÃO: Laminar.

DRENAGEM: Fortemente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Cerrado tropical - savana arborizada com floresta-de-galeria.

USO ATUAL: Vegetação de Cerrado tropical em processo de regeneração.

CLIMA: Aw - Clima Tropical (Classificação de Köppen). Apresenta inverno seco de maio a outubro (julho é o mês mais seco, quando a precipitação é inferior a 60 mm) e estação chuvosa no verão, de novembro a abril. A temperatura média no mês mais frio é superior a 18ºC. As precipitações são superiores a 750 mm anuais, atingindo 1.800 mm).

DESCRITO E COLETADO POR: Marcos dos Santos e Juberto Babilônia de Sousa.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

O - 5-0 cm, camada de serrapilheira.

A - 0-5 cm, bruno avermelhado (2,5YR 5/4, seco); bruno avermelhado (2,5YR 4/3, úmido); francoarenosa; fraca muito pequena a média blocos subangulares e pequena granular; macia, muito friável, não plástica e não pegajosa; plana e difusa.

AB - 5-10 cm, bruno avermelhado (2,5YR 5/4, seco); bruno avermelhado (2,5YR 4/3, úmido); franco-argiloarenosa; fraca pequena a grande blocos subangulares que se desfazem em pequena granular; macia, muito friável; não plástica e não pegajosa; plana e difusa.

Bw - 10-65 cm+, vermelho (10R 4/6, úmido), francoarenosa; fraca muito pequena a grande bloco subangulares que se desfazem em pequena granular; muito friável; não plástica e não pegajosa.

RAÍZES: Nos horizontes A e AB, as raízes são fasciculadas muito finas a médias e pivotantes (comuns). No horizonte Bw, as raízes são fasciculadas muito finas a médias (comuns) e pivotantes (média).

OBSERVAÇÕES: Horizontes A e AB descritos como seco e o horizonte Bw descrito como úmido.

Características químicas

Hor.	Prof. cm	pH			ΔpH	P	K	Ca+Mg	Ca	Mg	Al	H+Al	S	CTC	V	Al Sat.	M.O
		H_2O	$CaCl_2$	KCL		mg/dm^3										%	g/dm^3
LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico																	
O	5-0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
A	0-5	4,7	3,9	3,8	-0,9	1,7	0,14	0,5	0,3	0,2	0,6	4,1	0,64	4,74	14	48	25
AB	5-10	4,7	3,9	3,9	-0,8	0,7	0,18	0,4	0,3	0,1	0,8	3,1	0,58	3,68	16	58	19
Bw	10-65+	4,6	3,9	3,9	-0,7	0,5	0,06	0,3	0,1	0,2	1,1	2,6	0,36	2,96	12	75	11

Hor*. Horizonte; Prof. Profundidade; cm: centímetro.

Características físicas

Hor*.	Prof. cm	Areia	Silte	Argila	Relação Silte/Argila	Classe textural
		g/kg				
LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico						
O	5-0	--	--	--	--	--
A	0-5	800	20	180	0,11	Francoarenosa
AB	5-10	740	20	240	0,08	Franco-argiloarenosa
Bw	10-65+	760	40	200	0,2	Francoarenosa

Hor*. Horizonte; Prof. Profundidade; cm: centímetro; g. grama; kg: quilograma.

PERFIL Nº: 06

CLASSIFICAÇÃO: NEOSSOLO REGOLÍTICO Distrófico leptofragmentário, A moderado, textura franco-argiloarenosa, cerrado tropical - fase savana arborizada sem floresta-de-galeria, relevo forte ondulado.

SIMBOLOGIA: RRd

DESCRIÇÃO GERAL

DATA DA DESCRIÇÃO: 04/03/2020.

LOCALIZAÇÃO: Topo de uma serra a 60 metros da margem direita da estrada municipal que liga a MT- 343 a BR-070. Coordenadas: 15º54’52,3” S – 57º21’36,8” W. Cáceres MT.

SITUAÇÃO: Perfil descrito e coletado em mini-trincheira aberta em topo de do relevo (serra).

ALTITUDE: 328 metros.

LITOLOGIA: Arenito.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Raizama. Grupo Alto Paraguai.

CRONOLOGIA: Pré-Cambriano Superior

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto de alterações do material supracitado.

PEDREGOSIDADE: pedregoso.

ROCHOSIDADE: rochoso.

RELEVO LOCAL: Forte ondulado.

RELEVO REGIONAL: Ondulado a forte ondulado.

EROSÃO: Laminar.

DRENAGEM: Excessivamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Cerrado tropical - Savana Arborizada sem floresta-de-galeria.

USO ATUAL: Área de preservação permanente – APP (topo de serra).

CLIMA: Aw - Clima Tropical (Classificação de Köppen). Apresenta inverno seco de maio a outubro (julho é o mês mais seco, quando a precipitação é inferior a 60 mm) e estação chuvosa no verão, de novembro a abril. A temperatura média no mês mais frio é superior a 18ºC. As precipitações são superiores a 750 mm anuais, atingindo 1.800 mm).

DESCRITO E COLETADO POR: Marcos dos Santos e Juberto Babilônia de Sousa.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A- 0-15 cm, franco-argiloarenosa; fraca, muito pequena a média blocos subangulares.

R- Material de origem fragmentado.

RAÍZES: No horizonte A, raízes fasciculadas, comuns e finas a grossas.

OBSERVAÇÕES: A cor seca e úmida não foi determinada. Material de origem exposto à superfície e ao longo do perfil - metaarenito.

Características químicas

Hor.	Prof. cm	pH			ΔpH	P	K	Ca+Mg	Ca	Mg	Al	H+Al	S	CTC	V	Al Sat.	M.O
		H_2O	$CaCl_2$	KCL		mg/dm^3					cmolc/dm^3					%	g/dm^3
NEOSSOLO REGOLÍTICO Distrófico leptofragmentário																	
A	0-15	4,6	3,8	3,9	-0,7	0,7	0,18	0,3	0,2	0,1	1,9	4,6	0,48	5,08	9	80	21
R	15 +	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Hor*. Horizonte; Prof. Profundidade; cm: centímetro.

Características físicas

Hor*.	Prof. cm	Areia	Silte	Argila	Relação Silte/Argila	Classe textural
			g/kg			
NEOSSOLO REGOLÍTICO Distrófico leptofragmentário						
A	0-15	680	60	260	0,23	Franco-argiloarenosa
R	15+	--	--	--	--	--

Hor*. Horizonte; Prof. Profundidade; cm: centímetro; g. grama; kg: quilograma.

PERFIL Nº: O7

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, A moderado, textura argiloarenosa, cerrado tropical - fase savana arborizada sem floresta-de-galeria, relevo suave ondulado a plano.

SIMBOLOGIA: LVAd

DESCRIÇÃO GERAL

DATA DA DESCRIÇÃO: 04/03/2020.

LOCALIZAÇÃO: Vale do Desperdício, na margem direita da estrada particular de acesso a Fazenda Desperdício. Coordenadas: 16º10’04,7” S – 57º27’22,9” W. Cáceres MT. Cáceres MT.

SITUAÇÃO: Perfil descrito e coletado em barranco de estrada.

ALTITUDE: 506 metros.

LITOLOGIA: Arenito

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Raizama - Grupo Alto Paraguai.

CRONOLOGIA: Pré-Cambriano Superior

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto de alterações do material supracitado.

PEDREGOSIDADE: Não pedregoso.

ROCHOSIDADE: Não rochoso.

RELEVO LOCAL: Suave ondulado a plano.

RELEVO REGIONAL: Forte ondulado.

EROSÃO: Laminar.

DRENAGEM: Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Cerrado tropical - savana arborizada sem floresta-de-galeria.

USO ATUAL: Pecuária de corte – cultivo de brachiária, em processo de implantação do monocultivo de grãos tipo soja e arroz.

CLIMA: Aw - Clima Tropical (Classificação de Köppen). Apresenta inverno seco de maio a outubro (julho é o mês mais seco, quando a precipitação é inferior a 60 mm) e estação chuvosa no verão, de novembro a abril. A temperatura média no mês mais frio é superior a 18ºC. As precipitações são superiores a 750 mm anuais, atingindo 1.800 mm).

DESCRITO E COLETADO POR: Marcos dos Santos e Juberto Babilônia de Sousa.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap - 0-16 cm, bruno (7,5YR 5/3, seco); bruno escuro (7,5YR 4/6, úmido); argiloarenosa; fraca a moderada muito pequena a muito grande blocos subangulares; ligeiramente dura, friável; ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; plana e clara.

AB - 16-35 cm, bruno (7,5YR 5/4, seco); bruno avermelhado (5YR 4/4, úmido); argiloarenosa; fraca muito pequena a muito grande blocos subangulares que se desfaz em muito pequena granular; dura, muito friável; ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; plana e difusa.

Bw - 35-80 cm+, vermelho-amarelo (5YR 5/8, seco), vermelho amarelo (5R 4/6, úmido), argiloarenosa; fraca muito pequena a grande blocos subangulares que se desfaz em pequena granular; macia, muito friável, plástica e pegajosa.

RAÍZES: Nos horizontes Ap e AB, as raízes são fasciculadas muito finas a médias (comuns). No horizonte Bw, as raízes permanecem fasciculadas muito finas a médias (poucas).

Características químicas

Hor.	Prof. cm	pH			ΔpH	P	K	Ca+Mg	Ca	Mg	Al	H+Al	S	CTC	V	Al Sat.	M.O
		H_2O	$CaCl_2$	KCL		mg/dm^3				cmolc/dm^3						%	g/dm^3
LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico																	
Ap	0-16	4,6	3,9	3,9	-0,7	0,5	0,08	0,4	0,3	0,1	1,4	6,0	0,48	6,48	7	74	36
AB	16-35	4,6	3,9	3,9	-0,7	0,2	0,05	0,4	0,2	0,2	1,3	5,8	0,45	6,25	7	74	32
Bw	35-80+	4,7	4,0	4,0	-0,7	0,2	0,04	0,3	0,1	0,2	1,2	4,6	0,34	4,94	7	78	22

Hor*. Horizonte; Prof. Profundidade; cm: centímetro.

Características físicas

Hor*.	Prof. cm	Areia	Silte	Argila	Relação Silte/Argila	Classe textural
		g/kg				
LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico						
Ap	0-16	480	80	440	0,18	Argiloarenosa
AB	19-35	480	80	440	0,18	Argiloarenosa
Bw	35-80+	460	60	480	0,12	Argiloarenosa

Hor*. Horizonte; Prof. Profundidade; cm: centímetro; g. grama; kg. quilograma