

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



CAROLINA DA COSTA TAVARES

BACIA DO CÓRREGO PIRAPUTANGA, CÁCERES – MATO GROSSO:
QUALIDADE DA ÁGUA, ASPECTO FÍSICO-QUÍMICO DO SOLO E A
CAPACIDADE DE USO DA TERRA

CÁCERES-MT 2020



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



CAROLINA DA COSTA TAVARES

BACIA DO CÓRREGO PIRAPUTANGA, CÁCERES – MATO GROSSO: QUALIDADE DA ÁGUA, ASPECTO FÍSICO-QUÍMICO DO SOLO E A CAPACIDADE DE USO DA TERRA

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

Orientador: Prof. Dr. Juberto Babilônia de Sousa.

CÁCERES-MT 2020

Luiz Kenji Umeno Alencar CRB 1/2037

TAVARES, Carolina da Costa.

T231b

Bacia do Córrego Piraputanga, Cáceres-Mato Grosso: Qualidade da Água, Aspecto Físico-Químico do Solo e a Capacidade de Uso da Terra / Carolina da Costa Tavares - Cáceres, 2020.

152 f.; 30 cm. (ilustrações) II. color. (sim)

Trabalho de Conclusão de Curso (Dissertação/Mestrado) – Curso de Pós-graduação Stricto Sensu (Mestrado Acadêmico) Geografia, Faculdade de Ciências Humanas, Câmpus de Cáceres, Universidade do Estado de Mato Grosso, 2020.

Orientador: Juberto Babilônia de Sousa

1. Bacia Hidrográfica. 2. Qualidade da Água. 3. Pedologia. 4. Aptidão Agrícola. I. Carolina da Costa Tavares. II. Bacia do Córrego Piraputanga, Cáceres-Mato Grosso: Qualidade da Água, Aspecto Físico-Químico do Solo e a Capacidade de Uso da Terra: . CDU 504.7(817.2)

CAROLINA DA COSTA TAVARES

BACIA DO CÓRREGO PIRAPUTANGA, CÁCERES - MATO GROSSO: QUALIDADE DA ÁGUA, ASPECTO FÍSICO-QUÍMICO DO SOLO E A CAPACIDADE DE USO DA TERRA.

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

Cáceres, 26 de março de 2020.

Banca examinadora

Prof. Dr. Juperto/Babilônia de Sousa

Orlentador

Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT)

Profa Dra. Cella Alves de Souza

Avaliadora Interna

Universidade do Estado de Mato Grosso (Unemat)

Profa. Dra. Daniela Maimoni de Figueiredo Avaliadora Externa

Diqueiredo

Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

DEDICATÓRIA

Dedico esta Dissertação, primeiramente, ao meu grandioso Deus por ter me concedido essa oportunidade e permitido concluí-la, a Ele toda honra e toda glória! Aos meus pais e irmãos pelo apoio e incentivo, por me impulsionarem e acreditarem nos meus sonhos. Sou grata a Deus por tê-los.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em *Stricto Sensu* em Geografia (PPGEO), pela oportunidade e pela atenção ao atender todas as solicitações referentes aos assuntos estudantis através do secretário Rogério.

Agradeço à Empresa Nascentes do Xingu pela concessão de bolsa de estudos, a qual proporcionou o desenvolvimento deste trabalho.

A todos os professores da pós-graduação e aos professores externos pelas contribuições no decorrer das disciplinas ministradas no programa, contribuindo à construção desta Dissertação. A todos os colegas da pós-graduação pela amizade, estudos, reflexões, e por compartilharem seu conhecimento.

À minha família que não mediu esforços para me ajudar e me apoiar, sendo meu auxilio e porto seguro. À minha mãe e o meu pai que pacientemente me ouviam e, até mesmo, liam a Dissertação para contribuir com minha pesquisa.

Agradeço grandemente ao Sebastião, ao meu irmão Thiago, à Luana, à Antônia e ao Willian, pela amizade, ajuda e suporte nos trabalhos de campo e laboratoriais, não medindo esforços para me auxiliarem; ao Thales pela amizade e suporte na construção da base cartográfica e participação no primeiro campo de água.

Aos amigos do Laboratório de Pesquisa em Geomorfologia Fluvial (LAPEGEOF) (bolsistas, pós-graduandos e professores), pelos conselhos, conversas, risadas, apoio e incentivos ao longo da pesquisa.

Ao Fábio Leandro pela ajuda e suporte nas análises estatísticas.

Aos amigos Ronilson, Danielly, Cristiane Lima, Géssica, Diegho Christofer e família pelas conversas, sugestões e apoio durante este período.

Agradeço em especial ao meu orientador, Professor Doutor Juberto Babilônia, pela ajuda, paciência, orientação e ensinamentos, por me motivar e incentivar, e até mesmo abrir trincheira. Deus abençoe grandemente sua vida professor!

Às professoras Daniela Mamioni e Célia Alves de Souza pelas contribuições na banca para melhoramento deste trabalho, em especial à Profa Dra Celia, pois foi uma grande incentivadora durante o Mestrado.

Aos professores Claumir e Ernandes pelo suporte de equipamentos à coleta.

À Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SEMA), Águas do Pantanal, à Associação de Produtores Rurais da Piraputanga (APROPIRA), à Promotoria de Justiça Especializada da Bacia Hidrográfica do Alto Paraguai, e ao senhor João Godoi e família, por gentilmente me receberem e disponibilizarem informações necessárias ao meu trabalho.

A todos, meu muito obrigada!

Bendize, ó minha alma, ao SENHOR, e tudo o que há em mim bendiga o seu santo nome.
Bendize, ó minha alma, ao Senhor, e não te esqueças de nenhum de seus benefícios.
Salmos 103. 1-2.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURA, SIGLAS E SÍMBOLOS	xi	
LISTA DE TABELAS	xiii	
LISTA DE QUADROS	xiv	
LISTA DE FIGURAS	. xv	
RESUMOx	viii	
ABSTRACTxx		
CAPÍTULO I		
1. INTRODUÇÃO	. 22	
CAPÍTULO II		
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA		
2.1. Paisagem: conceito(s) e possibilidades de análise		
2.2. A Bacia Hidrográfica como unidade de análise		
2.3. A interação solo-paisagem nas bacias hidrográficas		
2.4. A qualidade da água e seus fatores determinantes		
2.5. Capacidade de uso da terra	. 39	
CAPÍTULO III		
3. MATERIAL E MÉTODOS		
3.1. Localização da Área de Estudo		
3.2. Procedimentos Metodológicos		
3.2.1. Trabalho de gabinete		
3.2.2. Procedimentos cartográficos	. 43	
3.3. Trabalho de Campo	. 45	
3.3.1. Coleta de água e de solo	. 45	
3.3.2. Atividade de laboratório	. 49	
3.4. Tratamento dos dados de água	. 53	
3.4.1. Cálculo do Índice de Qualidade da Água	. 53	
3.5. Classe de capacidade de uso da terra	. 55	
CAPÍTULO IV		
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	. 57	
4.1. Características ambientais e tipos de uso na Bacia Hidrográfica	do	
Córrego Piraputanga	. 57	

4.1.1. Aspectos climáticos	57
4.1.2. Embasamento geológico	58
4.1.3. Geomorfologia	66
4.1.4. Tipos de uso da terra e da água	70
4.2. Vazão	85
4.3. Qualidade da água	85
4.3.1. Potencial Hidrogeniônico (pH)	88
4.3.2. Cor verdadeira	89
4.3.3. Turbidez	90
4.3.4. Dureza total	91
4.3.5. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO ₅), Demanda	Química de
Oxigênio (DQO) e Matéria Orgânica	92
4.3.6. Oxigênio Dissolvido (OD)	95
4.3.7. Temperatura	96
4.3.8. Condutividade Elétrica e Alcalinidade	97
4.3.9. Fósforo Total	99
4.3.10. Nitrogênio Amoniacal, Nitrato (NO ₃ -) e Nitrito (NO ₂ -)	99
4.3.11. Sólidos dissolvidos totais	102
4.3.12. Coliformes Termotolerantes e Coliformes Totais	102
4.3.13. Clorofila-a	104
4.4. Estatística das variáveis de água	105
4.5. Índice de Qualidade das Águas (IQA)	108
4.6. Caracterização morfológica e físico-química dos solos	109
4.6.1. Características físicas do solo	121
4.6.2. Características químicas do solo	123
4.7. Capacidade de uso da terra	126
CONSIDERAÇÕES FINAIS	131
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	133
APÊNDICES	146

LISTA DE ABREVIATURA, SIGLAS E SÍMBOLOS

VPLB Valor Máximo Permitido pela Legislação Brasileira;
 VPLB Valor Máximo Permitido pela Legislação Brasileira;

ACP Análise de Componentes Principais;

Alc Alcalinidade;

Amônia Nitrogênio Amoniacal;

ANA Agência Nacional das Águas;

APP Áreas de Preservação Permanente;

APROPIRA Associação de Produtores Rurais da Piraputanga;

AWWA-APHA Standart Methods For the Examination of Water and

Wastewater,

CE Condutividade Elétrica;

CETESB Companhia Ambiental do Estado de São Paulo;

CF Coliformes Fecais;

Clorof Clorofila;

CONAMA Conselho Nacional do Meio Ambiente:

CPRH Centro de Pesquisas em Recursos Hídricos;

CRWR Center for Research in Water Resources:

CT Coliformes Totais;

CTer Coliformes Termotolerantes;

CTot Coliformes Totais;

CXd Cambissolo Háplico Distrófico;

DBO Demanda Bioquímica de Oxigênio;

DQO Demanda Química de Oxigênio;

DT Dureza Total;

EMBRAPA Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária;

ESRI Environmental Systems Research Institute;

FT Fósforo Total;

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística;

IDW Ponderação do Inverso das Distâncias;

IQA Índice de Qualidade das Águas;

LAPEGEOF Laboratório de Pesquisa em Geomorfologia Fluvial;

LVAd Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico Petroplíntico;

Mato Grosso MT;

MO Matéria Orgânica;

Nam Nitrogênio Amoniacal;

Nitrat Nitrato;
Nitrit Nitrito

NSF National Sanitation Foundation;

OD Oxigênio Dissolvido;

PVAd Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico;

PAEMAT Plano Aeroviário do Estado de Mato Grosso;

PCBAP Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai;

pH Potencial Hidrogeniônico;

PPGEO Pós-Graduação em Stricto Sensu em Geografia;

RADAMBRASIL Projeto Radar da Amazônia;

RLd Neossolo Litólico Distrófico;

RQo Neossolo Quartzarênico Órtico;

SB Saturação por Bases;

SDT Sólidos Dissolvidos Totais;

SEMA Secretaria de Estado do Meio Ambiente;

SIGs Sistemas de Informações Geográficas;

ST Sólidos Totais;

T Temperatura;

Temp Temperatura;

TFSA Terra Fina Seca no Ar;

Turb Turbidez:

Unemat Universidade do Estado de Mato Grosso;

Δ Resultado Variável Conforme o pH.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Localização dos pontos de coleta na Bacia Hidrográfica do Córrego
Piraputanga45
Tabela 2 – Variáveis da qualidade da água e metodologias analíticas adotadas . 49
Tabela 3 – Variáveis limnológicas utilizadas no cálculo do IQA54
Tabela 4 – Classificação do IQA55
Tabela 5 – Vazões (m³/s⁻¹) registradas nos períodos de estiagem e chuva na bacia
do córrego Piraputanga85
Tabela 6 – Resultado da qualidade da água analisados nos períodos de estiagem
e chuva na bacia do Córrego Piraputanga87
Tabela 7 – Valores obtidos de IQA nos períodos de estiagem e chuva na bacia do
Córrego Piraputanga109
Tabela 8 – Classificação dos solos dos pontos de coleta na bacia do córrego
Piraputanga112
Tabela 9 – Tipos de uso do solo nos perfis estudados na bacia do córrego
Piraputanga115
Tabela 10 – Descrição Morfológica dos perfis de solos na bacia do Córrego
Piraputanga119
Tabela 11 – Características físicas dos perfis de solos da bacia hidrográfica do
córrego Piraputanga122
Tabela 12 – Atributos químicos dos perfis de solo da bacia do Córrego
Piraputanga124

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Quadro-guia de avaliação da aptidão agrícola das terras	. 56
Quadro 2 – Características ambientais e tipos de uso na Bacia Hidrográfica	ı do
Córrego Piraputanga	. 84
Quadro 3 – Avaliação da aptidão das terras correspondentes aos perfis de solo	o da
bacia do córrego Piraputanga	127

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da área de estudo da Bacia Hidrográfica do Córrego
Piraputanga
Figura 2 - Compartimentos e pontos de coleta da Bacia Hidrográfica do Córrego
Piraputanga
Figura 3 – Fotos dos pontos de coletas na bacia do Córrego Piraputanga 47
Figura 4 – Precipitação total anual da bacia 58
Figura 5 – Ocorrência geológica na bacia do Córrego Piraputanga 59
Figura 6 – Afloramento rochoso de travertinos na cachoeira Piraputanga 61
Figura 7 – Dolina Água Milagrosa 62
Figura 8 – Unidades geomorfológicas da bacia do Córrego Piraputanga 66
Figura 9 – Depressão no solo localizada no alto curso
Figura 10 – Seção 5 localizada no médio curso da bacia 69
Figura 11 – Erosão marginal na Baia do Salobra 69
Figura 12 - Área de pastagem destinada à criação de bovinos e caprinos no alto
curso da bacia do Córrego Piraputanga71
Figura 13 – Tipos de uso da terra e da água no alto curso da Bacia Hidrográfica do
Córrego Piraputanga
Figura 14 – Tipos de uso da terra e da água no médio curso da bacia hidrográfica
do córrego Piraputanga73
Figura 15 – Tipos de uso da terra e da água no baixo curso da Bacia Hidrográfica
do Córrego Piraputanga74
Figura 16 - Criação de bovinos próxima a uma nascente na bacia do córrego
Piraputanga75
Figura 17 – Pisoteio do gado no centro do canal, alto curso da bacia 76
Figura 18 - Registro da remoção e transporte de cascalho da cascalheira
localizada na bacia do córrego Piraputanga77
Figura 19 - Evolução da cascalheira entre os anos de 2010, 2013 e 2018,
localizada na bacia do córrego Piraputanga77
Figura 20 – Tanques de piscicultura localizados no Alto e Médio Curso do Córrego
Piraputanga79

Figura 21 - Tanque de piscicultura desativado localizado no alto curso do córrego
Piraputanga80
Figura 22 – Desvio de cursos de água para barragem e tanques 80
Figura 23 – Queimadas na área do antigo lixão
Figura 24 – Valores do pH nos períodos de estiagem e chuva na bacia do Córrego
Piraputanga
Figura 25 – Valores referentes à cor verdadeira nos períodos de estiagem e chuva
na bacia do córrego Piraputanga90
Figura 26 - Valores relativos à turbidez nos períodos de estiagem e chuva na
bacia do córrego Piraputanga91
Figura 27 - Dureza total das seções nos períodos de estiagem e chuva na bacia
do córrego Piraputanga92
Figura 28 – Demanda Bioquímica de Oxigênio nos períodos de estiagem e chuva
na bacia do Córrego Piraputanga93
Figura 29 – Demanda Química de Oxigênio nos períodos de estiagem e chuva na
bacia do Córrego Piraputanga94
Figura 30 - Concentração de MO nos períodos de estiagem e chuva na bacia do
Córrego Piraputanga95
Figura 31 – Variação de oxigênio dissolvido nos períodos de estiagem e chuva na
bacia do Córrego Piraputanga96
Figura 32 - Variável da temperatura nos períodos de estiagem e chuva na bacia
do Córrego Piraputanga97
Figura 33 - Valores da condutividade elétrica no período de estiagem e chuva na
bacia do córrego Piraputanga98
bacia do córrego Piraputanga
Figura 34 – Valores de alcalinidade nos períodos de estiagem e chuva na bacia do
Figura 34 – Valores de alcalinidade nos períodos de estiagem e chuva na bacia do Córrego Piraputanga
Figura 34 – Valores de alcalinidade nos períodos de estiagem e chuva na bacia do Córrego Piraputanga
Figura 34 – Valores de alcalinidade nos períodos de estiagem e chuva na bacia do Córrego Piraputanga
Figura 34 – Valores de alcalinidade nos períodos de estiagem e chuva na bacia do Córrego Piraputanga
Figura 34 – Valores de alcalinidade nos períodos de estiagem e chuva na bacia do Córrego Piraputanga
Figura 34 – Valores de alcalinidade nos períodos de estiagem e chuva na bacia do Córrego Piraputanga

Figura 39 – Coliformes Termotolerantes dos períodos de estiagem e chuva na
pacia do Córrego Piraputanga103
Figura 40 – Valores de coliformes totais nos períodos de estiagem e chuva na
pacia do Córrego Piraputanga104
Figura 41 – Valores de clorofila-a nos períodos de estiagem e chuva na bacia do
Córrego Piraputanga105
Figura 42 – Análise de correlação entre as variáveis da qualidade da água medida
no Córrego Piraputanga106
Figura 43 – Análise de correlação de significância entre as variáveis da qualidade
da água medida no Córrego Piraputanga107
Figura 44 – Dendograma das seções108
Figura 45 – Classes de solo predominantes na bacia do Córrego Piraputanga 110
Figura 46 – (P1) Neossolo Litólico Distrófico - RLd115
Figura 47 – (P2) Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico - PVAd116
Figura 48 – (P3) Cambissolo Háplico Distrófico - CXd116
Figura 49 – (P4) Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico - PVAd117
Figura 50 – (P5) Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico Petroplíntico - LVAd 117
Figura 51 – (P6) Neossolo Quartzarênico Órtico- RQo118
Figura 52 – Presença de quartzo arredondado no perfil P5 (LVAd) 121

RESUMO

O presente estudo foi desenvolvido na Bacia Hidrográfica do Córrego Piraputanga, um dos afluentes da margem esquerda do Rio Paraguai, localizado no município de Cáceres, no estado de Mato Grosso. A pesquisa teve como objetivo identificar o uso da terra, caracterizar os solos (morfológica e físico-química) e a qualidade da água para auxiliar na definição da capacidade de uso da terra e contribuir para ações de conservação do solo e da água. Para o desenvolvimento desta pesquisa, foram realizados levantamentos bibliográficos, para embasamento teórico. O mapeamento foi realizado através dos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), na escala de 1:250.000, com informações disponíveis pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Foram realizados, também, trabalhos de campo para coletas das amostras de água e de solo. As coletas de água foram realizadas em seis seções distribuídas no alto, médio e baixo curso da bacia, enquanto que as de solo foram feitas em seis pontos amostrais. Realizou-se, ainda, análises físicas, químicas e biológicas nas amostras de água e, nas de solo descrição morfológica e analises físico-química de rotina. À classificação da capacidade de uso da terra, foram analisadas a descrição geral, morfológica e resultados analíticos obtidos dos solos. O tratamento de dados de água foi ponderado de acordo com as Resoluções do CONAMA n. 357/2005, além de terem sido feitas análises estatísticas e cálculos do Índice de Qualidade de Água (IQA). Os resultados de água obtidos apresentados, são indicadores da qualidade da água, sendo analisadas as variáveis de alcalinidade, condutividade elétrica, clorofila-a, coliformes termotolerantes, coliformes totais, cor, DBO5, DQO, dureza total, fósforo total, matéria orgânica, nitrogênio amoniacal, nitrato, nitrito, nitrogênio orgânico, oxigênio dissolvido, pH, saturação de bases, sólidos dissolvidos totais, temperatura e turbidez temporalmente, e, espacialmente ao longo do perfil longitudinal do Córrego Piraputanga. Os IQAs variaram entre boa e regular (classificação conforme o CETESB) e boa, razoável e ruim (classificação conforme a ANA). Nos resultados dos solos, as texturas encontradas nos perfis foram francosiltosa, franco-arenoso, arenoso e franco-argilo-arenoso. A estrutura que predominou foi a de blocos subangulares em todos os perfis variando de tamanho, desde muito pequeno a muito grande. Os solos demonstraram baixa fertilidade e

ligeiramente ácidos. Na classe de capacidade de uso, os grupos de aptidão identificados foram 3, 4 e 6, sendo estes, terras com aptidão regular e restritas para lavouras de ciclo curtos e/ou longas; terras com aptidão regular para pastagem plantada e terras sem aptidão para uso agrícola. Nos períodos analisados, o estudo não detectou gravíssimas mudanças dos padrões de potabilidade e de contato recreativo da água, mas, deve-se levar em consideração que se trata de um sistema aberto, que pode e está sujeito a mudanças, sejam estas, naturais e/ou antrópicas. A pesquisa também contribui com o conhecimento básico dos solos. A principal atividade econômica desenvolvida na bacia é a pecuária, associando essa característica com solos propensos a processos erosivos, pode ocorrer o comprometimento, tanto dos solos, quanto dos cursos d'agua, fazendo-se a adoção de práticas que visem à conservação desses componentes ambientais.

Palavras-chave: Bacia Hidrográfica. Qualidade da Água. Pedologia. Aptidão Agrícola.

ABSTRACT

The present study was developed in the Hydrographic Basin of the Piraputanga Stream, one of the tributaries of the left bank of the Paraguay River, located in the municipality of Cáceres, in the state of Mato Grosso. The research had research aimed at identifying land use, characterizing soils (morphological and physicalchemical) and water quality to assist in the definition of land use capacity and to contribute to soil and water conservation actions. For the development of this research, bibliographical surveys were carried out, for theoretical basis. The mapping was carried out through Geographic Information Systems (GIS), on a scale of 1: 250,000, with information available from the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE). Field work was also carried out to collect water and soil samples. The collections of water were carried out in six sections distributed in the upper, middle and low course of the basin, while those in the soil were made in six sampling points. Physical, chemical and biological analyzes were also carried out on the water samples and, on the soil samples, morphological description and routine physical-chemical analyzes. The classification of land use capacity, the general, morphological description and analytical results obtained from the soils were analyzed. The treatment of water data was weighted according to CONAMA Resolutions no. 357/2005, in addition to statistical analyzes and calculations of the Water Quality Index (IQA). The water results obtained presented are indicators of water quality, being analyzed the variables of alkalinity, electrical conductivity, chlorophyll-a, thermotolerant coliforms, total coliforms, color, BOD5, COD, total hardness, total phosphorus, organic matter, nitrogen ammoniacal, nitrate, nitrite, organic nitrogen, dissolved oxygen, pH, base saturation, total dissolved solids, temperature and turbidity temporally, and, spatially along the longitudinal profile of the Piraputanga Stream. The IQAs varied between good and regular (classification according to CETESB) and good, reasonable and poor (classification according to ANA). In the results of the soils, the textures found in the profiles were loam-silty, loam-sandy, sandy and loam-clay-sandy. The predominant structure was that of sub-angular blocks that predominated in all profiles varying in size, from very small to very large. The soils showed low fertility and slightly acidic. In the class of capacity of use, the groups of aptitude identified were 3, 4 and 6, being these, lands

with regular aptitude and restricted to short and / or long cycle crops; land with regular suitability for planted pasture and land without suitability for agricultural use. In the analyzed periods, the study did not detect very serious changes in the patterns of potability and recreational contact of water, but it must be taken into account that it is an open system, which can and is subject to changes, whether these are, natural and / or anthropic. Research also contributes to soil knowledge. The main economic activity developed in the basin is livestock, associating this characteristic with soils prone to erosion processes, there may be the compromise of both soils and water courses, with the adoption of practices aimed at the conservation of these environmental components.

Keywords: Hydrographic Basin. Water Quality. Pedology. Agricultural Aptitude.

CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO

Cunha e Guerra (2004), definem bacia hidrográfica, como uma unidade geomorfológica na qual os fatores físicos, químicos, biológicos e antrópicos interagem entre si, sendo um conjunto de elementos das condições naturais e das atividades humanas nelas desenvolvidas.

O conhecimento sobre as características físico-químicas dos solos e a disponibilidade/qualidade da água torna-se relevante para contribuir com as ações de conservação, planejamento, gestão e recuperação dos recursos naturais numa bacia hidrográfica e em nível regional.

O solo e a água são elementos da paisagem que registram as mudanças que neles ocorrem, seja em relação ao seu próprio estado natural (influências naturais), ou a de um determinado tipo de uso (LEPSCH, 2010; SOUSA, 2014). Neste contexto, os recursos naturais de uma bacia hidrográfica, especificamente a água e o solo, servem de referência para se estudar a degradação e a conservação ambiental, servindo como subsídios ao planejamento e à gestão ambiental.

O uso inadequado da água provoca alterações na qualidade e quantidade da mesma, comprometendo os recursos hídricos e por consequência seus usos para os diversos fins. A qualidade da água é indispensável quando se trata dos diversos usos, e especialmente, para fins como o abastecimento humano (SOUZA; MORAES; SONODA; SANTOS, 2014).

É relevante, também, a compreensão da relação solo-água, pois os solos são um dos principais meios de armazenamento e fluxo de água, podendo influenciar na qualidade da água da(s) bacia(s). A junção dos componentes solo-água, com a capacidade de uso da terra, visa a utilização desses elementos com o máximo de aproveitamento dos recursos, mas, levando em consideração suas limitações Lepsch et al. (2015), afirma que o levantamento de capacidade da terra visa obter uma maior produção da terra com o intuito de reduzir o desgaste e empobrecimento desta.

Segundo Sousa e Lima (2007), o estudo da capacidade de uso das terras, tem por finalidade, o planejamento de ações que venham ao encontro do potencial ecológico, econômico e produtivo dos solos.

A água e o solo são fundamentais para o homem se estabelecer e desenvolver atividades, tanto de subsistência, quanto econômicas. Conforme o solo passa por processos de degradação, este também pode provocar a poluição dos recursos hídricos. É necessário, portanto, evitar que processos de degradação ocorram e, se eles já estiverem instalados, deverão ser interrompidos ou controlados (GIBOSHI; RODRIGUES; LOMBARDI-NETO, 2006).

Campos (2011), ressalta que para avaliar os indicadores físico-químicos da qualidade da água, faz-se necessário a correlação das alterações ocorridas na bacia, sejam essas de origem antrópica ou natural. A autora salienta ainda, que a qualidade da água, juntamente com o uso e ocupação do solo e da terra, exercem influências marcantes no escoamento superficial e aporte de sedimentos no leito dos mananciais, podendo alterar a qualidade e a disponibilidade da água, ou seja, trata-se de uma relação entre os elementos que compõem a paisagem.

Levando em consideração as características ambientais, dos solos e das águas, juntamente com o uso e o manejo, Leonardo (2003), argumenta que se faz fundamental a avaliação prévia das terras, pois o solo e a água são essenciais à sobrevivência do homem. Leonardo (2003), ainda diz que medidas de avaliação e monitoramento visam evitar desequilíbrios e auxiliam na conservação dos recursos naturais, orientando as ações antrópicas.

A ocupação e os usos do solo na área dessa bacia se intensificaram na década de 90, devido a incentivos fiscais, sendo que o modo como o local foi ocupado ocasionou desmatamento de matas ciliares e do entorno de nascentes, relacionado aos tipos de uso na terra, que têm contribuído para mudanças nos elementos ambientais, despertando a necessidade de estudos no local. Dentre os estudos já efetuados na área desta bacia, destacam-se:

Souza (1998), realizou uma avaliação da dinâmica da bacia; Andrade, Leandro e Souza (2013), realizaram o levantamento das geoformas deposicionais e sedimentos de fundo na foz da baia Salobra; Durão e Durão (1997), com levantamento preliminar bioespeleógico; Durão (1999), estudou os aspectos da morfologia cárstica e geoespeleologia da formação Araras no setor centro sul da Província Serrana; Cardoso, Melo e Melo (2013), fizeram um estudo de caso dos aspectos cársticos da Província Serrana na gruta do Sobradinho; Alcântara (2010), fez um estudo com a caracterização química do solo da área do antigo lixão; Neves et al. (2014), realizaram uma análise, subsidiada nas geotecnologias, dos

compartimentos morfopedológicos da bacia; Ramos et al. (2018), analisaram a capacidade e conflito de uso da terra na bacia; Silva et al. (2013), avaliaram a infraestrutura dos empreendimentos rurais; Neves et al. (2014), estudaram áreas geoturísticas no local.

Com isso, notou-se que na área há a escassez de estudos relacionados à qualidade de água e as características físico-químicas dos solos que são importantes para definir a capacidade de uso da terra de modo adequado.

Esta pesquisa torna-se expressiva devido à geração de informações e conhecimentos sobre as caraterísticas naturais do local, às quais demonstraram mudanças, principalmente, por ações antrópicas (formas de uso da terra), qualidade das águas, caracterização dos solos na bacia e aptidão agrícola da terra, servindo de subsídio para o manejo, projetos de conservação, assim como a realização de mais pesquisas na área.

Considerando o exposto, o presente estudo foi desenvolvido na bacia hidrográfica do córrego Piraputanga, no município de Cáceres, estado de Mato Grosso, com o objetivo de identificar o uso da terra, caracterizar os solos (morfológica e físico-química) e a qualidade da água para auxiliar na definição da capacidade de uso da terra e contribuir para ações de conservação do solo e da água.

Esta dissertação está estruturada em quatro capítulos, sendo o primeiro o capítulo introdutório, o segundo traz a revisão bibliográfica dos assuntos relevantes que serviram como base à estruturação desta pesquisa, Paisagem: conceito(s) e possibilidades de análise; a bacia hidrográfica como unidade de análise e gestão; a interação solo-paisagem nas bacias hidrográficas; capacidade de uso da terra; e a qualidade da água e seus fatores determinantes; o terceiro capítulo refere-se aos materiais e métodos adotados, assim como os procedimentos metodológicos utilizados para o desenvolvimento da pesquisa, sendo composto por: trabalho de gabinete, campo e laboratorial. E, por último, o quarto capítulo, que apresenta os resultados e discussões dos resultados obtidos na pesquisa, sendo: a caracterização ambiental e tipos de uso; a qualidade da água; caracterização morfológica e físico-química dos solos, e capacidade de uso da terra.

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Paisagem: conceito(s) e possibilidades de análise

Schier (2003), considera que a maioria dos conceitos de paisagem estão ligados a determinadas abordagens filosóficas, discorrendo que na escola alemã foi ligado ao positivismo, e que na francesa, o caráter processual foi mais importante. Ambas trataram a paisagem como uma face material do mundo, assim, imprimiam as atividades humanas. Ainda de acordo com o mesmo autor, a abordagem neopositivista direcionou para o termo região tentando dar enfoque ao processo de abstração da realidade física, de acordo com a metodologia quantitativa.

A abordagem marxista (materialista), pouco interessada na geograficidade da paisagem, identificou-se com o termo região, o qual define como um produto territorial da ação entre capital e trabalho. As abordagens da ecologia humana, entretanto, beneficiaram-se da ideia da paisagem ao demonstrar suas características sistêmicas, reunindo diversas categorias, por exemplo, no mesmo recorte espacial.

No século XIX, o conceito de paisagem passou do mundo das artes para o da ciência e é inserido na geografia como uma categoria que une e revela elementos naturais e humanos. Então, são dadas as primeiras reflexões orientadas ao considerá-la como um método geográfico para o estudo das regiões de superfície terrestre, pelo que, desde o seu surgimento, é uma categoria que na academia está muito unida com a de região (RAMÍREZ VELÁZQUEZ; LEVI, 2015, p. 85).

Na geografia, o conceito aparece inicialmente ligado à paisagem natural, entendida através da composição dos elementos naturais (clima, vegetação, relevo, solo, entre outros); e, posteriormente, à paisagem humanizada compreendida como resultado das relações homem/natureza (COSTA; ROCHA, 2010, p. 49).

Schier (2003), afirma que a discussão da paisagem é um tema antigo na Geografia. Desde o século XIX, a paisagem vem sendo discutida para se entenderem as relações sociais e naturais em um determinado espaço. No âmbito da geografia, a interpretação do que é uma paisagem diverge dentro das múltiplas abordagens geográficas.

Maximiano (2004), afirma que na Antiguidade, o aproveitamento de elementos na construção de paisagens era seletivo, sendo os mesmos trazidos para o espaço onde havia mais segurança física. Ainda hoje, o conhecimento da realidade define como se vê a paisagem, sendo que a seleção e o interesse em elementos da paisagem seguem tendência e valores econômicos, estéticos ou religiosos, que representam a segurança moderna.

Vidal-Torrado, Lepsch e Castro (2000), afirmam também, que é importante lembrar o fato de a evolução do conceito de paisagem ser episódica, resultante, quase sempre, de uma série de remanescentes advindos da alternância de períodos longos de relativa estabilidade e curtos de instabilidade.

O conceito de paisagem tem sido adotado por várias disciplinas, tanto no mundo acadêmico, quanto no artístico. Ambas as visões aprofundam as formas da superfície terrestre, sua fisionomia e suas implicações através do uso ou representação da paisagem. A partir de suas concepções, definições e linguagem, eles enfrentam diversas cenas que guardam, além de sua materialidade, valores, emoções, tradições, conhecimento e técnica. A paisagem é conceituada, adapta-se às necessidades da humanidade, é escrita, pintada, observada e lida (RAMÍREZ VELÁZQUEZ; LEVI, 2015, p. 67).

De acordo com Bertrand (2004), o termo paisagem é pouco usado e impreciso. O termo mais usado é o de "meio", mas este também possui outro significado. "O *meio* se define em relação a qualquer coisa; este termo é impregnado de uma finalidade ecológica que não é encontrada na palavra *paisagem*". O autor afirma ainda, que estudar a paisagem é, antes de tudo, apresentar um problema de método.

Para Maximiano (2004), "a noção de paisagem está presente na memória do ser humano antes mesmo da elaboração do conceito. A ideia já existia baseada na observação do meio". O autor diz ainda, que como expressão dessa memória e observação, estas podem ser encontradas nas artes e nas ciências das diversas culturas, como as pinturas rupestres, às quais retratavam inicialmente os elementos particulares do ambiente.

Suertegaray (2001), expôs que a paisagem possui uma perspectiva clássica. Os geógrafos percebem a paisagem como a expressão materializada das relações do homem com a natureza num espaço circunscrito. Para muitos, o limite da paisagem estava atrelado à possibilidade visual.

Bertrand (2004), afirma ainda, que:

A paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É, em uma determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução (BERTRAND, 2004, p. 141).

Para Vidal-Torrado, Lepsch e Castro (2000), a paisagem é uma abordagem multidisciplinar que é comumente reconhecida, principalmente quando se procura obter melhores respostas às muitas indagações do dia a dia no examinar, entender e no descobrir algo novo a respeito dos solos e suas relações com os demais componentes das paisagens.

Apesar dos muitos diferentes conceitos, o termo paisagem traz consigo uma característica fundamental: trata-se de uma designação especial para uma dada unidade espacial, que abriga diversas escalas temporais e espaciais (NAKASHIMA, et al., 2017).

Nakashima et al. (2017), afirmam que é necessário considerar os eventos nas diferentes escalas de observação, temporal e espacial, pois esses eventos representam um problema às pesquisas geográficas que pretendam trabalhar com abordagens multiescalares.

De acordo com Bertrand (2004), é preciso frisar bem que não se trata somente da paisagem "natural", mas da paisagem total, integrando todas as implicações da ação antrópica. A paisagem pode ser analisada como a materialização das condições sociais, podendo persistir elementos naturais, embora transfigurados pela ação humana (COSTA; ROCHA, 2010).

O aspecto cultural desempenha um papel importante na determinação do comportamento das pessoas em relação ao ambiente. Determinadas paisagens apresentam, na sua configuração, marcas culturais e recebem, assim, uma identidade típica. A problemática ambiental moderna está ligada à questão cultural e leva em consideração a ação diferenciada do homem na paisagem. Desta forma, a transformação da paisagem pelo homem representa um dos elementos principais na sua formação (SCHIER, 2003).

Para Antrop (2000), a paisagem ainda é vista como uma síntese dinâmica entre o ambiente natural e o cultural de uma região. Ao mesmo tempo, é a expressão das atitudes humanas consecutivas em direção à terra ocupada e organizada, com isso, paisagens têm uma história única, que é parte de sua identidade (ANTROP, 2000).

Schier (2003), afirma, que atualmente, a ideia da paisagem merece mais atenção pela avaliação ambiental e estética. Nesse sentido, depende muito da cultura das pessoas que a percebem e a constroem. Ela é, assim, um produto cultural resultado do meio ambiente sob ação da atividade humana.

Segundo Troppmair e Galina (2006), o termo/palavra "Paisagem" foi amplamente discutido(a) pela comunidade geográfica, aprovado(a) por alguns e rejeitado(a) por outros. Porém, para ambos, "Paisagem" é um fato concreto, um termo fundamental e de importante significado para a Geografia, pois a paisagem é a fisionomia do próprio Geossistema.

O Geossistema é um sistema natural, complexo e integrado onde há circulação de energia e matéria e onde ocorre exploração biológica, inclusive àquela praticada pelo homem (TROPPMAIR; GALINA, 2006). Pela ação antrópica, poderão ocorrer pequenas alterações no sistema, afetando algumas de suas características, porém, estes serão perceptíveis apenas em microescala e nunca com tal intensidade que o Geossistema seja totalmente transformado, descaracterizado ou condenado a desaparecer (TROPPMAIR; GALINA, 2006).

Segundo Cavalcanti (2013), o significado atribuído ao termo Geossistema, designa-o como uma área da superfície terrestre (de qualquer dimensão), em que se possa distinguir algum tipo de relação entre os componentes da natureza, ou seja, é um conjunto de relevo, solo, biota, águas e ar, que possuem uma integridade em relação ao seu entorno, podendo assim, distingui-lo das áreas (geossistemas) adjacentes.

Costa e Rocha (2010), apresentam duas correntes atualmente ligadas à paisagem:

Uma enfatiza as múltiplas relações entre os elementos naturais (clima, relevo, solo, vegetação, geologia e hidrografia), mais a ação antrópica como os fatores responsáveis pela morfologia da paisagem, foi denominada de sistêmica ou geossistêmica. A outra corrente prioriza a cultura humana e foi denominada de paisagem cultural (COSTA; ROCHA, 2010, p. 50-51).

Segundo Sochava (2015), o Geossistema pode ser definido, resumidamente, como o espaço terrestre de todas as dimensões, onde os componentes individuais da natureza são encontrados numa relação sistêmica uns com os outros, e com uma integridade determinada, interagem com a esfera cósmica e com a sociedade humana.

Ainda de acordo Sochava (2015), o enfoque sistêmico permite, de uma nova maneira, formular as tarefas de investigação do geógrafo físico, permite determinar seu conteúdo e distinguir do conteúdo das ciências geográficas parciais. O enfoque sistêmico dá lugar a novos saltos no crescimento da ciência e amplia as perspectivas de utilização prática dos seus resultados.

Considerando a paisagem como uma entidade global, admite-se implicitamente que os elementos que a constituem participam de uma dinâmica comum que não corresponde obrigatoriamente à evolução de cada um dentre eles tomados separadamente. Somos levados então a procurar os mecanismos gerais da paisagem, em particular no nível dos geossistemas e dos geofácies (BERTRAND, 2004, p. 148).

Guerra e Cunha (2009), apontam que os desequilíbrios na paisagem têm se dado ao longo da história, indicando que são necessários acompanhamentos por monitoramentos que levem à compreensão de uma natureza integrada, podendo assim, apontar soluções à resolução de problemas.

Segundo Guerra e Marçal (2006), é relevante a busca para adequar metodologias e ferramentas para trabalhar o planejamento de unidades ambientais que apontem perspectivas mais coerentes e duradouras à proteção, preservação e conservação das diversidades de paisagem e unidades de paisagem, sobre a superfície terrestre.

A paisagem é a natureza integrada e deve ser compreendida como síntese dos aspectos físicos e sociais, sendo importante seu conhecimento, no sentido de serem desenvolvidas pesquisas aplicadas que possam levar às metodologias que colaborem com o manejo adequado e sustentável dos recursos naturais, relevantes às sociedades como um todo. Os estudos sobre a paisagem também ganham importância, na medida em que o conhecimento sobre a natureza vem sendo compreendido como a resultante das interações de diversos fatores sociais, econômicos e ambientais que interagem de forma dinâmica, aleatória e em diferentes escalas, espaciais e temporais, e conduzem a metodologias que apontem para um melhor conhecimento das interações e processos que ocorrem na natureza, ajudando de forma mais eficiente à sustentabilidade e/ou preservação das paisagens (GUERRA; MARÇAL, 2006, p. 14).

As atividades humanas e suas espacializações constituem-se, em importante elemento de análise da degradação ambiental, e deve ser abordada de um ponto de vista crítico – de causas e consequências sociais. Nessa perspectiva, à compreensão da dimensão social, várias metodologias particulares às ciências humanas e/ou sociais podem ser utilizadas para complementar a elaboração e análise de diagnóstico ambiental de microbacias hidrográficas; o importante aqui, é

ressaltar a abordagem crítica do processo de produção e reprodução do espaço, bem como, a consequente identificação e compreensão dos processos sociais derivados da degradação estudada (MENDONÇA, 1999).

A paisagem corresponde ao todo ambiental e sua abordagem, como conceituação teórico-metodológica, corresponde à compreensão dos estudos ambientais de forma integrada. A identificação de uma unidade ambiental, ou unidade de paisagem, com suas respectivas intervenções sofridas ao longo dos anos pela sociedade, permite a aplicação de métodos e técnicas, necessários à sua análise, proporcionando a sua identificação, classificação, diagnóstico e prognóstico da paisagem (GUERRA; CUNHA, 2009).

Palmieri e Larach (2009), afirmam que os estudos pedológicos, mapeamento e gênese, são de natureza interdisciplinar e as interrelações entre pedologia e meio ambiente ocorrem no momento em que o material de origem do solo é afetado pelos agentes atmosféricos, plantas e animais. Os autores ainda consideram relevantes para análise ambiental o levantamento de informações sobre relevo, clima e organismos, pois são fatores externos que influenciam o ambiente. Dessa forma, os estudos de levantamento de solos, juntamente com componentes ambientais, são ferramentas vitais para o planejamento, ordenamento e/ou reordenamento e ocupação de áreas (PALMIERI; LARACH, 2009).

2.2. A Bacia Hidrográfica como unidade de análise

Santana (2003), considera bacia hidrográfica como uma porção geográfica delimitada por divisores de água, englobando toda a área de drenagem de um curso d'água. É uma unidade geográfica natural e seus limites foram estabelecidos pelo escoamento das águas sobre a superfície, ao longo do tempo. É, portanto, o resultado da interação da água com outros recursos naturais.

Stevaux e Latrubesse (2017), tratam bacia hidrográfica como rede de drenagem ou rede hidrográfica que:

[...] constitui o sistema de canais para o transporte de água e sedimento formado pelo rio principal e seus tributários que drenam uma determinada área. [...]. A rede de drenagem conforma-se por uma sequência de canais fluviais interconectados nos quais a água se movimenta por gravidade. Partindo das porções mais elevadas da bacia, os canais juntam-se sucessivamente para formar cursos de maior porte, sendo construída uma rede de canais hierarquizados (STEVAUX; LATRUBESSE, 2017, p. 60).

De acordo com Albuquerque (2012), as bacias hidrográficas representam a área de captação de um recurso fundamental à vida humana, a água. E este recurso é um forte atrativo para diversos tipos de atividade, tais como: irrigação, lazer, navegação, energia, uso doméstico, moradia, dentre outras. Então, levando essas atividades em consideração, a disponibilidade da água enquanto recurso, propicia a ocupação da bacia hidrográfica praticamente por toda a extensão territorial.

A bacia hidrográfica torna-se a unidade de trabalho ideal para o planejamento de exploração que contemple a integração de recursos naturais e aspectos socioeconômicos, dentro de uma perspectiva de renda para o agricultor e de preservação ambiental (SANTANA, 2003).

Quando se planejam atividades visando o controle de poluição de água, é expressivo considerar a bacia hidrográfica como um conjunto, a fim de se obter uma maior eficiência na realização dessas atividades (BRASIL, 2014). Santana (2003), traz ainda, que o conceito de manejo integrado de bacias hidrográficas deve pressupor planejamento e implantação de práticas conservacionistas, considerando o contexto das bacias e não de propriedades isoladas. A unidade de planejamento passa a ser a bacia hidrográfica.

A delimitação das bacias hidrográficas é essencial à gestão dos recursos naturais e intervenção do Estado. Quando ocorre a delimitação da bacia, o poder público e a sociedade passam a ter maior capacidade de organização e direcionamento de esforços, reconhecimento das diversas áreas de demandas específicas, formulação de políticas na área de recursos hídricos, além de apoiar a operacionalização dos comitês de bacias hidrográficas, entre outros (ALBUQUERQUE, 2012).

A relevância da bacia hidrográfica, enquanto recurso natural, legitima a importância dos estudos voltados à caracterização fisiológica, bem como de seu uso e ocupação. Tais estudos revelam-se importantes ferramentas à avaliação do nível de degradação ambiental e identificação das potencialidades e vulnerabilidades do sistema, visando o estabelecimento de ações destinadas ao uso racional dos seus recursos (SACRAMENTO; REGO, 2006).

O destaque da bacia hidrográfica como unidade de análise em estudos ambientais, se reveste, por exemplo, na importância que a mesma apresenta como

unidade para o manejo dos recursos naturais. Isto a torna um instrumento necessário à conservação ambiental e como meio de adoção de práticas de uso e manejo adequado (SOUSA, 2014).

Sacramento e Rego (2006), afirmam que a bacia hidrográfica é entendida como unidade integradora para os estudos geoambientais, permitindo identificar e avaliar seus diversos elementos e fatores, compreendendo os atributos e as interações que nela ocorrem.

De acordo com Brasil (2014), para a recuperação de rios, existem dois tipos de técnicas: as não estruturais, que não requerem alterações físicas no curso d'água e incluem as políticas administrativas e legais e procedimentos que limitam ou regulamentam alguma atividade; e as técnicas estruturais, que requerem algum tipo de alteração física no corpo d'água e incluem reformas nas estruturas já existentes, acelerando os processos naturais de sua recuperação.

Guerra e Cunha (2009), apontam que as nações mais desenvolvidas têm utilizado a bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão, compatibilizando os diversos usos e interesses pela água e garantindo sua qualidade e quantidade.

Para Crestana, Minoti e Neves (2010), a conservação do solo, controle de perda de sedimentos e de água, geram informações importantes para o processo de tomada de decisão no gerenciamento de bacias hidrográficas. Os atributos de qualidade da água e do solo, relacionados à integridade da paisagem, possibilitam a avaliação de manejo e monitoramento, são características às quais permitem a análise da bacia e a elaboração de planejamento e gestão desta (ATTANASIO, 2004).

2.3. A interação solo-paisagem nas bacias hidrográficas

O solo é a coleção de corpos naturais dinâmicos, que contém matéria viva, e resulta da ação do clima e de organismos sobre um material de origem, cuja transformação em solo se realiza durante certo tempo e é influenciado pelo tipo de relevo (LEPSCH, 2010).

Reetz (2017), expõe que o solo é o produto de transformação das substâncias orgânicas e minerais da superfície da terra sob a influência dos fatores ambientais que operam por um período de tempo muito longo e apresentando uma

organização e morfologia definidas, ou seja, é um sistema formado pelo tempoespaço.

De acordo com Calderano-Filho et al. (2009), as características do solo (textura, estrutura, gradiente textural, teor de argila, teor de matéria orgânica, pH, teor de argila dispersa, presença ou não de camadas de impedimento, juntamente com os elementos externos da paisagem, juntamente com agentes externos como clima e água e fatores antrópicos, exercem forte influência na paisagem, essa relação reflete a natureza e a intensidade das potencialidades e limitações na bacia.

Vidal-Torrado, Lepsch e Castro (2000), afirmam que a relação solo-paisagem é reconhecida em escalas de semidetalhe e detalhe nas quais são mais facilmente percebidas e mais bem distinguidas (sobretudo, em uma ou em um conjunto de vertentes), nas microbacias hidrográficas.

Para Campos, Cardozo e Marques-Júnior (2006), o uso de modelos de paisagem, como técnica auxiliar em levantamento de solo, constitui uma evolução no entendimento das relações solo-geomorfologia e, consequentemente, uma ferramenta importante para identificar e mapear áreas de solos homogêneos. Assim sendo, vários modelos de paisagem se propõem em estudar e entender as relações entre as condições do solo e a topografia.

O solo possui uma relação direta com os demais componentes da paisagem. A compreensão dessa interação solo-paisagem faz avançar descobertas sobre a distribuição espacial dos solos, dos seus atributos, qualidades e da sua dinâmica interna e, consequentemente, as perspectivas de seu melhor uso num conjunto de condições ambientais (VIDAL-TORRADO; LEPSCH; CASTRO, 2005).

De acordo com Guerra e Cunha (2009), uma das formas de interação do solo e da bacia na paisagem, seriam as mudanças do uso do solo nas encostas, pois influenciam os processos erosivos que poderão promover a alteração na dinâmica fluvial.

Campos, Cardozo e Marques-Júnior (2006) e Campos (2012), considera que as formas do relevo exercem um papel decisivo nas diferentes formas das paisagens, pois influenciam no tempo de exposição dos materiais de origem, na intensidade e direção do fluxo da água em um perfil, e que o relevo regula os processos pedogenéticos, assim como, no estudo e a observação da paisagem, tornando-se uma premissa básica na execução de levantamentos e definições de unidades de solo.

Attanasio (2004), ressalta que a qualidade do solo está relacionada à saúde da bacia, aos aspectos hidrológicos, às práticas de manejo e rendimento econômico agrícola. Trata-se de uma interação e inter-relação que ocorrem na paisagem.

2.4. A qualidade da água e seus fatores determinantes

De acordo com Brasil (2014), as características físicas, químicas e biológicas da água estão associadas a uma série de processos que ocorrem no corpo hídrico e em sua bacia de drenagem. Quando se trata da qualidade da água, é fundamental ter em mente que o meio líquido possa apresentar duas características marcantes, que condicionam, de maneira absoluta, a conformação dessa qualidade: capacidade de dissolução e capacidade de transporte (BRASIL, 2014).

De acordo com Espíndola, Faria e Leite (2004), o uso e ocupação da terra, refletem na qualidade da água de um recurso hídrico, sendo, portanto, essencial que esta prática seja devidamente monitorada.

O conceito de qualidade da água sempre tem relação com o uso que se faz dessa água. Existe uma grande variedade de indicadores que expressam aspectos parciais da qualidade das águas. Porém, não existe um único indicador que resuma todas as variáveis de qualidade da água. Geralmente, esses indicadores são para usos específicos, como o abastecimento doméstico, a preservação da vida aquática e a recreação de contato primário (balneabilidade) (BRASIL, 2012; 2014).

Brasil (2014), afirma ainda, que a qualidade da água para consumo humano deve ser considerada, portanto, como fator essencial no desenvolvimento das ações dos Serviços de Abastecimento de Água, quer públicos ou privados, de maneira que a água distribuída ao usuário tenha todas as características de qualidade determinadas pela(s) legislação(ões) vigente(s).

O comportamento da qualidade da água reflete as condições ambientais da bacia hidrográfica. Sendo assim, conhecer as características de qualidade da água amplia o conhecimento ecológico do ecossistema e possibilita detectar alterações provenientes da atividade humana (SOUZA; GASTALDINI, 2014).

Merten e Minella (2002), afirmam que quando se utiliza o termo "qualidade de água", o termo não se refere ao estudo de pureza, mas às características químicas, físicas e biológicas, e tais características são estipuladas para diferentes finalidades.

Levando em consideração a Resolução n. 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), (BRASIL, 2005), ela postula e recomenda que as águas doces sejam classificadas segundo o seu uso predominante, sendo:

A classe especial destinadas: ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção, à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas e ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral. A classe I pode ser destinada: ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado, à proteção das comunidades aquáticas, inserindo também as terras indígenas, à recreação de contato primário, à irrigação de hortaliças e frutas. As águas de classe II são destinadas: ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional, à proteção de comunidades aquáticas, à recreação de contato primário, à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e parques, jardins, campos de esporte e lazer com os quais o público possa ter contato direto, e à aquicultura e pesca. As de classe III são destinadas: ao abastecimento para o consumo humano, após tratamento convencional ou avançado, irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras, à pesca amadora, à recreação de contato secundário e dessedentação de animais; e as de classe IV que são destinadas apenas à navegação e harmonia paisagística (BRASIL, 2005, p. 3-18).

De acordo a Resolução n. 274/2000-Conama (BRASIL, 2000), as águas destinadas à balneabilidade e recreação de contato primário, devem ser classificadas em *Próprias* (Excelente; Muito Boa e Satisfatória) e *Impróprias*. Os parâmetros utilizados são: pH e Escherichia coli (coliformes termotolerantes). A Resolução n. 430/2011 (BRASIL, 2011), complementa e altera a Resolução n. 357/2005, (BRASIL, 2005), dispondo a respeito das condições e dos padrões de lançamento de efluentes (BRASIL, 2000; 2011).

Considerando as variáveis estudadas nesta pesquisa, os indicadores de qualidade de água são descritos a seguir, mas cabe ressaltar que alguns destes não possuem padrões estabelecidos em normativas.

O potencial hidrogeniônico representa a intensidade das condições ácidas ou alcalinas do meio líquido, sua medição se dá pela presença de íons H⁺ (BRASIL, 2007; PEREIRA; SILVEIRA, 2013). O valor do pH varia de 0 a 14, quando o pH é igual 7 é considerado neutro, abaixo de 7 é considerado ácido, e superior a 7 considerado alcalina (TEIXEIRA, 2013; BRASIL, 2006).

Libâneo (2010), ressalta que o pH adequado às águas naturais de superfície apresente variação entre 6,0 a 8,5, ideal à manutenção da vida aquática. Teixeira (2013), recomenda o pH na faixa de 6,0 a 9,0 à vida aquática. Caso os indicadores não sejam atendidos, podem trazer interferências na saúde e bem estar do ser humano, assim como o equilíbrio aquático.

A cor é um parâmetro que não possui padrões estabelecidos nas normativas propostas pelo Conama, porém, possui forte influência com a turbidez. Braga et al. (2005), dizem que a cor da água pode ser classificada como real ou aparente. A cor real está relacionada com a presença de substâncias dissolvidas e afeta a penetração da luz. A aparente está associada a reflexos originados na paisagem ao redor do corpo de água e a cor do leito, caso seja visível na superfície.

A cor aparente considera as partículas suspensas, enquanto que a cor verdadeira é um importante indicador da concentração de matéria orgânica presente nas águas naturais (LIBÂNEO, 2010). Ainda de acordo com Libâneo (2010), as águas naturais apresentam, em geral, a cor verdadeira variando de 0 a 200 uC (unidades de cor), já os valores inferiores a 10 uC são praticamente imperceptíveis.

A turbidez expressa a interferência à passagem de luz, ou seja, transparência da água. Trata-se de uma característica da água que expressa a presença de partículas em suspensão, coloides, matéria orgânica e inorgânica (PEREIRA; SILVEIRA, 2013; BRASIL, 2006; 2007). Esse parâmetro demonstra uma forte influência na cor da água e é um dos parâmetros avaliados no Índice de Qualidade das Águas (IQA).

A dureza também não possui especificações em normativas, mas, indica concentração de cátions multivalentes em solução na água, sobretudo, de cálcio (Ca+2) e magnésio (Mn+2), e se manifestam pela resistência de saponificação. Essa característica reflete a natureza geológica da bacia hidrográfica, sendo mais evidente nas regiões de formação calcária (LIBÂNEO, 2010).

Esse parâmetro é expresso em mg/L de carbonato de cálcio (CaCO3), podendo ser classificado em *mole* ou *branda* se a concentração de carbonato for inferior a 50mg/L; *moderada* se os valores de concentração ficarem entre 50 e 150 mg/L; *dura* se a concentração de carbonato for entre 150 e 300 mg/L e *muito dura* se essa concentração for superior a 300 mg/L (LIBÂNEO, 2010; TEIXEIRA, 2013). As demandas química e bioquímica de oxigênio, são utilizadas para indicar a presença de matéria orgânica na água (BRASIL, 2007).

A Demanda Bioquímica de Oxigênio é um indicador que determina indiretamente a concentração de matéria orgânica biodegradável através da demanda de oxigênio exercida por microrganismos através da respiração.

Indicando também a concentração do carbono biodegradável (VALENTE; PADILHA; SILVA, 1997; LIBÂNEO, 2010).

A Demanda Química de Oxigênio é um indicador da matéria orgânica baseada na concentração de oxigênio consumido para oxidar a matéria orgânica, biodegradável ou não, em meio ácido e condições energéticas por ação de um agente químico oxidante forte (VALENTE; PADILHA; SILVA, 1997).

O oxigênio dissolvido é considerado um dos mais importantes na dinâmica e na caracterização de ecossistemas aquáticos. As principais fontes de oxigênio à água são a atmosfera e a fotossíntese (ESTEVES, 1998). Segundo Antunes et al. (2012), o OD é indispensável aos organismos aeróbios e águas com baixos teores de OD indicam o recebimento de matéria orgânica.

A temperatura das águas naturais decorre da insolação, sendo esse fator influenciado pelo clima e pela latitude, e havendo influência antrópica, o fator decorre pelo lançamento de despejos industriais (LIBÂNEO, 2010).

Todos os corpos d'água apresentam variações de temperatura ao longo do dia e das estações do ano (PEREIRA; SILVEIRA, 2013). De modo geral, os ambientes aquáticos apresentarão temperaturas na faixa de 20°C a 30°C. As águas que apresentarem valores muito altos de temperaturas podem ser rejeitadas para consumo humano (BRASIL, 2006).

A condutividade elétrica é a expressão numérica da capacidade de uma água conduzir a corrente elétrica. A condutividade da água aumenta à medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados. Altos valores podem indicar características corrosivas da água (CETESB, 2016).

A água tem facilidade de dissolver substâncias, estas lhe conferem a capacidade de conduzir corrente elétrica. Esse parâmetro está relacionado com a quantidade de sólidos dissolvidos e salinidade, indicando contaminação por efluentes domésticos ou industriais (PEREIRA; SILVEIRA, 2013).

A alcalinidade das águas traduz a capacidade de neutralizar ácidos (íons H⁺) ou a capacidade de minimizar variações significativas de pH (tamponamento) (LIBÂNEO, 2010). Dependendo dos teores, estes podem proporcionar um sabor desagradável à água (TEIXEIRA, 2013). Os valores elevados de alcalinidade estão associados à decomposição da matéria orgânica, à atividade respiratória de microrganismos, com liberação de gás carbônico no meio aquático e ao lançamento de efluentes (LIBÂNEO, 2010).

Libâneo (2010), ressalta que o pH variando entre 4,4 a 8,3, a alcalinidade ocorre em virtude apenas de bicarbonatos; com pH variando entre 8,3 e 9,4 de carbonatos e bicarbonatos e com pH acima de 9,4 em virtude de carbonatos e hidróxidos. O fósforo é um elemento menos abundante que o nitrogênio, constituise como principal fator de limitação ao desenvolvimento de algas e plantas no meio aquático. Pode se apresentar na água de forma orgânica, inorgânica, particulada e dissolvida (LIBÂNEO, 2010).

Esteves (1998), ressalta que na maioria das águas continentais o fósforo é o principal fator limitante de sua produtividade. Além disso, é apontado também, como o principal responsável pela eutrofização artificial de ecossistemas. Este elemento pode surgir de forma natural quando a quantidade de fosfato de fonte natural no sistema aquático depende diretamente do fosfato presente nos minerais primários das rochas da bacia de drenagem, e também, quando o material particulado presente é resultado da decomposição de organismos de origem alóctone, e pode surgir com influência antrópica, influência de esgotos domésticos e industriais, bem como de material particulado de origem industrial contido na atmosfera (ESTEVES, 1998). Klein e Agne (2012), explicam que o excesso de fósforo causa a eutrofização de cursos de água, sendo assim, o crescimento excessivo de algas pode consumir o oxigênio e causar mortandade de peixes.

O nitrogênio nos corpos d'água pode ocorrer nas formas de nitrogênio orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato. Esse elemento, juntamente com o fósforo, pode causar um crescimento excessivo de algas, cianobactérias e plantas aquáticas (PEREIRA; SILVEIRA, 2013; LIBÂNEO, 2010).

Os coliformes termotolerantes são bactérias que ocorrem no trato intestinal de animais de sangue quente e são indicadores de poluição por esgotos domésticos. Elas não são patogênicas, mas sua presença, em grande número, indica a possibilidade da existência de microrganismos patogênicos que são responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica (PEREIRA; SILVEIRA, 2013).

Os coliformes totais fazem parte da microbiota residente do trato gastrointestinal do homem e de alguns animais. Sua presença não significa necessariamente contaminação fecal, e podem indicar contaminação pelo solo (CONTE et al., 2004; SANT'ANA et al., 2003; SILVA; ARAÚJO, 2003).

A clorofila também é um parâmetro que não tem padrão estabelecido, porém, em altíssimas quantidades, indicam eutrofização, trata-se de um dos pigmentos responsáveis pelo processo fotossintético, o conhecimento de sua concentração pode dar indicações da biomassa algal. A clorofila *a* é considerada a principal variável indicadora de estado trófico dos ambientes aquáticos (ESTEVES, 1998; CETESB, 2009; 2016).

As algas também podem conferir sabor e odor às águas de abastecimento, bem como recreativas, além de aumentarem a turbidez e a cor. Águas contaminadas por toxinas de algas podem trazer doenças e, até mesmo, levar à morte (BRASIL, 2006).

Os sólidos são introduzidos nas águas naturais mediante as descargas de esgotos sanitários, efluentes industriais, cargas difusas devidas ao arraste de sólidos pelas águas pluviais e processos erosivos (PIVELLI; CAMPOS, 2013). Os sólidos dissolvidos relacionam-se à condutividade elétrica e à salinidade da água (PIVELLI; CAMPOS, 2013).

Para avaliar a qualidade da água, devem-se analisar, conjuntamente, as variáveis físicas, químicas e biológicas desta com os tipos de usos no entorno e a qualidade dos solos, pois dependendo da pressão agrícola na bacia, esta pode limitar a capacidade de uso da terra e da água (LEONARDO, 2003).

2.5. Capacidade de uso da terra

Giboshi (1999), compreende que o sistema de capacidade de uso constitui uma classificação técnica, com a finalidade de fornecer dados que permitam decidir qual a melhor combinação de uso agrícola para um aproveitamento mais intensivo da terra sem risco de empobrecimento do solo. Ou seja, de acordo com a autora, o objetivo principal está relacionado à conservação da terra, onde são analisadas suas potencialidades, dando maior ênfase às suas limitações.

A capacidade de uso da terra, tem por finalidade, fornecer importantes subsídios para o planejamento, funcionando como uma ferramenta que imprime um caráter seletivo, racional e de orientação ao uso das terras (RODRIGUES; ZIMBACK; PIROLI, 2001).

Fujihara (2002), trata a capacidade de uso das terras como um sistema de avaliação da terra considerando os aspectos relacionados ao solo, topografia e

processos erosivos determinados através dos dados levantados na caracterização do meio físico e das eventuais limitações existentes. Fatores como a declividade, pedregosidade e/ou profundidade, por si, já restringem certos tipos de utilização, mesmo com tecnologia avançada (RAMALHO-FILHO; BEEK, 1995).

A importância que Castro, Campos e Zimback (2010), ressaltam sobre as classes de capacidade de uso das terras é que estas são ferramentas que auxiliam no melhor planejamento e utilização da terra. Trata-se de uma avaliação unitária que na verdade insere um contexto global de microbacias.

Assim que obtidas, as limitações pelo sistema de capacidade de uso, decidese optar por medidas que visam o aproveitamento das condições do solo com um mínimo de perdas, baseando-se num detalhamento expressivo dos fatores que possam influenciar a estruturação e composição deste meio, tais como relevo, erosão, solo, clima, entre outros; tornando-se mais confiáveis as bases para planejamento de uso racional (CASTRO; CAMPOS; ZIMBACK, 2010; CAMPOS et al., 2010).

Rampim et al. (2012), afirmam também ser necessário o levantamento do meio físico atrelado à determinação das classes de capacidade de uso da terra para poder se implantar o manejo conservacionista.

Segundo Campos et al. (2010), a manutenção da qualidade do solo, por meio de planejamento adequado de uso da terra, com ocupação racional e ordenada do meio físico, pode garantir alto retorno financeiro e proteção dos recursos naturais da degradação.

O levantamento do meio físico é feito para reconhecer e avaliar as características e condições das terras, na qual podem ser estabelecidas classificações, como a capacidade de uso, que juntamente com as condições socioeconômicas, constituem as bases sobre as quais se devem assentar planejamento de uso agrícola de áreas de interesse (LEPSCH et al., 2015).

Ramalho-Filho e Beek (1995), utilizavam o termo "sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras". Para os autores, a classificação de aptidão de terras, não é um guia para obtenção de máxima de benefícios das terras, mas sim, uma orientação de como devem ser utilizados os recursos no planejamento regional e nacional. Trata-se de um método que procura atender uma relação custo/benéfico em uma tendência econômica de longo prazo.

Um dos maiores problemas relacionados ao uso das terras é o risco de erosão (NEVES et al., 2014; RAMOS et al.; 2018; SOUSA; LIMA, 2007), fato comum nas terras cultivadas sem planejamento, onde, muitas vezes, a recuperação se torna inviável ou até mesmo, impossível (SOUSA; LIMA, 2007).

Giboshi (1999), ressaltou ainda, que as interpretações para fins agrícolas devem ser feitas segundo critérios que reflitam a maior ou menor adaptabilidade dos solos e do ambiente em que ocorrem, para determinado cultivo ou grupo de cultivos.

O sistema de classificação da capacidade de uso, ou aptidão de terras, descrita por Ramalho-Filho e Beek (1995), pode ser exposto do seguinte modo: 1) Níveis de manejo: A (primitivo) — baixo nível técnico-cultural; B (pouco desenvolvido) — nível tecnológico médio; C (desenvolvido) — alto nível tecnológico, 2) Grupos: os grupos 1, 2 e 3, apontam tipos de utilização e, desempenham a função de representar, no subgrupo, as melhores classes de aptidão das terras indicadas para lavouras, conforme os níveis de manejo. Os grupos 4, 5 e 6 apenas identificam tipos de utilização (pastagem plantada, silvicultura e/ou pastagem natural e preservação da flora e fauna), independente da classe; 3) Subgrupo: é resultado conjunto da avaliação da classe de aptidão relacionada com o nível de manejo, indicando o tipo de utilização das terras, levando-se em conta o fator de limitação e 4) Classe: avaliação da aptidão sendo denominadas como boa (A B C), regular (a b c), restrita ((a) (b) (c)) e inapta (- - -).

O sistema de classificação de Lepsch et al. (2015), utiliza apenas Classes, Subclasses e Unidades, este, assim como Ramalho-Filho e Beek (1995), utiliza convenção de cores como subsídio para mapas.

Independente da metodologia adotada, as classes para capacidade ou avaliação de aptidão podem e devem ser adaptadas para cada localidade, quando necessário, levando em consideração cada grau de limitação e sugerindo medidas de manejo. Lembrando que o levantamento dos solos e suas análises físicas e químicas são necessárias para determinar futuras classes.

CAPÍTULO III

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização da Área de Estudo

A bacia hidrográfica do Córrego Piraputanga está localizada no município de Cáceres, no estado de Mato Grosso, entre as coordenadas geográficas 15°58'00" a 16°12'00" de Latitude Sul e 57°32'00" a 57°40'00" de Longitude Oeste. A bacia do córrego ocupa uma área de 170km² de extensão, suas nascentes situam-se na Província Serrana e a foz está localizada na Baia do Salobra, sendo um contribuinte da margem esquerda do rio Paraguai, conforme (Figura 1).

57°34'0"W 57°32'0"W 57°40'0"W 57°38'0"W 57°36'0"W 15°58'0"S Rede de drenagem Rodovias S..0.0.91 Bacia Hid. córrego Piraputanga Cidade de Cáceres 16°2'0"S 6 Km 16°4'0"S Cáceres Sistema de coordenadas Geográficas Datum: SIRGAS 2000 Zona 21S 16°6'0"S Base Cartográfica: IBGE (2016) Produzido por: Thales E. Lima Organizado por: Carolina Tavares 16°8'0"S BR 070 16°10'0"S Laboratório de pesquisa e estudos em geomorfológia fluvial - "professora 6°12'0"S Dra. Sandra Baptista da Cunha"

Figura 1 – Localização da área de estudo da Bacia Hidrográfica do Córrego Piraputanga

Fonte: Produzido por Thales E. Lima; organizado por Carolina da Costa Tavares (2019).

3.2. Procedimentos Metodológicos

3.2.1. Trabalho de gabinete

Nesta etapa foi realizado o levantamento bibliográfico, para embasamento teórico, na qual foram feitas pesquisas em artigos científicos, livros, teses e dissertações entre outros.

Para o levantamento dos condicionantes geoambientais, a fim de obter, informações sobre a geologia, geomorfologia, solo, clima e uso, foram utilizados como base o Projeto RADAMBRASIL (1982), o Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai (PCBAP, 1997), o Atlas de Mato Grosso da Secretaria de Estado de Planejamento de Mato Grosso (SEPLAN), organizado por Camargo (2011), o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018) e, outros trabalhos que abordavam as características ambientais.

3.2.2. Procedimentos cartográficos

Para a confecção dos mapas foi primeiramente definida a rede de drenagem, à qual foi desenvolvida com a extensão Archydro disponível gratuitamente pelo *Environmental Systems Research Institute* (ESRI), esse mesmo foi desenvolvido por meio do Centro de Pesquisas em Recursos Hídricos – *Center for Research in Water Resources* (CRWR) da *The University of Texas at Austin* (LEAL et al., 2017).

A extensão Archydro resume-se, segundo Esri (2012), em:

Um conjunto de funcionalidades que opera como uma barra de ferramentas (*toolbox*) dentro do ArcGIS, para complementar a análise temporal e geoespacial de dados, sendo voltado para suportar aplicações e gestão de recursos hídricos e modelagem hidrológica (ESRI, 2012).

Para o processamento de dados, a metodologia consiste em delimitar, não apenas bacias hidrográficas, mas também, redes de drenagem. Para isso foi executado a rotina destacada abaixo:

ArcHydro: DEM Reconditioning (recondiciona o MDE, seguindo uma drenagem de referência), Fill Sinks (preenche depressões e remove elevações), Flow Direction (define a direção do fluxo), Flow Accumulation (determina o fluxo acumulado), Stream Definition (gera o raster da rede de drenagem), Stream Segmentation (segmenta o raster de drenagem), Catchment Grid Delineation (gera o raster das sub-bacias), Catchment

Polygon Processing (gera o vetor das sub-bacias), Adjoint Catchment (junta as bacias hidrográficas) e Point Delineation (definição do exutório) (LEAL, et al., 2017).

O mapa de precipitação média anual foi concebido por meio dos dados pluviométricos coletados na plataforma *hidroweb* da Agência Nacional das Águas (ANA). As estações correspondem a Cáceres (DNPVN) (01657003), Cáceres (01657000), Descalvados (01657002), Destacamento da Corixa (01658000) e Cuiabá (01556002 e 01556004). Posteriormente, os dados foram organizados e tabulados permitindo a execução da rotina interpolação IDW.

A Ponderação do Inverso das Distâncias (IDW), foi utilizado para obter a espacialização dos níveis de precipitação por toda a bacia, esse índice atende a pesquisa, pois implementa, explicitamente, o pressuposto de que as coisas mais próximas entre si são mais parecidas do que as mais distantes. Para predizer um valor para algum local não medido, o IDW usará os valores amostrados à sua volta, que terão um maior peso do que os valores mais distantes, ou seja, cada ponto possui uma influência no novo ponto, que diminui na medida em que a distância aumenta, daí seu nome (JAKOB; YOUNG, 2006).

Para o processamento dos dados, foi inicialmente construída uma base de dados cartográficos em escala de 1:250.000, elaborado pelo IBGE e distribuído gratuitamente em sua plataforma de Geociências.

As condicionantes ambientais (geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso e cobertura), foram adaptadas da base vetorial do IBGE com dados atualizados em agosto de 2018. As adaptações aplicadas estão sobre o recorte da área de estudo, bacia hidrográfica do Córrego Piraputanga, possibilitando assim, o cálculo em km² das características de cada unidade geoambiental.

Para a confecção dos mapas de uso da terra e da água, foi utilizada a base de dados do IBGE – Geodiversidade na escala de 1:250.000. Esta mesma base foi sobreposta pelo perímetro da bacia hidrográfica e recortado com a utilização do software ArcGis 10.1. As atribuições de cores RGB foram reproduzidas através do Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2013). Devido às questões visuais e de escala, o mapa foi compartimentado em 3, sendo: alto, médio e baixo curso da bacia.

3.3. Trabalho de Campo

3.3.1. Coleta de água e de solo

As coordenadas geográficas de cada ponto de coleta estão descritas na (Tabela 1) e ilustrados nas (Figura 2 e Figura 3). As coletas de água foram efetuadas em dois dias de campo, sendo: 3 e 4 de setembro de 2018, período de estiagem, e 14 e 15 de fevereiro de 2019, período de chuva. Os solos foram descritos e coletados nos dias 26 de junho, 06 de julho e 18 de agosto de 2019.

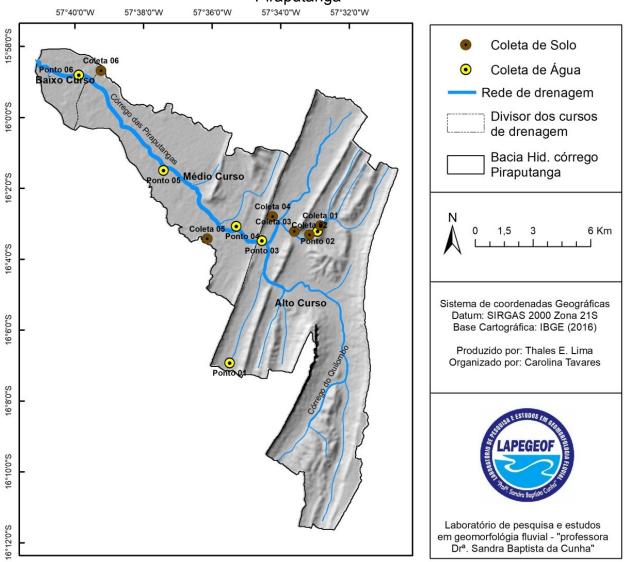
Tabela 1 – Localização dos pontos de coleta na Bacia Hidrográfica do Córrego Piraputanga

LOCAL	SEÇÃO	COLETA DE ÁGUA COORDENADAS	DESCRIÇÃO						
LUCAL	SEÇAU	GEOGRÁFICAS	DESCRIÇAU						
	S1	16°06'54,0''S 57°35'32,6''W	Nascente, com presença de pastagem, gado com acesso à água.						
Alto Curso	S2	16°03′11,1"S 57°33′00,5"W	Presença de mata ciliar na margem esquerda, gado com acesso à água, alguns trechos pisoteados pelo gado.						
	S3	16°03'30,55"S 57°34'33,7"W	Cachoeira, área destinada à atividade recreativa (Balneário), presença de vegetação.						
Médio Curso	S4	16°03'03,5''S 57°35'20,8''W	Próximo à cascalheira, margens preservadas com vegetação ciliar, acesso restrito, pois as margens são íngremes, canal é bem escavado.						
	S5	16°01'30,9''S 57°37'25,8''W	Presença de pastagem e sedimentos grosseiros no leito.						
Baixo Curso	S6	15°58'43,79''S 57°39'54,27''W	Baía, foz do córrego, presença de mata ciliar.						
		DESCRIÇÃO E COLETA DI	E SOLOS						
PONTOS	COORDE	ENADAS GEOGRÁFICAS	DESCRIÇÃO						
Ponto 1		16°03'04,5''S 57°32'51,6''W	Presença de vegetação nativa (Cerradão), área de meia encosta, bem preservado.						
Ponto 2		16°03'20,4"S 57°33'10,8"W	Presença de pastagem, próximo da seção 2 de água.						

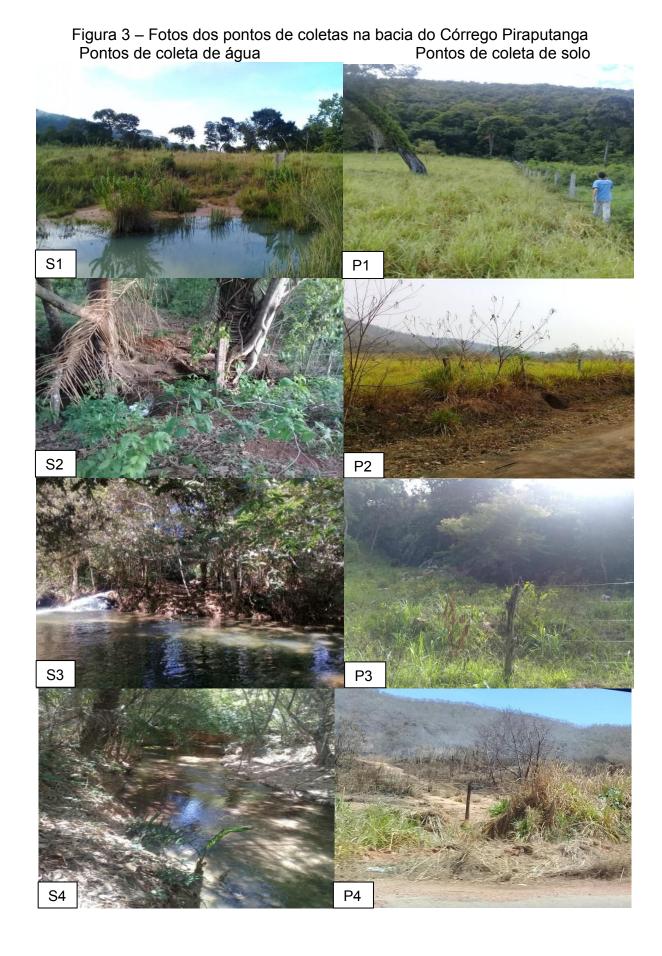
Ponto 3	16°03′14,6"S 57°33′37,2"W	Presença de pastagem.
Ponto 4	16°02'49''S 57°34'15''W	Antigo lixão, presença de vegetação (Cerrado) no entorno.
Ponto 5	16°03′26,5"S 57°36′09,9"W	Presença de pastagem, extração de cascalho, próximo da seção 4 de água.
Ponto 6	15°58'41,1"S 57°39'14,6"W	Presença de pastagem.

Fonte: Carolina da Costa Tavares (2019).

Figura 2 – Compartimentos e pontos de coleta da Bacia Hidrográfica do Córrego Piraputanga



Fonte: Produzido por Thales E. Lima; organizado por Carolina da Costa Tavares (2019).





Fonte: Carolina da Costa Tavares (2018; 2019).

Às coletas das amostras de água, a área de estudo foi dividida em três trechos, levando em consideração a geomorfologia da bacia, alto, médio e baixo curso; foram consideradas também, as características ambientais, assim como, o acesso das estradas e autorização para entrada em propriedades privadas.

À realização da coleta das amostras de água foram utilizados frascos devidamente esterilizados e etiquetados a cada parâmetro, disponibilizados pelo laboratório de análises físico-químicas e bacteriológicas da água Hidro Análise. As amostras de água superficial foram coletadas entre 0 e 30cm, a partir da superfície. Logo após serem coletadas, as amostras foram preservadas e mantidas sob refrigeração até o início das análises laboratoriais (no máximo 24 horas depois da coleta), de acordo com o Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (BRANDÃO et al., 2011).

À coleta de solos, realizou-se, inicialmente, a caracterização morfológica, à qual se inicia com a separação dos horizontes e camadas e com a medição de sua espessura e profundidade, na qual são levadas em consideração as

particularidades das características morfológicas como cor, textura, estrutura, consistência, transição.

É avaliada, também, a distribuição de raízes, porosidade, cerosidade, cimentação, coesão, concreções ou nódulos, compactação, minerais magnéticos, local de descrição (trincheira, corte de estrada ou tradagem) e altura do lençol freático. Após essas etapas, são definidos(as) as nomenclaturas e os símbolos dos horizontes (SANTOS et al., 2015). À determinação da cor do solo, foi utilizada a carta de Munsell (Soil Color Charts, 2009).

Às coletas dos perfis demonstrativos, Embrapa (1995) e Santos et al. (2015), recomendam que a seleção do local para os perfis demonstrativos deva ser feita após o reconhecimento da área, permitindo a caracterização adequada da unidade e compatibilização de campo com a cartografia.

À realização da descrição e coleta em campo, o perfil foi analisado através de mini trincheiras e cortes de barranco em estradas. Segundo Santos et al. (2015), a abertura de trincheiras, cortes de estrada e tradagem permitem a avaliação das características morfológicas e coletas de solo.

3.3.2. Atividade de laboratório

3.3.2.1. Análise das variáveis físicas, químicas e biológicas da água

As amostras de água foram caracterizadas de acordo com as seguintes variáveis da qualidade de água e procedimentos analíticos descritos na (Tabela 2) abaixo.

Tabela 2 – Variáveis da qualidade da água e metodologias analíticas adotadas

VARIÁVEL	UNIDADE	MÉTODO ANALÍTICO						
Alcalinidade	mg/L	Volumetria						
Condutividade Elétrica	μS/cm	Potenciometria						
Clorofila-a	ug/L	Espectrofotométrico						
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	Membrana Filtrante						
Coliformes Totais	NMP/100mL	Método das Membranas Filtrantes						
Cor	CU	Espectrofotométrico						
DBO ₅	mg/L	Diluição/Incubação						
DQO	mg/L	Titrimétrico						
Dureza Total	mg/L	Volumetria						
Fósforo Total	mg/L	Colorimetria						
Matéria Orgânica	mg/L	Calcinação						

Nitrogênio Amoniacal	mg/L	Colorimetria
Nitrato	mg/L	Colorimetria
Nitrito	mg/L	Colorimetria
Nitrogênio Orgânico	mg/L	Titulometria
Oxigênio Dissolvido	mg/L	Volumetria
рН	-	Potenciometria
Saturação de Bases	%	Potenciometria
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	Gravimetria
Temperatura	°C	Termômetro
Turbidez	NTU	Nefelometria

Fonte: Carolina da Costa Tavares (2019).

As variáveis alcalinidade, clorofila-a, coliformes termotolerantes, coliformes totais, cor, DBO5, DQO, dureza total, fósforo total, matéria orgânica, nitrato, nitrito, nitrogênio amonical, nitrogênio total e sólidos dissolvidos totais, foram analisadas pelo Laboratório Hidro Análise, situado na cidade de Cuiabá-MT.

Os métodos de análises utilizados estão de acordo com o *Standart Methods* For the Examination of Water and Wastewater (AWWA-APHA, 2017) e Manual de Procedimento Hach (2005). As variáveis oxigênio dissolvido, pH, saturação de bases, condutividade elétrica e temperatura foram medidos(as) em campo através da sonda multiparamétrica (marca Hach, modelo HQ40d) e a variável turbidez medida através do aparelho turbidímetro (marca Policontrol, modelo AP2000), também em campo.

3.3.2.2. Análises físicas e químicas do solo

As amostras de solos, coletadas em campo, foram armazenadas em sacolas plásticas de 2kg. No laboratório, as amostras foram secas ao ar (forma natural), posteriormente, foram destorroadas e passadas na peneira de malha de 2mm, sendo que as amostras menores que 2mm são chamadas de Terra Fina Seca no Ar (TFSA), na qual se procedem todas as determinações analíticas.

3.3.2.3. Análise física do solo

A análise física ocorreu de acordo os métodos propostos no Manual de Métodos de Análises de Solos (EMBRAPA, 2017). À análise textural e análise granulométrica (dispersão total), foram efetuados os seguintes procedimentos:

Foram colocados 20g de cada amostra de solo em béqueres de 250mL, estes foram pesados em balança analítica de precisão. Após esse procedimento, foi adicionado 100ml de água e 10ml de solução dispersante, hidróxido de sódio (NaOH 0,1M. L⁻¹), sendo agitado com um bastão de vidro e deixado em repouso durante uma noite, coberto por vidro de relógio.

Passado o período de repouso, as amostras foram transferidas para garrafas de *Stohlmann* e colocadas no agitador de *Wagner* TE-160, sendo agitados durante um período de 16 horas. Em seguida, o material foi transferido para uma peneira de 20cm de diâmetro e de malha de 0,053 (n. 270), sendo lavados. A argila e o silte foram passados para proveta de 1000 ml e completado o volume até o limite, as areias retidas na peneira foram colocadas em béqueres.

Na proveta, o material foi agitado novamente com um bastão de vidro por 20 segundos. Depois, estes ficaram um tempo em repouso, período estabelecido após a medição de temperatura no momento e conforme a tabela de temperatura e tempo de sedimentação.

Logo depois do tempo de sedimentação, foram coletados 5 cm de profundidade da suspensão e levados em um béquer com o peso conhecido e identificado, sendo colocado na estufa a 105°C até a evaporação do material líquido. Depois de seco, foi retirado da estufa e deixado para esfriar. Em seguida, foram pesados com aproximação de 0,0001g determinando a argila.

A areia retirada da peneira 0,053mm foi transferida para um béquer e lavada com água e levado à estufa. Depois de seca, deixou-se esfriar, e, em seguida, levada ao agitador de peneiras, sendo realizada a separação das areias grossa, média e fina. Após estarem secas, foram pesadas e calculadas as frações de areia e argila de cada amostra. O valor de silte foi obtido através da soma das areias + argila e subtraídas pelas 20g iniciais.

3.3.2.4. Análise química do solo

As análises químicas do solo foram efetuadas conforme os métodos propostos no Manual de Métodos de Análises de Solos (EMBRAPA, 2017).

Para medir o potencial hidrogeniônico (pH) do solo, foram realizados os seguintes procedimentos: foram pesados 10g de solo (TFSA) de cada amostra e adicionados em béqueres de 100mL. Após essa etapa, foram colocados 25 mL de

água destilada e agitados com bastão de vidro individual por cerca de 60 segundos após ficaram em repouso por 1 hora. Passado o período de repouso, as amostras foram agitadas ligeiramente com o bastão de vidro, e, em seguida, foram mergulhados os eletrodos na suspensão homogeneizada e realizada a leitura do pH com o medidor de pH.

Para análise de P (fósforo), foram pesados 10g de solo (TFSA) de cada amostra e colocados em frascos de *Erlenmeyer* de 125 mL. Foram adicionados 100mL de solução extratora Mehlich⁻¹ (HCl0,05 mol L⁻¹ e H₂SO₄ 0,0125 mol L⁻¹ e agitados durante 5 minutos no agitador circular horizontal. Após, foram deixados para decantar durante uma noite.

Após isso, foram pipetados sem filtrar, 25 mL do extrato e passados para um recipiente plástico. Foram pipetados 5,00 mL desse extrato e colocados em frascos de *Erlenmeyer* de 125 mL. O restante é deixado para determinação de K⁺ e Na⁺. Em seguida, são adicionados 10 mL de solução ácida de molibdato de amônio diluída e aproximadamente 30mg de ácido ascórbico em pó, como redutor. Estes são agitados de 1 a 2 minutos no agitador circular horizontal. Espera-se desenvolver a cor durante 1 hora, e, em seguida, é feita a leitura da densidade ótica no espectrofotômetro-UV-Vis, usando filtro vermelho.

Para análise de Al³⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺ trocáveis, foram pesados de cada amostra, 10,0g de solo (TFSA), sendo colocados em fracos *Erlenmeyer* de 125 mL e adicionados 100 mL de solução de KCl¹ mol^{L-1}, sendo agitados durante 5 minutos no agitador horizontal circular. Após o período de agitação, foram deixados em repouso durante uma noite. Passado o período de repouso, foram pipetados para frascos de *Erlenmeyers* de 125mL três alíquotas de 25,00mL da parte sobrenadante da solução extratora, para determinação do alumínio extraível, cálcio + magnésio e cálcio trocáveis.

A acidez potencial foi obtida por titulação com solução tampão SMP, sendo que foram pesados de cada amostra, 5g de solo (TFSA), sendo colocadas em frascos de *Erlenmeyer* de 125mL e adicionados 75mL de solução de acetato de cálcio 0,5mol L⁻¹ pH 7,0, sendo agitados durante 10 minutos em agitador horizontal circular. Depois da agitação, ficaram em repouso durante uma noite.

Após o período de repouso, foram pipetados 25,00mL da solução sobrenadante obtida com acetato de cálcio e transferidos para o frasco de *Erlenmeyer* de 125 mL. Foram adicionadas três gotas da solução de fenolftaleína e

titular com solução padronizada de 0,025mol L⁻¹ de NaOH até o desenvolvimento da cor rósea persistente, por fim, é realizado cálculo.

A soma de bases (S) foi obtida através do somatório dos teores das bases de cálcio, magnésio, potássio e sódio. Sendo a seguinte equação: $S = Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^{+} + K^{+}$.

A CTC é obtida pela soma total dos cátions disponíveis no solo, ou seja, representa o total de cargas negativas que o solo pode adsorver. Sendo determinada pela seguinte equação: T (cmol^c kg⁻¹) = S + (H⁺ + Al³⁺).

A percentagem de saturação por bases (V) é obtida através do cálculo da proporcionalidade de bases extraíveis em relação à capacidade de cátions trocáveis. Sendo definida pela expressão: V% = 100 x S/T.

A saturação por alumínio corresponde à proporção de alumínio solúvel em relação aos teores de bases trocáveis e alumínio na CTC do solo. Sendo obtida pela equação: $100 \times Al^{3+} / (S + Al^{3+})$.

3.4. Tratamento dos dados de água

Os dados sobre as variáveis (características físico-químicas e biológicas), foram comparadas com as legislações vigentes do Conama, Resolução n. 274/2000 (BRASIL, 2000), (águas destinadas para balneabilidade e recreação de contato primário), e Resolução n. 357/2005, (BRASIL, 2005) (águas doces de classes II).

Para avaliar a correlação dos dados, foi realizada a análise de estatística multivariada. Para tanto, buscando verificar possíveis padrões entre as variáveis da qualidade da água, foi realizada uma Análise de Componentes Principais (ACP), além de uma Análise de Agrupamento. Ademais, verificou-se, também, a correlação entre as variáveis ao nível de significância de 5%. Todas as análises foram realizadas através da linguagem R (R Core Time, 2018).

3.4.1. Cálculo do Índice de Qualidade da Água

O IQA foi criado no ano de 1970, nos Estados Unidos, pela *National Sanitation Foundation*. A CETESB, no ano de 1975, passou a utilizar o índice com algumas adaptações (ANA, 2019).

O IQA é composto por nove parâmetros, com seus pesos relativos e suas curvas de variação, conforme mostra a (Tabela 3).

Tabela 3 – Variáveis limnológicas utilizadas no cálculo do IQA

VARIÁVEL	PESO RELATIVO (W)
Oxigênio Dissolvido	0,17
Coliformes Termotolerantes	0,15
Potencial Hidrogeniônico (pH)	0,12
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO ₅)	0,10
Temperatura da Água	0,10
Nitrogênio Total	0,10
Fósforo Total	0,10
Turbidez	0,08
Resíduo Total	0,08

Fonte: ANA (2019); CETESB, (2018).

O cálculo do IQA é feito por meio do produto ponderado das curvas de qualidade da água correspondentes de cada parâmetro, segundo a seguinte fórmula:

$$IQA = \prod_{i=1}^{n} q_{i}^{w_{i}}$$

Onde: IQA = Índice de Qualidade das Águas, representado por um número entre 0 e 100; q_i = qualidade do i-ésimo parâmetro, representado por um número entre 0 e 100, obtido da respectiva "curva média de variação de qualidade", em função de sua concentração ou medida; w_i = peso correspondente ao i-ésimo parâmetro fixado em função da sua importância à conformação global da qualidade, isto é, um número entre 0 e 1, de forma que:

$$\sum_{i=1}^{n} W_{i} = 1$$

Onde: Sendo *n* o número de parâmetros que entram no cálculo do IQA.

O cálculo do IQA determina, então, a categoria da qualidade da água do recurso hídrico considerando valores entre 0 e 100, conforme demonstrado na Tabela 4. Apesar da ANA e a CETESB utilizarem as mesmas fórmulas matemáticas, os resultados são analisados de modos distintos, pois para a ANA,

cada faixa de IQA varia entre os estados, enquanto para a CETESB, os resultados são fixos.

Tabela 4 – Classificação do IQA

	*VALOR	*CLASSIFICAÇÃO	**VALOR	**CLASSIFICAÇÃO
,	91-100	Ótima	79 < IQA <u>< 100</u>	Ótima
	71-90	Boa	51 < IQA <u>< </u> 79	Boa
	51-70	Razoável	36 < IQA <u>< </u> 51	Regular
	26-50	Ruim	19 < IQA <u>< 3</u> 6	Ruim
	0-25	Péssima	IQA < 19	Péssima

*Classificação de IQA, (ANA). **Classificação de IQA, (CETESB). Fonte: ANA, (2019); CETESB, (2018).

3.5. Classe de capacidade de uso da terra

Para apontar a capacidade de uso da terra da área de estudo, a metodologia utilizada foi conforme a proposta por Ramalho-Filho e Beek (1995). Este sistema está estruturado em grupo, subgrupo e classe de aptidão agrícola de terras.

De acordo com a metodologia, são divididos três níveis de manejo sendo: A – baixo nível tecnológico (com práticas sem aplicação de capital e trabalho, principalmente braçal), B – médio nível tecnológico (com práticas modesta de aplicação de capital, – com trabalho de tração animal e mecanização apenas no preparo do solo), e C – alto nível tecnológico (com aplicação intensiva de capital e mecanização intensa e/ou uso de sistemas tecnificados.

Os grupos são numerados de 1 a 6, sendo: 1, 2 e 3 pertencentes aos grupos de lavouras e os grupos 4, 5 e 6 são identificados para tipos de pastagem (natural ou plantada), silvicultura e preservação da flora e da fauna.

Os subgrupos são resultantes do conjunto da avaliação de classe de aptidão relacionada com o nível de manejo, indicando o tipo de utilização das terras. Neste também, são considerados os fatores de limitação das terras, sendo: f – deficiência de fertilidade; w – deficiência de água; o – excesso de água ou deficiência de oxigênio; e – suscetibilidade à erosão; m – impedimento à mecanização.

As classes são definidas em: boa, regular, restrita e inapta. O quadro-guia abaixo, (Quadro 1) demonstra a avaliação de aptidão agrícola das terras.

Quadro 1 – Quadro-guia de avaliação da aptidão agrícola das terras

Aptidão Agrícola			Gra	Graus de limitação* das condições agrícolas das terras para os níveis de manejo A, B e C														
Grupo	Subgrupo	Classe	Deficiência de Fertilidade		Deficiência de Água			Excesso de Água			Suscetibilidade à Erosão			Impedimento à Mecanização			Tipo de Utilização	
			A	В	С	Α	В	С	А	В	С	A	В	С	A	В	С	
1	1ABC	Boa	0	1	0	1	1	1	1	1	1	2	1	0	2	1	0	
2	2abc	Regular	1	1	1	2	2	2	2	2	1	2	2	1	3	2	1	Lavouras
3	3(abc)	Restrita	2	2	2	3	2	2	3	2	2	3	2	1	3	3	2	
4	4P	Boa		2			2			3			2			3		Pastagem
	4p	Regular		3			3			3			3			3		Plantada
	4(p)	Restrita		3			3			3			4			3		
	5S	Boa		2			2			1			3			2		
	5s	Regular		3			3			1			3			3		Silvicultura
5	5(s)	Restrita		4			3			2			4			3		
ь																		e/ou
	5N	Boa	2			2			3			3			4			Pastagem Natural
	5n	Regular	3			3			3			3			4			rastagem ivatural
	5(n)	Restrita	4			4			3			3			4			
6	6FF	Sem apt. agrícola	Restrição de ordem Legal (áreas de proteção por Lei) Restrição por condições agroambientais (relevo e/ou solo e/ou clima)						Preservação da									
	61 1	oem apt. agricola							Fauna e Flora									

Fonte: Quadro-guia adaptado de Ramalho Filho & Beek, 1995.

* Graus de limitação : 0 = Nulo

1 = Ligeiro

2 = Moderado

3 = Forte

4 = Muito Forte

NOTAS: - A metodologia considera o nível 1, de viabilidade de melhoramento das condições agrícolas das terras, para os graus de limitação no Sistema de Manejo B; e nível de viabilidade de melhoramento 2, para o Sist. de Manejo C.

- Fatores que admitem melhoramento (Sistemas de manejo B e C): deficiência de fertilidade; excesso de água; e suscetibilidade á erosão.

Fonte: Ramalho-Filho; Beek, (1995).

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Características ambientais e tipos de uso na Bacia Hidrográfica do Córrego Piraputanga

4.1.1. Aspectos climáticos

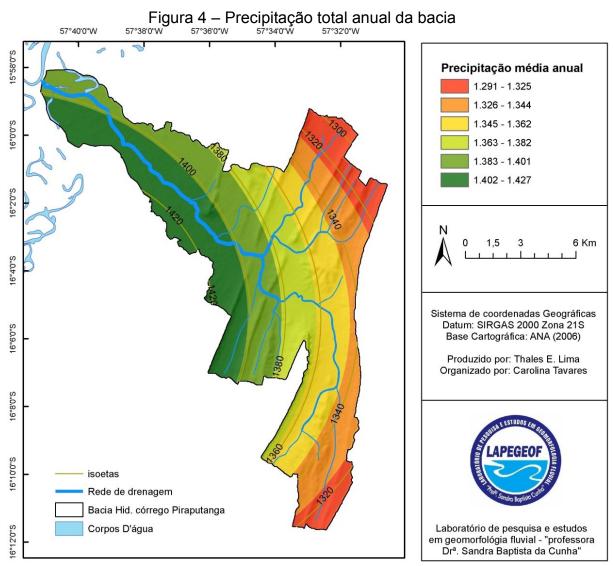
Em relação aos aspectos climáticos da área, de acordo com a classificação de Camargo (2011), a bacia do Córrego Piraputanga apresenta o Clima Tropical Continental Alternadamente Úmido e Seco das chapadas, planaltos e depressões com variações na Província Serrana e na Depressão do Alto Paraguai. Na Província Serrana predomina o (IIIC6), Mesotérmico Quente e Úmido da Fachada Meridional dos Planaltos.

Com altitudes que variam de 300 a 700 metros, a temperatura possui variação máxima entre 29,4°C a 31,8°C e mínima entre 17,1°C a 19,00°C (CAMARGO, 2011). Na Depressão do Alto Paraguai predomina o (IIID2a) Mesotérmico Úmido dos Baixos Planaltos e Depressões. As altitudes variam de 200 a 300 metros, a temperatura apresenta variação máxima entre 32,1°C a 32,4°C e mínima entre 19,7°C a 20,5°C (CAMARGO, 2011).

Enquanto isso, segundo a classificação de Köppen na bacia do córrego predomina o clima Aw, sendo este um clima tropical com estação seca de inverno e com chuvas no verão. Com temperaturas médias, superiores a 27°C (novembro a fevereiro); nos meses mais frios, a temperatura média é superior a 18°C (junho a agosto) (SOUZA; SOUSA, 2014).

Na área de estudo, as médias anuais de precipitação variam de 1200 a 1500 mm; sendo que na área geomorfológica da Província Serrana a precipitação média anual é de cerca de 1200 a 1427 mm. A precipitação pluviométrica contribui para recarga natural nos sistemas de aquíferos da Província Serrana. Nas bacias, as precipitações frontais são as que mais afetam a recarga e a vazão, com sua influência, dependendo ainda, se a frente de instabilidade caminha de jusante para montante ou no caminho inverso (TUCCI, 2009, p. 393).

Na área da Depressão do Alto Paraguai a média anual é de 1380 a 1427 mm. Nessa unidade de relevo a precipitação favorece o escoamento superficial e o aumento do fluxo na rede de drenagem, além de contribuir com aporte de sedimentos.



Fonte: Produzido por Thales E. Lima; organizado por Carolina da Costa Tavares (2019).

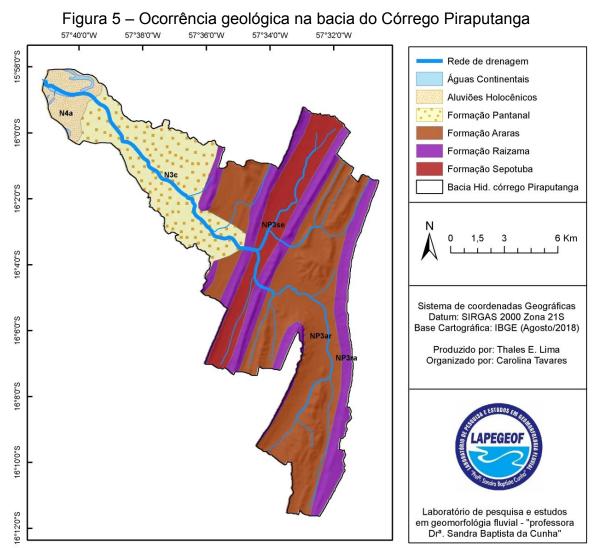
4.1.2. Embasamento geológico

A área de estudo possui diferentes formações geológicas, estando inserida na Formação do Grupo Alto Paraguai (rochas datadas do Pré-Cambriano Superior), e quaternário (sedimentos antigos e atuais). Na bacia do córrego predominam os seguintes embasamentos litológicos: Aluviões Holocênicos (4,38%), Formação

Pantanal (20,46%), Formação Raizama (22,36%), Formação Sepotuba (11,86%), e Formação Araras (40,36%), conforme (Figura 5).

Segundo Camargo (2011), Almeida (1964), e Barros et al. (1982), na Formação Araras, os calcários calcíticos são litotipos mais comuns da porção inferior desta formação. O calcário dolomítico ocorre com maior abundância, apresentando feições topográficas típicas desta formação, constituindo colinas e morros abaulados no topo, alinhados e alongados no sentido da estrutura regional.

A Formação Araras é constituída, essencialmente, por rochas carbonáticas, calcários calcíticos e dolomíticos. Essa formação possui maior ocorrência na área de estudo, ocupando, principalmente, o alto curso da bacia. Por conter rochas calcárias, estas estão altamente sujeitas a intemperismo químico, característica que favorece a rede subterrânea.



Fonte: Produzido por Thales E. Lima; organizado por Carolina da Costa Tavares (2019).

Rochas calcárias são materiais que são desgastadas por dissolução, e tendem a formar redes de relevos cársticos. De acordo com Souza et al. (2008), áreas cársticas possuem redes de drenagem no sentido vertical e subterrânea (criptorréica) seguindo fendas, condutos e cavernas, apresentando aspectos ruiniformes e esburacados desenvolvidos sobre o material litológico desgastado pelo processo de dissolução.

Na bacia, nos trechos em que ocorre a presença de calcário, registra-se uma menor disponibilidade de água superficial, devido à percolação via fendas e condutos. A condução das águas subterrâneas nos cárstes é importante no aspecto hidrogeológico da bacia hidrográfica, pois possui capacidade de transmissão e de abastecimento de água no subsolo.

Regiões cársticas tendem a formar canais subterrâneos conhecidos segundo Popp (2010), como vazios de dissolução ou cavernas, locais por onde a água circula. A água, nesse tipo de região, desaparece rapidamente através das fendas de dissolução alcançando câmaras ou cavernas subterrâneas que se interconectam em subsuperfície (POPP, 2010).

Migliorini et al. (2006), classificam os aquíferos da Formação Araras como livres e as suas águas possuem qualidade físico-química relativamente boas, porém comumente ocorrem em águas carbonatadas.

A qualidade da água é influenciada pelos elementos que compõem as rochas carbonáticas. O principal componente dos calcários é o carbonato de cálcio, cujo mineral é a calcita, podendo chegar a 90%. Os outros elementos que compõem, conhecidos como impurezas (economicamente), são os carbonatos de magnésio, sílica, óxido de ferro, manganês e álcalis.

A presença de calcário na água pode influenciar sua dureza, alcalinidade e pH. Segundo um estudo realizado por Feitosa, Silva e Sabiá (2017), para demonstrar regularização do pH e alcalinizar uma água ácida, estes utilizaram o calcário, afim de apontar eficiência como agente alcalinizante. O resultado obtido demonstrou uma variação proporcional direta da elevação em função da quantidade, quanto mais material (calcário) usado, maior o poder de alcalinização.

Águas que sofrem influência desse material são conhecidas como águas duras, nesse caso, as águas do Córrego Piraputanga se enquadram como brandas ou moles, e realizam o processo de saponificação. O excesso de dureza pode fazer

com que haja incrustações, impeça formação de espumas e confira à água o gosto "salobro".

Como a água possui capacidade de dissolver a rocha calcária, a calcita (principal componente) é transportada para o leito fluvial. Conforme o curso d'água perde a capacidade de transporte pela diminuição do fluxo ou por barreiras transversais (afloramentos rochosos e troncos de árvores), esse componente é depositado no canal, fazendo com que haja encrostamento e evolução do relevo fluvial, originado travertinos.

Observou-se, então, a formação de crostas ao longo do perfil longitudinal do Córrego Piraputanga, principalmente na cachoeira de mesmo nome, que possui afloramento rochoso, sendo considerado um nível de base local, área natural de deposição, conforme (Figura 6).



Fonte: Carolina da Costa Tavares (2018).

Outros tipos de feições cársticas formadas são: dolinas, vales cegos, cavernas e sumidouros. Foi observada, também, a presença de dolinas e feição originadas em locais fundados por abatimento e queda do teto das cavernas formando uma depressão no terreno (Figura 7).



Figura 7 – Dolina Água Milagrosa

Fonte: Carolina da Costa Tavares (2017).

A Formação Raizama possui como litologia arenitos ortoquartzíticos e feldspáticos, médios a grosseiros, com níveis conclomeráticos e intercalações de siltitos e argilitos. Sua estratificação é cruzada e com marcas de ondas (PCBAP, 1997). De modo geral, Andrade et al. (2012), afirmam que as rochas da Formação Raizama, mostram-se bastante friáveis, porém não é raro casos de silicificação superficial, ao longo dos planos de fraturas, ou mesmo silicificação total, em zona de falhas.

O arenito é uma rocha arenosa sedimentar resultante da compactação e cimentação de areias, sendo constituídas, principalmente, por quartzo. Trata-se de camadas sobrepostas umas sobre as outras horizontalmente. Na bacia, correspondem às áreas de recarga dos aquíferos, pela presença de fraturas, fendas, permeabilidade e porosidade no arenito contribuindo à percolação da água e do armazenamento dos aquíferos.

O aquífero nesta formação também é considerado do tipo livre. Devido a sua porosidade, possibilita boas condições de armazenamento e circulação das águas subterrâneas, sendo consideradas de boa qualidade (MIGLIORINI et al., 2006).

Aquíferos porosos funcionam como esponjas onde os espaços vazios são ocupados por água (BRASIL, 2007). Como as areias desse tipo de formação em grande parte da área é bastante friável, tal característica facilita a percolação de água no aquífero. Ou seja, sua permeabilidade e porosidade facilitam a circulação de água, fazendo com que ocorra a recarga e afloramento, (superfície e subsuperfície). Devido a essas características, é comum que essa litologia possua poucos afluentes, fazendo com que o canal principal seja perene. Este, também, pode contribuir para poços profundos, devido à sua vazão.

Nessa unidade, os arenitos, em grande parte, são cimentados por calcário ou argila e silte, sendo que estes materiais são menos resistentes aos agentes intempéricos. Se o cimento for calcário, o arenito, em conjunto com este, sofre processo de dissolução, e em contato com a água libera carbonato de cálcio (influência na alcalinidade e pH da água) e os grãos de quartzo podem novamente ser transportados. Se o cimento for argiloso, este pode passar pelo processo de hidratação, e ao reterem a água, a rocha expande, sofrendo rachaduras e quebras, influenciando na erosão e sedimentos.

A Formação Sepotuba é caracterizada na sua seção basal, por frequentes intercalações de siltitos finamente laminados, folhelhos e arenitos finos a médios. A seção média e o topo caracterizado por espessos pacotes de siltitos, argilitos e folhelhos, os quais se apresentam em camadas finamente estratificadas, ou em bancos maciços bastante endurecidos, mostrando partições conchoidais ou físseis, quebrando-se em placas (RADAMBRASIL, 1982).

De acordo com PCBAP (1997, p. 29), por apresentar espessa sequência de pelitos, intercalados com finas lentes de arenito, que vão se tornado mais espessas e constantes rumo ao topo da formação, acredita-se que são originárias de um ambiente de deposição caracterizado por mares regressivos.

Folhelhos e siltitos são rochas sedimentares finamente laminados, são constituídos por materiais de granulometria muito fina. Este material possui baixas condições de armazenamento e circulação de águas subterrâneas. Até podem reter grandes quantidades de água, porém, são quase impermeáveis (SOUZA; SOUSA, 2014; MIGLIORINI et al., 2006; POPP, 1998).

Por serem materiais extremamente finos, a permeabilidade de água por seus poros é menor, por serem mais compactados, tendem a possuir uma espessura maior, obtendo a característica de reter água. Esse tipo de material tem maior

disponibilidade de água superficial, as águas subterrâneas levam muito tempo para serem abastecidas.

Levando em consideração que litologicamente a cachoeira está em um local da formação Sepotuba, este faz com que as alterações no canal sejam lentas, fazendo com que sua rede de drenagem seja densa. Isso decorre devido ao processo de hidratação, no qual os minerais, em contato com a água, são expandidos, mas essas rochas tendem a criar fissuras ou fendas.

Por ser um material que retêm e por ser lento para abastecimento (subsolo), essa foi uma das características levadas em consideração para ser o local destinado ao antigo lixão do município de Cáceres. Mas, o manejado inadequado fez com que houvessem influências negativas nas águas do córrego e da população residente no entorno.

Segundo estudos de Bertolo (2006), para que as águas subterrâneas sejam consideradas minerais (classe especial), estas não podem ter passado por nenhum tipo de contaminação e/ou influência externa. Nesse caso, a área onde se localiza essa formação, possuía um lixão, característica que desqualifica as águas como mineral natural potável. Esse fator indica que as águas neste local necessitam de estudos específicos e aprofundados, e que se forem consumidas, precisam passar por algum tipo de tratamento.

A Formação Pantanal é constituída por sedimentos arenosos, silticoargilosos, argilo-arenosos e areno-conglomeráticos semi-consolidados. Formam
depósitos fluviais e lacustres, em áreas inundáveis periodicamente sujeitas, ou não,
a inundações ocasionais. Constitui a unidade litoestratigráfica de maior extensão
em toda área compreendida pela Bacia do rio Paraguai (PCBAP, 1997;
RADAMBRASIL, 1982). De acordo com Souza (2004), esses sedimentos são
erodidos com facilidade, principalmente no período de cheias quando são
acumulados em outros segmentos da planície e do canal, contribuindo para
mudanças do sistema fluvial.

Compreende-se que essa formação está constantemente passando por alterações devido ao seu regime hidrológico, porém, essa formação possui uma boa disponibilidade de água, atuando – de fato – como uma grande esponja que abastece e filtra, não possuindo problemas de armazenamento. Apesar de não possuir problemas de armazenagem, as águas nessa formação possuem limitações

relacionadas aos sedimentos suspensos (argila e silte, areias finas, e matéria orgânica), essas características tendem a contribuir com a turbidez, cor e pH.

Paranhos-Filho et al. (2017), dizem que a rede de drenagem nessa formação é assimétrica ou heterogênea, pois ela possui um padrão tributário, recebendo água e sedimentos de rios contribuintes, mas quando se adentra na planície, estes se tornam distributários. Segundo os autores, a rede de drenagem tem a presença de lineamentos estruturais (juntas/fraturas e falhas), indicando influência de atividades tectônicas no Pantanal.

Em menor ocorrência, as aluviões holocênicas predominam no baixo curso, podendo ser divididas em aluviões indiferenciadas ou antigas e aluviões atuais, trata-se de uma litologia que se forma na confluência com o rio Paraguai, em locais de planície fluvial, sendo considerada relativamente jovem por ser do período Quaternário.

As aluviões indiferenciadas ou antigas são localizadas em relevos planos, pouco dissecados e geralmente horizontais, os depósitos litológicos são pouco espessos, descontínuos e pouco amplos. São depósitos ocorrentes nos terraços dos rios em planície aluvial, incluindo canais abandonados colmatados (RADAMBRASIL, 1982).

Trata-se de marcas dos diferentes comportamentos dos agentes deposicionais, denotando os movimentos dos meandros e a presença de diques aluviais. Os tamanhos dessas formas assemelham-se aos das planícies aluviais atuais, indicando que os rios apresentavam grandes dimensões (RAPP PY-DANIEL, 2007).

As aluviões atuais são as mais comuns, ocorrendo nas planícies de inundação. Trata-se de depósitos que ainda se encontram em fase de deposição, nas planícies aluvionares dos grandes rios e seus tributários. Compõem-se de areias, siltes, argilas e cascalhos, reconhecendo-se depósitos de cana, depósitos de barra em pontal e transbordamento (RADAMBRASIL, 1982; CAMARGO, 2011).

Assim como a Formação Pantanal, as aluviões holocênicas possuem relação com a dinâmica do rio Paraguai nos períodos de cheia, devido ao rio transbordar, água e sedimentos são transportados e depositados na planície de inundação. Além de contribuir com a planície, influencia também à água com contribuição de sedimentos suspenso, turbidez e cor, assim como a erosão.

4.1.3. Geomorfologia

Em relação aos aspectos geomorfológicos a bacia está inserida em três unidades sendo que: no alto curso e parte do médio predomina a Província Serrana ocupando uma área de 131,53km², no médio curso a Depressão do Rio Paraguai ocupa uma área de 29,55km², e no baixo curso com área de 6,31km² predominam as Planícies e Pantanais do Rio Paraguai, conforme (Figura 8).

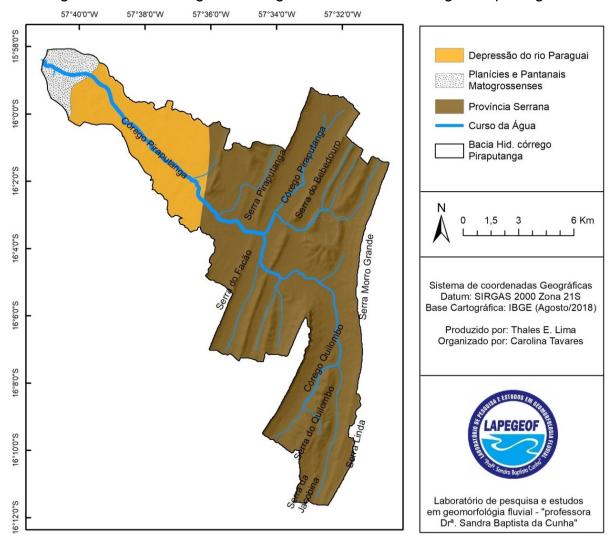


Figura 8 – Unidades geomorfológicas da bacia do Córrego Piraputanga

Fonte: Produzido por Thales E. Lima; organizado por Carolina da Costa Tavares (2019).

A Província Serrana é caracterizada como uma área de relevos dobrados composta por uma sucessão de anticlinais e sinclinais alongadas, posicionadas entre a borda sul da Plataforma do Guaporé e a extremidade noroeste da bacia do Paraná (ROSS; SANTOS, 1982). Trata-se de um relevo constituído por várias

serras geradas por dobramentos antigos, formadas por rochas sedimentares ou metamórficas de baixo grau (CAMARGO, 2011).

A Província Serrana possui litologia nas formações Araras, Raizama e Sepotuba. Estes, em conjunto, exercem controle estrutural no canal, na rede de drenagem e afloramentos rochosos. As principais serras da bacia são a do Bebedouro, Facão, Morro Grande, Piraputangas, Pirizal, Pita Canudo, Ponta do Morro, Primavera e Quilombo.

As nascentes e os afluentes do córrego estão localizados (as) na Província Serrana, em serras e vales (anticlinais e sinclinais) que são esculpidos (as) por arenito e calcário. Esses materiais influenciam na percolação e afloração hídrica, ou seja, o abastecimento subterrâneo e superficial.

Na confluência do Córrego Quilombo e Piraputangas formam-se a cachoeira do Piraputanga, a qual possui uma estabilização em seu nível de base. Associando a Província Serrana com a formação Sepotuba ocorre uma forte morfologia estrutural na cachoeira, pois as rochas compostas de folhelhos e siltitos possuem baixa permeabilidade sendo que as mudanças morfológicas são consideradas lentas.

O surgimento de feições como cachoeiras e corredeiras nesse local, ocorrem por conta de algum tipo de falha ou fenda na rocha, associando esse fator com a emersão de água, esta faz pressão no material, fazendo com que a água flua. Após exercer grande força no material, ocorre um alivio tensional fazendo com que a pressão diminua, havendo uma estabilização no material.

Lembrando que a formação Sepotuba está sobreposta por arenito (formação Raizama). O arenito tem capacidade de aflorar, abastecendo sub e superficialmente, e os folhelhos e siltitos com capacidade de reter água, fazendo com que haja disponibilidade hídrica.

As litoestruturas predominantes nessa unidade são a cárstica e a arenítica, por se tratarem de áreas com alto declive o escoamento da água que se dá através de escoamento superficial laminar. Esse aspecto, em conjunto com os fluxos detríticos, podem resultar no colapso em uma vertente, combinando esse fluxo com as litologias calcária e arenítica, podendo ocorrer abatimentos, depressões e erosões no relevo.

Segundo Avelar e Coelho-Netto (1992), os locais com forte declive que propiciam a formação e desenvolvimento de vales, podem conter fraturas que

intersectam com outras originando túneis, que ao terem seus tetos colapsados promovem uma nova rede de drenagem, conforme (Figura 9).

Figura 9 – Depressão no solo localizada no alto curso

Fonte: Carolina da Costa Tavares (2019).

A Depressão do Alto Paraguai possui baixa declividade, sendo considerada uma superfície pouco dissecada, possuindo uma rede de drenagem pouco profunda. Nessa unidade, começa o acúmulo de sedimentos na planície, sendo estes, oriundos da Formação Pantanal.

A Depressão do Alto Paraguai é uma área drenada pelo alto curso do rio Paraguai e seus afluentes. Possui uma superfície de relevo pouco dissecado com pequeno caimento topográfico de norte a sul, apresentando-se rampeada em sua seção oeste. Sua altimetria oscila entre 120 e 300m. Os sedimentos desta Depressão são pertencentes à Formação Pantanal (ROSS; SANTOS, 1982).

De acordo com o PCBAP (1997), o relevo dessa unidade mostra-se bastante aplanado com a drenagem, apresentando vales pouco entalhados e, frequentemente, exigindo planícies fluviais que se desenvolvem às margens dos rios Paraguai, Sepotuba e seus afluentes.

Conforme a (Figura 10) é possível observar que o canal fluvial apresentou leito rochoso e erosão marginal. A presença desse material pode ser associada à deposição à montante. Conforme a declividade vai estabilizando, sedimentos grosseiros são depositados no leito, e devido a influência das cheias, as margens sofrem erosão.



Figura 10 – Seção 5 localizada no médio curso da bacia

Legenda: (A) Erosão marginal com presença de lixo e manilha exposta; (B) Sedimento grosseiro e contenção (ação antrópica) no leito.

Fonte: Carolina da Costa Tavares (2019).

O baixo curso está inserido na unidade geomorfológica de Planícies e Pantanais do Rio Paraguai. Por possuir declividade muito baixa, sendo topograficamente plano, o rio Paraguai exerce influência direta, contribuindo com sedimentos fluviais e periodicidade na inundação.

Nesse trecho predomina o padrão meandrante, surgindo feições como meandros abandonados, baias e diques marginais. A confluência do córrego com o rio se dá em uma dessas feições, no caso, é uma baía que recebe o nome de Baía Salobra, à qual possui ligação direta com rio Paraguai nos períodos de cheias, conforme (Figura 11).

Figura 11 – Erosão marginal na Baia do Salobra

A

B

Legenda: (A) Estiagem (2018); (B) Cheia (2019). Fonte: Carolina da Costa Tavares (2018; 2019).

4.1.4. Tipos de uso da terra e da água

Levando em consideração que as características ambientais passam por alterações (fator natural), o homem é um outro fator que modifica atributos naturais. A principal diferença é a velocidade em que ocorrem tais mudanças no meio. Nessa perspectiva, a bacia vem passando por transformações em seus atributos naturais e dinâmicas como o conjunto da paisagem.

Segundo dados do IBGE (2019), e estudos realizados por Souza (1998) e Sousa (2014), a partir da década de 60 ocorreu um crescimento migratório na região de Cáceres, ocasionado pela política de desenvolvimento do sistema agrícola, o qual estimulava a expansão da fronteira agrícola.

As principais formas de uso da terra e da água, identificadas na área da bacia de estudo, são: as pastagens, as culturas temporárias, as pisciculturas e represamentos, as áreas destinadas à recreação/lazer, o solo exposto da Rodovia MT-343 que liga os municípios de Cáceres e Barra do Bugres, o frigorífico, o Aeroporto Internacional e o desativado Lixão de Cáceres, conforme (Figuras 13, 14 e 15).

A atividade pecuária, com o plantio de pastagens, é dominante ao longo de toda a bacia. Na área, esse tipo de atividade é usado, principalmente, na pecuária de animais de grande e médio porte (bovinos, equinos e caprinos), conforme (Figura 12), chegando a ocupar pontos próximos de meia encosta e relevos cársticos. A pecuária é uma atividade de caráter extensivo, geralmente são desmatadas grandes áreas, também é comum o uso do pasto nativo para alimentar o rebanho bovino, neste caso, o criador não necessita desmatar (AMARAL; FONZAR, 1982).

Figura 12 – Área de pastagem destinada à criação de bovinos e caprinos no alto curso da bacia do Córrego Piraputanga



Fonte: Carolina da Costa Tavares (2019).

57°38'0"W 57°34'0"W 57°36'0"W 57°30'0"W 16°0'0"S 16°2'0"S 16°4'0"S 16°6'0"S 16°8'0"S 16°10'0"S 1,25 5 Km 16°12'0"S Atividades antrópicas Uso e cobertura Sistema de coordenadas Geográficas Projeção equirretangular Datum: SIRGAS 2000 Pastagens Balneario Área Campestre Lixão Base Cartográfica: IBGE (2016) Rede de drenagem Psicultura Represa Balneario Lixão Laboratório de pesquisa e estudos em geomorfológia fluvial - "professora Dr^a. Sandra Baptista da Cunha" Psicultura Represa

Figura 13 – Tipos de uso da terra e da água no alto curso da Bacia Hidrográfica do Córrego Piraputanga

Fonte: Carolina da Costa Tavares (2019).

57°38'0"W 57°40'0"W 57°34'0"W 57°36'0"W 16°0'0"S 0,75 1,5 3 Km Atividades antrópicas Uso e Cobertura Sistema de coordenadas Geográficas Pastagens Psicultura Projeção equirretangular Áreas Urbanizadas Represa Datum: SIRGAS 2000 Base Cartográfica: IBGE (2016) Cascalheira Área Campestre Frigorífico Rede de drenagem Cascalheira Frigorífico Psicultura Laboratório de pesquisa e estudos em geomorfológia fluvial - "professora Dra. Sandra Baptista da Cunha" Represa

Figura 14 – Tipos de uso da terra e da água no médio curso da bacia hidrográfica do córrego Piraputanga

Fonte: Carolina da Costa Tavares (2019).

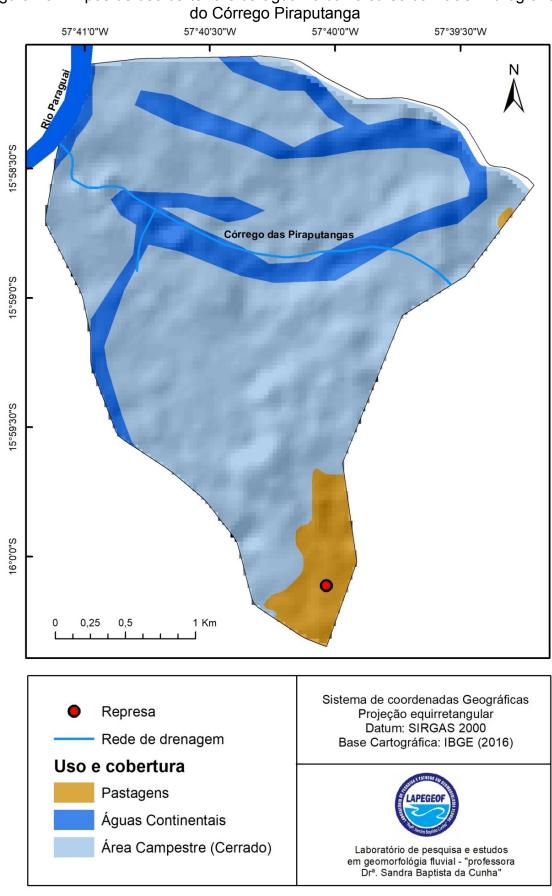
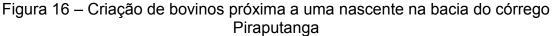


Figura 15 – Tipos de uso da terra e da água no baixo curso da Bacia Hidrográfica

Fonte: Carolina da Costa Tavares (2019).

Em alguns pontos, foi observada a inserção de pastagem em áreas próximas à nascente, como é no caso da seção 1 (Figura 16), local onde o gado tem acesso direto à água. Segundo a Lei n. 12.651 de maio de 2012 (Código Florestal), (BRASIL, 2012), nascentes são Áreas de Preservação Permanente (APP), que devem estar cobertas por vegetação ciliar entre o raio mínimo de 50m.

Outra situação tratada no Código, são propriedades regularizadas localizadas em APPs, sendo permitido o desenvolvimento de atividades agrossilvipastoris, ecoturismo e turismo rural, desde que ocorra a recomposição das faixas marginais do curso d'água, utilização de boas práticas de conservação, preservação e recuperação de solo e água, levando em consideração o manejo diferenciado reservado para cada área, visando o desenvolvimento sustentável.





Fonte: Carolina da Costa Tavares (2018).

É necessário levar em conta que o pisoteio do gado em corpos d'água, contribui para o aumento de sedimentos suspensos, acelera a erosão laminar e, até mesmo, colabora "tapando" pequenos cursos ou trechos, conforme pode ser observado na (Figura 17).



Figura 17 – Pisoteio do gado no centro do canal, alto curso da bacia

Fonte: Carolina da Costa Tavares (2018).

Na bacia, a presença de culturas temporárias é escassa, se concentrando em pequenos trechos do médio e baixo curso da bacia, predominando culturas de banana e melancia e pequenas hortas, por exemplo, como as de alface. Tal característica pode estar associada à ocorrência de solo da bacia, que demonstram ser ligeiramente ácidos e de baixa fertilidade.

Uma atividade desenvolvida recentemente na bacia é a extração de cascalho conforme demonstrado pela (Figura 18). A cascalheira foi uma aquisição da prefeitura da cidade de Cáceres, a fim de atender demandas do município como pavimentação das ruas e construções. Através de imagens de satélite, demonstradas pela (Figura 19), é possível observar que esse tipo de prática iniciouse por volta do ano de 2013 e, com o passar dos anos, a retirada de material se intensificou, demonstrando uma grande mudança na área.



Figura 18 – Registro da remoção e transporte de cascalho da cascalheira localizada na bacia do córrego Piraputanga

Fonte: Carolina da Costa Tavares (2018).

Figura 19 – Evolução da cascalheira entre os anos de 2010, 2013 e 2018,

localizada na bacia do córrego Piraputanga

cascalheira

B

B

Legenda: (A) 2010; (B) 2013; (C) 2018. Fonte: Imagem adaptada do *Google Earth Pro* (2019). O solo local é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo Petroplíntico, demonstrando possuir condições favoráveis ao surgimento da mineradora. Atualmente, a cascalheira possui uma área de aproximadamente 60.000m². Para que ocorra a extração do cascalho, é necessária a retirada de vegetação e de solo. Nesse caso, a área já possuía a inserção de pastagem e alguns resquícios da vegetação nativa. O córrego Piraputanga passa próximo desse local a uma distância em torno de 1,30km. Próximo ao curso d'água, a vegetação ainda se encontra protegida, possuindo espécies de árvores como a *Platonia Insignis* (palmeira de bacuri).

Dependendo do quanto essa atividade avançar, ela pode influenciar negativamente as águas do córrego, além de alterar drasticamente a paisagem, tanto o solo, quanto a vegetação, sendo necessária a aplicação de medidas que minimizem os impactos, realizando a restauração desse ambiente, como o reflorestamento, por exemplo, plantando espécies nativas e diferentes que se adaptem ao local, com métodos específicos para esse lugar, sendo relevante um estudo de levantamento local.

Outra prática crescente na área é a instalação de tanques de piscicultura e represas, que são atividades consideradas, inicialmente, como de baixo custo, com alta produtividade e de fácil manejo, mas, dependendo do local, podem precisar de formas de manejo específicas.

A construção de represas é observada na área visando atender a produções agrícolas, comunidades ou como bebedouro para animais, tratando-se de uma forma de captação, armazenamento ou de rega. Podem exercer, também, a mesma finalidade de um tanque de piscicultura, mas, a diferença é que não precisam ter o controle de água, e tendem a secar com o passar do tempo, enquanto que alguns tanques precisam de escavação, controle de revestimento, limpeza, sistema de derivação e, caso seja preciso, a correção de pH.

Foi observado que as represas se concentram ao longo de toda a bacia, principalmente em áreas de pastagem, com a finalidade de armazenar e dessedentar animais, sendo que na área de estudo, por exemplo, existem cerca de 255 represas.

O emprego de piscicultura também se apresentou crescente na bacia. Segundo dados do estudo de Souza (1998), na bacia havia o registro de cerca de 10 tanques com previsão de abertura de mais 38, sendo que atualmente existem

cerca de 144 tanques de piscicultura. Esses tanques localizam-se no alto e médio curso da bacia, ou seja, se posicionam nas formações Araras, Sepotuba e Pantanal, especificadas na (Figura 20).

Figura 20 – Tanques de piscicultura localizados no Alto e Médio Curso do Córrego Piraputanga



Legenda: (A) Alto Curso (Formação Araras); (B) Alto Curso – próximo à Cachoeira Piraputanga contando com presença de tanques e represas (Formação Sepotuba); (C) Médio Curso (Formação Pantanal).

Fonte: Imagem Adaptada do Google Earth Pro (2019).

Por meio de conversa informal com a SEMA, soube-se que todos os tanques construídos possuem autorização e licença do Órgão; porém, há alguns tanques que não estão sendo utilizados, fator que pode ser associado às características ambientais, afloramento de algas ou custos, *vide* (Figura 21).



Figura 21 – Tanque de piscicultura desativado localizado no alto curso do córrego Piraputanga

Fonte: Carolina da Costa Tavares (2018).

Por ser uma área que apresenta abundantes cursos d'água, em alguns trechos alguns canais d'água foram desviados, representados pela (Figura 22), com a finalidade de abastecer as represas e os tanques. Esse tipo de alteração afeta a dinâmica fluvial, podendo fazer com que aumente o transporte e deposição de sedimentos, tanto em suspensão, quanto o de fundo, podendo alterar, ainda, a vazão e afetar a qualidade da água.



Figura 22 – Desvio de cursos de água para barragem e tanques

Fonte: Imagem do Google Earth Pro (2018).

Outro tipo de empreendimento na área são os locais destinados à atividade de lazer e turismo, como balneários, trilhas ecológicas, montanhismo e mergulho. Das propriedades existentes na área que desenvolvem esses tipos de atividades, pode-se citar a Fazenda Gavião Real, o Balneário Ponta do Morro, a Pousada da Dolina Água Milagrosa, o Balneário da Cachoeira Piraputanga e o Balneário Sol da Serra.

Desses empreendimentos, apenas o Balneário da Cachoeira Piraputanga possui livre acesso à população, sendo monitorado pela SEMA. Os demais são propriedades privadas e o acesso é pago.

Os monitoramentos realizados pela SEMA ocorrem uma vez por ano. Esses monitoramentos ocorrem nos meses de julho e agosto, período de seca, quando surgem os bancos de areia popularmente conhecidos como praias.

Segundo o último relatório da SEMA (2018), as águas da cachoeira se enquadraram como Própria (satisfatória), ou seja, aptas para contato primário. No entanto, no ano de 2019, segundo informações disponibilizadas pela Promotoria de Justiça Especializada da Bacia Hidrográfica do Alto Paraguai (PJEBHAP), as águas desse local se encontravam impróprias, devido aos altos valores de coliformes termotolerantes.

Os locais destinados à balneabilidade considerados Impróprios, a Resolução n. 274/2000-Conama (BRASIL, 2000), são aqueles com a água com ocorrência de coliformes fecais (termotolerantes) ou *Escherichia coli* acima de 2500 ou 2000 por 100Ml respectivamente; pH menor que 6,0 ou superior a 9,0; floração de algas ou outros organismos; incidência elevada ou anormal, na Região, de enfermidades transmissíveis por via hídrica, indicada pelas autoridades sanitárias; presença de resíduos ou despejos, sólidos ou líquidos, inclusive esgotos sanitários, óleos, graxas e outras substâncias, capazes de oferecer riscos à saúde ou tornar desagradável a recreação; e outros fatores que contraindiquem, temporária e/ou permanentemente, o exercício da recreação de contato primário.

No médio curso da bacia do córrego Piraputanga, está instalado um matadouro, a saber, o Frigorífico 3M, sendo que a empresa iniciou seus trabalhos por volta do ano de 2015. Nessa empresa são realizadas as práticas de abate, processamento e armazenamento de carnes, todas seguindo as normas e legislação para abate bovino. Em média, são realizados 60 abates por dia, o frigorífico atende os municípios de Cáceres, Cuiabá e Pontes e Lacerda.

Nessa mesma área da bacia, se encontra o Aeroporto Internacional de Cáceres, Nelson Martins Dantas, e, próximo a este local, ocorrem lançamento de efluentes do Residencial Jardim Aeroporto. O aeroporto foi construído no ano de 2000, e, atualmente este não realiza voos comerciais, porém, está em discussão a reforma do local e a realização de voos, tanto com finalidade comercial, quanto turística.

A Resolução n. 004/1995-Conama (BRASIL, 1995), ressalta que são as Áreas de Segurança Portuária, à qual trata a respeito das atividades de natureza perigosa. São áreas de "foco de atração de pássaros", como matadouros, curtumes, vazadouros de lixo, culturas agrícolas que atraem pássaros, assim como, quaisquer outras atividades que possam trazer riscos à navegação aérea.

Próximo à instalação do aeródromo ocorre o lançamento de efluentes do Residencial Jardim Aeroporto, o qual é monitorado mensalmente pela estação de tratamento e saneamento Águas do Pantanal. A verificação e acompanhamento ocorrem devido os lançamentos direto de efluentes no corpo d'água. A Resolução n. 430/2011-Conama (BRASIL, 2011), expõe que pode ocorrer o lançamento direto, desde que obedeçam às condições e padrões para lançamento de efluentes.

A influência de esgotos ou derivados no curso d'água pode alterá-los, fazendo com que ocorra eutrofização do curso, alteração na cor, turbidez, sabor e odor na/da água, interferência na qualidade de água, tanto para consumo humano, quanto consumo animal, além de poder transmitir algum tipo de doença ou patógeno via hídrica, além de poder matar espécies nativas.

Para minimizar os impactos associados ao despejo de efluentes, faz-se necessário a criação de legislações estaduais específicas à região, o monitoramento mensal, a utilização de filtros anaeróbios e estações para tratamento. Apesar do local não apresentar traços de eutrofização com valores acima do permitido pela legislação federal, é importante que se mantenha o monitoramento do local a fim de minimizar impactos ao corpo hídrico, assim como, auxiliar sua manutenção de qualidade.

O antigo lixão do município funcionou durante cerca de 10 anos e, atualmente, se encontra desativado. De acordo com estudos realizados por Alcântara (2010), tratava-se de uma área que inicialmente seria destinada ao funcionamento de aterro controlado, porém, ficou reconhecido como lixão, pois

ocorriam queimadas dos resíduos ou deposição em valas que geralmente eram expostas a céu aberto.

Ainda segundo Alcântara (2010), na sua pesquisa não foi constado altos valores de elementos de traços no solo, que estavam abaixo dos limites estabelecidos por legislação. Apesar de não apresentarem valores alarmantes, a autora faz ressalva dos cuidados para implantação de aterros adequados, tanto em vista sanitária, quanto ambiental.

Em campo, foi observado que a área está cercada e possui placas avisando para não jogarem lixo no local e proximidades, entretanto, na área e entorno ainda ocorre o descarte de resíduos sólidos e queimadas, conforme mostrado pela (Figura 23), na qual é visível uma grande quantidade de fumaça e resquícios de fogo.



Figura 23 – Queimadas na área do antigo lixão

Fonte: Carolina da Costa Tavares (2018).

A seguir, é apresentado o (Quadro 2), no qual foi realizada uma síntese contendo as informações referentes às unidades climáticas, geológicas, geomorfológicas, relevo, pedologia e o uso atual na Bacia Hidrográfica do Córrego Piraputanga.

Quadro 2 – Características ambientais e tipos de uso na Bacia Hidrográfica do Córrego Piraputanga

Localização	Aspecto Climático	Unidade Geologia	Litologia	Unidade Geomorfológica	Relevo	Unidades Pedológicas	Interação dos fatores	Uso atual da terra e água
Alto curso	Mesotérmico Quente e Úmido da Fachada Meridional dos Planaltos	Formação Araras Formação Raizama Formação Sepotuba	Calcários dolomíticos e calcíticos. Arenitos finos a médios Folhelhos e siltitos	Província Serrana	Superfície dissecada (conjunto de vales e serras paralelas, sinclinais e anticlinais).	Latossolo Vermelho distrófico Nessolo Litólico distrófico Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico	Área de recarga; menor disponibilidade de água superficial, rede subterrânea, intemperismo químico (dissolução); influência a dureza, pH e alcalinidade da água; e evolução do relevo devido intemperismo. Recarga e afloramento de água; poucos afluentes; e canais perenes. Baixas condições de armazenamento; maior disponibilidade de água superficial; e alterações lentas no canal.	Pastagens, represamentos, pisciculturas e balneários.
Médio curso	Mesotérmico Úmido dos Baixos Planaltos e Depressões	Formação Pantanal	Sedimentos finos a grosseiros semi- consolidados,	Depressão do Rio Paraguai	Superfície de relevo pouco dissecada (depressão de rebaixamento)	Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico	Área de escoamento superficial; baixa declividade; áreas inundáveis periódica ou ocasionalmente, influencia do rio Paraguai; boa disponibilidade de água; rede de drenagem pouco profunda; e influência de sedimentos suspensos.	Pastagens, cascalheira, frigorífico, áreas urbanizadas, represamentos e pisciculturas.
Baixo curso		Aluviões Holocênicos	Areias, argilas e cascalhos	Planícies e pantanais do rio Paraguai	Planície fluvial (superfície de acumulação)	Neossolo Flúvico Tb distrófico	Alterações no canal relacionadas com a dinâmica do rio Paraguai; surgimento de feições como baias, meandros abandonados e diques marginais.	Pastagens e represamentos.

Fonte: Organizado por Carolina da Costa Tavares (2019).

4.2. Vazão

Sabendo que a vazão auxilia na determinação do volume e velocidade de escoamento, registraram-se as seguintes vazões, na seção 1, a média foi de 0,10 m³/s⁻¹ nos dois períodos (estiagem e chuva). Na seção 2, foi de 0,03 m³/s⁻¹ na estiagem e na chuva 0,53 m³/s⁻¹. Na seção 3, na estiagem foi de 213,10 m³/s⁻¹ e na chuva 360,01 m³/s⁻¹. Na seção 4, a vazão média na estiagem foi de 58,86 m³/s⁻¹ e na chuva 90,41 m³/s⁻¹. Na seção 5 variou de 78,44m³/s (estiagem) a 66,49 m³/s⁻¹ (chuva). Na seção 6, variou de 3,60 m³/s⁻¹ (estiagem) a 5,26 m³/s⁻¹ (chuva).

Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 5 a seguir:

Tabela 5 – Vazões (m³/s⁻¹) registradas nos períodos de estiagem e chuva na bacia do córrego Piraputanga

Seções		Período						
	Estiagem	Chuva						
S1	0,10	0,10						
S2	0,03	0,53						
S3	213,10	360,01						
S4	58,86	90,41						
S5	78,44	66,49						
S6	3,60	5,26						

Fonte: Organizado por Carolina da Costa Tavares (2019).

Nota-se que na estiagem os valores da vazão são menores, com exceção apenas da S5. Nas pesquisas de Bühler (2016), Neves e Souza (2014) e Oliveira (2017), também foram observados a mesma tendência, demonstrando a influência da área com a velocidade, da quantidade de sedimentos suspensos e do período do ano.

4.3. Qualidade da água

Os resultados apresentados são alguns dos indicadores da qualidade da água. Foram analisadas as variáveis de alcalinidade, condutividade elétrica, clorofila-a, coliformes termotolerantes, coliformes totais, cor, DBO₅, DQO, dureza

total, fósforo total, matéria orgânica, nitrogênio amoniacal, nitrato, nitrito, nitrogênio orgânico, oxigênio dissolvido, pH, saturação de bases, sólidos dissolvidos totais, temperatura e turbidez temporalmente e, espacialmente, ao longo do perfil longitudinal do Córrego Piraputanga, conforme (Tabela 6).

Ao longo da bacia, são desenvolvidas atividades como pecuária (sendo esta predominante), pequenas plantações, piscicultura, atividades de lazer, e conta ainda, com a presença de um frigorífico e instalações do Aeroporto Internacional e do desativado Lixão de Cáceres. Próximo ao antigo Aeroporto ocorre o lançamento de efluentes, o qual é monitorado. Outro fator que influencia a água é a litologia da bacia, na qual predominam formações calcárias e areníticas.

Tabela 6 – Resultado da qualidade da água analisados nos períodos de estiagem e chuva na bacia do Córrego Piraputanga

	Alc	CE	Clorof	CTer	CTot	Cor	DBO	DQO	DT	FT	МО	NAm	Nitra	Nitri	OD	рН	SB	SDT	Temp	Turb
¹VPLB	-	-	30	1000	-	75	>5	-	-	0,05	-	Δ	10	1	5	9	-	500	-	100
² VPLB	-	-		2500	2000	-	-	,	-		-	-	-	-	-	9	-	-	-	-
Seção	eção PERIODO DE ESTIAGEM																			
S1	4,62	28,3	1,17	110	187	28,2	2,25	10	14	0,04	0,24	0,06	4,7	0,09	5,86	6,2	83,7	32	21,9	19,9
S2	5,01	126,4	0,99	296	388	21,8	2,88	11	18	0,04	18	0,13	2,7	0,05	0,45	5,77	5,9	53	22	24,4
S3	201	525	1,23	200	310	4,55	1,64	5,87	16	0,04	0,48	0,42	0,38	0,07	8,51	7,27	97,09	14	22	3,19
S4	140	538	1,09	130	171	4,68	1,76	6	20	0,04	0,77	0,49	0,51	0,05	7,49	7,27	88,1	21	23,3	5,68
S5	204	540	1,15	314	354	4,26	1,7	5,81	14	0,05	0,7	0,39	0,47	0,04	7,84	7,76	88,6	10	20,9	14,7
S6	4,55	4,52	1,03	203	388	39,2	4,88	17	10	0,04	0,72	0,07	3,1	0,02	5,89	7,17	78,3	56	27,4	54,2
Seção								P	ERIO	DO DI	E CHU	IVA								
S1	7,92	25	1,03	200	333	3,71	2,69	7	36	0,04	0,39	0,37	0,65	0,02	3,56	7,45	45,6	39	26	57,1
S2	6,93	70,4	1,12	145	350	3,71	2,47	5,69	22,4	0,05	0,51	0,29	0,74	0,03	3,75	8,07	47,4	17	25,4	152
S3	5,94	510	1	300	512	3,76	2,9	5,75	20	0,07	0,73	0,56	0,63	0,04	7,72	7,46	96,9	21	26	52,4
S4	11,88	414	1,44	272,3	520	3,79	2,5	6	24	0,04	0,88	0,44	0,8	0,07	6,6	7,69	85,3	27	26,9	34,2
S5	9,9	406	1,52	195,9	528	3,78	3,59	6	13	0,04	0,96	0,59	0,7	0,04	6,45	6,2	83,4	42	26,9	49,8
S6	10,89	4,29	1,23	130	240	3,79	3,58	6	26	0,04	0,7	0,44	0,77	0,05	6,12	7,8	78,4	36	26,9	61

Legenda: 1VPLB valor máximo permitido pela legislação brasileira (BRASIL, 2005), para águas de classe II. 2VPLB valor máximo permitido pela legislação brasileira (BRASIL, 2000), águas destinadas à recreação. Resultado variável conforme o Ph (Δ).

Alcalinidade (Alc); Condutividade Elétrica (CE); Clorofila (Clorof); Coliformes Termotolerantes (CTer); Coliformes Totais (CTot); Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO); Demanda Química de Oxigênio (DQO); Dureza Total (DT); Fósforo Total (FT); Matéria Orgânica (MO); Nitrogênio Amoniacal (Nam); Nitrato (Nitrat); Nitrito (Nitrit); Oxigênio Dissolvido (OD); Potencial Hidrogeniônico (pH); Saturação por Bases (SB); Sólidos Dissolvidos Totais (SDT); Temperatura (Temp); Turbidez (Turb).

Fonte: Organizado por Carolina da Costa Tavares (2019).

4.3.1. Potencial Hidrogeniônico (pH)

Os valores máximos e mínimos de pH nas seções foram os seguintes: 7,76(S5) e 5,77(S2) período da estiagem e, 8,07(S2) e 6,2(S5) no período de chuva conforme (Figura 24). Todas as seções apresentaram os valores de pH dentro dos limites estabelecidos pelo Conama, com exceção da S2 (5,77) estiagem.

Esteves (1998), considera o pH como uma das variáveis ambientais mais importantes, mas também, uma das mais difíceis de se interpretar. Isso se deve à complexidade na interpretação dos valores de pH, pois há muitos fatores que podem influenciá-lo.

A Resolução n. 357/2005-Conama (BRASIL, 2005), preconiza que águas doces de classe II mantenham o pH numa faixa entre 6,0 a 9,0, para balneabilidade. A Resolução n. 274/2000-Conama (BRASIL, 2000), recomenda também, que o pH esteja entre 6,0 e 9,0.

Na S2 o pH demonstrou ser ligeiramente mais ácido na estiagem, podendo, estar relacionado com o solo, que é ligeiramente ácido e à presença de MO, como mencionado por Libâneo (2010). Na S5, ao contrário das demais seções, que na estiagem possuíam pH mais baixo, aumentou no período das chuvas, ocorre o inverso. Tal mudança pode estar associada ao lançamento de despejos (LIBÂNEO, 2010).

Próximo da S5 existe lançamento de efluentes, estes são monitorados pelo Serviço de Saneamento Ambiental Águas do Pantanal, órgão que realiza monitoramentos mensais em dois pontos, 50 metros antes e depois do lançamento (jusante e montante). De acordo com os relatórios, em um ano, o pH teve variações mínimas de 6,75 até máximas de 9,19 (janeiro de 2019), mesmo que ligeiramente mais altas, estas se enquadram nos padrões estabelecidos da legislação, Resolução n. 357/2005-Conama (BRASIL, 2005).

Na S3, a água é destinada para balneabilidade, e, considerando os valores, este está de acordo com o preconizado pela Resolução n. 274/2000-Conama (BRASIL, 2000). Em relatórios da SEMA, do ano de 2018, o pH esteve na faixa dos 7,0, estando de acordo com a legislação.

рH 9 8.07 7,69 7,27 7,8 7,76 8 7,27 7,46 7,45 7,17 7 6,2 6,2 5,77 6 5 ■ Estiagem 4 ■ Chuva 3 2 1 0 S2 **S1 S**3 **S4** S5 **S6**

Figura 24 – Valores do pH nos períodos de estiagem e chuva na bacia do Córrego Piraputanga

Fonte: Elaborado por Carolina da Costa Tavares (2019).

4.3.2. Cor verdadeira

A Resolução n. 357/2005-Conama (BRASIL, 2005), estabelece à classe de águas doce de cor verdadeira com até 75mg Pt/L, sendo que todos os resultados foram abaixo desse limite no Córrego Piraputanga.

Os dados mostram que a cor da água no período de estiagem as seções 1, 2 e 6 apresentaram os maiores valores, sendo que a última seção possui maior valor (39,2uC), enquanto que no período de chuva, a cor apresentou pouca oscilação em todas as seções.

O fato de a cor estar estável, valores próximos, em todas as seções, podem estar relacionados com a quantidade de chuva, que foi considerada menor. Ou seja, a influência de partículas suspensas foi menor, assim como a decomposição de matéria orgânica e o pH. Libâneo (2010), recomenda à determinação desse parâmetro, a utilização conjunta à do pH, pois de acordo com o autor, os menores valores de pH associam-se à maior intensidade da cor verdadeira, demonstrado pela (Figura 25).

Apesar desse parâmetro não ser utilizado no índice de qualidade da água (IQA), sua relevância se dá através da influência no odor e sabor da água para

abastecimento, podendo gerar também, problemas estéticos, principalmente à população, mas é preciso levar em consideração, nas análises, às características naturais de cada localidade, principalmente em relação à decomposição de matéria orgânica e atividades antrópicas como lançamento de efluentes domésticos e/ou industriais.

45 Cor Verdadeira 39,2 40 35 28,2 30 25 21.8 ■ Estiagem 20 Chuva 15 10 3,71 4,55 3,76 ^{4,68} 3,79 4,26 3,78 3,71 3,79 5 0 **S1** S2 **S**3 **S4** S5 **S6**

Figura 25 – Valores referentes à cor verdadeira nos períodos de estiagem e chuva na bacia do córrego Piraputanga

Fonte: Elaborado por Carolina da Costa Tavares (2019).

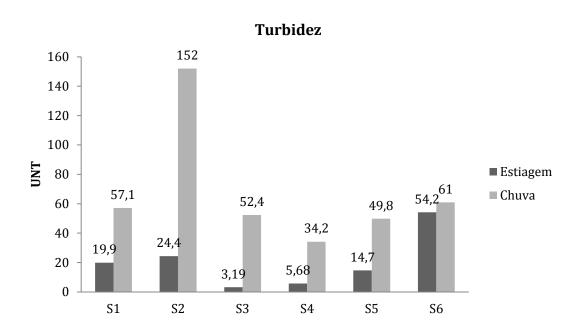
4.3.3. Turbidez

A Resolução n. 357/2005-Conama (BRASIL, 2005), estabelece à classe II das águas doces o limite de 100UNT. Todas as seções se enquadram no valor estabelecido pela Resolução, com exceção apenas da S2 no período de chuva *vide* (Figura 26). Segundo Libâneo (2010), os corpos d'água no Brasil, possuem turbidez particularmente elevada (fator natural), devido às características geológicas, índices pluviométricos e uso inadequado de práticas agrícolas.

As seções 1, 2 e 6 (chuva), foram as que apresentaram maior turbidez, podendo estar relacionado à presença de animais (criação de bovinos e equinos), que utilizam as águas do córrego para dessedentação, também a exposição do solo decorrida do pisoteio dos animais e erosão marginal.

Alguns estudos apresentam valores mais elevados à turbidez no período chuvoso. Piasentin et al. (2009), ao estudarem um reservatório de Tanque Grande, em São Paulo, notaram que a turbidez foi mais alta nos meses chuvosos. Raymundi (2017), também constatou valores elevados de turbidez no período chuvoso ao estudar o Córrego do Junco, em Cáceres-MT.

Figura 26 – Valores relativos à turbidez nos períodos de estiagem e chuva na bacia do córrego Piraputanga



Fonte: Elaborado por Carolina da Costa Tavares (2019).

4.3.4. Dureza total

Os valores de dureza total da área de estudo são representados na (Figura 27). Levando em consideração os períodos analisados e as respectivas seções amostradas, as águas do Córrego Piraputanga são classificadas como mole ou branda, devido os valores de concentração de carbonato estarem abaixo de 50mg/L.

Bühler (2016), ao realizar um estudo no Córrego Jacobina, em Cáceres-MT, constatou que as águas deste eram classificadas como duras, fator que impede a formação de espumas usualmente causadas pelos sabões, dificultando alguns processos caseiros, além de agregar os íons de cálcio de magnésio.

A Resolução n. 357/2005-Conama (BRASIL, 2005), não estabelece limites específicos à dureza, enquanto que a Portaria do Ministério da Saúde, n. 005/2017 (BRASIL, 2017), expõe o limite máximo permitido para o padrão organoléptico de potabilidade 500mg/L. Ou seja, os valores de dureza estão dentro e bem abaixo do estabelecido pela Portaria.

40 **Dureza Total** 36 35 30 26 25 20 20 15 24 22,4 20 20 ■ Estiagem 18 16 Chuva 14 14 13 10 10 5 0 **S**1 S2 S3 **S**4 **S**5 **S6**

Figura 27 – Dureza total das seções nos períodos de estiagem e chuva na bacia do córrego Piraputanga

Fonte: Elaborado por Carolina da Costa Tavares (2019).

4.3.5. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO₅), Demanda Química de Oxigênio (DQO) e Matéria Orgânica

Apenas o parâmetro DBO possui padrão estabelecido na Resolução n. 357/2005-Conama (BRASIL, 2005), a classe II possui limite de até 5mg/L de O₂. Os resultados demonstraram que a DBO se apresentou abaixo do limite desta legislação (Figura 28).

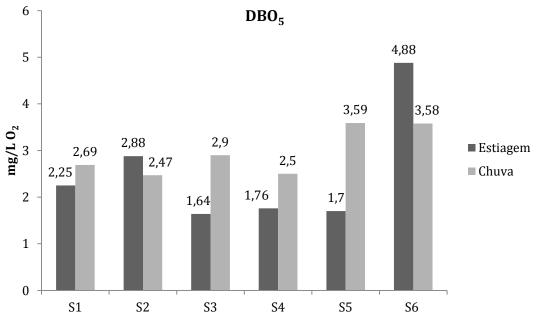
Em relação aos períodos, os maiores teores de DBO foram medidas no período chuvoso, com exceção da S2 e da S6, que alcançaram valores altos na estiagem. Fiorucci e Benedetti-Filho (2005), mencionam que o aumento da DBO no período chuvoso possa estar relacionado à entrada de material orgânico do entorno

(folhas, animais mortos, fezes de animais, etc.), cuja decomposição exige o consumo de O_2 .

Análises realizadas pela empresa Águas do Pantanal sobre o lançamento de efluentes próximo da S5 indicaram que a DBO variou entre 1,75 e 4,40mg/L, estando de acordo com Resolução n. 357/2005 (BRASIL, 2005), classe II.

O parâmetro de DQO não possui padrão estabelecido em legislação, porém, de acordo com a SABESP (1997), e Pivelli e Campos (2013), essa variável é indispensável em estudos de caracterização de esgotos sanitários e de efluentes industriais e, em conjunto com a DBO, é muito útil para observar a biodegradabilidade de despejos.

Figura 28 – Demanda Bioquímica de Oxigênio nos períodos de estiagem e chuva na bacia do Córrego Piraputanga



Fonte: Elaborado por Carolina da Costa Tavares (2019).

As seções 1, 2 (estiagem) e 6 (estiagem), apresentaram os maiores valores de DQO, enquanto que nas demais seções os seus respectivos valores se mantiveram aproximados, conforme estabelecido pela (Figura 29).

Como dito anteriormente, próximo da seção 5 ocorre lançamento de efluentes que são monitorados, e, de acordo com dados disponibilizados, na maioria dos meses, a DQO foi constante com média $6,30 \, \text{mg/l}$ de O_2 .

DQO 18 17 16 14 12 11 10 $mg/L o_2$ 8 ■ Estiagem Chuva 6 6 6 5,69 5,875.75 5.816 6 4 2 0 **S1** S2 S3 **S4** S5 **S6**

Figura 29 – Demanda Química de Oxigênio nos períodos de estiagem e chuva na bacia do Córrego Piraputanga

Fonte: Elaborado por Carolina da Costa Tavares (2019).

No período de estiagem, as seções 2 e 6 apontaram os maiores valores de oxigênio. Na seção 2, isso pode estar relacionado com a influência de partículas suspensas ou trechos em que a água fica estagnada.

Segundo Fiorucci e Benedetti-Filho (2005), isso faz com que o consumo de O₂ seja lento. Na seção 6, trata-se de uma baía, e, conforme os estudos de Bühler (2011), no rio Paraguai, nos trechos entre a baía do late e a região do Sadao, bem como Bühler (2016), na Bacia Hidrográfica do Córrego Jacobina, as baías possuem águas lentas, o que permite concentração de matéria orgânica.

O parâmetro de matéria orgânica (MO), separadamente não possui valores de delimitação para algum padrão de potabilidade. Mas, como dito anteriormente, é detectado nos parâmetros de DBO e DQO, nas quais são medidas o consumo ou a demanda de oxigênio.

A MO da água é necessária aos seres heterótrofos e autótrofos, mas, em grandes quantidades, pode causar alguns problemas na cor, odor, turbidez, e, principalmente, o consumo de oxigênio dissolvido (BRASIL, 2007; TEIXEIRA, 2013).

Os valores de MO são considerados baixíssimos, com exceção da segunda seção, que na estiagem possui 18 mg/L. Trata-se de um ponto, que no período

chuvoso apresentou maior turbidez (152 UNT). Isso demonstra que na estiagem houve uma concentração alta de material e devido às chuvas, ocorreu o aumento no volume de água, isso fez com que as partículas de sedimentos e MO ficassem suspensas, contribuindo assim, com sua turbidez, conforme (Figura 30).

20 Matéria Orgânica 18 18 16 14 12 **T/gm** 10 **■** Estiagem ■ Chuva 8 6 4 2 0,48 0,73 0,77 0,88 0.70,960,51 0,24 0,39 0 **S1 S2** S3 **S4** S5 **S6**

Figura 30 – Concentração de MO nos períodos de estiagem e chuva na bacia do Córrego Piraputanga

Fonte: Elaborado por Carolina da Costa Tavares (2019).

4.3.6. Oxigênio Dissolvido (OD)

De acordo com a Resolução n. 357/2005-Conama (BRASIL, 2005), os valores para a classe II não devem ser inferiores a 5 mg/L. As seções 1 (chuva), 3, 4, 5, 6, se enquadram, apenas à S1 (estiagem) e S2 estão abaixo dos padrões estipulados. Para Libâneo (2010), a redução de OD pode ocorrer por razões naturais, perda para a atmosfera, oxidação de íons e aumento da concentração de CO₂ reduzindo também o pH.

No período de chuva as amostras apresentaram menor concentração de OD. Teixeira (2013), aponta que baixos teores de OD indicam recebimento de MO; a decomposição de MO por bactérias aeróbicas é geralmente acompanhada pelo consumo e redução do oxigênio dissolvido da água.

A concentração de MO nos dois períodos (estiagem e chuva), foi mais elevada na S2, o que pode ter influenciado na menor concentração de OD. Na estiagem foi o local que mais recebeu matéria orgânica, indicando assim, que neste ponto houve aporte de material. No período das chuvas nesta seção e na S1, os valores de MO demonstraram influência da turbidez (Figura 31).

OD 9 8,51 7,84 7,72 8 7,49 6,6 7 6,45 5,896,12 5,86 6 **7/8m** 4 **■** Estigem 3.75 3,56 ■ Chuva 3 2 1 0,45

Figura 31 – Variação de oxigênio dissolvido nos períodos de estiagem e chuva na bacia do Córrego Piraputanga

Fonte: Elaborado por Carolina da Costa Tavares (2019).

S4

S5

S6

S3

4.3.7. Temperatura

S1

S2

0

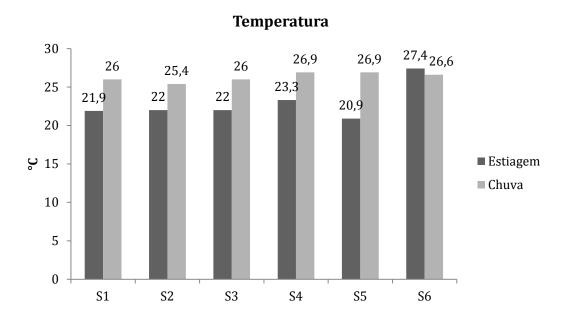
De acordo com Brasil (2006), para que os ambientes aquáticos sejam agradáveis para consumo humano, as temperaturas devem possuir uma faixa de 20°C a 30°C, valores muito altos podem ser rejeitados.

A temperatura foi mais elevada no período da chuva, com exceção da S6 (Figura 32). Na estiagem, as seções S1, S2, S3 e S4 foram amostradas entre 8h e 16h15min, a S5 e S6 foram amostradas no segundo dia de campo no período matutino.

As coletas realizadas no período da cheia (S1, S2 e S3), ocorreram no período matutino, entre 07h45min às 10h45min, sendo as temperaturas mais amenas, no período vespertino (S4 e S5), as temperaturas foram levemente mais

elevadas 12h59min às 15h15min. A S6 foi coletada no segundo dia de campo, no período matutino. Com isso, a variação da temperatura da água apresentou influencia do horário da medição.

Figura 32 – Variável da temperatura nos períodos de estiagem e chuva na bacia do Córrego Piraputanga



Fonte: Elaborado por Carolina da Costa Tavares (2019).

4.3.8. Condutividade Elétrica e Alcalinidade

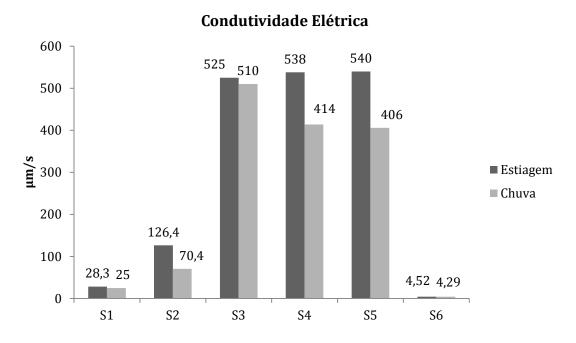
A condutividade não possui padrões estabelecidos por legislações. Apesar disso, muitos autores estabelecem o valor de até 100µS/cm, acima dele, indicam ambientes impactados (CETESB, 2016; LIBÂNEO, 2010; BRASIL, 2006). Entretanto, áreas com influência geológica calcária, tendem a possuir água com elevada condutividade naturalmente.

Os maiores valores de condutividade elétrica foram nas seções 3, 4 e 5 nos dois períodos (estiagem e chuva), indicando que há maior quantidade de íons dissolvidos na água. Próximo da S5 há lançamento de efluentes, sendo a seção que possui maior valor na estiagem, enquanto que na chuva foi na S3 (Figura 33).

No estudo de Sousa (2014), os valores também foram maiores no período de seca, demonstrando uma maior concentração de íons nos corpos de água. No período chuvoso pode-se atribuir os menores valores de condutividade a um maior

efeito de diluição oriundo das chuvas. Outro fator mencionado é a formação geológica (calcária) e a concentração de poluentes (SOUSA, 2014; MENDONÇA, 2012; NASCIMENTO; ALVES, 2014; FUKUZAWA, 2008).

Figura 33 – Valores da condutividade elétrica no período de estiagem e chuva na bacia do córrego Piraputanga



Fonte: Elaborado por Carolina da Costa Tavares (2019).

A alcalinidade demonstrou valores altos na seção 3, 4 e 5, no período de estiagem. A concentração máxima foi no valor de 204 mgCaCO₃/L (estiagem) e a menor concentração 4,55 mgCaCO₃/L (estiagem). Na chuva, os resultados máximos foram de 11,88 mgCaCO₃/L e mínimos de 6,93 mgCaCO₃/L, dispostos na (Figura 34).

De acordo Blumberg e Azevedo Netto (1956), a alcalinidade alta é características de águas primárias, ou seja, águas que tiveram contato com rochas primárias da crosta terrestre e, as águas secundárias que são águas que tiveram contato com rochas secundárias, como calcárias e dolomíticas, tornando-se impregnadas de bicarbonatos de cálcio e magnésio.

Alcalinidade Total 250 204 201 200 140 150 ■ Estiagem Chuva 100 50 11,88 9,9 4.62 7,92 5.01 6.93 5,94 4.55 0 S3 **S4 S1** S2 S5 S6

Figura 34 – Valores de alcalinidade nos períodos de estiagem e chuva na bacia do Córrego Piraputanga

Fonte: Elaborado por Carolina da Costa Tavares (2019).

4.3.9. Fósforo Total

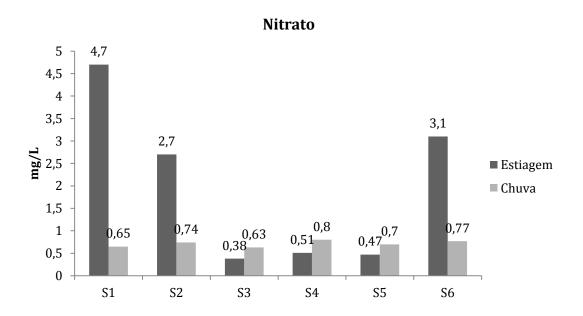
A Resolução n. 357/2005-Conama (BRASIL, 2005), preconiza para águas de classe II, como é o caso dos locais amostrados, valores para fósforo para ambientes lênticos de 0,030mg/L, para ambientes intermediários (com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico) o valor de até 0,050mg/L e ambientes lóticos (rios) a concentração máxima de 0,1 mg/L.

Na bacia do córrego Piraputanga, no período de estiagem, os valores encontrados foram de 0,04 mg/L (S1, S2, S3, S4 e S6), e 0,05 (S5), no período de chuva variou entre 0,05 mg/L (S2) e 0,07 mg/L (S3), nas demais seções os valores permaneceram as mesmas concentrações do períodos de estiagem. Os resultados demonstraram estar em acordo com o que a legislação estipula para corpos d'água da classe II. Demonstrando que as águas do córrego não apresentam sinais de eutrofização.

4.3.10. Nitrogênio Amoniacal, Nitrato (NO₃) e Nitrito (NO₂)

As concentrações de nitrato mais altas do período de estiagem foram na S1 (4,7mg/L) e S6 (3,1mg/L). Na chuva foram na S2 (0,74mg/L) e S6 (0,77mg/L) (Figura 35), todos abaixo do valor máximo definido pela Resolução n. 357/2005-Conama (BRASIL, 2005), (10 mg/L).

Figura 35 – Concentração de nitrato nos períodos de estiagem e chuva na bacia do Córrego Piraputanga



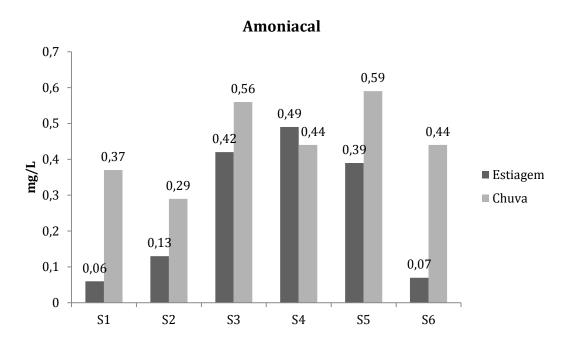
Fonte: Elaborado por Carolina da Costa Tavares (2019).

O nitrogênio amoniacal tem seus limites definidos de acordo com o pH (Resolução n. 357/2005-Conama, (BRASIL, 2005)), sendo que para ambientes com pH < ou = 7,5, a concentração máxima deve ser de até 3,7 mg/L e entre 7,5 e 8,0, a concentração de nitrogênio amoniacal não pode ultrapassar 2,5 mg/L

Os resultados obtidos neste estudo, estiveram todos dentro dos limites da legislação, considerando a variação do pH abaixo de 8,0 (exceto em S2 na época de chuva, que neste caso apresentou concentração abaixo do limite de 1,0 mg/L, conforme a legislação).

Atividades antrópicas, como queima de combustíveis, uso de fertilizantes nitrogenados e atividades pecuárias, como ocorre na bacia do córrego Piraputanga, tendem ser grandes contribuintes à liberação desse elemento, que em grandes quantidades, torna-se contaminante (LIMA et al., 2009). De acordo com os resultados obtidos, a bacia não apresenta contaminação por esse elemento.

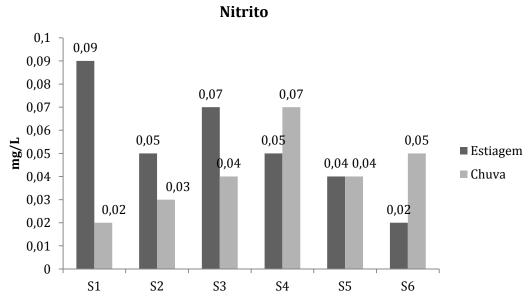
Figura 36 – Concentração de nitrogênio amoniacal nos períodos de estiagem e chuva na bacia do córrego Piraputanga



Fonte: Elaborado por Carolina da Costa Tavares (2019).

A Resolução n. 357/2005-Conama (BRASIL, 2005), estabelece a concentração máxima de até 1,0 mg/L de nitrito. Todos os resultados obtidos foram abaixo do limite máximo da legislação em ambos os períodos *vide* (Figura 37).

Figura 37 – Concentração de nitrito nos períodos de estiagem e chuva na bacia do Córrego Piraputanga



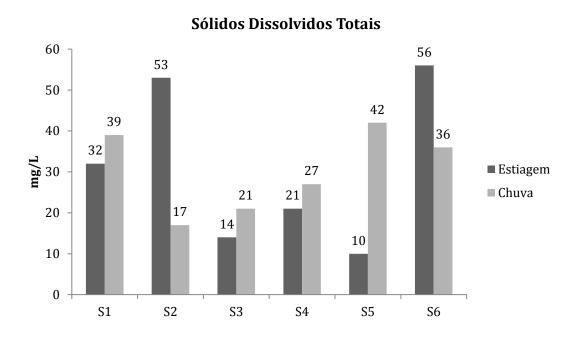
Fonte: Elaborado por Carolina da Costa Tavares (2019).

4.3.11. Sólidos dissolvidos totais

Os maiores valores registrados na estiagem foram na S2 (53 mg/L) e, S6 (56 mg/L); na chuva foram registadas na S1 (39 mg/L) e, S5 (42 mg/L). Os menores valores registros na estiagem foram na S3 (14 mg/L) e , S5 (10 mg/L); na chuva S2 (17 g/L) e S3 (21mg/L). Com exceção da S2 e da S6, os demais valores de sólidos dissolvidos foram maiores na chuva, conforme dados apresentados na (Figura 38).

A Resolução n. 357/2005-Conama (BRASIL, 2005), às águas de classe II, estipulam o valor de 500mg/L. Os resultados obtidos estiveram bem abaixo do que a legislação vigente preconiza.

Figura 38 – Valores de sólidos totais dissolvidos nos períodos de estiagem e chuva na bacia do Córrego Piraputanga



Fonte: Elaborado por Carolina da Costa Tavares (2019).

4.3.12. Coliformes Termotolerantes e Coliformes Totais

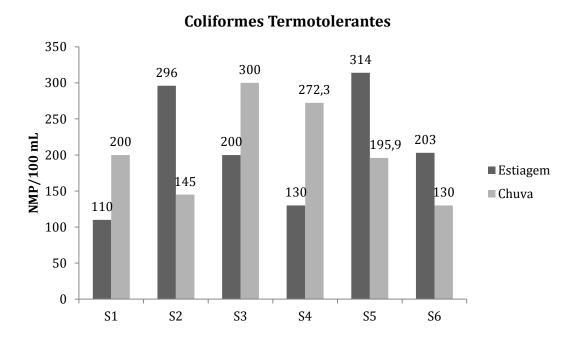
A Resolução n. 357/2005-Conama (BRASIL, 2005) estabelece que o valor para as de classe II não deve ser excedido do limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 ml de água. O maior valor de coliformes termotolerantes na estiagem foi na S5 (314 NMP), enquanto que no período de chuva foi na S3 (300

NMP), mas ambos abaixo deste limite o valor máximo para corpos d'água da classe II (Figura 39). Para Bühler (2016), os valores altos no período de estiagem se devem ao acúmulo de dejetos no canal fluvial, oriundos da criação de animais.

Na S3, a águas são destinadas à balneabilidade, portanto, suas características hídricas devem obedecer ao que consta na Resolução n. 274/2000-Conama (BRASIL, 2000), devendo ser inferior a 2.500 coliformes fecais (termotolerantes), o qual também atendeu ao determinado por esta legislação.

Levando em consideração este uso da água na seção S3, nos relatórios da SEMA, no ano de 2012, as águas foram consideradas *Impróprias* e no ano de 2018 como *Própria* (satisfatória, o relatório de 2019 ainda não foi disponibilizado ao público, porém, segundo informações da Promotoria de Justiça Especializada da Bacia Hidrográfica do Alto Paraguai, foram detectados altos valores de coliformes totais, acima de 2.500 NMP/100mL na cachoeira Piraputanga, sendo considerada *imprópria* para banho.

Figura 39 – Coliformes Termotolerantes dos períodos de estiagem e chuva na bacia do Córrego Piraputanga

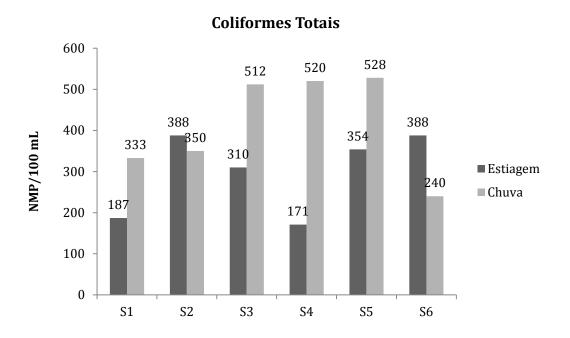


Fonte: Elaborado por Carolina da Costa Tavares (2019).

Em relação aos coliformes totais, as seções 3, 4 e 5 (chuva), apresentaram os maiores valores, conforme dados da (Figura 40), indicando que está ocorrendo lançamento de resíduos ou dejetos domésticos no córrego, porém, os níveis não

são alarmantes como os que Bühler (2011), detectou no rio Paraguai, mas, a população que consome/utiliza a água, sem o tratamento correto, está sujeita a doenças.

Figura 40 – Valores de coliformes totais nos períodos de estiagem e chuva na bacia do Córrego Piraputanga



Fonte: Elaborado por Carolina da Costa Tavares (2019).

4.3.13. Clorofila-a

Os valores mais altos foram da S1 (1,17) e S3 (1,23) (estiagem); S4 (1,44) e S5 (1,52) (chuva). Conforme o gráfico (Figura 40), é possível ver que os valores de clorofila-*a* ficaram bem abaixo do permitido pela Resolução n. 357/2005-Conama (BRASIL, 2005), sendo que as recomendações às águas de classe II são de até 30µg/L.

Os baixos valores de clorofila na água indicam que os locais amostrados não estão apresentando processos de eutrofização, mas Streit et al. (2005), e CETESB (2014), ressaltam que as clorofilas são pigmentos instáveis, e podem sofrer alterações por estresse hídrico, pH, luminosidade reduzida e/ou excessiva, alterações enzimáticas e/ou de temperatura. E, ao sofrer degradação, originam produtos conhecidos como feopigmentos.

Clorofila a 1,6 1,52 1,44 1,4 1,23 1,23 1,17 1,15 1,2 1,12 1,09 1,03 1,03 0.99 1 **1/8** 0,8 ■ Estiagem Chuva 0,6 0,4 0,2 0 **S1** S2 **S**3 **S4** S5 **S6**

Figura 41 – Valores de clorofila-a nos períodos de estiagem e chuva na bacia do Córrego Piraputanga

Fonte: Elaborado por Carolina da Costa Tavares (2019).

4.4. Estatística das variáveis de água

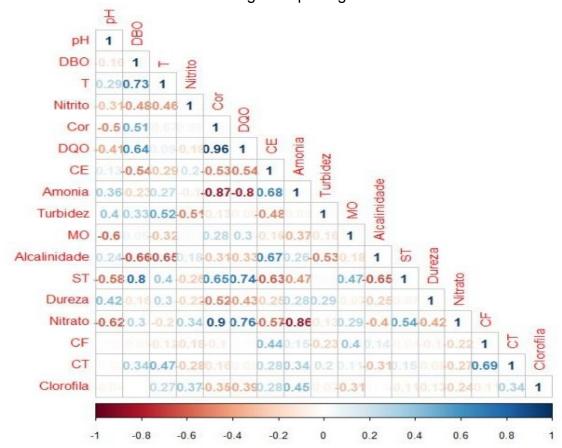
Na análise de correlação, conforme (Figura 42), observa-se que as variáveis que possuem correlação positiva são DQO e cor, temperatura e DBO, nitrato e cor, nitrato e DQO, sólidos totais e DBO, coliformes totais e fecais. As variáveis também demonstraram correlação positiva entre si nos períodos analisados, ou seja, comparação entre as mesmas variáveis, como por exemplo, os valores de pH possuem correlação positiva com períodos de estiagem e de chuva.

As variáveis que possuem correlação negativa que mais se destacaram, foram nitrogênio amoniacal e cor, nitrogênio amoniacal e DQO, nitrato e nitrogênio amoniacal. A correlação negativa demonstra, que se uma das variáveis anteriores aumentar, consequentemente a outra diminuirá, ou, caso aumente ou diminua excessivamente, isso indica que podem ocorrer desequilíbrios no curso d'água.

O nitrogênio amoniacal foi a variável que mais demonstrou susceptibilidade às mudanças, este é influenciado pela variação de pH e temperatura, podendo mudar, também, devido à influência de lançamento de efluentes e, até mesmo, pela decomposição de matéria orgânica.

Na (Figura 43), segue-se o mesmo princípio de nível de correlação, porém, com nível de significância. Novamente, as variáveis apresentaram significância positiva entre si nos períodos analisados, como por exemplo, pH e pH, DBO e DBO e assim sucessivamente; e, apresentaram também, nível de significância positiva de DQO e cor, nitrato e cor, nitrato e DQO e sólidos totais e DBO. As variáveis amônia e cor, amônia e DQO, nitrato e amônia, apresentaram correlação significativa negativa.

Figura 42 – Análise de correlação entre as variáveis da qualidade da água medida no Córrego Piraputanga



Legenda: Condutividade Elétrica (CE); Coliformes Totais (CT); Coliformes Fecais (CF); Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO); Demanda Química de Oxigênio (DQO); Matéria Orgânica (MO); Nitrogênio Amoniacal (Amônia); Potencial Hidrogeniônico (pH); Sólidos Totais (ST); Temperatura (T).

Fonte: Elaborado por Fábio Leandro da Silva (2019).

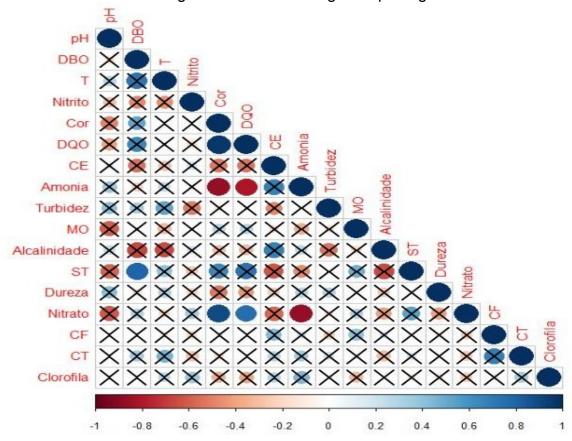


Figura 43 – Análise de correlação de significância entre as variáveis da qualidade da água medida no Córrego Piraputanga

Legenda: Condutividade Elétrica (CE); Coliformes Totais (CT); Coliformes Fecais (CF); Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO); Demanda Química de Oxigênio (DQO); Matéria Orgânica (MO); Nitrogênio Amoniacal (Amônia); Potencial Hidrogeniônico (pH); Sólidos Totais (ST); Temperatura (T).

Fonte: Elaborado por Fábio Leandro da Silva (2019).

O dendograma (Figura 44), demonstrou a separação em dois grupos com 0,5% de similaridade. As seções 2, 1 e 6, apresentaram maior semelhança entre si, enquanto que as seções 5, 3 e 4, foram as que mais se mantiveram semelhantes, mas, nota-se que as maiores semelhanças entre as seções foram S1 e S6; S3 e S4 e; S3 e S5.

Apesar de existir uma aproximação dos resultados entre algumas seções, estas não mostraram uma relação direta entre si, ou seja, há uma heterogeneidade entre os locais. Sendo as principais variáveis indicadoras dessa heterogeneidade amônia e cor, amônia e DQO, nitrato e amônia.

Figura 44 – Dendograma das seções

hclust (*, "average")
Fonte: Elaborado por Fábio Leandro da Silva (2019).

D.dist

4.5. Índice de Qualidade das Águas (IQA)

A pontuação do IQA está expressa na (Tabela 7). Os maiores valores obtidos do IQA, foram no período de estiagem, sendo a maior pontuação do período de estiagem de 77,9 e na chuva de 70,5.

De acordo com a metodologia usada pela CETESB, a maioria dos resultados, é classificada como Boa, e, apenas a seção 2, como Regular. Os resultados obtidos, segundo a pontuação definida pela ANA, são classificados como razoável (S1 e S6), boa (S4, S5 e S6), e ruim (S2), (estiagem), enquanto que na cheia são classificadas como razoável e ruim (S2).

Os resultados obtidos mostram que a seção 2 demonstrou ser a mais vulnerável. A forma como as atividades são desenvolvidas na área, estão comprometendo a qualidade da água no local. Nessa seção, o canal passou por alterações como a construção de uma ponte, bloqueios no curso e acesso direto do gado. O solo é ligeiramente ácido e com presença de MO, fatores que podem estar afetando a água deste local.

Tabela 7 – Valores obtidos de IQA nos períodos de estiagem e chuva na bacia do Córrego Piraputanga

PERÍODO	SEÇÃO	IQA	CATEGORIA*	CATEGORIA **	
	1	62,3	Boa	Razoável	
	2	36,3	Regular	Ruim	
	3	77,9	Boa	Boa	
Estiagem	4	77,7	Boa	Boa	
	5	73,3	Boa	Boa	
	6	62,3	Boa	Razoável	
	1	59,8	Boa	Razoável	
	2	39,9	Regular	Ruim	
_	3	69,1	Boa	Razoável	
Cheia	4	70,5	Boa	Razoável	
	5	65,9	Boa	Razoável	
	6	68,5	Boa	Razoável	

*Classificação de IQA (ANA, 2019). ** Classificação de IQA (CETESB, 2018). Fonte: Organizado por Carolina da Costa Tavares (2019).

Com exceção da S2, as demais seções se mostraram qualificadas, mesmo que não na categoria ótima, estas apresentaram qualidade da água compatível com o uso que ocorre para contato recreativo e, até mesmo, para consumo, mas, sendo necessária a realização de tratamento para garantir desinfecção.

Mesmo com o crescimento de represas, tanques de pisciculturas e desvios de canais, estas não têm apresentado alterações na qualidade dos corpos d'água, porém, não significa que não influenciem. Segundo Giudice e Mendes (2013), a implantação de obras hidráulicas modifica a recarga dos cursos de água, podendo ocorrer redução ou interrupção do transporte, por exemplo, de sedimentos, MO, nutrientes, e a reprodução de peixes e outros seres.

4.6. Caracterização morfológica e físico-química dos solos

As ordens predominantes na bacia do córrego Piraputanga são os Neossolos, Argissolos e Latossolos conforme (Figura 44). Possuindo as seguintes classes: Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (LVAd), ocupando uma área de 31,46 km², Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico (PVAd), com área de 56,65 km², Neossolo Litólico Distrófico (RLd), com área de 68,1 km², e os com menor ocorrência Neossolo Flúvico Tb Distrófico (RYbd), que cobre 7,34 km² e Latossolo Vermelho Distrófico (LVd), ocupando uma área de 2,79 km². Vale ressaltar, ainda, que em campo, foram encontradas manchas pouco expressivas de Cambissolo

Háplico Distrófico, o qual está associado ao Argissolo Vermelho-Amarelo, e Neossolo Quartzarênico Órtico, sendo associado ao Neossolo Flúvico.

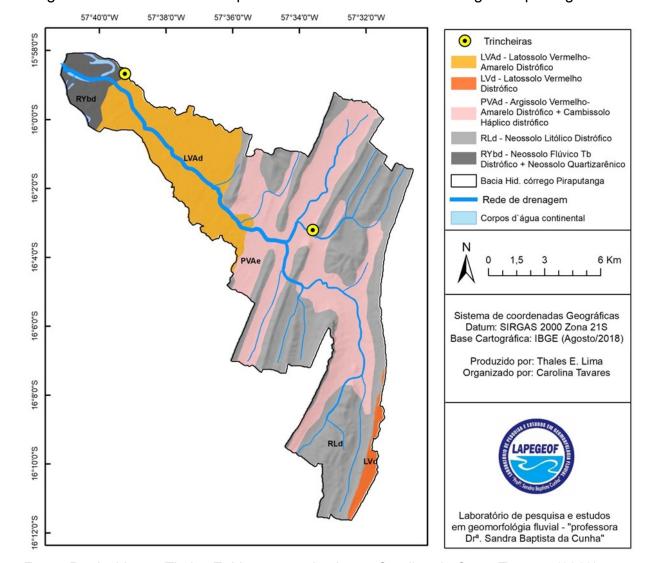


Figura 45 – Classes de solo predominantes na bacia do Córrego Piraputanga

Fonte: Produzido por Thales E. Lima; organizado por Carolina da Costa Tavares (2019).

Os Neossolos são solos constituídos por material mineral, ou por material orgânico pouco espesso, que não apresentam alterações expressivas em relação ao material originário devido à baixa intensidade de atuação dos processos pedogenéticos, podendo estar relacionada com uma maior resistência ao intemperismo ou composição químico-mineralógica, ou por influência dos demais fatores de formação (clima, relevo ou tempo), que podem impedir e/ou limitar a evolução dos solos. (JACOMINE, 2008; SANTOS et al., 2014; 2018; EMBRAPA, 2018).

Os Argissolos possuem profundidade variável, desde forte a imperfeitamente drenados, as cores variam entre avermelhadas, amareladas e brunadas ou acinzentadas. A textura varia de arenosa a argilosa no horizonte A e de média a muito argilosa no horizonte Bt, sempre havendo aumento de argila daquele para este. São de forte a moderadamente ácidos, sua fertilidade natural é variável com predomínio de solos de relativa pobreza de nutrientes, embora ocorram áreas de ótima fertilidade natural (SANTOS et al., 2014; BATISTA, PAIVA, MARCOLINO, 2014).

Os Latossolos são solos em avançado estádio de intemperização, ocupando as superfícies mais velhas e estáveis da paisagem, além disso, são muito profundos e pobres. A intemperização intensa dos constituintes minerais resulta em uma maior concentração relativa de argilo-minerais resistentes (óxidos e hidróxidos de ferro e de alumínio). São de textura variável, de média a muito argilosa, porosos, macios e permeáveis, apresentando uma pequena diferença no teor de argila em profundidade e, comumente, são de baixa fertilidade natural (SANTOS et al., 2014; 2018; BATISTA; PAIVA; MARCOLINO, 2014; EMBRAPA, 2018). No ponto P5 (LVAd) a classe registrada é a de Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico petroplíntico, de acordo com a Embrapa (2018), trata-se de solos com caracteres ou horizontes concrecionário e/ou litoplíntico, dentro de 200 cm da superfície.

Os Cambissolos possuem pedogênese pouco avançada, constituídos por material mineral, com horizonte B incipiente. São fortemente, até imperfeitamente, drenados, de rasos a profundos, de cor bruno ou bruno-amarelada, e de alta a baixa saturação por bases, podendo apresentar bom potencial agrícola (IBGE, 2007; LEPSCH, 2010; EMBRAPA, 2018).

A descrição morfológica correspondente a cada ponto encontra-se anexo no item Apêndices desta Dissertação. Os solos encontrados foram classificados e organizados conforme demonstra a (Tabela 8), com as respectivas imagens de cada perfil:

Tabela 8 – Classificação dos solos dos pontos de coleta na bacia do córrego Piraputanga







Ponto P3 – Cambissolo Háplico Distrófico (CXd)

Ponto P5 – Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico Petroplíntico (LVAd)





Ponto P6 – Neossolo Quartzarênico Órtico (RQo)

Fonte: Organizado por Carolina da Costa Tavares (2019).

Para Schroeder (1984), o solo é produto de transformação das substâncias orgânicas e minerais da superfície da terra sob a influência dos fatores ambientais que operam por um período de tempo muito longo, apresentando organização e morfologia definidas.

Ao analisar que os solos são elementos constituintes da paisagem, suas características físicas, químicas, biológicas e antrópicas são formas de influência em uma bacia hidrográfica. Por se tratar de um conjunto de fatores, é preciso levar em perspectiva as particularidades de cada solo e como esses fatores contribuíram e/ou influenciaram a paisagem.

Levando em consideração que solos são corpos tridimensionais, que são sistemas abertos e que passam por processos de mudanças, estes não podem ser considerados homogêneos, podem ocorrer variações e mudanças ao longo de uma paisagem, podendo ocorrer, ainda, manchas de solos em locais que o mapeamento não o detectou, como é o caso dos pontos P3 (CXd) e P6 (RY).

De acordo com o mapeamento no P3 (alto curso da bacia), a categoria predominante de solo seria o Argissolo, entretanto, em campo, o local registrou a presença de Cambissolo (CXd), o mesmo ocorreu no P6 (baixo curso da bacia), no

mapeamento predomina o Neossolo Flúvico, mas, *in loco*, registrou-se uma mancha de Neossolo Quartzarênico (RQo).

A atividade de uso que prevalece na área de estudo é a pastagem, até mesmo no ponto P5 (LVAd) que atualmente funciona como cascalheira, possui no entorno e próximo deste a inserção dessa atividade (Tabela 9).

Tabela 9 – Tipos de uso do solo nos perfis estudados na bacia do córrego Piraputanga

PONTOS/CLASSES	UNIDADE DE MAPEAMNETO	ELEVAÇÃO (M)	USO ATUAL
(P1) Neossolo Litólico Distrófico	RLd	208	Vegetação nativa – Cerradão
(P2) Argissolo Vermelho- Amarelo Distrófico	PVAd	192	Pastagem
(P3) Cambissolo Háplico Distrófico	CXd	159	Pastagem
(P4) Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico	PVAd	200	Antigo lixão, Cerrado ao fundo
(P5) Latossolo Vermelho- Amarelo Distrófico Petroplíntico	LVAd	153	Cascalheira e Pastagem
(P6) Neossolo Quartzarênico Órtico	RQ ₀	125	Pastagem

Fonte: Organizado por Carolina da Costa Tavares (2019).



Figura 46 - (P1) Neossolo Litólico Distrófico - RLd

Fonte: Organizado por Carolina da Costa Tavares (2019).

Figura 47 – (P2) Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico - PVAd



Fonte: Organizado por Carolina da Costa Tavares (2019).

Figura 48 - (P3) Cambissolo Háplico Distrófico - CXd

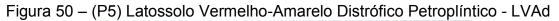


Fonte: Organizado por Carolina da Costa Tavares (2019).



Figura 49 – (P4) Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico - PVAd

Fonte: Organizado por Carolina da Costa Tavares (2019).





Fonte: Organizado por Carolina da Costa Tavares (2019).



Figura 51 – (P6) Neossolo Quartzarênico Órtico- RQo

Fonte: Organizado por Carolina da Costa Tavares (2019).

Nesse item, serão apresentados a caracterização morfológica, bem como, físico-química dos solos. Foram 6 pontos de coleta, distribuídos ao longo da bacia, com exceção do ponto 4 (P4 - PVAd) o qual foi descrito, coletado e analisado por Alcântara (2010), ao estudar sobre o lixão e seus elementos traços.

A (Tabela 10), apresenta uma síntese detalhada dos aspectos morfológicos encontrados em cada perfil, seguindo os parâmetros observados em campo com base em Santos et al. (2005).

Reconhecer a estrutura de um solo é fundamental devido à sua influência no desenvolvimento e crescimento das plantas, em especial, do sistema radicular, na retenção e suprimento de nutrientes, água e ar, na atividade microbiana, na resistência à erosão, entre outros fatores (SANTOS et al., 2005).

Tabela 10 – Descrição Morfológica dos perfis de solos na bacia do Córrego Piraputanga

Hor.	Prof. (cm)) C	Dren.	Text.	Estrutura		Consistência			
		Úmida	Seca				Seca	Úmida	Molhada	
						istrófico - RLd				
Α	0-30	10YR 2/1	10YR 2/2	BD	AAr	Fr, MPaMe, BS	MFr	-	LiPI, LiPe	
B/R	30-45	7,5YR 3/2	10YR 4/3	BD	AAr	Fr, MPaG, BS	MFr	-	PI, LiPe	
BC	45+	10YR 3/6	10YR 5/4	BD	FrS	Fr, PaG, BS	-	-	-	
		P2 -	· Argissolo \	/ermelh	no-Amar	elo Distrófico - PVA	d			
Ap	0-15	7,5YR 2,5/1	7,5YR 3/2	BD	FrAr	Fr, PaMe, G, BS	LD	Fr	LiPI, LiPe	
AB	15-38	7,5YR 2,5/1	7,5YR 3/2	BD	FrA	FraM, MPaMG, BS	LD	MFr	LiPI, LiPe	
Bt	38-75+	5YR 3/3	7,5YR 4/4	BD	FrAAr	Fr, MPaMG, BS	LD	MFr	PI, Pe	
			P3 – Camb	issolo l	Háplico	Distrófico - CXd				
Ар	0-12	7,5YR 2,5/2	7,5YR 4/2	BD	FrAr	Fr, MPaMG, BS	Ма	Fr	LiPI, LiPe	
AB	12-27	5YR 3/2	5YR 4/2	BD	FrAr	Fr, MPaMG, BS	LiD	MFr	LiPI, NPe	
Bi	27-40	5YR 3/4	5YR 5/3	BD	FrAr	Fr, MPaMG, BS	LiD	MFr	LiPI, LiPe	
2BC/R	40-65	7,5YR 6/5	10YR 6/4	BD	FrArC	Fr, MPaMG, BS	LiD	MFr	LiPI, NPe	
*3CRr	65-80	-	10R 5/6	BD	Α	Fr, MPaMG, BS	-	-	PI, NPe	
			2,5YR 4/3							
			10YR 7/6							
4Cr	80-120+	-	-	-	-	-	-	-	-	
		P5 – Latos	solo Vermell	ho-Ama	arelo Dis	trófico Petroplíntico	- LVAd			
	0.45	7) (D. 0.10	7) (D. 4/0		<u> </u>	E MD MO DO			MDIMD	
Ар	0-15	7YR 3/3	7YR 4/3	BD	FrAAr	F, MPeaMG, BS	D	F	NPI,NPe	
Bw1	15-50	5YR 5/6	5YR 6/6	BD	FrAAr	Fr, MPeMG, G, BS	MFraMa	MFraMa	NPI, LiPe	
Bw2	50-120	5YR5/6	5YR 6/6	BD	FrAAr	Fr, MPeMG, G, BS	MFraMa	MFraMa	NPI, LiPe	
F	120-225+	-	-	-	-	-	-	-	-	
			P6 - Neoss	olo Qu	artzarên	ico Órtico- RQo				
Ар	0-10	10YR 5/3	10YR 4/3	BD	Ar	FraM, MPaG,BS	Ма	MFr	NPI,NPe	
C1	10-25	10YR 6/3	7,5YR 4/3	BD	Ar	FraM, MPaG,BS	Ма	MFr	NPI,NPe	
C2	25-70+	7,5YR 6/4	7,5YR 5/3	BD	Ar	FraM, MPaG,BS	Ма	MFr	NPI,NPe	

Legenda: **Drenagem:** Bem Drenado (BD), Mal Drenado (MD). **Textura:** Franco-Arenosa (FrAr), Franco-Siltosa (FrS), Franco-Arenosa-Cascalhenta (FrArC), Areia-Franca (ArFr), Argiloso (A), Arenoso (Ar). **Estrutura:** Fraca (Fr), Moderada (M), Muito Pequena (MP), Média (Me), Muito Grande (MG), Granular (G), Blocos Subangulares (BS). **Consistência (seca):** Macia (Ma), Ligeiramente Dura (LiD), Dura (D), Muito Friável (MFr); **(úmida):** Firme (F), Friável (Fr), Muito Friável (MFr), Macia (Ma). **(molhada):** Não Plástica (NPI), Plástica (PI), Ligeiramente Plástica (LiPI), Não Pegajosa (NPe), Pegajosa (Pe), Ligeiramente Pegajosa (LiPe). ***Saprolito** – Cor seca – varigada.

Fonte: Baseado em Santos et al. (2005), organizadopor Carolina da Costa Tavares (2019).

A estrutura em blocos subangulares predominou em todos os perfis variando de tamanho, desde muito pequena a muito grande. Reinert e Reichert (2006), expõem que esse tipo de estrutura é formado em ambientes moderadamente e bem drenados nos subsolos.

Apenas o P2 (PVAd) e o P5 (LVAd) apresentaram estrutura granular ao longo do perfil. Essa característica facilita o manuseio mecânico, sendo considerados bem estruturados, pois mesmo quando os blocos são desfeitos, estes voltam à sua forma original, podendo formar novamente os blocos.

O Cambissolo (CXd) demonstrou textura franco-arenosa, com a cor variando de bruno a bruno-amarelada e ligeiro incremento de argila do horizonte A para o Bi, com profundidade mediana.

O Neossolo Litólico Distrófico (RLd) apresentou cores do preto (molhado), ao bruno amarelado escuro (molhado), estando no matiz 10YR. Essa cor escura pode estar relacionada ao fato de o local possuir muita orgânica, pois se trata de um local de meia encosta onde a vegetação natural predomina. Em solos muito escuros, a manifestação da plasticidade e pegajosidade não são intensos (SANTOS et al., 2005).

O Neossolo Quartzarênico (RQo) pode ser relacionado com Neossolo Flúvico devido à proximidade de suas características, geralmente associado a áreas de baixada e predomínio de frações de areia, só não possui horizonte glei, pois não atende aos requisitos de cor. As cores deste estão no matiz 10YR e 7,5YR, variando nos tons brunado pálido, claro e de fundo avermelhado.

O Argissolo (P2 - PVAd) e o Latossolo (P5 - LVAd), demonstraram a presença de concreções ao longo de seus perfis. No P2, essa característica ocorreu devido à precipitação de óxidos de ferro, "fator que, na maioria das vezes, é oriundo dos processos pedogenéticos intensificados a partir das condições paleoambientais" (CARAMINAN; LOVATTO, 2017).

No P5 - LVAd (Figura 52), verificou-se a presença de concreções de quartzo rolado/arredondada, o que levou às indagações de como tal característica surgiu. Essa particularidade, geralmente é associada a condições fluviais, pois os seixos e sedimentos são transportados, e quando a declividade estabiliza são depositados no fundo ao longo do curso d'água, sendo que estes acabam sendo moldados, perdendo as arestas e ganhando essa forma arredondada.

Entretanto, o local não possui e/ou demonstra algum tipo de conexão com o antigo e o atual curso de água devido à sua posição geográfica. Outra hipótese levantada é a de que no local havia alguma serra ou elevação e, conforme foi sendo erodida, materiais foram rolados e sendo depositados naquele local.

Figura 52 – Presença de quartzo arredondado no perfil P5 (LVAd)

Fonte: Carolina da Costa Tavares (2019).

4.6.1. Características físicas do solo

Sabendo que há granulometria, a textura é composta por diversas frações de mineraisis (areia grossa, média, fina, silte e argila), estas possuem muita influência na utilização dos solos, seja à atividade agrícola, seja à urbana. De acordo com Reinert e Reichert (2006), o tamanho das partículas interferem diretamente nas propriedades dos solos, pois trata-se de uma característica permanente (SOUSA, 2014).

A textura é expressa pela proporção dos componentes granulométricos da fase mineral do solo (areia, silte e argila), podendo reunir uma ou mais classes de textura por agrupamentos. Esta tem grande influência no comportamento físico-hídrico e químico do solo, e, por isso, sua avaliação é de grande importância para o uso e manejo dos solos utilizados à agricultura (EMBRAPA, 2018).

O fracionamento das partículas é feito de duas maneiras em laboratório, com auxílio de procedimentos mecânicos e em campo, o qual é realizado pela sensação tátil, sendo que uma amostra de terra é umedecida e trabalhada na mão, sendo passado entre o polegar e o indicador (SANTOS et al., 2005). Apesar de serem

realizados dois procedimentos para aferir o predomínio de material, nem sempre a realizada pelo tato corresponde com o resultado laboratorial.

A (Tabela 11), apresenta os valores da granulometria dos perfis, assim como a classe textural obtida em campo. As texturas encontradas nos perfis foram francosiltosa, franco-arenosa, arenosa e franco-argilo-arenosa.

Tabela 11 – Características físicas dos perfis de solos da bacia hidrográfica do córrego Piraputanga

Horizonte	Prof.	Areia	Areia	Areia fina	Silte	Argila	Classe						
	(cm)	grossa	média	7 0		2 ii 3 ii s	textural						
	(5111)	9-000		i. Kg			00130011011						
P1 – Neossolo Litólico Distrófico - RLd													
A	0-30	0,67	1,67	7,02	10,24	0,38	AAr						
B/R	30-45	0,74	1,70		10,54	0,49	AAr						
ВС	45+	0,84	1,63	5,78	•	0,46	FrS						
P2 – Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico - PVAd													
Ap	0-15	0,43	1,96	9,90	7,30	0,40	FrAr						
AB	15-38	0,34	1,72	9,06	8,39	0,48	FrA						
Bt	38-75+	0,20	1,52	9,33	8,48	0,46	FrAAr						
		P3 -	- Cambissolo	Háplico Dis	trófico - (CXd							
Ар	0-12	0,35	4,58	9,17	5,51	0,37	FrAr						
AB	12-27	0,39	4,76	8,12	6,27	0,44	FrAr						
Bi	27-40	0,29	4,16	8,84	6,28	0,42	FrAr						
2BC/R	40-65	0,44	3,87	8,89	6,30	0,48	FrArC						
3CBr	65-80	0,50	2,59	3,57	12,08	1,24	Α						
4Cr	80-120+	0,50	0,42	3,69	14,95	0,88	-						
		P5 – Latosso	olo Vermelho	o-Amarelo Di	strófico P	etroplíntico							
				- LVAd									
Ap	0-15	0,14	1,22	12,97	5,24	0,42	FrAAr						
Bw1	15-50	0,18	0,97	10,53	7,47	0,82	FrAAr						
Bw2	50-120	0,10	0,85	11,04	7,27	0,72	FrAAr						
*F	120-255+	-	-	-	-	-	-						
				uartzarênico		-							
Ap	0-10	0,03	0,85	16,18	2,78	0,16	Ar						
C1	10-25	0,01	0,82	16,26	2,70	0,20	Ar						
C2	25-70+	0,02	0,87	15,97	2,95	0,18	Ar						

Legenda: Franco-Siltosa (FrS), Franco-Arenosa (FrAr), Franco-Argilosa (FrA), Franco-Arenosa-Cascalhenta (FrArC), Franco-Argilo-Arenoso (FrAAr), Argilo-Arenosa (AAr); Argiloso (A), Arenosa (Ar). *rocha petroplintica.

Fonte: Organizado por Carolina da Costa Tavares (2019).

Observando a tabela, percebe-se que no P1 (RLd), a fração de silte predominou ao longo do perfil; no P2 (PV), os valores de areia fina e silte foram aproximados; no P3 (CXd), nos horizontes Ap, AB, Bi e 2BC/R, a fração de areia fina foi superior, enquanto que nos dois últimos horizontes os valores de silte e argila foram predominantes. Já os pontos 5 e 6 (LVAd e RQo), areia fina, foi a mais

superior. No P4 (PVAd), Alcântara (2010), constatou o predomínio de textura arenosa e média.

Texturas arenosas são compostas, essencialmente, por quartzosos, predominando as frações areia grossa e/ou areia fina, são materiais com baixa retenção de água (EMBRAPA, 2018). São solos que podem sofrer, facilmente, com processos intempéricos, possuem baixo teor de matéria orgânica e rápida infiltração de água.

O silte é composto por micropartículas de areia com o quartzo, mas a sensação tátil é mais sedosa, os poros de silte são menores que os de areia, este retém mais água e permite uma menor taxa drenagem. Porém, quando seco, a fração de silte exibe pouca pegajosidade e/ou plasticidade (maleabilidade).

Devido à sua baixa pegajosidade e plasticidade, solos franco-siltosos, de maneira geral, são facilmente carregados por fluxos de água. A presença dessa textura indica, ainda, que o solo tem propensão a processos de intemperismo e estes tendem a liberar rapidamente quantidades significativas de nutrientes às mais variadas espécies de plantas.

Por serem solos que demonstram rápida infiltração, esse fator contribui para o abastecimento e o armazenamento de água para o lençol, indicando, conforme observado em campo, que são solos bem drenados.

4.6.2. Características químicas do solo

A análise química do solo é um dos métodos quantitativos mais utilizados para diagnosticar a fertilidade do solo. É uma das medidas que permitem determinar sua capacidade, corrigir e manejar um solo, auxiliando a compreensão de sua dinâmica/funcionalidade (SILVA et al., 1998; SOUSA, 2014).

As análises químicas de rotina foram as seguintes para os parâmetros: pH em H²O e CaCl, fósforo (P), potássio (K), Ca⁺Mg, cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al), acidez potencial (H⁺Al), matéria orgânica (M.O), soma de bases (S), capacidade de trocas catiônicas (CTC), saturação por bases (V), Al Saturados, conforme informações disponibilizadas na (Tabela 12).

Tabela 12 – Atributos químicos dos perfis de solo da bacia do Córrego Piraputanga

Hor	. Prof.	рН	рН	Р	K	Ca+Mg	Ca	Mg	Al	H+AI	МО	S	СТС	V	Al Sat.
	cm	H ₂ O	CaCl ₂	mg/dm ³		Cr	nolc	dm ³			g/dm³	cmo	lc/dm ³	-	%
					P1 –	Neossol	o Lito	ólico I	Distro	ófico -	RLd				
Α	0-30	7,4	6,9	88,6	0,32	5,6	4,4	1,2	0,0	1,0	73	5,92	6,92	86	0
B/R	30-45	7,1	6,5	6,6	0,23	3,2	2,3	0,9	0,0	1,0	36	3,43	4,43	77	0
ВС	45+	6,9	6,3	2,5	0,20	2,7	1,7	1,0	0,0	1,0	23	2,90	3,90	74	0
	P2 – Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico - PVAd														
Ар	0-15	5,7	5,0	5,3	0,47	4,8	3,9	0,9	0,0	4,6	51	5,27	9,87	53	0
AB	15-38	5,4	4,7	2,3	0,33	3,1	2,2	0,9	0,0	4,8	48	9,87	8,23	42	0
Bt	38-75+	5,3	4,1	0,7	0,11	1,5	0,9	0,6	0,1	4,6	21	8,23	6,21	26	0
				ı	P3 – C	ambisso	lo Ha	iplico	Dist	rófico ·	- CXd				
Ар	0-12	5,4	4,6	20,8	0,14	2,2	1,2	1,0	0,1	5,1	32	2,34	7,44	31	4
AB	12-27	5,1	4,2	11,1	0,11	1,2	0,7	0,5	0,3	4,8	22	1,31	6,11	21	19
Bi	27-40	5,0	4,1	4,2	0,10	1,2	0,7	0,5	0,5	4,1	17	1,30	5,40	24	28
2BC/F	R 40-65	4,9	4,0	1,2	0,12	0,7	0,5	0,2	0,6	4,3	12	0,82	5,12	16	42
3CB	r 65-80	4,6	3,8	0,7	0,17	0,7	0,4	0,3	2,2	6,3	7	0,87	7,17	12	72
4Cr	80-120+	4,6	3,7	0,5	0,16	0,5	0,3	0,2	3,6	6,7	2	0,66	7,36	9	85
			P5	– Latosso	olo Ve	rmelho-A	mar	elo Di	stróf	ico Pet	roplintic	o - LVA	d		
Ар	0-15	5,9	5,3	4,8	0,32	1,9	1,3	0,6	0,0	2,2	27	2,22	4,42	50	0
Bw1	15-50	5,7	4,9	1,0	0,12	1,0	0,7	0,3	0,0	2,2	12	1,12	3,32	34	0
Bw2	50-120	4,7	4,0	0,5	0,04	0,5	0,4	0,1	0,5	2,4	5	0,54	2,94	18	48
F 1	20-225+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				F	P6 – N	eossolo	Quar	tzarêı	nico (Órtico	- RQo				
Ар	0-10	6,2	5,5	17,6	0,19	1,7	1,0	0,7	0,0	1,2	15	1,89	3,09	61	0
C1	10-25	5,5	4,7	4,8	0,07	0,7	0,5	0,2	0,0	1,2	6	0,77	1,97	39	0
C2	25-70+	5,4	4,6	4,2	0,06	0,7	0,6	0,1	0,1	1,0	4	0,76	1,76	43	12

Fonte: Elaborado por Carolina da Costa Tavares (2019), com auxilio da EMPAER – Várzea Grande (2019).

Baseando os resultados com o exposto por Ribeiro, Guimarães e Alvarez (1999), por meio da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 5ª Aproximação, obteve-se os seguintes resultados:

Os resultados de pH em água do Neossolo Litólico (RLd) variaram de acidez fraca (6,9) a alcalino fraco (7,4). No Argissolo (PVAd), o pH manteve-se com a acidez média (5,3 - 5,7). O Cambissolo (CXd), acidez elevada (4,6), a acidez média (5,4), o Latossolo (LVAd) de acidez elevada (4,7) a acidez média (5,9) e para o Neossolo Quartzarênico (RQo) variou de acidez fraca (6,2) a acidez média (5,4).Pode-se notar que os valores do pH, apresentaram valores mais elevados nos horizontes superficiais, de modo geral, diminuindo conforme a profundidade.

Em relação aos teores de M.O, estas também demonstraram valores elevados nos horizontes superficiais, sendo o valor mais expressivo 73g/dm³ considerado muito bom e o menor valor encontrado foi de 2g/dm³, classificado como baixo. Silva-Junior, Boechat e Carvalho (2012), enfatizam que a MO se destaca como um atributo fundamental à fertilidade do solo e é inteiramente prejudicada pela alteração da vegetação original.

Os teores de P (fósforo) disponível e extraível por Mellich⁻¹ interpretação de Ribeiro, Guimarães e Alvarez (1999), apresentam-se na classe muito baixo e baixo em todos os perfis, apenas com uma exceção no P1 (RLd) no horizonte A 0-30cm, que possui o valor de 88,6 sendo classificado como muito bom.

Sousa (2014), ressalta que o fósforo é um elemento que contribui no processo de eutrofização de águas, nesse caso, esse elemento não mostra influência nas águas do córrego. Conforme exposto por Barboza et al. (2011), a disponibilidade de P elevada é positiva para fins agrícolas. Como a falta deste elemento é presente na maioria dos solos, a sua inserção faz-se necessária para uma boa produtividade.

Os índices de K (potássio) por todos os perfis, demonstraram-se muito baixos, principalmente no P6 (Neolosso Quartzarênico - RQo), que obteve os menores valores. Concentrações baixíssimas de K indicam que os solos da bacia são mais intemperizados (SOBRAL et al., 2015).

Assim como o P e o N, o potássio com altos valores é um elemento que contribui para o desenvolvimento de plantas, por apresentar valores muito baixos é indicado que nestes locais ocorra a fertilização química.

Os teores de Ca variaram de muito bom (4,4cmolc/dm³) a muito baixo (0,3cmolc/dm³), ressaltando que o maior valor ocorreu apenas no horizonte A do P1 (RLd), assim como o P, isso pode estar associado ao fato de que naquele perfil, a primeira camada era rica em M.O. Os índices Mg variaram de muito baixo (0,1) a

bom (1,2), a classificação de bom ocorreu no P1 RLd horizonte A (1,2cmolc/dm³) e no P3 – CXd horizonte Ap (1cmolc/dm³).

A saturação de bases é um excelente indicativo das condições gerais de fertilidade do solo, sendo utilizada até como complemento na nomenclatura dos solos, podendo defini-los como eutróficos (férteis) = V% ≥ 50% e distróficos (pouco férteis) = V% < 50% (RONQUIM, 2010). Os valores, de acordo com o proposto por Ribeiro, Guimarães e Alvarez (1999), variaram de muito bom (86%) a muito baixo (9%). O P1 (RLd) apresentou V% classificados como muito bom e bom, o PVA classificação baixa e média, o P5 (LVAd) muito baixa a média e o RY baixo a bom.

Vale ressaltar, ainda, que o Cambissolo (P3 - CXd), foi o que mais expressou valores baixos de V% ao longo de seu perfil indicando baixa fertilidade. Por estar localizado em relevo ondulado, essa característica limita seu uso agrícola devido a fatores de mecanização e alta suscetibilidade aos processos erosivos (EMBRAPA, 2018).

A saturação por alumínio, demonstrou predomínio baixo (0%) na maioria dos perfis. Em relação aos valores de CTC, observa-se que foram maiores nos horizontes superficiais em torno de 1,76 a 9,87cmolc/dm³, considerados muito baixo a bom, mas esse valor mais alto (bom), ocorreu em apenas um ponto no horizonte Ap do Argissolo (PVAd). Os demais mostraram baixa capacidade de troca, isso é relacionado com os baixos valores de Al⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ e K⁺.

4.7. Capacidade de uso da terra

Os grupos de aptidão identificados foram classificados nos grupos 3, 4 e 6, sendo estes, terras com aptidão regular e restritas para lavouras de ciclo curtos e/ou longas; terras com aptidão regular para pastagem plantada e terras sem aptidão para uso agrícola, respectivamente. Os resultados obtidos estão sistematizados no (Quadro 3), a sequir.

Quadro 3 - Avaliação da aptidão das terras correspondentes aos perfis de solo da bacia do córrego Piraputanga

Perfil	Grau de limitação (1)															Aptidão agríco	ola	Tipos de	Uso atual	
		ficiênci		Defi	iciênci	ia de	Ex	cesso	de	Susc	eptibili			edime					utilização	
	1	fertilida	de		água			água			erosão à n		à mecanização		Grupo	Subgrupo	Classe	indicado		
	Α	В	С	Α	В	С	Α	В	С	Α	В	С	Α	В	С					
P1 - RLd	N/L	N/L	N/L	N/L	N/L	N/L	N	N	N	F	F	F	F	F	F	6	6	Sem aptidão agrícola	Preservação da flora e fauna	Vegetação nativa – cerrado
P2 - PVAd	L/M	L <u>2</u>	L <u>2</u>	N/L	N/L	N/L	N	N	N	М	L/M <u>1</u>	L/M <u>2</u>	N	N	N	4	p	Regular	Terras com aptidão regular para pastagem plantada	Pastagem
P3 - CXd	M/F	L/M2	L/M2	L	L	L	N	N	N	F	M <u>1</u>	M <u>1</u>	М	М	М	3	(abc)	Restrita	Terras com aptidão restrita para lavouras de ciclo curto e/ou longo nos níveis de manejo A, B e C	Pastagem
P5 - LVAd	М	М	L/M <u>2</u>	L	L	L	Z	Z	Z	L	L	L	L	N	Z	3	(ab)c	Restrita	Terras com aptidão restrita para lavouras de ciclo curto e/ou longo nos níveis A, B e regular no C	Cascalheira e pastagem
P6 - RQo	F	M/F	L/M2	М	N/L	N/L	N	N	Ν	F	L	L	N	N	N	3	(abc)	Restrita	Terras com aptidão restrita para lavouras de ciclo curto e/ou longo nos níveis A, B e C	Pastagem

Legenda: (1) Grau de limitação: N – nulo; L – ligeiro; M – moderado; F – forte; MF – muito forte; / - intermediário. Fonte: Organizado por Carolina da Costa Tavares (2019).

A seguir é apresentada a descrição das aptidões dos solos:

PERFIL 1: RLd.

- ✓ Classificação: Neossolo Litólico Distrófico.
- ✓ Aptidão agrícola: 6fem terras sem aptidão agrícola, destinadas à preservação de flora e fauna.
- ✓ Principais limitações:
- ✓ Deficiência de fertilidade (f): textura com predomínio de areia fina e silte, baixa CTC, baixos valores de P, K, Ca, Mg, o maior valor de P (fertilidade muito boa) encontrada apenas no primeiro horizonte (A 0-30cm).
- ✓ Susceptibilidade a erosão (e): relevo com declividade acentuada, com alta erodibilidade.
- ✓ Impedimentos à mecanização: apresentam-se solos pouco profundos, rochosos e com muita pedregosidade.
- ✓ Considerações: apresenta muitas limitações físicas, principalmente em relação à pedregosidade e alta declive. O uso de maquinários eleva o risco de erosão, sendo indicados para preservação da flora e fauna.

PERFIL 2: PVAd

- ✓ Classificação: Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico
- ✓ Aptidão agrícola: 3fe terras com aptidão regular para pastagem plantada
- ✓ Principais limitações:
- ✓ Deficiência de fertilidade (f): baixos teores de P, K, Ca, Mg, CTC e V.
- ✓ Susceptibilidade a erosão (e): textura franco-arenosa, área propensa à erosão.

PERFIL 3: CXd

- ✓ Classificação: Cambissolo Háplico Distrófico
- ✓ **Aptidão agrícola**: 3fem terras com aptidão restrita para lavouras de ciclo curto e/ou longo nos níveis de manejo A, B e C.
- ✓ Principais limitações:
- ✓ Deficiência de fertilidade (f): baixos teores de K, Ca, Mg, S e V. Altos teores de saturação de alumínio (m%) variando de 4 a 85%.
- ✓ Susceptibilidade a erosão (e): relevo ondulado com ligeira pedregosidade, com moderada erosão laminar.

✓ Impedimentos à mecanização (m): textura franco-arenosa, com rochosidade e ligeira pedregosidade.

PERFIL 5: LVAd

- ✓ Classificação: Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico Petroplíntico
- ✓ Aptidão agrícola: 3 terras com aptidão restrita para lavouras de ciclo curto e/ou longo nos níveis A, B e regular no C.
- ✓ Principais limitações:
- ✓ Deficiência de fertilidade (f): baixa fertilidade natural, predomínio de sedimentos de granulometria arenosa.

PERFIL 6: RQo

- ✓ Classificação: Neossolo Quartzarênico Órtico
- ✓ Aptidão agrícola: 3fwem terras com aptidão restrita para lavouras de ciclo curto e/ou longo nos níveis A, B e C.
- ✓ Principais limitações:
- ✓ Deficiência de fertilidade (f): textura arenosa, baixíssimos valores de K, Ca, Mg, S e CTC.
- ✓ Deficiência de água (w): apto para pequenas produções desde que haja irrigação.
- ✓ Susceptibilidade a erosão (e): apesar de possuir relevo plano, a textura arenosa favorece processos erosivos.
- ✓ Impedimentos à mecanização (m): textura arenosa.

O Neossolo Litólico Distrófico (RLd), apresentou deficiência de fertilidade e deficiência de água nula a ligeira nos três níveis tecnológicos. Não apresentou excesso de água, sendo ainda, bem drenado. Por estar localizado em área de meia vertente (encosta), possui forte suscetibilidade à erosão, e, por ser muito pedregoso, forte impedimento mecânico, sendo considerado sem aptidão agrícola, indicando-se a conservação de sua fauna e flora.

O Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico (PVAd), possui ligeira a moderada deficiência de fertilidade no nível tecnológico A, enquanto que nos níveis B e C, ligeira, sendo necessárias práticas de adubação e correção. A deficiência de água é nula a ligeira (A, B e C) e o excesso de água e impedimentos mecânicos são nulos

nos três níveis. O solo demonstra ligeira a moderada suscetibilidade à erosão, podendo ser evitada ou controlada apenas nos níveis B e C devido às práticas de manejo. Possuem aptidão regular, sendo indicados para pastagem plantada.

O Cambissolo Háplico Distrófico (CXd), apresenta deficiência de fertilidade moderada a forte no nível A, enquanto que nos níveis B e C, de ligeira a moderada. Por serem terras com fertilidade naturalmente baixas, estas "exigem quantidades maiores de fertilizantes e corretivos, bem como alto nível tecnológico" (RAMALHO-FILHO; BEEK, 1995).

A deficiência de água é considerada ligeira nos três níveis e se mostra bem drenada. A suscetibilidade à erosão é moderada (níveis B e C) e forte (nível A). O impedimento à mecanização é considerado moderado. A aptidão é restrita, o tipo de utilização indicado é para o plantio de lavouras de curto a longo ciclo, sendo necessário, ainda, o emprego de técnicas de manejo nos três níveis.

O Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico Petroplíntico (LVAd), possui deficiência de fertilidade moderada nos níveis A e B, e ligeira a moderada no nível C. A deficiência de água é ligeira, é um solo bem drenado não apresentando excesso de água. A suscetibilidade à erosão é ligeira e, demonstra ligeiro impedimento mecânico no nível A, enquanto que nos níveis B e C são nulos. A aptidão é restrita nos níveis A e B, e regular no C, sendo indicadas para uso de lavouras de ciclo curto ou longo.

A deficiência de fertilidade do Neossolo Quartzarênico Órtico (RQo), é forte no nível A, moderada a forte no nível B e, ligeira a moderada no nível C. A deficiência de água no nível A é moderada, enquanto que nos níveis B e C são nulas a ligeiras. O solo apresenta-se bem drenado, sendo o excesso de água nulo.

Por ser um solo muito arenoso, a suscetibilidade à erosão no nível A é forte, nos níveis B e C são ligeiras. Apesar de ter demonstrado impedimento nulo a mecanização, isto só ocorre, devido ao manejo correto do solo. Trata-se de terras com uso restrito em todos os níveis, sendo uma área indicada para lavouras de ciclo curto ou longo, desde que possuísse um sistema de irrigação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve como foco, a análise sistêmica dos condicionantes ambientais, qualidade de água, características do solo e classificação da capacidade de uso da terra na bacia do Córrego Piraputanga. Sendo assim, a caracterização ambiental e os tipos de usos contribuíram para o conhecimento do comportamento natural e antrópico. As análises de água permitiram a avaliação qualitativa destas; e, através da caracterização dos solos, permitiu-se o conhecimento e a identificação pedológica. Por fim, a partir da classificação de capacidade, foi possível indicar atividades (tipos de usos) que consideram as limitações na bacia. As principais mudanças que têm ocorrido na bacia demonstraram ser de origem antrópica, como por exemplo, desvios de canais, construção de represas e tanques, crescimento de áreas de pastagem.

Observou-se que as águas da bacia estão com qualidade, considerada boa, com exceção da seção 2, (pH, MO, turbidez e sólidos totais). Alguns fatores que podem ter contribuído com o resultado dessa avaliação, são: o solo dessa seção (P2 – PVAd, Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico), que é ligeiramente ácido e possui quantidade moderada de MO e o acesso do gado que é dessedentado no canal e acaba contribuindo com sedimentos. Mesmo que as águas possuam qualidade, as atividades como represamento e pisciculturas podem alterá-las futura e/ou rapidamente.

O cálculo de IQA demonstrou-se ser uma expressiva ferramenta para avaliar qualitativamente as águas, porém, não deve ser o único mecanismo de análise para verificar tais características, pois não utiliza alguns parâmetros.

Apesar de o estudo analisar algumas variáveis de água e ter levado em consideração a sazonalidade, observou-se a necessidade de mais monitoramentos. Em relação aos períodos analisados, não se detectou extrapolações nos padrões de potabilidade e de contato recreativo, mas deve-se levar em consideração, também, que se trata de um sistema aberto, que pode e está sujeito a mudanças, sejam essas mudanças naturais e/ou antrópicas.

A pesquisa contribui, também, com o conhecimento dos solos, pois nota-se uma carência desse tipo de estudo, em específico, na bacia. Em relação aos aspectos pedológicos da bacia, os solos demonstraram acidez fraca à mediana, com presença moderada de MO. São solos que possuem baixa fertilidade, sendo

necessária a correção do solo, e com predomínio de granulometria de areia fina e silte, fator que sem o manejo adequado, contribui para a ocorrência do processo de erosão.

Considerando os estudos de solos já realizados na bacia, ressalta-se a importância do nível de escala adotado para mapas e o trabalho de campo. Nesta pesquisa, obteve-se o registro de dois solos não registrados, sendo o Cambissolo, associado ao Argissolo Vermelho-Amarelo, localizado em um relevo ondulado (8 a 20%) e o Neossolo Quartzarênico, associado ao Neossolo Flúvico, localizado em área de baixada.

Em relação à classe de capacidade de uso da terra, observou-se que as limitações nos perfis de solos possuíram deficiência de fertilidade, devido a baixos teores de P, K, Ca, Mg, S, CTC e V%, susceptibilidade à erosão, decorrente principalmente pelo predomínio de textura arenosa e características do relevo, e impedimento à mecanização, seja por textura, seja por pedregosidade.

A principal atividade econômica desenvolvida na bacia é a pecuária, e, associando a essa característica com os solos propensos a processos erosivos, podem ocorrer o comprometimento, tanto dos solos, quanto dos cursos d'água; o crescimento de represas e tanques, os quais, além de modificar, influenciam também, a paisagem e, com a falta manejo, impactam também esses elementos, fazendo-se relevante a adoção de práticas que visem à conservação e/ou minimizem as degradações.

Os dados obtidos no estudo fornecem informações sobre a bacia do Córrego Piraputanga, e relacionando todos os resultados, esta pesquisa contribui para a definição da capacidade de uso da terra e ações de conservação do solo e da água, assim como, para o conhecimento científico, servindo como subsídio para planejamento e base para pesquisas futuras e para políticas públicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA. Agência Nacional das Águas. **Portal da Qualidade das Águas**. Disponível em: http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas. Acesso em: 20 fev. 2019

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.

ALBUQUERQUE, A. R. C. Bacia hidrográfica: unidade de planejamento ambiental. **Revista Geonorte**, Edição Especial, v.4, n.4, p.201 – 209, 2012.

ALMEIDA, F. F. M. Geologia do Centro-Oeste Mato-grossense. **Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia**. DNPM, 1964.

ALCÂNTARA, A. J. O. Composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos e caracterização química do solo da área de disposição final do município de Cáceres-MT. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais), Universidade do Estado de Mato Grosso (Unemat), Cáceres, 2010.

ANDRADE, L. N. P. S.; LEANDRO, G. R. S.; SOUZA, C. A. Geoformas deposicionais e sedimentos de fundo na foz da baia Salobra confluência com o rio Paraguai, Pantanal de Cáceres - Mato Grosso. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 6, n. 2, p. 253-270, 2013.

ANDRADE, L. N. P. S.; SOUZA, C. A.; BINDANDI, N. M.; BINDANDI, S. C. Processos deposicionais na foz da baia Salobra confluência com o rio Paraguai em Cáceres – MT. *In:* SOUZA, C. A (org.). **Bacia hidrográfica do rio Paraguai-MT**: dinâmica das águas, uso e ocupação e degradação ambiental. São Carlos: Editora Cubo, 2012. 212 p.

ANTROP, M. Geography and landscape science. **Revue Belge de Géographie**. Bélgica. Ed. Esp. p. 9-36. 2000. Disponível em:http://belgeo.revues.org/13975. Acesso em: 01 jun. 2018.

ANTUNES, J. V. M.; CARMINATE, B.; BONOMO, R.; OLIVEIRA, M. A. Monitoramento da qualidade biológica da água do rio Cricaré para utilização na irrigação de hortaliças. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 8, n. 15, 2012.

ATTANASIO, C. M. **Planos de manejo integrado de microbacias hidrográficas com uso agrícola**: uma abordagem hidrológica na busca da sustentabilidade. Tese (Doutorado em Recursos Florestais), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (USP), Piracicaba, 2004.

AVELAR, A. S.; COELHO-NETTO, A. L. Fraturas e desenvolvimento de unidades geomorfológicas côncavas no médio vale do Rio Paraíba do Sul. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 22, n. 2, p. 222-227, 1992.

American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA), Water Environment Federation (WEF). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater** (23 Ed.), APHA, AWWA, WEF, United States, 2017.

BARBOZA, E.; MOLINE, E. F. V.; SCHLINDWEIN, J. A.; FARIAS, E. A. P.; BRASILINO, M. F. Fertilidade de solos em Rondônia. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n. 13, p. 586-594, 2011.

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

BATISTA, M. A.; PAIVA, D. W.; MARCOLINO, A. (org.). Solos para todos: perguntas e respostas. Rio de Janeiro: **Embrapa Solos**, p. 87, 2014. (Embrapa Solos. Documentos, 169).

BERTOLO, R. A. Reflexões sobre a classificação e as características químicas da água mineral envasada do Brasil. *In:* **XIV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas**, Curitiba, Atas, CD, 2006. 18 p.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global. Esboço metodológico. **Raega**, n. 8, 2004.

BLUMBERG, E.; AZEVEDO-NETTO, J. M. Alcalinidade e dureza das águas naturais: processos de redução da dureza. **Revista do Departamento de Águas e Esgotos**, n. 28, 1956.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L; MIERZWA, J. C.; BARROS, M. T. L.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI.; JULIANO, N.; EIGER, S. Introdução à engenharia ambiental. 2ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BRANDÃO, C. J.; BOTELHO, M. J. C.; SATO, M. I. Z.; LAMPARELLI, M. C. (org.). **Guia nacional de coleta e preservação de amostras**: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. São Paulo: CETESB, 2011.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. **Levantamentos dos recursos naturais**. Projeto RADAMBRASIL. Folha SD, 21. Cuiabá: Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1982. 544 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Inspeção** sanitária em abastecimento de água. Brasília: Ministério da Saúde, 2007.

- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. **Águas subterrâneas**: um recurso a ser conhecido e protegido. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2007.
- BRASIL. Agência Nacional de Águas. **Panorama da qualidade das águas superficiais do Brasil**. Brasília: ANA, 2012.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS**. Brasília: Funasa, 2014.
- BRASIL. **Resolução n. 004/1995**. Dispõe sobre as Áreas de Segurança Portuária ASAs. Diário Oficial da União de 9 de outubro de 1995. Brasília: DOU, 1995.
- BRASIL. **Resolução n. 274/2000**. Dispõe sobre os parâmetros de qualidade da água para balneabilidade e dá outras providências. Diário Oficial da União de 28 de novembro de 2000. Brasília: DOU, 2000.
- BRASIL. **Resolução n. 357/2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da União de 18 de março de 2005. Brasília: DOU, 2005.
- BRASIL. **Resolução n. 430/2011**. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução n. 357/2005, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). Diário Oficial da União n. 92 de 16 de maio de 2011. Brasília, DOU, 2011.
- BRASIL. **Portaria de Consolidação n. 005/2017**. Dispõe sobre a consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Diário Oficial da União de 28 de setembro de 2017. Brasília: DOU, 2017.
- BRASIL. **Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Brasília: Casa Civil, 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm. Acesso em: 15 set. 2019.
- BÜHLER, B. F. Qualidade da água e aspectos sedimentares da bacia hidrográfica do rio Paraguai no trecho situado entre a baía do late e a região do Sadao, município de Cáceres (MT), sob os enfoques quantitativos e perceptivos. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Cáceres, MT, 2011.
- 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, 2016.
- CALDERANO-FILHO, B. ANDRADE, A. G.; POLIVANOV, H.; GUERRA, A. J. T.; RAMALHO-FILHO, A. Diagnóstico geoambiental da área do entorno do

- reservatório da usina hidrelétrica de tombos, para fins de recuperação de áreas degradadas. **Caminhos de Geografia**. v. 10, n. 30, p. 118-134. 2009.
- CAMARGO, L. (org.). **Atlas de Mato Grosso:** Abordagem socioeconômica-ecológica. Cuiabá: Entrelinhas, p. 100, 2011.
- CAMPOS, M. C. C.; CARDOZO, N.; MARQUES-JÚNIOR, J. Modelos de Paisagem e sua Utilização em Levantamentos Pedológicos. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 6, n. 1, p. 104-114, 2006.
- CAMPOS, S.; NARDINI, R. C.; BARROS, Z. X.; CARDOSO, L. G. Sistema de informações geográficas aplicado à espacialização da capacidade de uso da terra. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 40, n. 2, p. 174-179, 2010.
- CAMPOS, K. B. G. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos de quatro córregos na região de Caarapó-MS. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental), Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados, 2011.
- CAMPOS, M. C. C. Relações solo-paisagem: conceitos, evolução e aplicações. **Ambiência**, v. 8, n. 3, p. 963-982, 2012.
- CARAMINAN, L. M.; LOVATTO, N. V. Caracterização de concreções ferruginosas do norte e noroeste do estado do Paraná-BR. **26º Encontro Anual de Iniciação Cientifica e 6º Encontro Anual de Iniciação Cientifica Junior**, Maringá, 2017.
- CARDOSO, C. L.; MELO, S. L.; MELO, E. S. Contribuição para estudo dos aspectos cársticos da província serrana de Cáceres-MT: estudo de caso da Gruta do Sobradinho. *In:* RASTEIRO, M. A.; MORATO, L. (orgs.) Congresso Brasileiro de Espeleologia, 32, 2013. Barreiras. **Anais**... Campinas: SBE, 2013. p. 253-260. Disponível em: http://www.cavernas.org.br/anais32cbe/32cbe_253-260.pdf. Acesso em: 20 jul. 2019.
- CASTRO, L. I. S.; CAMPOS, S.; ZIMBACK, C. R. L. SIG–SPRING aplicado na determinação da capacidade de uso das terras da microbacia do Ribeirão Pouso Alegre-Jaú (SP). **Irriga**, v. 15, n. 3, 2010, p. 268.
- CAVALCANTI, L. C. de S. **Da descrição de áreas à teoria dos geossistemas**: uma abordagem epistemológica sobre sínteses naturalistas. Recife, 2013.
- CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo. Série Relatórios. **Apêndice A Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das Águas e dos Sedimentos e Metodologias Analíticas e de Amostragem**. São Paulo: CETESB, 2009.
- CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo. Série Relatórios. **Apêndice E Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das Águas e dos**

Sedimentos e Metodologias Analíticas e de Amostragem. São Paulo: CETESB, 2016.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Determinação de Clorofila a e Feofitina-a**: método espectrofotométrico. São Paulo: CETESB, 2014.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2017**. São Paulo: CETESB, 2018.

CONTE, V. D.; COLOMBO, M.; ZANROSSO, A. V.; SALVADOR, M. Qualidade microbiológica de águas tratadas e não tratadas na região Nordeste do Rio Grande do Sul. **Infarma**, v.16, n. 11-12, 2004.

COSTA, F. R.; ROCHA, M. M. Geografia: conceitos e paradigmas-apontamentos preliminares. **Revista de Geografia, Meio Ambiente e Ensino**, v. 1, n. 2, 2010.

CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. Degradação Ambiental. *In:* CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. Capítulo 7, 2004.

CRESTANA, S.; MINOTI, R. T.; NEVES, F. F. Modelagem e simulação aplicadas à avaliação dos impactos da perda de solo e dos dejetos de suínos na qualidade da água de microbacias: uma nova abordagem voltada ao planejamento ambiental de microbacias hidrográficas. *In:* GOMES, M. A. F.; PESSOA, M. C. P. Y. **Planejamento ambiental do espaço rural com ênfase para microbacias hidrográficas**: Manejo de recursos hídricos, ferramentas computacionais e educação ambiental. Editores técnicos. Embrapa Informação Tecnológica, 2010.

DURÃO, A. M. Aspectos da Morfologia Cárstica e Geospeleologia da Formação da Formação Araras, no setor centro-sul da Província Serrana-MT. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Rio Claro, 1999.

DURÃO, A. M.; DURÃO, C. V. M. Levantamento bioespeleológico preliminar de cavidades naturais do município de Cáceres-MT. *In:* RASTEIRO, M. A.; PEREIRA-FILHO, M. (orgs.) Congresso Brasileiro de Espeleologia, 24, 1997. Ouro Preto. **Anais**... Campinas: SBE, 2017. p. 25-33. Disponível em: http://www.cavernas.org.br/anais24cbe/24cbe_025-033.pdf. Acesso em: 15 ago. 2019.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de solos. **Procedimentos normativos de levantamentos pedológicos**. Brasília: EMBRAPA-SPI. 101 p. 1995.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. – 3. ed. rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2017.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. SANTOS, H. G. (org.). 5. ed., rev. e ampl., Brasília: EMBRAPA, p. 531, 2018.

- ESPÍNDOLA, E. L. G.; FARIA, O. B.; LEITE, M. A. Reservatório de Salto Grande: uma característica geral do sistema. *In:* ESPÍNDOLA, E. L. G.; LEITE, M. A.; DORNFELD, C. B. (orgs.). **Reservatório de Salto Grande (Americana, SP)**: caracterização, impactos e proposta de manejo. São Carlos: RiMa, 2004.
- ESRI. Environmental Systems Research Institute. **ArcGIS® Tutorials**. [S. I], 2012. Disponível em: http://www.esri.com/software/arcgis/index.html. Acesso em: 10 ago. 2019.
- ESTEVES, F. de A. **Fundamentos de Limnologia**. 2. ed., Rio de Janeiro: Interciência, 1998.
- FEITOSA, T. M.; SILVA, J. S.; SABIÁ, R. J. Processo de alcalinização da água pelo calcário laminado: um estudo de caso. **Revista Ciência e Tecnologia**, Campinas, v. 20, n. 36, p. 61-66, 2017.
- FIORUCCI, A. R.; BENEDETTI-FILHO, E. A importância do oxigênio dissolvido em ecossistemas aquáticos. **Química e Sociedade**, n. 22, p. 10-16, 2005.
- FUJIHARA, A. K. **Predição de erosão e capacidade de uso do solo numa microbacia do oeste paulista com suporte de geoprocessamento.** Dissertação (Mestrado em Ciências), Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz, Universidade de São Paulo (USP), Piracicaba, 2002.
- FUKUZAWA, C. M. Influência da litologia nas águas e sedimentos do Rio Piranga formador do Rio Doce, Ouro Preto, MG. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental), Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Minas Gerais, 2008.
- GIBOSHI, M. L. **Desenvolvimento de um sistema especialista para determinar a capacidade de uso da terra**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Campinas: [s.n.], 1999.
- GIBOSHI, M. L.; RODRIGUES, L. H. A.; LOMBARDI-NETO, F. Sistema de suporte à decisão para recomendação de uso e manejo da terra. **Rev. bras. eng. agríc. ambient**., v. 10, n. 4, Campina Grande, 2006.
- GIUDICE, S. L; MENDES, J. A. R. Ações antrópicas e seus impactos nos cursos de água. *In:* TELLES, D. D'A. (org.). **Ciclo ambiental da água:** da chuva à gestão. São Paulo: Blucher, 2013.
- GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (org.). **Geomorfologia e meio ambiente**. 7. ed., Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.
- GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. dos S. **Geomorfologia Ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Pedologia**. 2. ed., Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2007.

- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Uso da Terra**. 3. ed., Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2013.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cáceres, Mato Grosso MT:** Histórico. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em:< http://cidades.ibge.gov.br/painel/historico.php.pdf>. Acesso em: 25 de agost. 2019.
- JACOMINE, P. K. T. A nova classificação brasileira de solos. *In:* **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, v. 5, p. 161-179, 2008.
- JAKOB, A. A. E., YOUNG, A. F. O uso de métodos de interpolação espacial de dados nas análises sociodemográficas. In: XV Encontro Nacional de Estudos Populacionais, ABEP. **Anais...**, p. 1-22, 2006. Disponível em: http://www.nepo.unicamp.br/vulnerabilidade/admin/uploads/producoes/M%C3%A9to dosInterpola%C3%A7%C3%A3o.PDF. Acesso em: 15 fev. 2019.
- KLEIN, C.; AGNE, S. A. A. Fósforo: de nutriente à poluente! **Rev. Elet. em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 8, n. 8, p. 1713-1721, 2012.
- LEAL, R. E., MEDEIROS, L. T. B., QUEIROZ, J. D. A. S., BRITO, G. L., COIADO, L. L. Utilização das extensões Taudem e Archydro: um estudo comparativo aplicado à delimitação automática de bacias hidrográficas no Estado do Pará. **SEAF Revista do Seminário Estadual de Águas e Florestas**, p. 204-218. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade. Seminário Estadual de Águas e Florestas Belém, v. 1, n. 1, p. 229, 2017.
- LEONARDO, H. C. L. Indicadores de qualidade de solo e água para a avaliação do uso sustentável da microbacia hidrográfica do rio Passo Cue, região oeste do estado do Paraná. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais), Universidade de São Paulo (USP), Piracicaba, 2003.
- LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. 2. ed., São Paulo: Oficina de Textos, 2010.
- LEPSCH, I. F.; ESPINDOLA, C. R.; VISCHI-FILHO, O. J.; HERNANI, L. C.; SIQUEIRA, D. S. Manual para levantamento utilitário e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. Viçosa: SBCS, 2015. 170 p.
- LIBÂNEO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 3 Ed. Campinas-SP: Editora Átomo, 2010.
- LIMA, R. G.; CAVALCANTE, P. R. S.; MELO, O. T.; MELLO, W. Z. Concentrações de amônio na água da chuva e estimativa de emissão de amônia de rebanhos domésticos de Pinheiro e Viana, baixada maranhense. **Quim. Nova**, v. 32, n. 9, p. 2273-2276, 2009.
- MAXIMIANO, L. A. Considerações sobre o conceito de paisagem. **Raega**, n. 8, p. 83-91, 2004.

- MENDONÇA, F. Diagnóstico e análise ambiental de microbacia hidrográfica: proposição metodológica na perspectiva do zoneamento, planejamento e gestão ambiental. **Raega**, n. 3, 1999.
- MENDONÇA, F. P. C. Influência da mineração na geoquímica das águas superficiais e nos sedimentos no alto curso da bacia do ribeirão Mata Porcos, Quadrilátero Ferrífero Minas Gerais. Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais), Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), 2012.
- MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agroecologia e desenvolvimento rural sustentável**, v. 3, n. 4, p. 33-38, 2002.
- MIGLIORINI, B. R.; SANT'ANA BARROS, M.; APOETIA, L. F. M.; SILVA, J. J. F. Diagnostico preliminar das principais províncias hidrogeológicas do estado de Mato Grosso: uma proposta de mapa hidrogeológico de reconhecimento. *In:* FERNANDES, C. J.; VIANA, R. R. (org.). **Recursos hídricos de Mato Grosso**. Coletânea geológica de Mato Grosso. Cuiabá: EdUFMT, 2006.
- NAKASHIMA, M. R.; ALVES, G. B.; BARREIROS, A. M.; QUEIROZ-NETO, J. P. Dos solos à paisagem: uma discussão teórico-metodológica. **Revista da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Geografia (Anpege)**, v. 13, n. 20, p. 30-52, 2017.
- NASCIMENTO, S. A. de M.; ALVES, J. E. Estudo hidrogeoquímico comparativo entre os aquíferos Barreiras, Marizal e São Sebastião na região do Recôncavo Norte, estado da Bahia. **Cadernos de Geociências**, v. 11, n. 1-2, nov., 2014.
- NEVES, L. F. S.; CASARIN, R.; NEVES, S. M. A. S.; NEVES, R. J.; COCHEV, J. S. Estudos geoturísticos da dolina Água Milagrosa, pousada São Silvestre, balneário Ponta do Morro e cachoeira da Piraputanga, município de Cáceres, MT, Brasil. **Anais 3º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal**, Cáceres, MT, Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p. 973-983, 2010.
- NEVES, S. M. A. S.; NEVES, R. J.; PAIVA, S. L. P.; FREITAS, L. E.; KREITLOW, J. P.; MUNIZ, C. C. Análise, subsiada nas geotecnologias, dos compartimentos morfopedológicos da bacia hidrográfica do rio Piraputanga/MT, Brasil. **Revista Geonorte**, Edição Especial 4, v. 10, n. 1, p. 167-172, 2014.
- NEVES, V. S.; SOUZA, C. A. Caracterização morfológica e sedimentológica do rio Paraguai, no segmento entre a foz do córrego Jacobina a foz da baía dos Pestiados, Cáceres-MT. **Revista Geonorte**, Edição Especial 4, v. 10, n. 1, p. 212-216, 2014.
- OLIVEIRA, J. D. Bacia hidrográfica do Rio Branco, afluente da margem esquerda do Rio Cabaçal-MT: morfopedologia, uso e ocupação da terra e sedimentação. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais), Universidade do Estado de Mato Grosso (Unemat), Cáceres, 2017.

- PALMIERI, F.; LARACH, J. O. I. Pedologia e Geomorfologia. *In:* GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia e meio ambiente**. 7. ed., Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.
- PARANHOS-FILHO, A. C.; MIOTO, C. L.; MACHADO, R.; GONÇALVES, F. V; RIBEIRO, V. O.; GRIGIO, A. M.; SILVA, N. M. Controle Estrutural da Hidrografia do Pantanal, Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências**, UFRJ, v. 40, p. 156-170, 2017.
- PCBAP. Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai. **Projeto Pantanal**. Programa Nacional do Meio Ambiente, Brasília: PNMA, 1997.
- PEREIRA, P. C. G.; SILVEIRA, A. P. P. Qualidade da água: propriedades, exames, indicadores, transmissão de doenças e potabilidade. *In:* Telles, D. D'A. (org.). **Ciclo ambienta da água**: da chuva a gestão. São Paulo: Blucher, 2013.
- PIASENTIN, A. M.; SEMENSATTO-JÚNIOR, D. L.; SAAD, A. R.; MONTEIRO-JUNIOR, A. J.; RACZKA, M. F. Índice de Qualidade da Água (IQA) do Reservatório Tanque Grande, Guarulhos (SP): Análise sazonal e efeitos do uso e ocupação do solo. **Revista Geociências**, São Paulo, UNESP, v. 28, n. 3, p. 305-317, 2009.
- PIVELLI, R. P.; CAMPOS, F. poluição das águas por efluentes urbanos, industriais e agrícolas. *In:* TELLES, D. D'A. (org.). **Ciclo ambienta da água**: da chuva a gestão. São Paulo: Blucher, 2013.
- POPP, J. H. **Geologia geral**. 5. ed., Rio de Janeiro: LTC, 1998.
- POPP, J. H. **Geologia geral**. 6. ed., Rio de Janeiro: LTC, 2010.
- RAMALHO-FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3. ed., Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1995.
- RAMÍREZ-VELÁZQUEZ, B. R.; LEVI, L. L. **Espacio, paisaje, región, territorio y lugar**: la diversidad en el pensamiento contemporâneo. Universidad Nacional Autónoma de México: Instituto de Geografía, 2015.
- RAMOS, A. W. P.; LUZ, C. C. S.; NEVES, S. M. A. S.; FREITAS, L. E.; NEVES, L. F. S. Análise da capacidade e conflito de uso da terra na bacia hidrográfica do Córrego da Piraputanga-MT, Brasil. Caderno de Geografia, v. 28, n. 55, 2018.
- RAMPIM, L.; TAVARES-FILHO, J.; BEHLAU, F.; ROMANO, D. Determinação da capacidade de uso do solo visando o manejo sustentável para uma média propriedade em Londrina-PR. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 2, 2012.
- RAPP PY-DANIEL, L. Capítulo 3: Caracterização da área amostrada. p. 35-42. *In:* RAPP PY-DANIEL, L.; DEUS, C. P.; HENRIQUES, A. L.; PIMPÃO, D. M.; RIBEIRO, O. M. (org.). **Biodiversidade do Médio Madeira**: bases científicas para propostas de conservação. Manaus: INPA. p. 244, 2007.

- RAYMUNDI, V. M. O. **Processo de urbanização**: interferência do uso e ocupação na morfologia do Canal do Junco Cáceres-MT. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade do Estado de Mato Grosso (Unemat), Cáceres, 2017.
- REETZ, H. F. Fertilizantes e o seu uso eficiente. São Paulo: ANDA, 2017.
- REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. **Propriedades físicas do solo.** Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.
- RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V. V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**: 5ª aproximação. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 180 p.
- RODRIGUES, J. B. T.; ZIMBACK, C. R. L.; PIROLI, E. L. Utilização de sistema de informação geográfica na avaliação do uso da terra em Botucatu (SP). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, n. 3, 2001.
- RONQUIM, C. C. Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010.
- ROSS, J. L. S.; SANTOS, L. M. Geomorfologia. *In:* BRASIL. Ministério das Minas e Energia: Secretaria Geral. **Levantamentos dos Recursos Naturais**. Projeto RADAMBRASIL. Folha SD, 21. Cuiabá: Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1982. p. 193-256.
- SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Norma Técnica Interna SABESP NTS 004**: DQO Demanda Química de Oxigênio. São Paulo: SABESP, 1997.
- SACRAMENTO, M. F.; REGO, M. J. M. A bacia de drenagem enquanto unidade integradora nos estudos geoambientais. *In:* **VI Simpósio Nacional de Geomorfologia**. Regional Conference on Geomorphologia, 2006.
- SANTANA, D. P. **Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003.
- SANT'ANA, A. S.; SILVA, S. C. F. L.; FARANI, I. O. Jr.; AMARAL, C. H. R.; MACEDO, V. F. Qualidade microbiológica de águas minerais. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 23, 2003.
- SANTOS, H. G.; JACOMINI, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO-FILHO, J.C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed., rev. e ampl. Brasília: Embrapa, 2018.
- SANTOS, H. G.; JACOMINI, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 4. ed., Brasília: Embrapa, 2014.

- SANTOS, R. D.; LEMOS, R. S.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. Manual de descrição e coleta de solo no campo. 5. ed., **Revista e Ampliada Viçosa**, SBCS, 2005.
- SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. Manual de descrição e coleta de solos no campo. 7. ed., **Ver. e Ampl.** Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (SBCS), 2015. 103 p.
- SCHIER, R. A. Trajetórias do conceito de paisagem na geografia. **Raega O Espaço Geográfico em Análise**, Curitiba, v. 7, p. 79-85, 2003.
- SCHROEDER, D. **Solos:** Fatos e Conceitos. 4. ed. Berna: Copyright, 1984.
- SILVA, F. C.; EIRA, P. A.; BARRETO, W. O.; PÉREZ, D. V.; SILVA, C. A. **Análises químicas para avaliação da fertilidade do solo**. Rio de Jaeniro: Embrapa-CNPS, 1998. (Embrapa-CNPS. Documentos, 3).
- SILVA-JUNIOR, C. A.; BOECHAT, C. L.; CARVALHO, L. A. Atributos químicos do solo sob conversão de floresta amazônica para diferentes sistemas na região norte do Pará, Brasil. **Biosci. Journal**, v. 28, n. 4, p. 566-572, 2012.
- SILVA, R. C. A.; ARAÚJO, T. M. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 8, n.4, 2003.
- SILVA, M. A.; NEVES, R. J.; NEVES, S. M. A. S.; MENDES, M. F.; NEVES, L.F. S. Avaliação da infraestrutura dos empreendimentos rurais de Cáceres/MT, para fins turísticos. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer Goiânia, v.9, n.16, 2013.
- SOBRAL, L. F.; BARRETTO, M. C. V.; SILVA, A. J.; ANJOS, J. L. **Guia prático** para interpretação de resultados de análises de Solos. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015.
- SOCHAVA, V. B. El objeto de la Geografia física a la luz de la teoria sobre los geosistemas. **GEOgraphia**, v. 17, n. 33, p. 234-244, 2015.
- SOUSA, F. A.; LIMA, C. V. Capacidade de uso das terras como suporte ao planejamento ambiental na bacia hidrográfica do ribeirão Santo Antônio-Iporá-Go. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 27, n. 3, p. 91-101, 2007.
- SOUSA, J. B. **Tufos vulcânicos na bacia hidrográfica do Ribeirão Areado, Alto São Francisco (MG)**: caracterização pedológica e influência na qualidade das águas. Tese (Doutorado em Geografia), Universidade Federal Fluminense (UFF), Niterói, 2014.
- SOUZA, C. A. **Bacia hidrográfica do córrego Piraputanga/MT**: Avaliação da dinâmica atual. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, 1998.

- SOUZA, C. A. Dinâmica do Corredor fluvial do rio Paraguai entre a cidade de Cáceres e a Estação Ecológica da Ilha de Taiamã-MT. Tese (Doutorado em Geografia), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, 2004.
- SOUZA, K. K. D.; TRISTÃO, J. F. B.; ZACCHI, R. C.; FERREIRA, E. S.; CARVALHO, M. M. Análise do relevo formado pelo contato litológico entre a Serra de Santa Helena (Ardósia) e as Rochas Calcárias no Município de Sete Lagoas, Minas Gerais. **VII SINAGEO**, Belo Horizonte, 2008.
- 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, 2014.
- SOUZA, M. M.; GASTALDINI, M. C. C. Avaliação da qualidade da água em bacias hidrográficas com diferentes impactos antrópicos. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 19, n. 3, p. 263-274, 2014.
- SOUZA, J. R.; MORAES, M. E. B.; SONODA, S. L.; SANTOS, H. C. R. G. A Importância da Qualidade da Água e os seus Múltiplos Usos: Caso Rio Almada, Sul da Bahia, Brasil. **REDE Revista Eletrônica do Prodema**, v.8, n.1, p. 26-45, Fortaleza, Brasil, 2014.
- STEVAUX, J.; LATRUBESSE, E. M. **Geomorfologia fluvial**. São Paulo: Oficio de Textos, 2017.
- STREIT, N. M.; CANTERLE, L. P.; CANTO, M. W.; HECKTHEUER, L. H. H. As Clorofilas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 3, p. 748-755, 2005.
- SUERTEGARAY, D. M. Espaço geográfico uno e múltiplo. **Scripta Nova: revista electrónica de geografía y ciencias sociales**, 2001.
- TEIXEIRA, E. P. Água e saúde: doenças de veiculação hídrica de origem biológica. *In:* TELLES, D. D'A. (org.). **Ciclo ambiental da água**: da chuva à gestão. São Paulo: Blucher, 2013.
- TROPPMAIR, H.; GALINA, M. H. Geossistemas (Geosystems). **Mercator**, v. 5, n. 10, p. 79-90, 2006.
- TUCCI, C. E. M. (org.) **Hidrologia**: Ciência e Aplicação. Terceira Edição. ABRH. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Porto Alegre: Editora da Universidade, 2009.
- VALENTE, J. P. S.; PADILHA, P. M.; SILVA, A. M. M. Oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) como parâmetros de poluição no ribeirão Lavapés/Botucatu-SP. **Revista Eclética Química**, v. 22, 1997.
- VIDAL-TORRADO, P.; LEPSCH, I. F.; CASTRO, S. S. Conceitos e aplicações das relações pedologia-geomorfologia em regiões tropicais úmidas. *In:* VIDAL-TORRADO, P.; ALLEONI, L. R. F.; COOPER, M.; SILVA, A. P.; CARDOSO, E. J.

(org.). **Tópicos em ciências do solo**, v. 4, Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (SBCS), 2005, p. 145-192.

VIDAL-TORRADO, P.; LEPSCH, I. F.; CASTRO, S. S. Conceitos e aplicações das relações pedologia-geomorfologia em regiões tropicais úmidas. *In:* **Tópicos em ciência do solo,** v. 1, Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (SBCS), 2000.

APÊNDICES

DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL: 01

NÚMERO DE CAMPO: 01

DATA: 26.06.19.

CLASSIFICAÇÃO: Neossolo Litólico Distrófico

UNIDADE DE MAPEAMENTO: RLd

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS: Segunda entrada a direita da MT – 343, entre o Sítio Monjolo e Fazenda Bom Preço, a 300 m da MT – 343. Município de Cáceres, estado de Mato Grosso, 16°03'04,5" S e 57°32'51,6" W.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOB PERFIL: Descrito e coletado em mini trincheira, em terço inferior de encosta em torno de 25% de declive sob vegetação de cerrado e cerradão.

ALTITUDE: 208 m.

LITOLOGIA: Sedimentar.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Araras

CRONOLOGIA: Grupo Alto Paraguai.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto de alteração do material de origem supracitada.

PEDREGOSIDADE: Muito pedregosa.

ROCHOSIDADE: Rochosa.

RELEVO LOCAL: Forte ondulado.

RELEVO REGIONAL: Ondulado a forte ondulado.

EROSÃO: Laminar

DRENAGEM: Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Cerrado com presença de cerradão

USO ATUAL: Nenhum (vegetação nativa).

CLIMA: Aw, classificação de Koppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Juberto Babilonia de Sousa, Carolina da Costa

Tavares e Willian Cosme da Silveira de Paula.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Oo - 2-0 cm.

A – 0-30 cm; preto (10YR 2/1, úmido) e bruno-muito-escuro (10YR 2/2, seco); argilo-arenosa; fraca, blocos subangulares muito pequena a média; muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana gradual.

B/R 30-45 cm; bruno-escuro (7,5YR 3/2, úmido) e bruno (10YR 4/3, seco);

 argilo-arenosa; fraca, blocos subangulares muito pequena a grande; muito friável, plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana gradual.

BC 45+ cm; bruno-amarelado escuro (10YR 3/6, úmido) e bruno-amarelado

 (10YR 5/4, seco); franco-siltosa; fraca, blocos subangulares pequeno a grande; pegajosa e ligeiramente pegajosa

RAÍZES: Pivotantes e faciculadas muito finas. Muitas no A e, comuns a poucas no B/R e BC.

DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL: 02.

NÚMERO DE CAMPO: 02.

DATA: 12.09.19

CLASSIFICAÇÃO: Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: PVAd

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS: Segunda entrada a direita da MT – 343, entre o Sítio Monjolo e Fazenda Bom Preço, a 300 m da MT – 343. Perfil no lado esquerdo da estrada, próximo ao ponto 2 de coleta de água. Município de Cáceres, estado de Mato Grosso, 16°04'38,4" S e 57°33'10,6" W.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOB PERFIL: Descrito e coletado em barranco de corte de estrada sob pastagem.

ALTITUDE:192 m

LITOLOGIA: Sedimentar.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Araras.

CRONOLOGIA: Grupo Alto Paraguai.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto de alteração do material de origem supracitada.

PEDREGOSIDADE: Não pedregoso.

ROCHOSIDADE: Não rochoso.

RELEVO LOCAL: Plano ondulado. RELEVO REGIONAL: Ondulado.

EROSÃO: Não aparente.

DRENAGEM: Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Cerrado.

USO ATUAL: Pastagem

CLIMA: Aw, classificação de Koppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Juberto Babilônia de Sousa, Carolina da Costa Tavares, Sebastião dos Santos Junior, Thiago da Costa Tavares e Willian Cosme da Silveira de Paula.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- Ap 0-15 cm; bruno-muito-escuro (7,5YR 2,5/2, úmido) e bruno-escuro (7,5 YR 3/2, seco), franco-arenosa; fraca, blocos subangulares muito pequena a média se desfaz em granular; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana difusa.
- AB 15-38 cm; bruno-avermelhado-escuro (7,5YR 2,5/1, úmido) e bruno-escuro (7/5YR 3/2, seco); franco-argiloso; fraca, blocos subangulares muito pequena a grande se desfaz em granular; ligeiramente dura, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana clara.
- Bt 38-75+; bruno-vermelho-escuro (5YR 3/3, úmido) e bruno (7,5YR 4/4); franco-argilo-arenoso; fraca, blocos subangulares muito pequena a muito grande; ligeiramente dura, muito friável, plástica e pegajosa.

RAÍZES: Ao longo do perfil, faciculada, fina a muito fina. Comuns no Ap e AB, e poucas no Bt.

OBSERVAÇÕES: Presença de concreções ferruginosas ao longo do perfil. Minerais primários ao longo do perfil em maior proporção no AB e Bt.

DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL: 03

NÚMERO DE CAMPO: 01

DATA: 26.06.19

CLASSIFICAÇÃO: Cambissolo Háplico Distrófico.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: CXd.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS: Segunda entrada a direita da MT – 343, entre o Sítio Monjolo e Fazenda Bom Preço, a 100 m da MT –

343. Município de Cáceres, estado de Mato Grosso, 16°03'14,6" S e 57°33'37,2" W.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOB PERFIL: descrito e coletado em barranco de corte de estrada, sob pastagem e vegetação nativa cerradão.

ALTITUDE: 159 m.

LITOLOGIA: Sedimentar.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Raizama.

CRONOLOGIA: Grupo Alto Paraguai.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto de alteração da rocha supracitada.

PEDREGOSIDADE: Ligeiramente pedregosa.

ROCHOSIDADE: Rochosa.
RELEVO LOCAL: Ondulado.

RELEVO REGIONAL: Forte ondulado.

EROSÃO: Laminar moderada.

DRENAGEM: Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Cerradão

USO ATUAL: Pastagem

CLIMA: Aw, classificação de Koppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Juberto Babilônia de Sousa, Carolina da Costa Tavares e Willian Cosme da Silveira de Paula.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- Ap 0-12 cm; bruno muito escuro (7,5YR 2,5/2, úmido)e bruno (7,5YR 4/2, seco); franco-arenosa; fraca, bloco subangulares muito pequena a muito grande; macia, friável ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana difusa.
- AB 12-27 cm; bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/2, úmido) e bruno-avermelhado-escuro (5YR 4/2, seco); franco-arenosa; fraca, blocos subangulares muito pequena a muito grande; ligeiramente dura; muito friável, ligeiramente plástica e não pegajosa; transição plana gradual.
- Bi 27-40 cm; bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/4, úmido) e bruno-avermelhado (5YR 5/3, seco); franco-arenosa; blocos subangulares muito pequena a muito grande; ligeiramente dura; muito friável,

ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana gradual.

2BC/R – 40-65 cm; amarelo-avermelhado (7,5 YR 6/5, úmido) e brunoamarelado-claro (10YR 6/4, seco); franco-arenosa-cascalhenta; blocos subangulares muito pequena a muito grande; ligeiramente dura; muito friável, ligeiramente plástica e não pegajosa; transição plana clara.

3CBr – 65-80 cm; coloração variegada, vermelho (10R 5/6, seco), brunoavermelhado (2,5YR 4/3, úmida) e amarelado (10YR 7/6, seco); argiloso; fraca, blocos subangulares muito pequena a pequena; não pegojosa e plástica; transição plana gradual.

4Cr2 - 80-120+ cm; não descrito.

OBSERVAÇÃO: Presença de cupins, atividade biológica nos horizontes Ap, AB e Bi. Presença de linha de pedra no horizonte 2BC/R. O horizonte 4Cr2 foi realizada apenas coleta para análise.

DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL: 05.

NÚMERO DE CAMPO: 02.

DATA: 12.09.19

CLASSIFICAÇÃO: Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico Petroplíntico

UNIDADE DE MAPEAMENTO: LVAd

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS: Entrada a segunda esquerda da MT – 343, pela Fazenda Aburaya. Município de Cáceres, estado de Mato Grosso, 16°03'26,5" S e 57°36'09,9" W.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOB PERFIL: Descrito e coletado em barranco de escavação de cascalheira, presença de pastagem.

ALTITUDE: 153.

LITOLOGIA: Sedimentar.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Pantanal.

CRONOLOGIA: Quaternário.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto de alteração da rocha supracitada.

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa.

ROCHOSIDADE: Não rochosa.

RELEVO LOCAL: Plano.

RELEVO REGIONAL: Suave ondulado a ondulado.

EROSÃO: Laminar ligeira.

DRENAGEM: Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA:

USO ATUAL: Pastagem e cascalheira.

CLIMA: Aw, classificação de Koppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Juberto Babilônia de Sousa, Carolina da Costa

Tavares, Sebastião dos Santos Junior e Willian Cosme da Silveira de Paula.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap – 0-15 cm; (7YR 3/3, úmido) e (7YR 4/3, seco); franco-argilo-arenoso; forte, bloco subangulares muito pequena a muito grande; dura, firme, não plástica e não pegajosa; transição clara.

Bw1 – 15-50 cm; (5YR 5/6, úmido) e (5YR 6/6, seco); franco-argilo-arenoso; blocos subangulares muito pequena a muito grande se desfaz em granular; macia, muito friável, não plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana difusa.

Bw2 – 50-120 cm; (5YR 5/6, úmido) e (5YR 6/6, seco); franco-argilo-arenoso; blocos subangulares muito pequena a muito grande se desfaz em granular; macia, muito friável, não plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana difusa.

F – 120-225+ cm.

RAÍZES: No Ap raízes faciculadas, poucas e finas. No Bw raízes faciculadas, rasa e finas.

OBSERVAÇÕES: No horizonte petroplíntico presença de forma aleatória de rochas areníticas.

DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL: 06.

NÚMERO DE CAMPO: 03.

DATA: 18.08.19.

CLASSIFICAÇÃO: Neossolo Quartzarênico Órtico.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: RQo.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOB PERFIL: Descrito e coletado em trincheira, faixa de transição da pastagem e vegetação nativa.

ALTITUDE: 125 m.

LITOLOGIA: Sedimentar

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Aluviões Holocênicas e Formação Pantanal.

CRONOLOGIA: Quaternário.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto de alteração da rocha supracitada.

PEDREGOSIDADE: Não pedregoso.

ROCHOSIDADE: Não rochoso.

RELEVO LOCAL: Plano.

RELEVO REGIONAL: Plano.

EROSÃO: Laminar.

DRENAGEM: Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta estacional semidecidual aluvial.

USO ATUAL: Pastagem.

CLIMA: Aw, classificação de Koppen.

DESCRITO E COLETADO POR: Juberto Babilônia de Sousa, Carolina da Costa Tavares, Sebastião dos Santos Junior, Thiago da Costa Tavares e Willian Cosme da Silveira de Paula.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- Ap 0-10 cm; brunado (10YR 4/3, úmido) e bruno-escuro (10YR 5/3, seco); arenosa; fraca a moderada, blocos subangulares muito pequena a grande, macia, muito friável, não plástica e não pegajosa; transição difusa.
- C1 10-25 cm; bruno pálido (10YR 6/3, úmido) e bruno (7,5YR 4/3, seco); arenosa; fraca a moderada, blocos subangulares muito pequena a grande, macia, muito friável, não plástica e não pegajosa; transição difusa.
- C2 25-70+ cm; bruno claro (7,5YR 6/4, úmido) e brunado (7,5YR 5/3, seco); arenosa; fraca a moderada, blocos subangulares muito pequena a grande, macia, muito friável, não plástica e não pegajosa.

RAÍZES: Faciculada, muito fina a média, presente no três horizontes. No C2 raiz pivotante grossa.