

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

MAIRA DOS SANTOS ZANINI

**COMPARTIMENTAÇÃO MORFOPEDOLÓGICA:
DIAGNÓSTICO E PROGNÓSTICO DOS PROCESSOS EROSIVOS NA
SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO PIRAPUTANGA EM
RESERVA DO CABAÇAL, ALTO PARAGUAI - MATO GROSSO**

**CÁCERES-MT
2022**

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

MAIRA DOS SANTOS ZANINI

**COMPARTIMENTAÇÃO MORFOPEDOLÓGICA:
DIAGNÓSTICO E PROGNÓSTICO DOS PROCESSOS EROSIVOS NA
SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO PIRAPUTANGA EM
RESERVA DO CABAÇAL, ALTO PARAGUAI - MATO GROSSO**

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

Orientador: Prof. Dr. Joaquim Corrêa Ribeiro.

**CÁCERES-MT
2022**

FICHA CATALOGRÁFICA

CIP – CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

Z31c Zanini, Maira dos Santos.

Compartimentação morfopedológica: diagnóstico e prognóstico dos processos erosivos na Sub-Bacia Hidrográfica do Córrego Piraputanga em Reserva do Cabaçal, Alto Paraguai-Mato Grosso/ Maira dos Santos Zanini. – Cáceres, 2022.

172 f. ; 30 cm. Il. color.

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

Orientador: Dr. Joaquim Corrêa Ribeiro.

1. Paisagem. 2. Córrego Piraputanga. 3. Bacia do Alto Paraguai. 4. Reserva do Cabaçal/MT. 5. Compartimentação Morfopedológica. I. Ribeiro, J. C., Dr. II. Título. III. Título: diagnóstico e prognóstico dos processos erosivos na Sub-Bacia Hidrográfica do Córrego Piraputanga em Reserva do Cabaçal, Alto Paraguai-Mato Grosso.

CDU 551.3.053(817.2)

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

**COMPARTIMENTAÇÃO MORFOPEDOLÓGICA:
DIAGNÓSTICO E PROGNÓSTICO DOS PROCESSOS EROSIVOS NA SUB-
BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO PIRAPUTANGA EM RESERVA DO
CABAÇAL, ALTO PARAGUAI - MATO GROSSO**

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

Cáceres/MT, 29 de Setembro de 2022.

Prof. Dr. Joaquim Correa Ribeiro

Orientador – Universidade do Estado de Mato Grosso (Unemat)

Prof. Dr. Gustavo Roberto dos Santos Leandro

Avaliador Interno – Universidade do Estado de Mato Grosso (Unemat)

Prof. Dr. Fernando Ximenes de Tavares Salomão

Avaliador Externo – Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

DEDICATÓRIA

À Deus, que me permitiu concluir esta fase; aos meus pais Neri e Marinês, que sempre me ajudaram em tudo o que eu precisei e me fizeram acreditar em mim e em minha jornada. Te amo, pai! Te amo, mãe!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço ao Papai, meu Deus que é tão bondoso e gentil.

Agradeço amplamente à minha família que foram a base para que eu conseguisse desenvolver esta pesquisa, pois se doaram sem medida do início ao fim deste curso e foram apoio nos momentos ímpares. Tenho certeza de que esse mérito é mais de vocês do que meu.

Especificamente ao meu pai, agradeço pelos conselhos, e por me ensinar a ter persistência; à minha mãe, agradeço por me ensinar a saber perdoar e aprender com erros no percurso; ao meu irmão, agradeço por me ensinar a amar mais.

À Renata, agradeço pela parceria e por me ensinar muito nos dias e nas noites em que passamos buscando bibliografias. Gratidão por tudo.

Agradeço a minha equipe de primeiro campo: Prof. Dr. Antonio Rosestolato Filho, Andressa Padovani Gil; e também a minha segunda equipe de campo: minha mãe, Marinês, meu tio Cícero, minha tia Francisca e meu primo Bruno.

Agradeço a todos os meus amigos do PPGGEO, com vocês eu tive a alegria de compartilhar muitos dias e muito aprendizado. Sinto muita falta de vocês. E sinto orgulho em dizer que fomos uma turma nota mil.

Agradeço também aos meus amigos externos à pós-graduação pela positividade de sempre.

Com muito carinho e gratidão, agradeço ao meu orientador e amigo, Joaquim Correa Ribeiro, pelos auxílios e pela ajuda ímpar do início ao fim desta pesquisa.

Grata também estou pela Banca Examinadora composta pelo Prof Dr. Joaquim Corrêa Ribeiro, Prof. Dr. Fernando Ximenes de Tavares Salomão e Prof. Dr. Gustavo Roberto dos Santos Leandro.

Agradeço à Universidade do Estado de Mato Grosso pelo ensino que sempre pude admirar a qualidade, e em especial, ao Programa de Pós-Graduação em Geografia – PPGGEO pela oportunidade em ingressar no Mestrado em Geografia.

Gratidão à minha terapeuta Rayane Moia por me ensinar muito desse mundo e me fazer acreditar mais nas coisas desta terra. Hoje, eu desejo que todos conheçam a positividade, a cocriação e a fé. Energia do Divino Criador é vida!

Gratidão a todos que contribuíram direta e indiretamente para o desenvolvimento desta pesquisa!

EPÍGRAFE

“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota” (Madre Teresa de Calcutá).

Santos!

Terra do trabalho e da caridade, que Nossa Senhora do Mont Serrat, abençoe!

[...]

RESUMO

O presente estudo possui grande importância para a compreensão das características ambientais apresentadas no córrego Piraputanga no município de Reserva do Cabaçal, na região Sudoeste do estado de Mato Grosso, posto que é cabeceira de drenagem da Bacia Hidrográfica do Alto Paraguai - BAP. O Objetivo principal do trabalho consiste em descrever os processos erosivos observados dentro dos Compartimentos Morfopedológicos e apontar orientações para o controle preventivo e corretivo aos mesmos. A metodologia empregada para a pesquisa ficou dividida em oito etapas: suporte teórico, mapeamento temático, levantamento geoambiental, cartografia digital: aplicação e produção do mapa morfopedológico, trabalho de campo, trabalho laboratorial, classificação da erodibilidade, cadastramento da ficha de erosão do processo erosivo mais significativo, apresentação de sugestões de meios prognósticos aos processos erosivos encontrados. Dentro destes segmentos, foram encontrados seis compartimentos morfopedológicos, sendo estes: CM-I Chapada, CM-II Colinas Amplas e Médias, CM-III Morros com encostas escarpadas, CM-IV Fundos de vale, CM-V Terraços e planícies e CM-VI Morros e morrotes isolados. Após a realização da correlação do estudo morfopedológico com a declividade, funcionamento hídrico e uso e cobertura, e por sua vez, a determinação de suscetibilidade a erosões laminares e lineares, notou-se que os compartimentos apresentaram classe II para erosão laminar em áreas com declive variando de 0 a 8% e classe I em áreas de declive acima de 9%, pois no geral, apresentaram solos a base de areias quartzosas. Para a classificação de suscetibilidade a erosão linear, observou-se que os compartimentos mais suscetíveis são CM-II Colinas Amplas e Médias, CM-III Morros com encostas escarpadas, CM-IV Fundos de Vales e CM-VI Morros e Morrotes Isolados. Os processos erosivos lineares encontrados na sub-bacia conferem com as áreas classificadas como mais suscetíveis, exemplo disso é a voçoroca descrita no trabalho como processo erosivo mais expressivo na sub-bacia, estando em área de confluência entre o CM-I e CM-II. Por fim, os resultados demonstraram, em suma, solos de consistência arenosa, material de origem que formam solos a base de quartzo, relevos com declives que favorecem o escoamento superficial e como produto dessa relação morfopedológica, a maioria dos compartimentos morfopedológicos suscetíveis à processos erosivos. Visto isso, a sub-bacia do córrego Piraputanga mostra-se com presença de grande número de processos erosivos lineares e, por sua vez, processos de degradação ambiental que necessitam de correção para reestabelecer a qualidade ambiental da área de estudo.

Palavras-chave: Paisagem. Córrego Piraputanga. Bacia do Alto Paraguai. Reserva do Cabaçal/MT. Compartimentação Morfopedológica. Processos erosivos.

ABSTRACT

The present study is of great importance for the understanding of the environmental characteristics presented in the Piraputanga stream in the municipality of Reserva do Cabaçal, in the southwest region of the state of Mato Grosso, since it is the drainage head of the Alto Paraguai Hydrographic Basin - BAP. The main objective of the work is to describe the erosive processes observed within the Morphopedological Compartments and to point out guidelines for their preventive and corrective control. The methodology used for the research was divided into eight stages: theoretical support, thematic mapping, geoenvironmental survey, digital cartography: application and production of the morphopedological map, field work, laboratory work, classification of erodibility, registration of the erosion form of the erosive process more significant, presentation of suggestions of prognostic means to the found erosive processes. Within these segments, six morphopedological compartments were found, namely: CM-I Chapada, CM-II Wide and Medium Hills, CM-III Hills with steep slopes, CM-IV Valley bottoms, CM-V Terraces and plains and CM- VI Isolated hills and hills. After performing the correlation of the morphopedological study with slope, water function and use and coverage, and in turn, the determination of susceptibility to laminar and linear erosion, it was noted that the compartments presented class II for laminar erosion in areas with slope ranging from 0 to 8% and class I in areas with slope above 9%, because in general, they presented soils based on quartz sands. For the classification of susceptibility to linear erosion, it was observed that the most susceptible compartments are CM-II Broad and Medium Hills, CM-III Hills with steep slopes, CM-IV Valley Bottoms and CM-VI Isolated Hills and Hills. The linear erosive processes found in the sub-basin agree with the areas classified as more susceptible, an example of which is the gully described in the work as the most expressive erosive process in the sub-basin, being in an area of confluence between the CM-I and CM-II . Finally, the results showed, in short, sandy consistency soils, source material that form quartz-based soils, reliefs with slopes that favor surface runoff and as a product of this morphopedological relationship, most morphopedological compartments susceptible to erosive processes . Considering this, the Piraputanga stream sub-basin shows the presence of a large number of linear erosive processes and, in turn, environmental degradation processes that need correction to reestablish the environmental quality of the study area.

Keywords: Landscape. Piraputanga Stream. Upper Paraguay Basin. Cabaçal Reserve/MT. Morphopedological compartmentalization. Erosive processes.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de localização.....	20
Figura 2 - Esquema de metodologia por etapas.....	58
Figura 3 - Principais etapas do processo de geração dos mapas anuais de uso e cobertura do solo do MapBiomias.....	65
Figura 4 - Esquema inicial de análise da suscetibilidade à erosão laminar.....	76
Figura 5 - Esquema final de análise da suscetibilidade à erosão laminar	76
Figura 6 - Mapa Geológico.....	82
Figura 7 - Rochas afloradas – Formação Utiariti.....	83
Figura 8 - Afloramento rochoso da formação Alto Guaporé	84
Figura 9 - Mapa geomorfológico.....	85
Figura 10 - Declividade do terreno	86
Figura 11 - Hierarquia fluvial do córrego Piraputanga	88
Figura 12 - Mapa pedológico.....	89
Figura 13 - Ponto 01 - Análise de perfil de solo em terraços e planícies.....	94
Figura 14 - Ponto 02 - Análise de perfil de solo em terraços e planícies.....	96
Figura 15 - Ponto 03 - Análise de perfil de solo depositado no canal do córrego.....	98
Figura 16 - Ponto 04 - Análise de perfil de solo em Colinas Amplas e Médias	100
Figura 17 - Ponto 05 - Análise de perfil de solo em voçoroca	102
Figura 18 - Ponto 06 - Análise de perfil de solo na base da voçoroca	104
Figura 19 - Ponto 07 - Análise de perfil de solo em fundo de Vale.....	106
Figura 20 - Ponto 08 - Análise de perfil de solo em chapada	108
Figura 21 - Mapa Hipsométrico	110
Figura 22 - Mapa de vegetação.....	111
Figura 23 - Área assoreada.....	112
Figura 24 - Vegetação Savana arborizada sem floresta de galeria.....	113
Figura 25 - Vegetação savana florestada.....	113
Figura 26 - Vegetação Savana Parque sem floresta de galeria	114
Figura 27 - Vegetação secundária com palmeiras	114
Figura 28 - Mapa de uso e cobertura da sub-bacia do córrego Piraputanga (2021)	115
Figura 29 - Área com indícios de processo de arenização.....	116
Figura 30 - Ação Antrópica - Abertura de estradas	117

Figura 31 - Mapa dos Compartimentos Morfopedológicos	118
Figura 32 - Formações erosivas nos compartimentos morfopedológicos na sub-bacia do córrego Piraputanga.	125
Figura 33 - Visão Vertical da voçoroca.....	126
Figura 34 - Colinas Amplas e Médias compostas por solo arenoso.....	127
Figura 35 - Visão vertical do complexo erosivo em área de colinas.....	128
Figura 36 - Vista superior dos Morros com encostas escarpadas.....	129
Figura 37–Canal fluvial do córrego Piraputanga	130
Figura 38 - Material escoado superficialmente até o canal fluvial	130
Figura 39 - Área de anfiteatros côncavos em fundos de vale	131
Figura 40 - Largura do fluxo de surgência de águas na base da voçoroca.....	132
Figura 41 - Área de nascente	132
Figura 42 - Terraços e planícies.....	134
Figura 43 - Morros e morrotes isolados.....	135
Figura 44–Possíveis processos erosivos laminares.....	136
Figura 45– Parede arenosa erosiva da voçoroca.....	137
Figura 46– Uso de bebedouro e corredor bovino no fundo de vale.....	141

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Peso e parâmetros para a segmentação nos três níveis	69
Quadro 2 - Dados dos pontos de coleta	71
Quadro 3 – Suscetibilidade à erosões x Unidade pedológica	75
Quadro 4 – Suscetibilidade a erosão x Declividade	75
Quadro 5 - Dados dos pontos de coleta das amostras de solo	92
Quadro 6 - Compartimentação Morfopedológica e suscetibilidade às erosões.....	119
Quadro 7 - Ficha de Cadastro de Erosão de Voçoroca.....	138
Quadro 8– Feições erosivas/CM x Meios prognósticos	143

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Granulometria Ponto 1.....	95
Gráfico 2 - Granulometria Ponto 2.....	97
Gráfico 3 - Granulometria Ponto 3.....	99
Gráfico 4 - Granulometria Ponto 4.....	101
Gráfico 5 - Granulometria Ponto 5.....	103
Gráfico 6 - Granulometria Ponto 6.....	105
Gráfico 7 - Granulometria Ponto 7.....	107
Gráfico 8 - Granulometria Ponto 8.....	109

LISTA DE SIGLAS

CODEMAT	Companhia de Desenvolvimento do Mato Grosso
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DECEA	Departamento de Controle de Espaço Aéreo
DPI	Divisão de Processamento de Imagens
DSG	Diretoria de Serviço Geográfico do Exército
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
INTERMAT	Instituto de Terras do Mato Grosso
MDE	Modelo Digital de Elevação
MDT	Modelo Digital do Terreno
PNE	Potencial Natural de Erosão
RADAMBRASIL	Projeto Radar da Amazônia
SEMA/MT	Secretaria Estadual do Meio Ambiente
SEPLAN	Secretaria de Planejamento e Assuntos Econômicos
SD-21 – Cuiabá	Folha do mapeamento ambiental
SiBCS	Sistema Brasileiro de Classificação de Solos
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
TOPODATA	Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil
UFMT	Universidade Federal de Mato Grosso
Unemat	Universidade do Estado de Mato Grosso
VANT	Veículo Aéreo Não Tripulado

SUMARIO

CAPÍTULO I	18
1 INTRODUÇÃO	18
CAPITULO II	22
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	22
2.1. Paisagem	22
2.2. Espaço geográfico	24
2.3. Bacia Hidrográfica como unidade de pesquisa	27
2.4. Ocupação das terras da região centro-oeste	28
2.5. Processos erosivos	29
2.6. Processos erosivos laminares e lineares	30
2.6.1. Erosão hídrica	31
2.6.1.1. Erosão laminar	32
2.6.1.2. Erosão linear	34
2.6.1.2.1. Sulcos 35	
2.6.1.2.2. Ravinas 35	
2.6.1.2.3. Voçorocas	36
2.7. Fatores condicionantes do processo erosivo	37
2.7.1. O relevo	37
2.7.2. Chuva	38
2.7.3. Cobertura vegetal	40
2.7.3.1. Savana arborizada com floresta de galeria	41
2.7.3.2. Savana arborizada sem floresta de galeria	42
2.7.3.3. Savana Florestada	42
2.7.3.4. Savana parque sem floresta de galeria	42
2.7.3.5. Vegetação secundária com palmeiras.....	43
2.7.4. Uso e cobertura	43
2.7.4.1. Pastagem	44
2.7.4.2. Floresta Estacional Decidual Submontana.....	45
2.7.4.3. Floresta Estacional Semidecidual Submontana	45
2.7.4.4. Savana Florestada/Savana Arborizada	45
2.7.4.5. Savana Florestada	46
2.7.4.6. Aa - Alteração antrópica	46

2.8.	Abordagem morfopedológica.....	47
2.8.1.	Geologia.....	49
2.8.1.1.	K2ut - Utiariti.....	49
2.8.1.2.	PP4ag – Alto Guaporé.....	50
2.8.2.	Geomorfologia.....	50
2.8.2.1.	Serras do Roncador.....	51
2.8.2.2.	Planalto dos Parecis.....	51
2.8.2.3.	Depressão do Alto Paraguai.....	51
2.8.3.	Pedologia.....	52
2.8.3.1.	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico.....	53
2.8.3.2.	Neossolo Quartzarênico Distrófico.....	53
2.8.3.3.	Neossolo Litólico Distrófico.....	55
2.9.	Sensoriamento remoto.....	55
2.10.	Práticas de controle às erosões.....	56
CAPÍTULO III.....		58
3.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	58
3.1.	Suporte teórico.....	61
3.2.	Processamento digital.....	61
3.3.	Levantamento Geoambiental.....	63
3.4.	Cartografia digital: aplicação e produção ao mapa morfopedológico.....	66
3.5.	Trabalho de campo.....	70
3.5.1.	Coleta de solo em perfil de barranco.....	70
3.6.	Trabalho laboratorial.....	72
3.6.1.	Granulometria do solo.....	73
3.6.1.1.	O peneiramento de sedimentos grossos.....	73
3.6.1.2.	O peneiramento de sedimentos finos.....	73
3.6.2.	Micromorfologia.....	74
3.7.	Classificação de suscetibilidade à erosão.....	75
CAPÍTULO IV.....		81
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	81
4.1.	Processo histórico da população do espaço geográfico do município de Reserva do Cabaçal no estado de Mato Grosso.....	81
4.2.	Geologia.....	82

4.3.	Geomorfologia	84
4.3.1.	Formas de relevo.....	86
4.3.1.1.	Planalto dos Parecis.....	86
4.3.1.2.	Serras do Roncador – Salto do Céu.....	87
4.3.1.3.	Depressão do Alto Paraguai.....	87
4.3.2.	Hierarquia fluvial do Córrego Piraputanga.....	88
4.4.	Pedologia	89
4.4.1.	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico	90
4.4.2.	Neossolo Quartzarênico Distrófico	90
4.4.3.	Neossolo Litólico Distrófico Distrófico.....	90
4.4.4.	Dados dos pontos de coleta das amostras de solo	91
4.4.5.	Ponto 01:	93
4.4.6.	Ponto 02:	95
4.4.7.	Ponto 03:	97
4.4.8.	Ponto 04:	99
4.4.9.	Ponto 05:	101
4.4.10.	Ponto 06:	103
4.4.11.	Ponto 07:	105
4.4.12.	Ponto 8:	107
4.5.	Clima e vegetação	109
4.5.1.	Savana arborizada com floresta-de galeria	111
4.5.2.	Savana arborizada sem floresta de galeria	112
4.5.3.	Savana Florestada	113
4.5.4.	Savana parque sem floresta de galeria	113
4.5.5.	Vegetação secundária com palmeiras.....	114
4.6.	Uso e cobertura	115
4.7.	Caracterização dos Compartimentos Morfopedológicos (CM)	117
4.7.1.	Suscetibilidade à erosão laminar e linear	118
4.7.2.	Compartimento Morfopedológico CM I Chapada	125
4.7.3.	Compartimento Morfopedológico CM II Colinas Amplas e Médias.....	126
4.7.4.	Compartimento Morfopedológico CM III Morros com encostas escarpadas.....	128
4.7.5.	Compartimento Morfopedológico CM IV Fundos de Vale.....	129
4.7.6.	Compartimento Morfopedológico CM V Terraços e Planícies	133

4.7.7.	Compartimento Morfopedológico CM VI Morros e Morrotes Isolados	134
4.8.	Caracterização das feições erosivas com alto grau de expressividade.....	135
4.8.1.	Possíveis processos de arenização	135
4.8.2.	Voçoroca	136
4.8.3.	Sulcos e ravinas	141
4.9.	Meios prognósticos aos processos erosivos	142
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	148
	REFERÊNCIAS.....	150
	ANEXOS..	169
	Anexo A – Autorizações de voo	169

CAPÍTULO I

1 INTRODUÇÃO

A natureza existe em perfeita interação entre seus componentes do meio físico e cobertura vegetal, esta relação permite a reprodução de fenômenos que se manifestam de forma equilibrada, não causando impactos ambientais. Por isto, Salomão et al.(2012) chamam a atenção para os cuidados necessários com a ocupação da terra, abordam também que em regiões de clima quente e úmido, as águas de chuva infiltradas e escoadas em superfície e em subsuperfície, e a posição e performance do aquífero freático constituem meios fundamentais para a manifestação desses fenômenos naturais, reproduzindo processos conhecidos como “Processos do Meio Físico” ou “Processos da Dinâmica Superficial”.

O termo bacia hidrográfica refere-se a uma área geográfica delimitada por divisores de água, sendo drenado superficialmente por um curso d’água principal e por seus afluentes. Os conceitos de bacia e sub-bacia se relacionam a ordens hierárquicas dentro de uma determinada malha hídrica (FERNANDES; SILVA, 1994).

A subdivisão de uma bacia hidrográfica de maior ordem em seus componentes (sub-bacias) permite pontuar os problemas que se apresentam difusos, fato que torna mais fácil a identificação de focos de degradação de recursos naturais, a sua natureza, bem como o grau de comprometimento da produção existente (PINTO, 2009).

As bacias hidrográficas, conforme Baruqui e Fernandes (1985), são adequadas para a avaliação de impactos causados pela atividade antrópica que podem acarretar riscos ao equilíbrio e à manutenção da quantidade e qualidade da água, uma vez que essas variáveis são relacionadas ao uso do solo.

Nesse contexto, o presente artigo busca analisar o funcionamento dos processos erosivos a partir do conhecimento morfopedológico, além da análise de uso e de cobertura dos solos da sub-bacia do Córrego Piraputanga, que pertence à Bacia hidrográfica do Rio Cabaçal, situado na região sudoeste do estado de Mato Grosso, no Município de Reserva do Cabaçal, e inserido no Planalto dos Parecis que integra a bacia Hidrográfica do Alto Paraguai, a mais importante bacia do Pantanal Mato-grossense.

A escolha por essa sub-bacia ocorre por sua localização e importância econômica e social, a qual apresenta paisagens de interesse turístico, com sérios riscos de alterações causadas por processos erosivos e de assoreamento. Sendo apontado em projetos anteriores, como os de Ribeiro et al. (2013) e Salomão et al. (2016), a realização de estudos nessa sub-bacia contigua a outras estudadas.

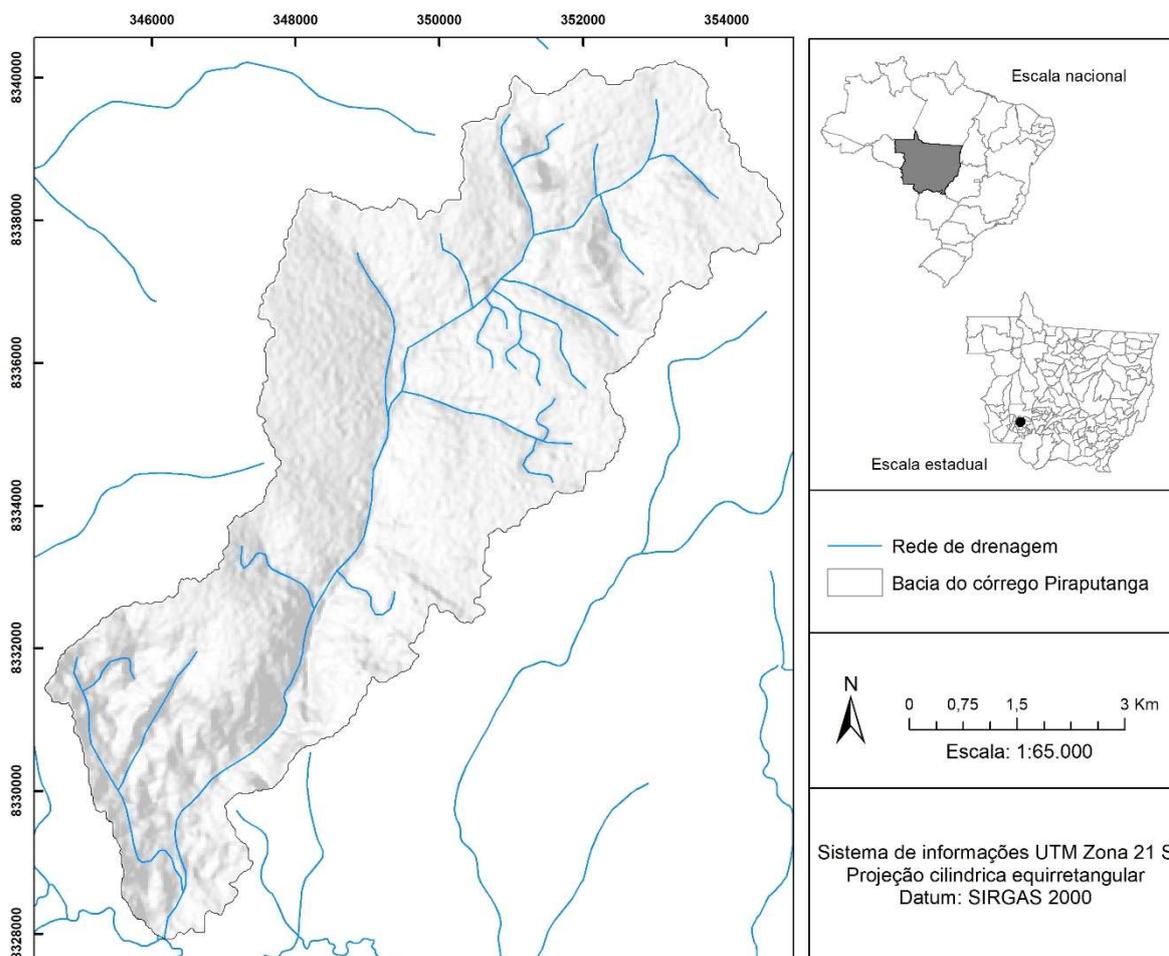
O objetivo principal se concentrou em descrever os processos erosivos encontrados dentro dos Compartimentos Morfopedológicos e apontar orientações para o controle preventivo e corretivo aos mesmos.

Para alcançar o objetivo traçado, delimitaram-se os objetivos específicos a seguir:

- Levantar bibliografia acerca da temática;
- Descrever o processo histórico de ocupação e uso da terra na bacia;
- Mapear e caracterizar os fatores geoambientais: geomorfologia geologia, pedologia, clima, vegetação e de uso e cobertura;
- Produzir o mapa final morfopedológico, dos locais de coletas amostrais de solos e de pontos erosivos;
- Caracterizar a suscetibilidade às erosões laminares e lineares por compartimento morfopedológico;
- Analisar a atual situação dos processos e fatores erosivos da presente sub-bacia;
- Apresentar sugestões de melhorias à qualidade ambiental para os problemas observados.

A área de estudo corresponde à sub-bacia hidrográfica do córrego Piraputanga, situado no município de Reserva do Cabaçal, região Sudoeste do estado de Mato Grosso sob as coordenadas UTM 354,500m N, 8.340,000m N, 344,000m N e 8.328,000m N, sobre a projeção UTM – Universal Transversa de Mercator do fuso 21 sul (Figura 01). A área da bacia corresponde a 48 km², tendo o canal principal 16,64 km de extensão. Está inserida na carta topográfica da Folha Rio Branco, SD.21-Y-D-I, na escala de 1:100.000 editada pela Diretoria de Serviço Geográfico do Exército (DSG) em 1975.

Figura 1 – Mapa de localização



Fonte: Organizado pela autora (2019).

A sub-bacia localiza-se na zona rural do município, onde o desenvolvimento econômico regional se dá pela criação de bovinos em pastagens, que, em locais específicos sofreram erosões hídricas por efeitos do solo descoberto. Com isso, a presente sub-bacia é um modelo de ambiente que possui problemas ambientais que podem provocar alterações em seus aspectos morfológicos, no carregamento de sedimentos e na qualidade das águas.

Tais circunstâncias podem impactar negativamente nas condições da economia, assim como ambientais da fauna, da flora e, conseqüentemente, da população. Dessa maneira, justifica-se a opção por estudar os processos erosivos desta sub-bacia, posto que esta área de estudo é de ampla importância para o abastecimento da cabeceira de drenagem do Alto Paraguai.

Para isto, a dissertação ficou estruturada com quatro capítulos. Sendo estes: Capítulo I composto pela introdução, objetivos e justificativa; Capítulo II exibindo a fundamentação teórica; Capítulo III expõe os materiais e métodos; Capítulo IV,

revelando os resultados e discussões. Seguindo ainda com conclusões, referências bibliográficas e anexos.

CAPITULO II

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Paisagem

Corrêa (2010) salienta que a ciência geográfica está compreendida por cinco conceitos-chave que denotam sua concretização, estes são: território, lugar, região, paisagem e espaço geográfico. Tais conceitos garantem a orientação aos debates internos e externos da Geografia, tendo estes, um alto grau de parentesco, visto que ambos referem-se à condutas humanas que modelam a superfície terrestre.

Para esta pesquisa, coube o uso de dois destes conceitos-chave: paisagem e espaço geográfico, respectivamente.

Pode-se atentar à complexidade da compreensão do termo paisagem do qual convive com outros conceitos, para que seja possível definir um desempenho em relação aos métodos de análise. Portanto, para a análise de determinada paisagem natural, o surgimento do conceito geossistema elaborado por Sotchava (1977) e Bertrand (2004), o mesmo sendo derivado da Teoria Geral dos Sistemas, faz o uso da análise sistêmica em função do espaço para compreender a organização espacial.

Como é assegurado por Mendonça (2007), a paisagem, mesmo antes de sua origem como conceito e categoria, se determinou como um dos princípios básicos da Geografia. Esta, por todo o tempo se estabeleceu como um dos mais antigos conceitos de estudo do meio natural relacionado à geografia física. A expressão paisagem teve um caráter científico a partir do século XIX, abordada por Alexander Von Humboldt, que passou a ser um dos principais precursores de tal estudo, abordando-a como categoria geográfica. Com o decorrer do tempo, esta categoria geográfica foi bastante abordada por diversos pesquisadores (GUERRA e MARÇAL, 2012).

De acordo com Christofolletti (1999), o entendimento de paisagem originou-se dos geógrafos alemães, no século XIX, possuindo fundamento de caráter fisionômico, associado ao método de observações dos elementos naturais e humanos feitas pelos naturalistas da época (MENDONÇA, 2007; MACIEL e LIMA, 2011; GUERRA e MARÇAL, 2012).

Assim, “não se trata somente da paisagem “natural”, mas da paisagem total, integrando todas as implicações da ação antrópica” (SANTOS, 2009, p. 61). Ainda

para ele, a paisagem sofre influência do “geossistema”, como visto a seguir:

O geossistema, como unidade de paisagem, resulta da combinação local e única de fatores (geomorfológicos, climáticos e hidrológicos) e de uma dinâmica comum. O geossistema, assim definido, seria compatível com a escala humana. Todo o geossistema tem uma funcionalidade e uma dinâmica. O que os diferencia concretamente são as diferentes trocas de energia e matérias (os fluxos) (SANTOS, 2009, p. 61).

Em complemento, Schier (2003) aponta que a paisagem é tratada afim de trazer a compreensão da associação dos aspectos naturais e sociais dentro do espaço. Além disso, o conceito paisagem, tendo muita utilidade na geografia, vem a ser fundamental para qualquer questionamento científico sobre o concreto. Este conceito, mesmo que visto por variadas perspectivas, ainda há concordância no que tange a relação entre os elementos físicos, biológicos e humanos, inserindo além de somente fatores naturais, mas do conjunto entre elementos naturais e humanos (MAXIMIANO, 2004).

Para Ross (1992) citado por Amorim e Oliveira (2008, p.178), a categoria geográfica paisagem individualiza-se “pelo relevo, clima, cobertura vegetal, solos ou até mesmo pelo arranjo estrutural e o tipo de litologia ou exclusivamente por um desses elementos”. Ademais, Bertrand (2004) associa a paisagem tal qual à um fragmento do espaço derivado da correlação dinâmica dos atributos físicos, biológicos e antrópicos, onde, ao relacionarem-se dialeticamente, formam uma totalidade ímpar, em contínua evolução. Assim, devem ser consideradas as ações antrópicas no meio, tornando a paisagem integrada e não apenas natural (BERTRAND, 2004; SANTOS, 2009).

As discussões acerca da paisagem mostram também que a mesma pode ser abordada como herança em processos “fisiográficos e biológicos, e patrimônio coletivo dos povos” que herdaram como “território de atuação de suas comunidades” (AB’ SÁBER, 2003, p. 9).

No que se refere às fronteiras de delimitação das “Unidades de Paisagem”, apresentam “complexa delimitação (já que têm um espectro taxonômico variado), que ocupam um determinado espaço e certo período de tempo, cuja existência é condicionada pelo funcionamento de seus elementos” (MONTEIRO, 2000, apud AMORIM e OLIVEIRA, 2008, p. 178).

Desse modo, a “paisagem” é determinada como um conjunto com uma inter-

relação de formações naturais e antropogênicas, podendo ser definidas como um sistema que abrange e cria recursos; como um modo de vida e de atividade humana e ainda, como um laboratório natural e origem das percepções estéticas (RODRIGUEZ et al., 2017). Além do visto acima, vale destacar que para Ross (1996), quando a ação humana vai além dos limites do potencial ecológico, torna-se suscetível as ocorrências de processos degradantes e intensificação dos que já são existentes, resultando na alteração da dinâmica da paisagem que terá reflexo na qualidade ambiental e por consequência, a qualidade de vida da população. Para o mesmo, a relevância do conhecimento acerca da estrutura e também do funcionamento da paisagem são úteis para o entendimento a respeito da capacidade de uso dos recursos naturais, e de possíveis consequências causadas pela exploração.

2.2. Espaço geográfico

Santos (1988, p. 10) traz a afirmação de que o espaço deve ser conceituado com um “conjunto indissociável de que participam de um lado, certo arranjo de objetos geográficos, objetos naturais e objetos sociais, e, de outro, a vida que os preenche e os anima, seja a sociedade em movimento”. O mesmo aborda que a sociedade (conteúdo) não é independente dos objetos geográficos (forma). Então, o espaço é “um conjunto de formas contendo cada qual frações da sociedade em movimento as forma, pois têm um papel na realização social” (SANTOS, 1988, p. 10).

De modo intuitivo, para Câmara e Medeiros (1998, p. 2), é possível definir “espaço geográfico” como uma “coleção de localizações na superfície da Terra, sobre a qual ocorrem os fenômenos geográficos”. Também é definido em função de sua posição relativa, de suas coordenadas e de sua altitude. Podendo desta maneira, ser cartografado por ser um espaço localizável.

Com isso, de acordo com Ribas et al. (1999, p. 113), entende-se que a paisagem e o espaço geográfico como proporções conectadas ao processo dialético na movimentação incessante do entendimento da realidade em seu âmago, sendo a paisagem “a manifestação da dimensão perceptível do arranjo sócio-espacial, na relação dialética sujeito-objeto”, e também que, espaço geográfico, pode ser compreendido pela “lógica do movimento que explicita o ordenamento do fenômeno em sua forma observável”. Pode ser dito que a paisagem familiariza-se com os

aspectos do movimento, já o espaço geográfico versa a essência do movimento da totalidade social.

Para Corrêa (2000), no que se refere ao entendimento da categoria espaço geográfico, sabe-se que originou-se durante a Geografia Tradicional, posteriormente evoluindo para teórico quantitativa, e desse modo, supõe-se que a definição de espaço fora fundada no materialismo histórico dialético. Além disso, a contar de 1870 a Geografia se tornou disciplina sendo usada dentro das universidades europeias. Depois disso, apenas em 1950 prosperou para teórico quantitativa/Geografia tradicional. Já em 1970, esteve voltada aos conceitos de paisagem e região e que a partir disso, sobrevieram os debates a respeito do objeto da Geografia, já que tinha-se paridade em outros campos da ciência.

Ratzel, em antropogeografia, desenvolveu o fundamental conceito de espaço vital, o qual possui fortes raízes na ecologia. O mesmo expressa-se nas necessidades territoriais de uma sociedade em função de seu desenvolvimento (CORRÊA, 2000).

De acordo com Suertegaray (2001), a Geografia leva em consideração quatro categorias no desenvolvimento da conceituação ao espaço geográfico, sendo estas: natureza, sociedade, tempo e espaço, onde a natureza designa-se como a soma dos componentes formadores do planeta Terra, compreendendo assim, água, ar, relevo, solos, fauna e flora. Para a mesma, tal separação compõe a herança, como de fragmento das outras ciências, dos pensamentos de Descartes a respeito da “separação entre natureza e homem, dessacralização da natureza, transformando-a em objeto e o homem em sujeito conhecedor e dominador desta” (SUERTEGARAY, 2001, online).

A leitura do espaço vem a contribuir para a leitura do mundo, assim como também para a compreensão dos aspectos da natureza e da sociedade. Assim pode ser compreendido que a leitura de mundo acontece por meio da leitura do espaço, trazendo consigo as marcas dos homens. Com isso, esse tipo de leitura vai além da cartografia cujas representações refletem as realidades territoriais. A leitura de mundo também aponta um entendimento acerca do cotidiano que tanto diz sobre nossas utopias, sobre como são postos os limites e o âmbito da natureza e da sociedade (culturais, políticos, econômicos) (CALLAI, 2005, p. 228).

Para Fernandes (2006, p. 3-4), essa definição não se encontra nos “manuais de geografia tradicional”. Para ele, a conceituação desta categoria “vem sendo realizada com base na realidade formada pela conflitualidade entre os diferentes

territórios das classes sociais que ocupam o campo como espaço de vida e de produção de mercadorias”.

Espaço como uma categoria de análise Geográfica é compreendida como parte do desafio da elaboração do pensamento geográfico, como é abordado pelo autor abaixo:

[...] Esta amplitude, de fato, oferece diferentes desafios para a Geografia que tem o espaço como categoria de análise e necessita estudá-lo para contribuir com sua compreensão e transformação. Dentre os maiores desafios, com certeza, estão os trabalhos de elaboração do pensamento geográfico para a produção de um corpo conceitual, a partir da Geografia em um diálogo permanente com as outras ciências (FERNANDES, 2006, p. 4).

Santos (2006, p. 66), trata da definição de forma-conteúdo, que na Geografia, o análogo desse pensamento de mistos ou híbridos e, concomitantemente, a idealização de forma "monumental" ("forme événementielle") de Diano (1994), possivelmente herdada de Aristóteles. Em cada eventualidade a forma tem uma recreação, assim, a forma conteúdo não deve ser julgada somente como forma e nem somente como conteúdo. Desse, significa que, para o evento se realizar é necessário adequar-se à forma disponível e conveniente para a realização das funções do portador. De outro modo, desde o momento em que se dá o evento à forma, o objeto compreendido passa a ter outra significação, como resultado dessa junção. Com tamanho teor, não há como vê-los separadamente, compreende-se que um necessita do outro quanto para seu entendimento, e, de fato, um não existe sem o outro (SANTOS, 2006).

Nas palavras de Santos (2006, p. 66):

A ideia de forma-conteúdo une o processo e o resultado, a função e a forma, o passado e o futuro, o objeto e o sujeito, o natural e o social. Essa ideia também supõe o tratamento analítico do espaço como um conjunto inseparável de sistemas de objetos e sistemas de ações.

Para Suertegaray e Paula (2019), estas ligações, natural e social, são elementos da Geografia Clássica e, em variados aspectos da análise, mostram-se fundamentais para o entendimento da contemporaneidade. Sobretudo, têm preocupação com a compreensão do mundo e suas consequências para a humanidade. A relação permite ultrapassar a desagregação analítica dos segmentos do espaço geográfico. A Geografia não se esquivou de tal eventualidade, que além

disso, está no domínio científico, assim, na argumentação entre o fracionamento e totalização existente. No olhar ambiental, a análise não encontra-se ligada exclusivamente para aproporção natural, mas sim, está compreendida pelas relações sociais, sendo: políticas, econômicas e culturais. Em síntese, “o social amplia a compreensão do natural, pelo uso, pela apropriação e pelo valor atribuído ao ambiente” (SUERTEGARAY e PAULA, 2019, p. 85).

2.3. Bacia Hidrográfica como unidade de pesquisa

Bacia hidrográfica é um sistema espacial geograficamente definido a partir da configuração da rede de drenagem e delimitado por divisores hidrográficos (interflúvios), cujos fluxos fluviais ficam concentrados num curso d'água principal antes da confluência de que toda a vazão alcance uma única saída (exutório ou foz). As bacias são formadas principalmente em termos de extensão, por áreas terrestres que são locais de contribuição hídrica para os corpos d'água (MAGALHÃES JÚNIOR e BARROS, 2020).

Apesar de individualizadas espacialmente por divisores dos fluxos hídricos superficiais de origem topográfica e configuradas pela morfologia (relevo) que coincidem com as zonas superiores das elevações, as bacias hidrográficas também apresentam divisores subsuperficiais que determinam a configuração da direção dos fluxos subterrâneos, sendo configuradas pela estrutura geológica. Assim sendo, a direção dos fluxos superficiais não é necessariamente a mesma dos subterrâneos, os quais não respondem pelos limites das áreas de influência da bacia.

Segundo Magalhães Junior e Barros (2020), a bacia hidrográfica é um recorte espacial que permite o estudo das conexões hidrossedimentológicas, uma vez que os fluxos hidrológicos superficiais se direcionam para um único ponto de saída, tornando viável relacionar as características das águas e dos sedimentos com as dimensões físicas e humanas. Tendo isto em vista, ressalta-se que a sub-bacia do córrego Piraputanga, estando localizada na Bacia do Alto Paraguai, possui extrema relevância quanto o aporte de sedimentos para o rio Paraguai, já que estão conectados pelo rio Cabaçal. Esse transporte de sedimentos no fluxo hídrico se justifica pela existência de processos erosivos lineares nas cabeceiras de drenagem da Alta Bacia.

2.4. Ocupação das terras da região centro-oeste

Torna-se importante salientar a relação do espaço produzido com o processo de ocupação das terras do centro-oeste brasileiro. Na obra de Marx (1967, p. 441), abordado por Caseti (1991, p. 9), fica reforçado que “para produzir, os homens contraem determinados vínculos e relações sociais, e só através deles, é que se relacionam com a natureza”.

Desse modo, as forças produtivas da base do sistema representam as relações entre o homem e a natureza, por meio do trabalho, responsáveis pela produção material do espaço (CASSETI, 1991).

No período após a década de 1930, foi possível perceber um crescente engajamento da população nas atividades agrícolas, marcada pela política de integração nacional, denominada de “marcha para oeste”, onde o intuito era de colonizar as terras da região Centro-Oeste até a Amazônia (PEREIRA, 1997; GALVÃO, 2011).

Bezerra e Cleps Junior (2004) afirmaram que a progressão agrícola da região Centro-Oeste foi intensificada pela década supracitada e que o crucial até então era servir ao mercado consumidor de produtos agrícolas da região Sudeste, de tal modo, esse desenvolvimento estava intimamente correlacionado com o desenvolvimento industrial do país, com origem na região Sudeste nesse período.

Cunha (2006) aponta que para a colonização do Centro-Oeste, houve uma intervenção do governo, em suma por meio do Prodoeste (Programa de Desenvolvimento do Centro-Oeste), concretizado pela ação da Sudam (Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia), onde tiveram muitos grupos empresariais tendo benefícios em muitos aspectos do processo de ocupação da fronteira amazônica.

De acordo com Pastre e Haddad (2015), a região Centro-Oeste durante a década de setenta, teve uma posição peculiar a respeito das transformações causadas pela agricultura, pois além da região ter um crescimento acelerado, o espaço ocupado pela atividade agropecuária trouxe consequências em milhares de hectares de matas e de cerrados desmatados, o que desencadeou um desequilíbrio ecológico e alterações no modelado do relevo, causando ainda o empobrecimento dos solos e assoreamento dos rios. Assim, ocorre a descaracterização do ambiente e como fonte de sedimentos para os rios que seguem rumo à planície pantaneira.

A maneira como se deu a ocupação, a base econômica e o desenvolvimento da região, culminou em sérios problemas ambientais e que, diante do cenário de variações climáticas no mundo, confere à sociedade e ao poder público grandes desafios (CUNHA; AUGUSTIN, 2014).

Fluery e Almeida (2011) apontam que o processo de ocupação das terras no Centro-Oeste, tendo predomínio do bioma cerrado, apresentou transição nos sistemas produtivos e lógica de utilização do espaço. Compreende-se que as sociedades constroem sua existência com base tanto as relações sociais, como os modos de apropriação do mundo que lhes correspondem. Essa acomodação pode ser dividida entre práticas de apropriação técnica como modos de uso, transformação biofísica, extração, dentre outras (FLUERY e ALMEIDA, 2011).

Para os mesmos, contemporaneamente, em função dos impactos sobre o meio natural decorrentes do sistema agrário movido pela produção de *commodities*, associado com a relevância atual da questão ambiental, novas organizações não governamentais de cunho ambientalista, órgãos de governo voltados ao meio ambiente e instituições de pesquisa têm requerido participação no processo de ocupação, originando novos conflitos, agora entendidos como “ambientais”, que remodelam a disputa pela determinação da forma de seu uso e apropriação (FLUERY e ALMEIDA, 2011).

Por esta razão, a sub-bacia estudada, tendo predomínio de atividades agropecuárias, possui no município de Reserva do Cabaçal o Comitê de Bacia Hidrográfica para tomadas de medidas quanto ao uso e planejamento ambientais, que, em 2021, estava a definir a área de Ação de Trabalho Ambiental (RESERVA DO CABAÇAL, 2021).

2.5. Processos erosivos

Os processos erosivos são tão antigos como a agricultura, marcados pela saída do nomadismo para um modo fixo de vida, tendo a necessidade de intensificar o uso do solo, resultando na destruição da cobertura vegetal e exposição da camada do solo às forças erosivas (BERTONI e LOMBARDI NETO, 2008).

A erosão é caracterizada de acordo com Magalhães (2001, p.155), como o resultado da alteração das propriedades físicas do solo, impactando o meio ambiente.

Araújo et al. (2011, p. 24) trata que “a forma mais comum de uma erosão é a

perda da camada superficial do solo pela ação da água e/ou do vento”. Já para Magalhães (2001), a erosão é um processo mecânico atuante em superfície e profundidade, em determinados tipos de solo e sob determinadas condições físicas, naturalmente relevantes, tornando-se críticas pela ação humana. Assim, traduz-se na desagregação, transporte e deposição de partículas do solo, subsolo e rocha em decomposição pelas águas, ventos ou geleiras.

A suscetibilidade à erosão refere-se ao desgaste que a superfície do solo sofre quando dominado a qualquer uso desprovido de medidas convencionistas. Encontra-se na dependência das condições climáticas, principalmente do regime pluviométrico, das condições do solo como: estrutura, textura, profundidade, permeabilidade, presença ou ausência da camada compactada ou pedregosa e da capacidade de retenção de água; além das condições do relevo, considerando a declividade e extensão; e ainda da cobertura vegetal (FASOLO, 1996).

O estudo dos processos erosivos é uma prática muito comum, tendo em vista a necessidade de uso do solo. Anjos e Leão (2004) afirmam que o “solo limpo” apesar de favorecer o cultivo, não é recomendado pensando que isso contribui com a erosão, especialmente em solos com topografia acidentada e sujeitos a enxurradas em épocas de chuvas.

Esses processos erosivos podem ser agravados, tornando-se voçorocas, afetando o lençol freático. É um processo que acontece de forma rápida, podendo mais que dobrar de tamanho no prazo de 5 anos. O fato ocorre pela convergência dos fluxos de água da enxurrada para o pé da erosão, escoando numa superfície desmatada (BORGES, 2010).

Para o mesmo, o manejo do solo sem que haja estratégias de conservação, somado ao uso indevido das curvas de nível em pastagens e, ainda, à propensão do solo arenoso para a degradação, congregam para o aumento de processos erosivos.

2.6. Processos erosivos laminares e lineares

Segundo Salomão (1999), a depender do tipo de escoamento superficial ao longo da vertente, podem ocorrer dois tipos de erosões: 1) erosão laminar ou em lençol, devido ao escoamento difuso das águas de chuva, pela remoção progressiva e uniforme dos horizontes superficiais do solo. Para Fendrichet al. (1997), a erosão laminar é uma forma de erosão muito difícil de ser observada, sendo percebida após

muitos anos de atuação, geralmente com ocorrência constatada pelo decréscimo de produção das culturas e pelo aparecimento de raízes ou mesmo do caule de plantas onde o solo foi arrastado; 2) erosão por sulcos ou linear, causada pela concentração das linhas de fluxo das águas pelo escoamento superficial, ocasionando pequenas incisões na superfície do terreno, podendo evoluir para ravinas. As erosões são causadas pelo desprendimento e pelo transporte dessas partículas de solo (SALOMÃO, 1994).

2.6.1. Erosão hídrica

Uma das principais maneiras de degradação do solo é a erosão hídrica, a qual acarreta prejuízos econômico, ambiental e social. Sabendo disso, a área estudada apresenta atuação de fenômenos associados ao clima tropical, sendo exemplo o índice pluviométrico com um volume concentrado em alguns meses e o manejo do solo, que contribuem para que a região Centro-Oeste sofra com os processos erosivos (BRITO, 2012).

O Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT (1989) afirma que nas regiões tropicais ou subtropicais subúmidas, as erosões mais pronunciadas são causadas pela ação da chuva. Esse processo se inicia pelo impacto das gotas da chuva, desagregando suas partículas, liberando estas e permitindo que sejam escoadas superficialmente.

Dessa forma, a degradação dos solos onde têm cultivo contínuo e sem práticas conservacionistas são denotadas áreas com tendência à erosão hídrica. Tal processo caracteriza-se pelo escoamento da água na superfície, resultante da pequena capacidade de se infiltrar, transportando consigo o material do solo (Schultze *et al.*, 2014).

Para Bertoni e Lombardi Neto (2008, p. 25), o solo perdido por erosão hídrica, geralmente é mais fértil, pois contém nutrientes das plantas, fertilizantes, húmus e nutrientes aplicados pelo produtor. Desse modo, pode-se caracterizar este tipo de erosão como desenvolvida em quatro estágios:

[...] formação de canal onde há concentração de escoamento; incremento rápido em profundidade e largura onde a cabeceira move-se para montante; declínio de aumento com início de crescimento da vegetação natural; e eventual estabilização com o canal locado num perfil de equilíbrio com paredes estáveis e vegetação desenvolvida segurando o solo (MAGALHÃES, 2001, p. 155-156).

Para o mesmo, este tipo de erosão “pode manifestar-se de três formas principais: erosão laminar ou em lençol; ravinamentos; e sulcos ou voçorocas” (MAGALHÃES, 2001, p. 156).

Esse tipo de erosão desenvolve-se com mais intensidade onde a vegetação natural é totalmente ou parcialmente removida em áreas acidentadas, causando maior intensidade na enxurrada, aumentando seu volume (BERTONI e LOMBARDI NETO, 2008).

É importante ressaltar que erosões hídricas são definidas como a remoção das partículas do solo da parte mais alta, por meio da ação das chuvas e ventos, para a parte mais baixa, ou ainda para lagos, rios e oceanos (LEPSCH, 2002).

No caso da sub-bacia estudada, as erosões hídricas possuem facilidade em serem desenvolvidas, posto que há um declive que varia entre 620 a 300 m de altitude de montante à jusante, favorecendo o escoamento das águas das partes mais altas para as mais baixas.

2.6.1.1. Erosão laminar

A erosão laminar de acordo com o IPT (1989) é compreendida como uma lâmina d'água que lava por inteiro a superfície da terra, por isso é caracterizada também como escoamento laminar.

Magalhães (2001) aponta que este tipo de erosão tende a acontecer de forma natural na superfície terrestre. Porém de difícil observação, tendo em vista que a mesma deve ser observada pelo decréscimo da produção ou aparecimento das raízes e/ou marcas no caule das plantas (AMARAL FILHO, 1986).

Outra definição bastante relevante referente a este tipo de erosão é apontada abaixo:

Para Guerra (1999), o lençol de águas formado sobre a superfície do solo durante uma chuva prolongada dificilmente se apresenta com profundidade uniforme e canais definidos. Depois de um certo tempo de chuva, a capacidade de infiltração do solo se esgota, e então começa o processo de formação de escoamento superficial das águas da chuva, cujo fluxo causador da erosão em lençol pode ser interrompido ou desviado quando o mesmo acha obstáculo em seu caminho (GUERRA, 1999, apud CONCIANI, 2008, p. 15-16).

Esta modalidade também caracteriza-se como erosão causada pelo desgaste e arraste, ou lavagem superficial uniforme e suave em toda a extensão sujeita ao

agente (MAGALHÃES, 2001; LEPSCH, 2002).

Dando ênfase para o desenvolvimento da erosão laminar, aponta-se que:

A matéria orgânica e as partículas de argila são as primeiras porções do solo a se desprenderem, sendo as partes mais ricas e com maiores quantidades de nutrientes para as plantas. Apesar de ser de difícil observação ela pode ser constatada pelo decréscimo de produção das culturas, pelo aparecimento de raízes ou mesmo marcas no caule das plantas, onde o solo tenha sido arrastado(MAGALHÃES, 2001, p. 156).

Pode se considerar que a erosão laminar possui classes que a enquadram num determinado tipo, sendo estas: erosão laminar ligeira, onde aparenta mais ou menos 25% do solo superficial removido ou quando não for possível medir o horizonte A de um solo virgem, com mais de 15 cm de horizonte A remanescente; erosão laminar moderada, quando apresenta 25 a 75% do horizonte A removido ou ainda quando não for possível identificar a profundidade normal do horizonte A de solos virgens com 5 a 15cm de espessura do horizonte superficial remanescente; Erosão laminar severa. Quando apresenta mais de 75% do solo superficial removido e possivelmente com o horizonte B aflorando, ou ainda quando não for possível identificar a profundidade do horizonte A em solo virgem com menos de 5cm do solo superficial remanescente; Erosão laminar muito severa, quando todo o horizonte A já foi removido e com horizonte B já muito erodido; e por fim, Erosão laminar extremamente severa, identifica-se quando o horizonte B em sua maioria removido e com horizonte C já atingido (VIEIRA e VIEIRA, 1983; LEMOS e SANTOS, 1984).

Os processos erosivos identificados pela lixiviação, *a priori*, eram caracterizados como desertificação. Este termo, restritamente era associado ao clima clima árido. Entretanto, de acordo com Suertegaray, Silva e Guasselli (2012) denominou-se o processo da formação de arenização, diferenciando de desertificação pela questão climática. Pensa-se que, apesar do fenômeno ser entendido como natural, pode ser potencializado em razão das ações antrópicas, sendo uma forma de degradação ambiental, já que diminui o potencial biológico, mas, não apresenta definitivamente condições de deserto (SUERTEGARAY; SILVA; GUASSELLI, 2012).

Assim, fica estabelecido que a arenização é um processo de formação de bancos de areias pouco ou não consolidados, que apresentam grau de mobilidade, dificultando a fixação de espécies da cobertura vegetal. Ressalta-se que esta movimentação pode ser por ação da água superficial ou subterrânea, além de ação

dos ventos. O destaque para o fator clima é significativo, uma vez que, esse fenômeno, está relacionado aos climas úmidos, posto que este conceito se difere de desertificação (SUERTEGARAY; SILVA; GUASSELLI, 2012).

Para Bertoni e Lombardi Neto (2008, p. 76), mesmo sendo, essa modalidade de erosão a menos notada, conforme mencionado anteriormente, trata-se da remoção de camadas delgadas do solo e sendo assim, a mais perigosa. Apesar de ser pouco perceptível, em culturas perenes formadas em terrenos suscetíveis à erosão, pode-se perceber com o decorrer do tempo que, as raízes ao serem expostas, indicam a profundidade do solo que foi arrastado.

De acordo com os autores supracitados, quando a água escoar morro abaixo, raramente acontece num movimento uniforme. Os caminhos de maior fluxo de água, ganham a direção de acordo com a declividade do terreno, podendo esta erosão tornar-se sentido linear.

2.6.1.2. Erosão linear

Pode-se caracterizar o processo de erosão linear como o estágio seguinte ao escoamento em lençol ou laminar. Nessa etapa, a concentração do fluxo de água evolui, fazendo com que haja um grande atrito entre as partículas em suspensão e o fundo dos pequenos canais, dando origem a um processo de ravinamento (GUERRA et al., 2012).

Vale ressaltar que, quanto à forma de desgaste dos solos, as erosões lineares podem ser classificadas em sulcos, ravinas e voçorocas, as quais evoluem de acordo com a intensidade dos processos erosivos (SANTANA; QUEIROZ NETO, 1995; CONCIANI, 2008; OLIVEIRA, 2012).

Para Silva et al. (2007a, p. 29), essas erosões são caracterizadas pela formação de canais com frequência e dimensões variáveis, de acordo com as características da chuva, do solo e do relevo.

Como bem é assegurado por Almeida Filho (2014), os processos erosivos lineares (sulcos, ravinas e voçorocas) são delineados como sinais de instabilidade dos sistemas geomorfológicos. Sua graduação é sintetizada como: sulcos, as feições com pequenas dimensões oriundas do escoamento concentrado da água na encosta; ravinas são as feições alongadas consequentes do processo do escoamento concentrado da água; e por fim, voçorocas são canais com afloramento do lençol.

2.6.1.2.1. Sulcos

Galeti (1973) afirma que sulcos acontecem quando as águas ficam concentradas em determinados pontos, originando espécies de calhas/escoadouros que vão se aprofundando e alargando. Para o mesmo, sulcos são a segunda fase da erosão laminar, confirmando assim que uma determinada erosão laminar pode tomar formato de sulco e, talvez mais agressivamente, em voçoroca (GALETI, 1973).

Lepsch (2002) reafirma que o escoamento da água superficial nos sulcos, no qual desgasta o solo, pode vir a se transformar em voçorocas, sendo formas mais espetaculares de erosão.

É possível afirmar que os sulcos são resultados de pequenas irregularidades na declividade do terreno da qual resulta na enxurrada, e concentrando-se em alguns pontos do terreno, atinge o volume suficiente para formar riscos mais profundos (CONCIANI, 2008; BERTONI e LOMBARDI NETO, 2008).

Vieira e Albuquerque (2004) ressalta que para caracterizar esse tipo de erosão, deve ser considerada que a expansão da incisãotem seu crescimento comandado principalmente pelo escoamento superficial concentrado que desce a encosta até o nível mais inferior. Ou seja, apresentam crescimento progressivo, pois seguem o sentido do escoamento (gravidade).

2.6.1.2.2. Ravinas

Esse tipo de erosão pode ser caracterizado como uma dilatação no tamanho das incisões no solo, provocado pela aglomeração das águas da chuva, então a erosão passa a ser chamada de erosão em ravinas (CONCIANI, 2008).

Tendo em vista a evolução do processo erosivo, é importante compreender o processo de ravinamento, de acordo com o autor a seguir:

Quanto aos limites em termos de profundidade de uma ravina, o assunto também é bastante controverso, podendo-se encontrar uma série de limites. Bergsma et al. (1996) consideram que a remoção de solo, através do escoamento superficial concentrado em vários canais rasos, que denominam de ravinas, deve atingir no máximo 20 cm e serem facilmente obliterados pela aragem do solo. Mas, no mesmo livro, Bergsma et al. (1996) também propõem que a erosão em canais com profundidades até 30 cm podem ser consideradas ravinas. Enfim, talvez uma classificação que leve em conta o fato de as ravinas poderem ser obliteradas pela aragem do solo, ou então, que não são características erosivas tão permanentes na paisagem, podendo mudar sua posição a cada ano, seja também aceita. Além disso, as ravinas podem evoluir para voçorocas, em especial quando não são obliteradas pelas práticas agrícolas, ou quando chuvas concentradas caem sobre encostas com ravinas, sem proteção vegetal e que estejam sob superpasteio. O

alargamento e aprofundamento dessas ravinas pode dar origem a voçorocas, devido à ação erosiva das águas na base e nas partes laterais das ravinas (Guerra, 1995; Guerra e Botelho, 1996 apud GUERRA, 1997, p. 11-12).

Ravinas são sulcos erosivos naturais gerados pela concentração do escoamento pluvial nas encostas que tendem a contribuir para os fluxos fluviais em períodos de chuva, constituindo-se, na maior parte, de drenagem temporária em ambientes tropicais úmidos, uma vez que se comportam como cursos d'água efêmeros, possuindo, em geral, forma de "V" alongada e estreita (SALOMÃO, 1994; MAGALHÃES JÚNIOR; BARROS, 2020).

O processo de ravinamento, apesar de natural, pode ser favorecido pela exposição do solo à ação da chuva e do escoamento superficial causado por atividades humanas, como a retirada da vegetação ou a sua degradação, gerando desequilíbrio entre a resistência da superfície e a intensidade do processo erosivo. Apesar disso, não provoca ramificação ao longo do tempo e, em curtos períodos de tempo, não atinge o lençol freático (SALOMÃO, 1994; GUERRA, 1999; MAGALHÃES JÚNIOR; BARROS, 2020).

2.6.1.2.3. Voçorocas

Nas erosões por voçoroca atuam, além da erosão superficial, outros processos, condicionados pelo fato de esta forma erosiva atingir em profundidade o lençol freático ou nível de água de subsuperfície. Assim, corresponde-se como o estágio mais avançado da erosão (IPT, 1989).

É possível afirmar que o fluxo/mineração de água no fundo das voçorocas solapa as paredes, carreando os materiais que se desprendem dos taludes laterais. Entretanto, os taludes laterais continuam em posições subverticais, podendo ocorrer erosão interna ou *piping* (IPT, 1989; CONCIANI, 2008).

As voçorocas representam perda de solo, destruindo atividades desenvolvidas no local, pois estas feições cortam as vertentes, atingindo o horizonte C dos solos, atingindo vários metros de profundidades, apresentando paredes verticais e fundo plano, caracterizadas como "rasgos" (LEPSCH, 2002).

As voçorocas, por sua vez, são formas erosivas mais complexas e estão associadas à erosão acelerada, em geral a partir de intervenções humanas, quando da remoção ou de ações que degradam a cobertura dos solos, como os desmatamentos, a construção inadequada de cercas, ruas ou estradas. Estas são as

formas mais complexas e destrutivas da erosão linear e são resultantes da ação combinada das águas de escoamento superficial e subterrâneo, no qual se desenvolvem fenômenos de *piping* ou pipe (SALOMÃO et al., 2016). Sua origem pode ter relação com a expansão e com o aprofundamento de sulcos erosivos que atingem o nível freático, ou quando formam túneis erosivos subsuperficiais. Assim, quando chegam neste ponto, geram colapsos no solo para onde convergem os fluxos superficiais (MAGALHÃES JÚNIOR; BARROS, 2020).

O fenômeno de *piping* é a formação de canais internos no sentido inverso ao fluxo da água, provocando a remoção de partículas do interior do solo, as quais podem originar colapsos e desabamentos da voçoroca, ou ainda originar novos ramos (GUERRA, 1999).

2.7. Fatores condicionantes do processo erosivo

Como bem nos assegura Infanti Jr e Fornasari Filho (1998) citado por Lohmann e Santos (2005), os eventos relacionados à formação das erosões são resultadas de dois conjuntos de fatores, dos quais podem ser identificados pelos naturais que determinam a intensidade dos processos, sendo os mais significativos a topografia, os tipos de solos, a cobertura vegetal, a chuva e o substrato geológico; o segundo conjunto, comandados pelos fatores antrópicos, como a mineração, os tipos de uso/ocupação e desmatamento. Processos estes que deflagram os processos erosivos instantaneamente ou ainda depois de um período de tempo.

Em seguida, há uma sequência do conjunto de fatores que causam o desenvolvimento dos processos erosivos como o relevo, a chuva, a cobertura vegetal e o uso e cobertura.

2.7.1. O relevo

As cartas topográficas fornecem informações fundamentais para a realização da caracterização do relevo, uma vez que possibilitam a caracterização de uma série de propriedades morfométricas de vertentes. Os índices morfométricos mais usados para realizar a descrição do relevo são: a declividade, o comprimento da rampa, a altitude, a amplitude; dos quais permitem “avaliar o grau de energia e a susceptibilidade do relevo à ocorrência de processos erosivos e deposicionais” (INFANTI JR. E FORNASARI FILHO, 1998 apud FARIA, 2012, p. 29).

De acordo com Salomão (2007), a topografia do terreno muito influencia na veemência dos processos erosivos, principalmente em função da declividade e comprimento de rampa (encosta). Assim, terrenos mais íngrimes e de maior comprimento de rampa manifestam mais intenso escoamento superficial e por sua vez, maior capacidade erosiva. Contudo, uma baixa declividade e comprimento de uma encosta, ainda pode ter grande intensidade erosiva, se apresentada com grande vazão do escoamento das águas superficiais (INFANTI JR. e FORNASARI FILHO, 1998, p. 135 apud FARIA, 2012).

Como assegura Guerra (1995) apud Devicari (2009), os atributos relativos à declividade, forma e comprimento das vertentes atuam conjuntamente entre si e ainda com outros fatores ligados a chuva, como as propriedades dos solo, oferecendo maior ou menor resistência à erosão.

Com base nisso, pode notar-se que há maior perda total de solo entre sulcos em função dos fatores: aumento da energia cinética pela precipitação de chuvas e pela declividade da superfície do solo (AMORIM et al., 2001).

Lepsch (2002) afirma que o grau de inclinação do terreno influencia muito na dispersão e velocidade do fluxo da água, e como consequência, no maior ou menor arrastamento superficial das partículas do solo.

2.7.2. Chuva

A chuva é o fator climático de maior importância para a erosão dos solos, pois conforme sua intensidade, frequência e duração, podem intensificar o volume e a velocidade das enxurradas. Assim “a intensidade é o fator pluviométrico mais importante na erosão” (BERTONI e LOMBARDI NETO, 2008, p. 46).

Para os mesmos, a perda de solo pela erosão, também é justificada pela frequência das chuvas, onde, se os intervalos de chuvas são curtos, o teor de umidade no solo é alto, assim, as enxurradas têm mais volume, ainda que com chuvas menos intensivas. Do contrário, quando os intervalos são maiores, o solo tende a ficar seco, não havendo enxurradas em chuvas de baixa intensidade, com isso, em ocorrência de longo período de estiagem, pode haver a redução da vegetação pela falta de umidade e, assim, reduzir a proteção natural do terreno.

O salpicamento das gotas da chuva, e em especial a água em movimento contribuem para o deslocamento do solo que apresenta-se desprendido ou frouxo. “Nas ravinas, o grosso do afrouxamento e dos cortes são devidos ao deslocamento

da água, porém nas superfícies de solos, comparativamente lisas, o impacto das gotas da chuva produzem maior parcela de fracionamento”(BRADY, 1979, p. 244).

Nessa lógica, as gotas das chuvas influenciam de três maneiras intrínsecas, sendo elas: “(a) fracionam o solo, (b) tendem a destruir a granulação e (c) seus salpicos, sob certas condições, produzem o transporte de qualidade apreciável de solo” (BRADY, 1979, p. 244).

O solo cultivado quando exposto às chuvas tende a receber muita energia cinética da precipitação, dando início às erosões através da fraturação dos agregados do solo que fazem com que as partículas menores em suspensão penetrem e obstruem os poros, ocasionando a diminuição da permeabilidade do solo, formando o selamento superficial, dificultando a infiltração de água no solo (SCHAEFER et al., 2002).

Para os mesmos, o fenômeno do selamento superficial é resultante da criação de uma camada superficial com maior densidade, pela “destruição dos agregados do solo causada pelo impacto das gotas de chuva, dispersão e entupimento dos poros” (SCHAEFER et al., 2002, p. 670).

Para Bertoni e Lombardi Neto (2008), a disposição dos espaços porosos influencia fortemente no processo de infiltração e capacidade de saturação por água, assim, exemplifica que em solos arenosos, pode-se esperar mais alta velocidade de infiltração se comparados com os limosos ou argilosos, que têm menos espaços porosos. Assim, há interação da infiltração com o desenvolvimento das erosões:

O grau de agregação do solo é outro fator que afeta a infiltração. Se as partículas mais finas são bem agregadas, os espaços porosos entre elas são maiores, proporcionando maior velocidade de infiltração. Práticas de manejo do solo que melhoram suas condições físicas e granulação reduzem a enxurrada e a erosão de grande parte das chuvas (BERTONI e LOMBARDI NETO, 2008).

Nesse contexto, ao observar a intensidade das chuvas no processo erosivo, pode ser considerado que quando ocorrem mansamente as precipitações em pequenas gotas num longo período de horas e ainda em forma de garoas, estas águas podem ser mais facilmente absorvidas em razão do tempo ser mais propício para a infiltração, desta forma, não ocasionando enxurradas, tendo menor ensejo à consequências danosas, como as erosões. Em contrapartida, se esta mesma chuva cair depressa, num curto período de tempo, em forma de aguaceiros, provavelmente acarretará em grandes enxurradas e por consequência, na instalação de erosões

(LEPSCH, 2016).

Enfatizando ainda mais a intensidade pluviométrica como fator crucial aos processos erosivos, vale ressaltar que a

influência das chuvas, consideradas as duas fases, pluviosidade total e intensidade pluviométrica, a segunda é, via de regra, a mais importante. Uma elevada precipitação anual, fracionada em chuvas leves, poderá ocasionar erosão reduzida, ao passo que uma menor precipitação anual, que sobrevém torrencialmente, poderá resultar em tremendos prejuízos. [...] (BRADY, 1979, p. 245).

Sabendo da influência das chuvas para os processos erosivos, há de ser ressaltado que o abastecimento hídrico dos solos está diretamente relacionada com as bacias hidrográficas, já que são determinadas como “sistemas abertos”, tendo constante troca de energia e matéria (CHRISTOFOLETTI, 1999, p. 06). Esta troca resulta-se da correlação entre si dos processos que ali acontecem. Estes processos podem ser reconhecidos pela “produção, o transporte e a deposição de sedimentos, os quais se configuram como processos naturais de toda bacia de drenagem e podem sofrer interferências e serem acelerados em razão da ação antrópica” (OLIVEIRA, 2007, apud, HOFFMANN e OLIVEIRA, 2018, p. 822).

O manejo inadequado causa efeitos danosos ao recurso natural do solo, podendo ser observados ao longo de um morfocompartimento. Quando há redução da taxa de infiltração de água, pela diminuição da macroporosidade, contribui para o escoamento superficial e arraste de fragmentos finos de posições mais elevadas para as mais baixas (Cintra *et al.*, 1983; Centurion & Demattê, 1985 apud SOARES, 2005).

2.7.3. Cobertura vegetal

Como a sub-bacia do córrego Piraputanga apresenta gradientes altitudinais que oscilam entre 200 m a 600 m a diversidade vegetativa é maior. A relevância de assimilação entre a altitude de uma superfície com a vegetação se dá em razão da variação da vegetação em gradientes altitudinais que geralmente está condicionada pelo gradiente térmico. Assim, altitudes abruptas e por consequência temperaturas diferentes, refletem na variação vegetativa (CAGLIONI *et al.*, 2018).

Neste estudo tem-se a presença das sub-unidades vegetativas: savana arborizada com floresta de galeria, savana arborizada sem floresta de galeria, savana florestada, savana parque sem floresta de galeria e vegetação secundária com

palmeiras.

2.7.3.1. Savana arborizada com floresta de galeria

A vegetação desta sub-unidade compreende espécies como: almécega (*Protiumheptaphyllum*) e cuia-do-brejo (*Styraxcamporum*) (EMBRAPA, 2021).

Como bem é assegurado por Gomes e Santos (2001), este padrão de vegetação é formado pela expressão das Savanas Arborizadas associada a formações ripárias. Estas formações ripárias formam faixas no entorno das margens dos rios e córregos, desenvolvendo espécies como: ingá (*Ingasp*), figueira (*Ficussp*), pinha-do-brejo (*Talaumaovata*), pindaíba-do-brejo (*Xylopiamarginata*). Desenvolvem ainda elementos estacionais, uma vez que estas formações não estão submetidas a estresse hídrico verificado no ambiente savânico. Os mesmos autores destacam que em razão de apresentarem faixas contínuas que se destacam na paisagem de formações abertas, vêm a receber a denominação de Floresta de Galeria ou Florestas Ciliares (GOMES e SANTOS, 2001).

A maioria das ocorrências de Savana Arborizada está relacionada a Floresta de Galeria, presentes ao longo dos cursos d'água compondo faixas retrais na paisagem savânica (GOMES e SANTOS, 2001).

A mata ciliar, nesse contexto, vem a ser compreendida como sistemas florestais estabelecidos naturalmente em faixas, sobre as margens dos rios e riachos, no entorno de lagos, represas e nascentes, atuando como um instrumento redutor do assoreamento e da degradação do meio ambiente e como meio natural de processamento e transformação da diversidade ambiental (OLIVEIRA et al., 2010).

As matas ciliares atuam como filtros que retêm os defensivos agrícolas, poluentes e sedimentos que seriam levados para os cursos d'água, prejudicando espontaneamente a quantidade e a qualidade da água e por consequente, a fauna aquática e a população humana. São primordiais ainda como corredores ecológicos, acoplando fragmentos florestais e, assim, facilitando o deslocamento da fauna e o fluxo gênico entre as populações de espécies animais e vegetais. Em regiões que apresentam topografia acidentada, executam proteção ao solo contra processos erosivos (MARTINS, 2001).

2.7.3.2. Savana arborizada sem floresta de galeria

Das características mais acentuadas da savana arborizada sem floresta de galeria, destaca-se sua formação natural ou antropizada, composta por espécies de pequeno porte (aproximadamente 5 m de altura), com indivíduos esparsamente distribuídos em vegetação de gramíneas. Há a presença de plantas lenhosas raquíticas e palmeiras acaules, ambiente sujeito ao fogo anual. Apresenta uma composição florística semelhante a do cerrado, porém, possui estrutura um pouco mais baixa e aberta. As espécies mais encontradas são: *Qualea parviflora* (pau-terra folha-miúda), *Curatella americana* (lixeira), *Qualea grandiflora* (pau-terra-folha-larga) (BRASIL, 2009; MENGATTO JUNIOR, 2010; BORGES et al., 2014).

Já para Abdon (2009) a savana arborizada sem floresta de galeria, é caracterizada por uma formação lenhosa esparsa, sobre um estrato herbáceo, composta de arbustos e árvores que variam entre 80 centímetros à 10 metros de altura.

A vegetação, de acordo com a Embrapa (2021), tem um aspecto tortuoso, raquítico e dentro a altura supracitada, com presença de espécies como: *Ouratea spectabilis* (folha-de-serra), *Caryocar brasiliense* (pequi) e *Brosimum gaudichaudii* (mama-cadela).

2.7.3.3. Savana Florestada

Conforme é assegurado por Gomes e Santos (2001), a Savana Florestada é a expressão florestal das formações savânicas. Ela se desenvolve em solos profundos e de média fertilidade, frequentemente podzólicos e latossolos. As árvores que formam o dossel apresentam troncos geralmente grossos, entretanto, sem tamanha a tortuosidade comumente vista nas savanas, sendo também perene. Não apresenta um estrato arbustivo nítido e o estrato graminoso esparsa é intercalado de espécies lenhosas de pequeno porte. Pode atingir uma altura de 15m. Apresenta composição florística diversificada, com espécies que assumem hábito arbóreo, e da floresta estacional. Epífitas são raras. É também denominada “Cerradão” ou “Savana Arbórea Densa” (GOMES e SANTOS, 2001).

2.7.3.4. Savana parque sem floresta de galeria

O subgrupo savana parque sem floresta de galeria é formado essencialmente

por um estrato graminóide, integrado por hemiptófitos, e entremeada por nanofanerófitos isolados, típico de um parque inglês (IBGE, 1992; 2012).

O tipo de vegetação “*Parkland*”, sinônimo deste subgrupo, foi adotado para designar uma fisionomia dos sub grupos de formações campestres brasileiras, naturais ou antrópicas (IBGE, 2012).

Ribeiro (s.d.) trata a savana parque, “*savana parque*”, como trechos predominantemente herbáceos que alternam-se com os arborescentes. A savana parque constitui-se de um estrato graminóide juntamente de arbustos e arvoretas isoladas, sendo comparada à estrutura de um parque inglês, “*parkland*”. Esta, constitui basicamente as regiões de campo sujo e campo rupestre (quando houver rochas aparentes), apresenta estrato herbáceo contínuo, com esparsas espécies lenhosas, nunca formando adensamentos (GIROLAMO NETO et al., 2017; AMARAL et al., 2019).

2.7.3.5. Vegetação secundária com palmeiras

As áreas antrópicas são constituídas de grandes tratos agrícolas com pastagens, a qual foi acentuada a retirada da vegetação natural primitiva, tendo sofrido exploração seletiva e dominada atualmente por indivíduos secundários. Sua presença é significativa na área mapeada, daí surge a necessidade de reconstituição da floresta natural, desde que haja algum remanescente nas proximidades (SILVA et al., 2007b).

2.7.4. Uso e cobertura

O estudo do uso e ocupação do solo é de grande relevância tendo em vista que o mesmo fornece informações dos variados tipos de usos, além de subsidiar ações de planejamento (KALISKI; FERRER; LAHM, 2010).

A região onde se localiza Reserva do Cabaçal, até o início do século XX, era pouco povoada e apresentava grande extensão de cobertura por matas e áreas de cerrado que cobriam a extensão do rio Sepotuba até o rio Cabaçal e na desembocadura destes com o rio Paraguai, até a Serra dos Parecis. Esta cobertura por matas foi objeto de exploração de poaeiros, caçadores, e madeireiros que faziam o uso dos rios como canal de acesso e escoamento dos produtos extraídos (SIQUEIRA, 2002; SANTOS, 2011).

No ano de 1967 sucedeu a ocupação do município por trabalhadores contratados pela Fazenda Itaguay, que fizeram a caracterização das terras, da margem esquerda do rio Cabaçal, como desabitadas. Surgiu, com isso, o assentamento constituído por famílias de pequenos produtores rurais migrantes, vindos dos estados do Espírito Santo e de Minas Gerais. Frente à este cenário, a área loteada, sendo concedido direito de posse aos produtores que se comprometessem a trabalhar nessas terras (FERREIRA, 2001).

No período de 1972 a 1974, a migração para o local foi intenso, resultado do assentamento do povo criado pela Companhia de Desenvolvimento de Mato Grosso (CODEMAT). Desse modo o povoado de Reserva do Cabaçal passou a ser Distrito de Reserva do Cabaçal, por meio da lei nº. 3.982 de 05 de julho de 1978. Posteriormente a elevação à categoria de município ocorreu em 15 de novembro de 1985, com a Lei Estadual nº. 5.011 de 13 de maio de 1986. A origem do nome deste município se deve aos técnicos da CODEMAT, que originaram a colonização do local, às margens do rio Cabaçal considerada “reserva do governo”. O termo “Cabaçal” foi empregado para caracterizar o povo indígena, da etnia Bororo, que habitava as margens do rio Cabaçal na região de Cáceres, que eram denominados cabaçais (AVELINO, 2006; RIBEIRO, et al., 2013).

Com o passar dos anos, aos poucos foi ocorrendo alterações na cobertura vegetal, já que a vegetação da antiga reserva foi sendo retirada para dar lugar ao plantio de lavouras e criação de gado, inclusive nos topos e nas encostas dos morros (WWF, 2013).

Essa alteração é causada por variados tipos de uso e cobertura dentro da sub-bacia. Os tipos de uso tidos nesta sub-bacia são: a pastagem, a floresta estacional decidual submontana, a floresta estacional semidecidual submontana, a savana florestada e savana arborizada, a savana florestada, e alteração antrópica.

2.7.4.1. Pastagem

Como bem embasado por Mato Grosso (2001), no Projeto de Desenvolvimento Agroambiental do Estado de Mato Grosso – PRODEAGRO, elaborado pela Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral (SEPLAN) e pelo Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD), a atividade pecuária, como um forte histórico da formação econômico-social, é uma atividade bastante expressiva no estado de Mato Grosso, e a principal responsável pelo uso e ocupação

dos territórios antropizados.

Nas palavras de Galetti (1984) e de Verdum et al., (2016), esse revestimento vegetal com gramíneas é um mecanismo que contribui para a conservação do solo às erosões, já que evita a ação direta de escoamento da água da chuva e por sua vez, a desagregação de partículas do solo. Para que haja tal ação protetora, deve-se considerar a necessidade de proteger a cobertura vegetal em uma área degradada.

Entretanto, uma má escolha e má manutenção e queimadas tornam o solo num estágio degradante. Com isso, a ausência de cobertura do solo pela pastagem, faz com que o escoamento superficial e a lixiviação, exponham o solo ao impacto direto das gotas das chuvas, acelerando os processos erosivos (PERON e EVANGELISTA, 2004).

2.7.4.2. Floresta Estacional Decidual Submontana

Este sub-grupo de cobertura vegetal possui características savanísticas e florestais. Um dos atributos principais dessa unidade vegetativa é a sua situação altimétrica em relação ao nível do mar, variando por volta de 100 m até 500 m. A percentagem da decidualidade foliar é de 50% ou mais. As espécies encontradas são: “Carinianaspp (jequitibás), Aspidospermaspp (perobas), Cedrelaspp (cedros), Piptadeniaspp (angicos), Peltophorumsp (canafístula) e outras” (IBGE, 2012).

A cobertura vegetativa de porte florestal convém à conservação da área em que ocupa, principalmente ao solo e volume hídrico Verdum et al., (2016).

2.7.4.3. Floresta Estacional SemidecidualSubmontana

Nessa formação, a espécie comumente encontrada é a *Aspidospermapolyneuron*, árvore de porte alto (MORAIS et al., 2003).

De acordo com Araújo Filho (2009), este tipo vegetativo é composto pela formação de ambientes pouco úmidos, sua vegetação também é conhecida como “brejos de altitude”. É uma vegetação explorada e substituída por outros cultivos, nota-se pela pouca quantidade de remanescente. Esta formação vegetal apresenta um porte em torno de 20 metros (estrato mais alto) e apresenta uma razoável perda de folhas do estrato arbóreo no período seco.

2.7.4.4. Savana Florestada/Savana Arborizada

A pressão antrópica é freqüentemente observada sobre este conjunto,

transformando-as em pastos, geralmente manejados com fogo para disseminação das gramíneas nativas. tal manejo, conjugado com o corte seletivo de espécies, tem transformado sensivelmente estas formações para uma forma similar à Savana Arborizada pouco densa (GOMES; SANTOS, 2001).

A savana florestada possui uma fisionomia típica, associada a áreas areníticas lixiviadas com solos profundos, ocorrente em clima tropical eminentemente estacional. Exibe sinúsias lenhosas de micro e nanofanerófitos, tortuosos com ramificação irregular, perenes ou semidecíduos, com órgãos de reserva subterrâneos ou xilopódios, suas alturas circundam em torno de 8 a 10 m (IBGE, 2012).

No mesmo documento, IBGE (2012), a savana arborizada é apresentada por formação natural ou antropizado, sendo caracterizado por apresentar uma fisionomia nanofanerofítica rala e outra hemicriptofiticagraminoide contínua, sujeito ao fogo anual. As espécies criam fisionomias ora mais abertas (Campo Cerrado), ora com a presença de um scrub adensado, Cerrado propriamente dito. A composição florística, é idêntica a da Savana Florestada, possui espécies dominantes que caracterizam os ambientes de acordo com o espaço geográfico ocupado.

2.7.4.5. Savana Florestada

Como assegurado por Gomes e Santos (2001) e IBGE (2012), tal área está relacionada com os solos profundos, podzólicos ou latossólicos e que encontram-se em processo de lixiviação, presentes em clima tropical. Quanto às características de suas árvores, são compostas por troncos geralmente grossos e um pouco tortuosos.

2.7.4.6. Aa - Alteração antrópica

Para Lins et al. (2019), a viabilidade ambiental da construção de uma estrada é tida a partir do Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA), onde são definidas as características da rodovia, determinando o melhor traçado, onde seus impactos mais relevantes sejam de menor intensidade em comparação com os demais traçados. Além disso, estes documentos abordam quais medidas mitigadoras devem ser utilizadas no empreendimento, posto que mesmo tendo o melhor traçado, é possível trazer impactos significativos para o meio ambiente, desse modo, tais medidas se tornam cruciais para a manutenção do meio onde o empreendimento está inserido.

2.8. Abordagem morfopedológica

A abordagem morfopedológica foi uma proposta apresentada por pesquisadores, *a priori*, da geografia física a qual abrange um estudo amplo sobre o espaço geográfico e, de acordo com Tricart (1977), as chamadas Unidades Ecodinâmicas dão origem à compartimentação morfopedológica, já que permitem uma abordagem integrada do meio físico com as relações humanas. Desse modo, com a análise integrada de Tricart, conceitua-se a relação do homem com o meio físico/biótico como sistema (análise sistêmica), sendo um instrumento consequente para estudar problemas ambientais.

A proposta de trabalho morfopedológico é um ramo da geomorfologia que volta seus trabalhos para a discussão no âmbito da interação do relevo e como as propriedades dos tipos litológicos exercem para disposição dos tipos de solo. Assim, “a necessidade de compreensão da distribuição espacial dos solos e da sua dinâmica interna requer a integração dos estudos pedológicos com outros ramos do conhecimento, incluindo nesta lógica a geografia e a geomorfologia” (VIDAL-TORRADO, et al., 2005 apud BELARMINO et al., 2016, p. 3-4).

Salomão et al. (1981), e Jungerius (1985) apud Muratori (1996), quando abordam o estudo morfopedológico como ferramenta para entender o meio físico e caracterizar áreas da paisagem, aponta ser necessária a consideração e a interação entre o substrato geológico, relevo e solos, e que desta relação nota-se a as características litológicas e de relevo para então delinear os compartimentos apresentando as unidades pedológicas.

Ao aplicar o estudo morfopedológico para entender o desenvolvimento de processos erosivos lineares, Salomão (1994), baseado nos estudos de Tricart e Killian (1979), busca identificar compartimentos homogêneos do terreno, indo além de fatores como solo e relevo, mas observando ainda a relação com o substrato geológico para definição dos compartimentos morfopedológicos. Desse modo, os três fatores (extrato geológico, solo e relevo) ficam intrinsecamente abordados para as análises físicas e ambientais.

Segundo Barbalho (2002) o diagnóstico morfopedológico tem como objetivo delimitar unidades da paisagem e/ou compartimentos a partir dos processos complexos de morfogênese e pedogênese explicitamente relacionados entre si, que lhes conferem uma dinâmica de evolução específica.

Tricart e Killian (1979) apud Queiroz Neto (2010, p. 02), ao abordar a relação entre os processos geomorfológicos e pedológicos, diz que é possível encontrar uma contradição entre a pedogênese e morfogênese: “quando a pedogênese é mais ativa, o solo torna-se mais espesso em detrimento dos materiais subjacentes e os horizontes mais diferenciados: a morfogênese seria pouco atuante”.

Ressalta-se a importância da variável relevo e sua forma, pois “reflete e condiciona a dinâmica de processos superficiais na paisagem e a esculturação promovida pela ação da morfogênese” (SILVEIRA, et al., 2013, p. 624).

A morfopedologia possibilita cartografar unidades relativamente homogêneas, sendo consequências da correlação entre “substrato geológico, relevo e solos, que constituem unidades temporo-espaciais e intrínsecas do meio físico” (CASTRO e SALOMÃO, 2000, apud RIBEIRO e SALOMÃO, 2003, p. 83).

Nesse contexto, Castro e Salomão (2000) apontam três níveis que permitem o reconhecimento dos compartimentos topográficos, sendo o primeiro a revelação da distribuição e configuração as formas dos relevos. Já o segundo trata do estudo dos processos que atuaram na construção das formas (morfogênese). Assim, o terceiro corresponde a dedução do comportamento atual da paisagem (geomorfologia) a partir dos dois anteriores e ainda dos agentes intervenientes.

Os compartimentos morfopedológicos ou unidades morfopedológicas podem ser compreendidos por características fisionômicas (externalidade) do meio físico biótico e abiótico dos quais revelam determinado tipo e delimitação do modelado terrestre posto pelas estruturas litólicas e pedológicas (internalidade), dos quais os atributos apresentam consonância histórico-evolutiva, no tempo e no espaço, cuja escala de detalhes permite observações diretas por meio da compartimentação do modelado. Além disso, o processo de uso e ocupação pode alterar as formas, materiais e processos lentamente ou intensamente, permitindo assim as mudanças no seu funcionamento e por consequência, em sua fisionomia (CASTRO & SALOMÃO, 2000).

Portanto, segundo Sacramento (2009) apud Faria (2012), para entender o funcionamento dos processos morfopedológicos é necessário o entendimento de um sistema ainda maior, a paisagem e sua integralidade. Dessa, a dinâmica e gênese de ambientes, prescinde da interface e relação do relevo/solo, além das contribuições de outros elementos presentes numa unidade de paisagem, razões são estas das diferentes estruturas paisagísticas.

Dessa forma, são componentes de análise da morfopedologia a geologia, geomorfologia e pedologia, abaixo descritos:

2.8.1. Geologia

A geologia da bacia hidrográfica do córrego Piraputanga compreende parcialmente o Grupo Aguapeí, que caracteriza o sudoeste de Mato Grosso e oriente boliviano. O embasamento do Aguapeí é constituído pelas associações petrotectônicas de núcleos gnaisse-migmatíticos de composição tonalítica, admitidos como o embasamento mais antigo da região (SAES; LEITE, 1993).

Outro grupo que também compreende a presente sub-bacia é o Grupo dos Parecis. A formação é constituída por conglomerados polimíticos, mal selecionados, com clastos de gnaisse, quartzito e arenito (CPRM, 2004).

A bacia hidrográfica do córrego Piraputanga compreende as seguintes unidades geológicas datadas do Statheriano ao cretáceo: Formação Utiariti e a Formação Alto Guaporé.

2.8.1.1. K2ut - Utiariti

Nesta designação, Barros et al. (1982) trata que a composição é de arenitos quartzosos da seção de topo do grupo Parecis. As rochas dessa unidade formam as partes mais elevadas da sub-bacia. Seus sedimentos são arenosos feldspáticos de granulometria fina a média com subordinadas intercalações de siltitos, argilitos e raros níveis delgados de conglomerados. Tal compartimento pertence ao grupo Parecis, de origem no período cretáceo, na era mesozóica e éonfanerozóica. (MATO GROSSO, 2000).

A Formação Utiariti foi designada por causa de afloramentos de arenitos, siltitos e argilitos avermelhados, sendo encontrada nas partes mais elevadas do Planalto dos Parecis, ocupando grandes extensões de areais. Esta formação repousa sobre as rochas do Complexo Xingu as do Grupo Aguapeí, se assentando em discordância angular e erosiva sobre metarenitos das formações Fortuna e Morro Cristalino, e sobre os metapelitos da Formação Vale da Promissão. Sua litologia basicamente é composta por sedimentos arenosos (RIBEIRO, *et al.*, 2015; ARAÚJO 2014).

Este complexo geológico também caracteriza-se por apresentar pouco cimento e matriz, acarretando ser facilmente desagregados (BARROS et al., 1982).

2.8.1.2. PP4ag – Alto Guaporé

No baixo curso da sub-bacia há formações geológicas do Complexo Metamórfico Alto Guaporé, do grupo Aguapeí, acentuadas pelo Éon Proterozóico, Era Paleoproterozóico, Período Statheriano. Sua composição é abarcada por gnaisses tonalitos, granodioritos e ortoderivados (CPRM, 2010).

O material gnaiss é caracterizado por rocha metamórfica composta por quartzo-feldspato, tendo granulação média a grossa. Sua estrutura varia de maciça a outros, granitóide com foliação dada pelo achatamento dos grãos, geralmente milimétricas a centimétricas, quartzo-feldspáticas alternadas com bandas mais máficas, derivada de processos de segregação metamórfica que culminam em rochas migmatíticas (WINGE, 2021).

O Tonalito e o granodiorito são rochas ígneas plutônicas compostas por quartzo, plagioclásio (feldspato subordinado); biotita e/ou hornblenda geralmente importantes (WINGE, 2021).

2.8.2. Geomorfologia

A presente sub-bacia hidrográfica do córrego Piraputanga, em Reserva do Cabaçal no estado de Mato Grosso apresenta três unidades geomorfológicas: Depressão do Alto Paraguai, Planalto dos Parecis e Serras do Roncador. Nesse contexto, destacam-se diversas formas de relevo da área de estudo em questão subdividem-se em:

Superfície pediplana – aplanamento elaborado por processo de pediplanação, cortando litologias pré-cambrianas do complexo basal, do grupo Alto Paraguai e terciários do Planalto dos Parecis (RIBEIRO, et al., 2013).

“Superfície erosiva tabular – relevo residual de topo aplainado provavelmente testemunha de superfície aplainada, geralmente limitada por Morros com encostas escarpadas erosivas;”

“Superfície estrutural tabular – aplainamento de topo parcial ou totalmente coincidente com a estrutura geológica, limitada por Morros com encostas escarpadas e retrabalhada por processos de pediplanação”.

“Patamares estruturais: relevo escalonado comportando degraus topográficos, resultante de erosão diferencial”.

“Terraço erosivo fluvial: patamar esculpido pelo rio, com declive fraco voltado para o leito fluvial, geralmente com cobertura aluvial” (RIBEIRO, et al., 2013, p. 161-

162).

As Unidades, apresentadas a seguir, estão apresentadas em forma de lista de expressividade decrescente, sendo encontradas, respectivamente, a Serras do Roncador, Planalto do Parecis e, Depressão do Alto Paraguai.

2.8.2.1. Serras do Roncador

A unidade Serras do Roncador, apresenta continuidade e relativa homogeneidade, exibindo predomínio em formas dissecadas e tabulares. É constituída, geralmente, por rochas cristalinas em rampa dissecada em litologias pré-cambrianas, pertencentes à metassedimentos do Grupo Aguapeí. Tal litologia em conjunto com atividades tectônicas, originaram modificações quanto aos aspectos geomorfológicos. Resultando na esculturação dos metassedimentos em relevos tabulares de topo conservado, possuindo interferência direta da estrutura. De modo a apresentarem Morros com encostas escarpadas estruturais escalonadas, com sua frente para sudoeste e orientação sudeste-noroeste (RADAMBRASIL, 1982).

2.8.2.2. Planalto dos Parecis

A unidade do Planalto dos Parecis tem sustentação por rochas cristalinas, vulcânicas e sedimentares Paleozoicas e Mesozoicas. Essa diversidade litológica permite o fracionamento do planalto em duas sub-unidades, sendo uma mais elevada, denominada de Chapada dos Parecis, integrando as áreas pediplanadas, amplas superfícies tabulares erosivas e interflúvios tabulares com altitude em torno de 600 m, e a outra sub-unidade sendo menos elevada, o Planalto Dissecado dos Parecis que apresenta porções mais erodidas, abarcando altitudes que oscilam entre 200 m a 400 m (RADAM BRASIL, 1982).

2.8.2.3. Depressão do Alto Paraguai

A Depressão do Alto Paraguai é correspondente a uma sub-unidade da Depressão do Rio Paraguai, considerando a estrutura geológica e as características morfológica, a Depressão do Alto Paraguai foi distinguida como uma unidade morfoescultural (ROSS, 1998).

Esta unidade apresenta uma superfície de relevo pouco dissecado, tendo pequeno caimento topográfico de norte para sul, sendo rampeada em sua seção oeste (RADAMBRASIL, 1982).

2.8.3. Pedologia

O solo, como recurso natural dinâmico, é passível de ser degradado em função do uso inadequado pelo ser humano. Nesta condição, o desempenho de suas funções básicas fica severamente danificado, promovendo interferências negativas no equilíbrio ambiental, diminuindo a qualidade ambiental nos ecossistemas, especialmente nos que sofrem mais interferência humana como os sistemas agrícolas e urbanos (LIMA et al., 2007).

No entendimento de Lepsch (2011), para a identificação e classificação de um perfil de solo é necessário realizar o estudo do perfil. Assim, este estudo considera a categoria e identificação de cada item, sendo que, a primeira classificação determinada por ordem contribui na observação de processos de solo como indicativo da presença de horizonte diagnóstico, atributos mineralógicos, além de observação quanto a temperatura e umidade.

Para a categoria subordem, observa-se a subdivisão de ordens de acordo com a presença ou ausência das propriedades a respeito do regime hídrico do solo (encharcamento ou seca) e tipos de horizontes diagnósticos. Referente ao grande grupo ocorre a subdivisão de subordens, de acordo com o grau de expressão do horizonte diagnóstico (saturação e atributos), além de observar a presença ou ausência de atributos diagnósticos (plintita, duripã e outros). A quarta categoria comumente usada é o subgrupo, que são atributos que marcam transição “intergrades” para táxons das três categorias anteriores, ou para materiais que não são solos (LEPSCH, 2016).

Lima et al. (2007) afirmam que é possível se observar a degradação do solo em diversos processos, tais como: redução de sua fertilidade natural; diminuição da matéria orgânica do solo; e pela perda de solo e água por erosão hídrica (causada pelas chuvas); alteração do solo para obras civis (cortes e aterros); desertificação e arenização dos solos. Por isso se tem importância o estudo científico do solo, já que a aquisição e disseminação de informações sobre o papel que ele exerce e sua importância na vida do homem são condições primordiais para sua proteção e conservação, além de que o entendimento de suas características físicas são cruciais para a garantia um ambiente sadio e sustentável.

2.8.3.1. Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico

Os argissolos tem seu elemento formativo “argi”, do latim “argilla”, sendo chamado de “argila”, sentido conotativo para solos que tem processo de acumulação de argila em sua composição (SANTOS et al., 2018).

São características dos argissolos a acentuação de solos com B textural e com argila de atividade baixa, além de atuação incompleta de ferralitização; mobilização de argila da parte mais superficial. Solos desse tipo são comumente encontrados no terço inferior das colinas e morros do cerrado, de acordo com o SiBCS (SANTOS et al., 2018).

De acordo com a Embrapa (2006a), os argissolos são caracterizados pelo grupamento de solos com B textural, com argila de atividade baixa ou alta combinada com saturação por bases baixa ou caráter alítico.

Argissolos são solos minerais bem desenvolvidos e drenados, variam entre profundos a muito profundos, apresentam variação em cores vermelhas, vermelho-amarelas, amarelas, acinzentadas ou ainda brunadas. Os horizontes observados alternam nas sequências do tipo: A–E–Bt–C–R ou A–B–C–R, e são caracterizados pela boa capacidade de armazenamento de água (FILGUEIRAS, 2019).

Os argissolos têm evolução avançada com atuação incompleta de processo de ferralitização, em atrelamento com paragênese caulínica-oxidíca ou potencialmente caulínica, ou apresentando hidróxi-Al entre camadas, na constância de mobilização de argila da parte mais superficial do solo, com concentração ou acumulação em horizonte subsuperficial (EMBRAPA, 2006a).

O Critério abordado pela Embrapa(2006a) para os argissolos é o desenvolvimento (expressão) de horizonte diagnóstico B textural em atrelamento com atributos que confirmam a baixa atividade da fração argila ou o caráter alítico. O processo de acumulação de argila no horizonte Bt diminui muito a permeabilidade dos argissolos. Além disso, o fato de o horizonte superficial muitas vezes ser arenoso, torna a grande limitação agrícola dos argissolos no risco de erosão (SANTOS e DAIBERT, 2014).

2.8.3.2. Neossolo Quartzarênico Distrófico

De acordo com o SiBCS (2018), a classe de Neossolos compreendem solos constituídos por material mineral ou por material orgânico, geralmente pouco espesso e que não apresenta alterações expressivas quanto ao material de origem, devido à

baixa intensidade de atuação dos processos pedogenéticos, tanto por apresentar maior resistência ao intemperismo, quanto por influência do clima e relevo, que podem limitar seu processo pedogênico. As definições principais desse solo é que não apresenta nenhum tipo de horizonte B, já que é um solo jovem e tendo sofrido pequeno processo pedogênico, tendo características inerentes ao material originário, com maior resistência ao intemperismo ou composição químico-mineralógica (EMBRAPA, 2006a).

Os Neossolos Quartzarênicos são solos sem contato lítico ou lítico fragmentário dentro de 50 cm a partir da superfície, com sequência de horizontes A-C, mas apresenta textura areia ou areia franca em todos os horizontes, até no mínimo, a profundidade de 150 cm a partir da superfície ou até um contato lítico, ou lítico fragmentário. Essencialmente são quartzosos, tendo em suas frações areia grossa e areia fina, cerca de 95% ou mais de quartzo, calcedônia e opala e praticamente ausência de outros minerais menos resistentes ao intemperismo (SIBCS, 2018).

Apesar da elevada profundidade e permeabilidade desses solos, nota-se a insuficiência de manifestação dos atributos diagnósticos que caracterizam os diversos processos de formação. Assim, apresenta diferenciação de horizontes, com individualização de horizonte A, subsequente de C ou R. As possibilidades de sequência deste solo em horizontes são: "A-R, A-C-R, A-Cr-R, A-Cr, A-C, O-R ou H-C" (EMBRAPA, 2006a, p. 84).

Solos da ordem dos Neossolos apresentam textura arenosa ao longo de seu perfil e isso a caracteriza por uma séria limitação referente a estabilidade, mostrando baixa coesão de suas partículas, proporcionando maior suscetibilidade ao desenvolvimento de processos erosivos (LEPSCH, 2015).

Os Neossolos Quartzarênicos são solos com baixa aptidão agrícola, seu uso contínuo por culturas anuais pode acarretar esses ambientes à degradação muito rapidamente. Além disso, no Cerrado, as areias quartzosas estão relacionadas a depósitos arenosos de cobertura em relevo plano ou suave-ondulado. Já nos relevos mais acentuados, esses solos não permanecem estáveis (EMBRAPA, 2006a; 2011). Com tal instabilidade, associado ao emprego de atividades antrópicas, podem aparecer processos erosivos expressivos como voçorocas (KER et al., 1992).

Para tanto, às culturas perenes, plantadas em áreas de areia quartzosas, necessitam de manejo adequado e cuidados intensivos voltados ao controle da erosão e da adubação, posto que é um solo que precisa de nutrientes; Caso contrário, há o

enfraquecimento do plantio, acarretando baixas produtividades. Desta maneira, as áreas de areias quartzosas que desenvolvem-se junto aos mananciais necessitam isolamento, ou seja, é preciso que sejam mantidas para a preservação dos recursos hídricos, da flora e da fauna. O reflorestamento é uma técnica usada para a conservação da rede de drenagem (EMBRAPA, 2006a).

2.8.3.3. Neossolo Litólico Distrófico Distrófico

Os Neossolos Litólicos são solos que apresentam contato com rocha dentro de 50 cm, geralmente associados a afloramentos rochosos, com uma série de horizontes A-C-R, A-R definidos pelo SiBCS (EMBRAPA, 2006). Devido a esse fato, há limites para a ocupação humana nas áreas onde esses solos aparecem, geralmente associados a basalto e arenito. As características morfológicas destes solos estão praticamente limitadas à camada A, com uma espessura média que varia entre 15 e 40 cm, com cor, textura, estrutura e consistência consoante o tipo de material a partir do qual o solo é produzido (Silva e Silva, 1997); além disso, são muito diferentes nas propriedades físicas, químicas e mineralógicas (Bognola et al. 2002).

Pode-se observar que os neossolos litológicos possuem as propriedades de pequena profundidade, estrutura arenosa ou extremamente arenosa, pouco desenvolvimento ou falta de estrutura, conferindo ao solo suscetibilidade à erosões quando intensificada pela retirada da cobertura vegetal e aumento da declividade (SANTOS et al., 2018).

2.9. Sensoriamento remoto

De acordo com Florenzano (2002, p. 09), o sensoriamento remoto é a “tecnologia que permite obter imagens e outros tipos de dados, da superfície terrestre, através da captação e do registro da energia refletida ou emitida pela superfície”. A autora expõe que a energia oriunda do sol incide sobre a superfície terrestre e, como parte desta não é absorvida, então é refletida em direção ao sensor e assim o mesmo pode captar as imagens.

Como bem é assegurado por Novo (2010, p. 70), os radares registram os “ecos” que são as ondas de radiação eletromagnética refletida pela cena. A intensidade desses ecos que retornarão para a antena de radar dependerão de algumas variáveis, como a rugosidade da superfície.

O Programa Landsat representou ainda no século XX um tipo de missão de sensoriamento remoto de recursos naturais, especialmente por permitir aliar em seus satélites posteriores, informações que seus usuários requeriam. Em especial para o Brasil, o programa foi essencial e de fundamental importância, pois possibilitou consolidar e habilitar um grande número de usuários (NOVO, 2010).

Com base nos levantamentos de dados do meio físico, se faz a integração dos dados por intermédio de um Sistema de Informações Geográficas (SIG), alojado num ambiente computacional e disponibilizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), e por resultado desse procedimento, pode-se fazer referência ao Potencial Natural de Erosão (PNE), bem como seus agrupamentos em classes de proporções maiores ou menores às erosões (VALÉRIO FILHO e PINTO, 1996).

Como bem fica assegurado pelos autores Valério Filho e Pinto (1996, p. 77) “os Programas Estaduais de Microbacias Hidrográficas surgem como uma opção na tentativa para amenizar os efeitos da degradação dos solos através da adoção de um plano de manejo integrado”. Assim, a conjuntura das ações multidisciplinares voltadas para a exploração agropecuária, vêm gerando trabalhos que visam o monitoramento ambiental com olhos para os planos de manejo. Com isso, faz-se necessário o uso do sensoriamento remoto, por visualizações de fotografias aéreas fornecidas pelos sistemas orbitais de obtenção de dados da superfície terrestre.

2.10. Práticas de controle às erosões

Sabe-se que as práticas conservacionistas evitam o impacto da chuva e/ou o escoamento de enxurradas, resultando numa melhor infiltração da água no solo, enriquecendo os mananciais subterrâneos e diminuindo o escoamento súbito (LEPSCH, 2016).

Embora as práticas de controle à erosão sejam recomendadas quando considerados *a priori* o tipo de solo, cultura e clima, leva-se em conta que a pastagem pode ser considerada um tipo de prática de controle a erosão, desde que esteja bem formada e bem conduzida. Assim, as tecnologias indicadas obrigatoriamente são preparo do solo em nível, plantio em nível, estradas e carregadores em nível e controle de fogo (GALETI, 1984).

Para reforçar as práticas conservacionistas de caráter mecânico, Lepsch (2016) aborda principalmente, o preparo do solo em curvas de nível, construção de terraços

e ainda, estruturas para desvio e infiltração das águas que escoam pelas estradas.

Além disso, o mesmo ressalta que as práticas de caráter vegetativo contribuem muito para o controle de processos erosivos, sendo estas: “reflorestamento, formação e manejo adequado de pastagens, cultivo em faixas, controle das capinas, faixas de árvores formando quebra-ventos e cobertura do solo com palha ou acolchoamento” (GALETI, 1973, p. 68; LEPSCH, 2016).

Caso não sejam tomadas as medidas de controle e prevenção à erosão em pastagens, o capim não cobre perfeitamente o solo, resultando em erosões severas, na maioria dos casos. Além disso, ressalta-se que antes de realizar o reflorestamento é preciso fechar ravinas e desviar as águas que venham de fora e quando necessário, evitar grandes concentrações de água nas estradas (GALETI, 1984).

Nesse sentido, Silva, et al. (2007a, p. 22) afirma que um dos procedimentos de prevenção de processos erosivos é conservação da cobertura vegetal sobre o solo, que desenvolve o papel de “amortecedor” da energia cinética contida nas gotas de água das chuvas, impedindo que se tenha o contato direto entre a gota d’água e as partículas do solo.

Para o controle de grandes voçorocas existem práticas mecânicas e vegetativas, sendo estas: o controle das águas que provocam a erosão, ou seja, caso a água que provoca a erosão seja de superfície é necessário terracear a cabeceira e as margens por toda a encosta; se forem de origem subterrânea é necessário terracear em desnível os terrenos superiores e dos lados, cuidando para que a água não seja lançada para dentro da voçoroca, em ambos os casos. Outra prática a ser considerada é a colocação de drenos nos leitos das voçorocas, podendo ser feita com a colocação de bambu amarrados em feixes, assim evitando o carregamento do solo. Além destas, o autor cita que, a construção de paliçadas (cercas que possuem a função de quebrar a velocidade da água) de um lado a outro e transversalmente na voçoroca, combinado com a vegetação dos barrancos e do leito da voçoroca contribuem para a retenção do processo erosivo. Também é importante que seja feito o isolamento da área para que os animais não contribuam com o processo erosivo, por meio do desbarrancamento (GALETI, 1973; SALOMÃO et al., 2016).

Portanto, para facilitar a delimitação dos métodos de controle dos processos erosivos, é necessária a observação da área dos processos erosivos e ainda, a para a descrição dos processos de contenção do processo erosivo qualificado por voçoroca, faz-se necessário o cadastramento deste processo erosivo IPT(1987),

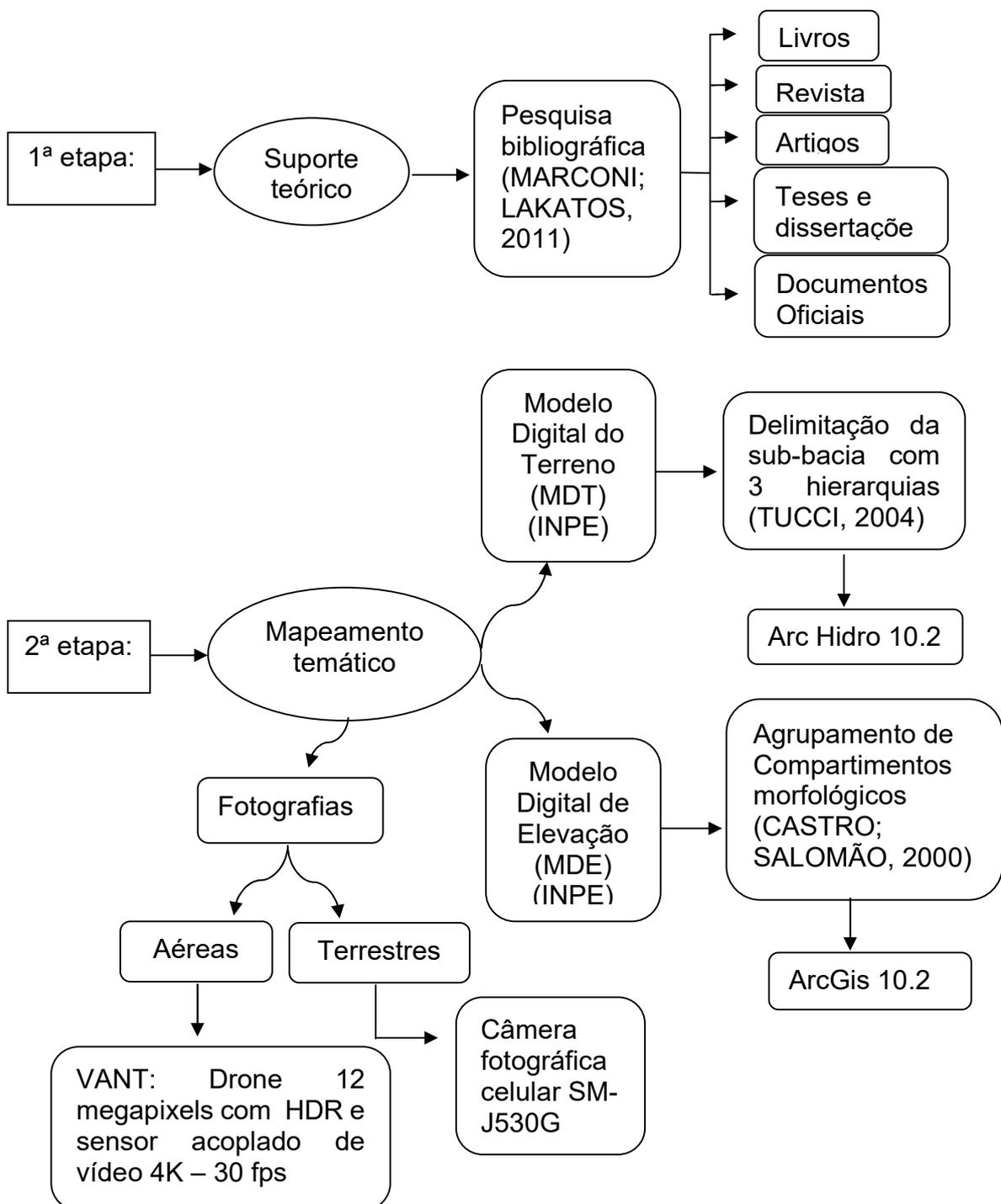
posto que este estudo permite entender questões relativas à origem, seu desenvolvimento histórico e consequências das erosões, subsidiando ações voltadas ao controle preventivo e corretivo.

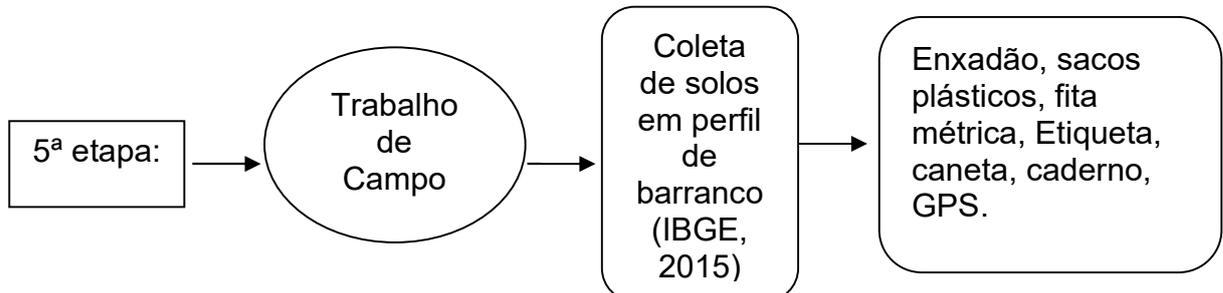
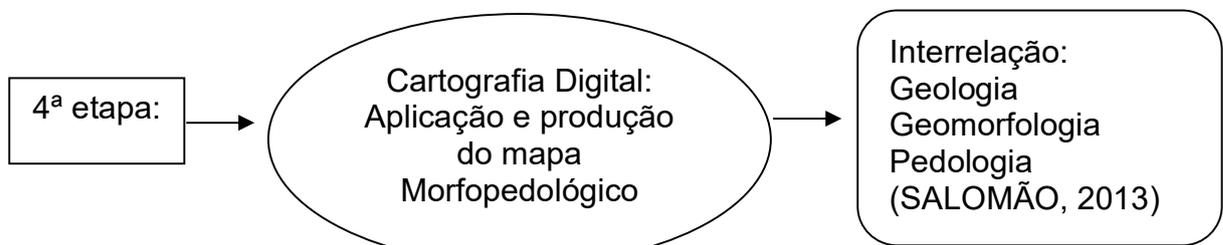
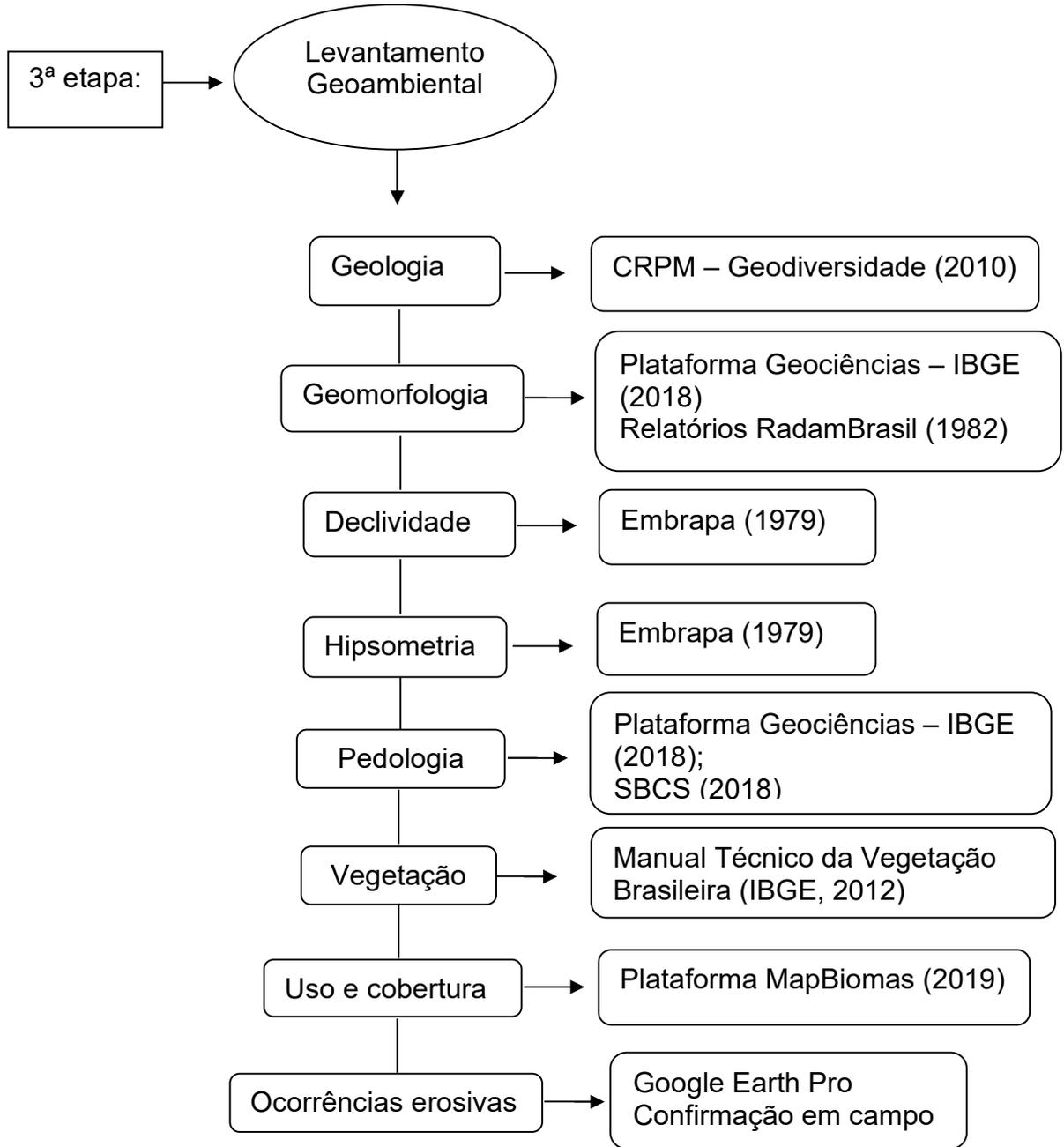
CAPÍTULO III

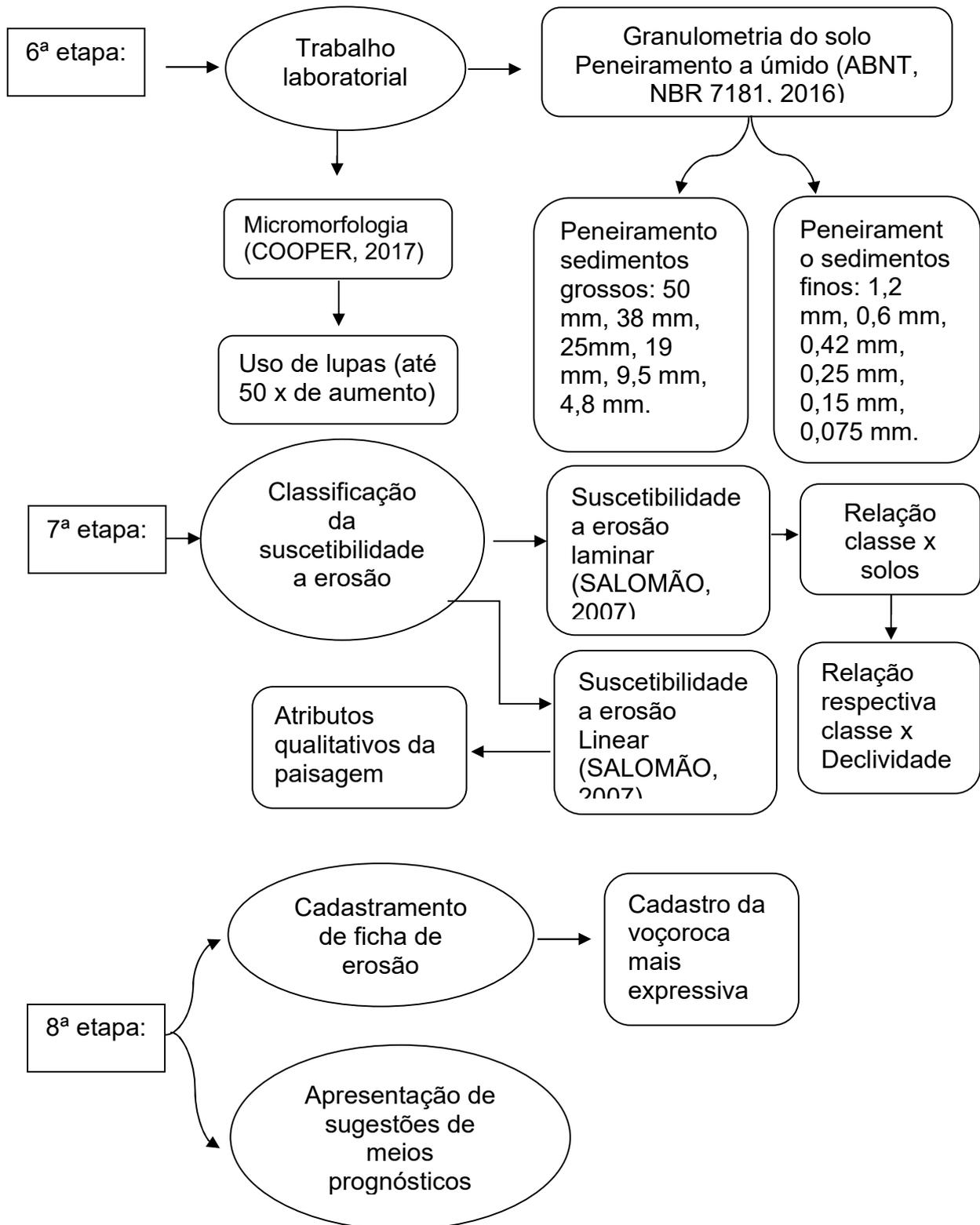
3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização do trabalho foi necessária a divisão em oito etapas metodológicas, sendo estas observadas no esquema abaixo (figura 2):

Figura 2 - Esquema de metodologia por etapas







Fonte: a autora (2022)

3.1. Suporte teórico

A presente pesquisa foi realizada utilizando-se de levantamentos de dados primários e secundários. Os dados primários foram mencionados por meio de registros fotográficos em visita a campo e sínteses acerca dos resultados desta pesquisa, já os secundários foram obtidos em documentos como relatórios, livros, artigos científicos, dissertações e teses (MARCONI; LAKATOS, 2011).

Para a descrição das características ambientais da área em estudo, tais como os dados geológicos, pedológicos, geomorfológicos, climáticos, hidrográficos e de cobertura vegetal, utilizou-se o RADAMBRASIL Folha SD.21 Cuiabá (BRASIL, 1982).

Ademais, foram utilizados dados documentais disponibilizados pelos Órgãos Governamentais Federais, Estaduais e Municipais, como do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE); do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), o Serviço Geológico do Brasil (CPRM); da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT); da Secretaria de Estado de Planejamento (SEPLAN); da Secretaria de Estado de Meio Ambiente (SEMA/MT); da Prefeitura Municipal de Reserva do Cabaçal; e de Organizações não Governamentais.

3.2. Processamento digital

O mapeamento temático de: Compartimentação Morfopedológica, assim como a caracterização geoambiental: pedologia, geologia, geomorfologia, declividade, uso e cobertura, vegetação e de ocorrências erosivas, foram usados para a caracterização ambiental da área de estudo. Foi realizada a aquisição de dados do Modelo Digital do Terreno (MDT), compreendendo a região estudada: a sub-bacia do córrego Piraputanga. Assim, foi realizada a delimitação das sub-bacias hidrográficas em ambiente ArcGis 10.2, permitindo a edição topológica das redes de drenagens, extraído da escala milionésima e feito o recorte adaptado à sub-bacia da área de estudo, estabelecendo a escala de 1:65.000, visando a ótica de bacia otocodificada, a qual interpreta a rede de drenagem em estilo de árvore, “*grafo*”, visando delimitar a bacia hidrográfica pelas suas áreas de contribuição, de nascente até a foz (TEIXEIRA et al., 2007). Essa delimitação foi por meio do aplicativo ArcHydro 10.2, onde foram extraídos os cursos d’água que afluem para o Rio Cabaçal, onde segue o fluxo hipsométrico (ESRI, 2013).

Para a confecção do mapa morfopedológico, foi utilizado o Modelo Digital de Elevação (MDE) elaborado pelo projeto TOPODATA – DPI/INPE (VALERIANO, 2004), com resolução espacial de 30 m, permitindo a extração de subprodutos (declividade do terreno e o relevo sombreado; ambos elaborados em programas de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), *ArcGis* 10.2. Tais planos de informação possibilitaram a construção e a hierarquização de classificação orientada, com diferentes níveis de classes relacionadas entre si em função de uma topologia definida. Assim, foi realizada uma classificação supervisionada, orientada à objetos de modo semiautomático, formando os compartimentos morfopedológicos da sub-bacia do córrego Piraputanga por meio de agrupamento de áreas homogêneas em classes a partir de um mesmo conjunto de banco de dados (CASTRO; SALOMÃO, 2000).

Foram ainda confeccionados e adaptados mapas de geologia, geomorfologia, declividade, hipsometria, solo, vegetação natural, rede de drenagem, uso e cobertura da terra, ocorrências erosivas e mapa morfopedológico. Estes produtos foram processados e analisados utilizando o Sistema de informação geográfico – SIG, *ArcGis*10.2, software licenciado, ferramenta aplicada a geotecnologia – cartografia digital, que por sua vez, incorpora novas tecnologias a leitura e interpretação do espaço geográfico (DAMBRÓS, 2020).

De acordo com a metodologia de Salomão (2007), a suscetibilidade à erosão do solo e a inclinação do talude são fatores essenciais na determinação das classes de suscetibilidade às erosões laminares, vistos no item “3.7 Classificação da suscetibilidade à erosão” sendo a erosividade e o comprimento do talude parâmetros adicionais.

Evidencia-se que foi realizada uma compatibilização das classes do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos da Embrapa (Embrapa, 2009), visto neste trabalho, com as classes de solos observadas na metodologia apresentada por Salomão (2010).

Os mapas de geologia e geomorfologia foram adaptados a partir da folha SD21 - Cuiabá, na escala de 1:250.000, do Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. A adaptação para o mapa geológico foi feita através da delimitação da bacia hidrográfica do córrego piraputanga, dos limites geológicos sobre a folha SD21 - Cuiabá. Por meio do software supracitado, o mapa delimitado foi digitalizado e georreferenciado a partir de informações contidas na carta topográfica e relatórios técnicos e adaptado à escala final de trabalho de 1:65.000. Para a identificação das

unidades geomorfológicas foram consultados documentos como os relatórios produzidos pela Secretaria do Estado de Planejamento do Mato Grosso (CAMARGO, 2011).

O mapeamento pedológico foi adaptado a delimitação das principais associações de solos. A identificação das principais classes de solo foi baseada no Manual Técnico da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2013). Através do uso do mesmo *Software*, o arquivo vetorial foi importado e os dados tratados a fim de agrupar as principais ocorrências pedológicas na bacia hidrográfica do córrego Piraputanga. Foram também consultados documentos para identificar as áreas estudadas, relacionado ainda às características geológicas e geomorfológicas (FARIA, 2012). A composição RGB (que é um sistema aditivo em que as cores primárias são Vermelho, Verde e Azul (Red, Green e Blue)) de cada classe de solo foi identificada a partir do Manual Técnico Pedológico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), tendo escala final de 1:65.000.

Com o intuito de gerar dados específicos do relevo, foram adaptadas as curvas de nível e pontos altimétricos. Para isto foram usadas as imagens do Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). Posteriormente foi elaborado o mapa clinográfico, utilizando-se a ferramenta *slope* através da qual foram gerados os valores de declividade da bacia hidrográfica em porcentagem.

Além do processamento digital, houve o registro de fotografias em novembro de 2019. Os registros foram feitos por meio de um sobrevoo sobre a área com um Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT), de propriedade do piloto Josiel Doriguete de Oliveira, com a autorização do Departamento de Controle de Espaço Aéreo (DECEA), registrado no Sistema de Aeronaves não Tripuladas n.º SISANT: PR/270819870. Ademais, com o drone *DjiMavic Air Fly More*, foram tiradas fotografias aéreas de 12 megapixels com HDR com sensor acoplado de vídeo 4K – 30 fps.

3.3. Levantamento Geoambiental

Para a construção do mapa das unidades geológicas da área de estudo, foi utilizado a base de dados CPRM – Geodiversidade (2010) sobre a escala de 1:250.000 disponibilizado no *site* do Serviço Geológico do Brasil - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM). O mesmo foi importado para a área de trabalho *data view* do ArcGis junto com a camada vetorial que corresponde a área de

estudo. Após a realização da etapa anterior foi selecionado a opção *Geoprocessing* e posteriormente a função *Clip*, este responsável por cortar camadas vetoriais umas sobre as outras, destacando apenas as unidades geológicas contidas na área de estudo. Por fim, foi realizado o pós-processamento do layout do mapa, inserindo os elementos cartográfico como legenda, coordenadas geográficas, etc.

O mapa da Geomorfologia foi adaptado utilizando dados obtidos na plataforma Geociências do IBGE (2018), a classificação do mesmo foi extraída por meio dos relatórios descritivos do RADAMBRASIL (BRASIL, 1982) que descrevem em detalhes as formas do relevo presentes na área de estudo. O procedimento realizado para extrair as unidades geomorfológicas da área de estudo, ocorreu conforme mencionando no parágrafo anterior, importação de camadas, e seleção das opções *Geoprocessing* e *Clip*, e finalmente elementos cartográficos para apresentação e leitura do mapa.

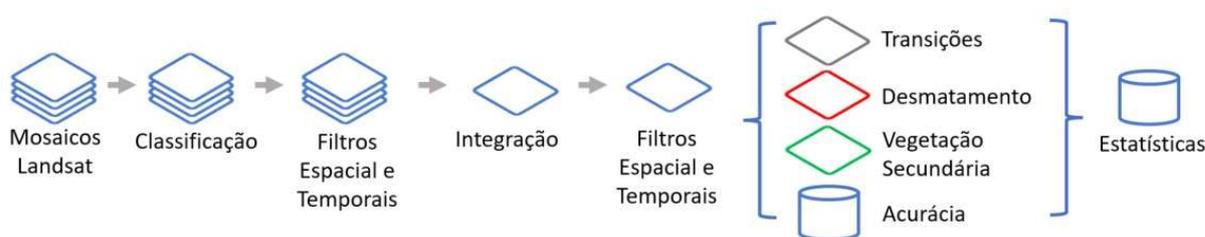
Em paralelo ao mapa geomorfológico, foi confeccionado mapa de declividade utilizando a classificação da Embrapa (1979), onde ocorreu a classificação dos relevos com os seguintes intervalos: 0 a 3% (plano); 3 a 8% (suave ondulado); 8 a 20% (ondulado); 20 a 45% (forte ondulado) e > 45% (Escarpado). Do mesmo modo, houve a confecção de um mapa hipsométrico representando a variação de altitude na bacia hidrográfica do córrego Piraputanga. A equidistância aplicada a hipsometria foi de 40 metros, havendo nove (09) classificações do relevo.

Os mapas de solo, vegetação natural e rede de drenagem foram confeccionados, também, utilizando a base de dados da plataforma Geociência do IBGE (2018). No entanto, para os solos foram classificados com base na publicação mais atual do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS Santos (2018). Enquanto que, a vegetação foi conceituada por meio do Manual técnico da vegetação brasileira – IBGE (2012). Também foi classificada a rede de drenagem em três (03) hierarquias conforme metodologia aplicada por Tucci (2004). Ambos os mapas de solo quanto os de vegetação passaram pelo processamento de recorte das unidades para o limite da área de estudo por meio do procedimento e seleção das opções *Geoprocessing* e *Clip* no ArcGis.

A classificação do uso e cobertura da terra foi realizada inicialmente com a aquisição das imagens em formato *Raster* da coleção 5, disponibilizadas na plataforma MapBiomias (2020). Essa imagem passou pelo seguinte tratamento metodológico: Captação de imagens de satélite da série landsat para todo o território

nacional, estas imagens possuem resolução espacial de 30 m, em seguida por meio de processamento das imagens captadas pixel por pixel, segmentando e classificando reflexões em semelhança que em seguida passaram pelos servidores em nuvem do *Google Engine* para organizar cada classe de uso e cobertura do solo para cada um dos seis biomas entre os limites do território brasileiro. A metodologia descrita pode ser compreendida por meio do diagrama abaixo (Figura 3).

Figura 3 - Principais etapas do processo de geração dos mapas anuais de uso e cobertura do solo do MapBiomias



Fonte: MapBiomias (não datado).

Posteriormente o resultado estatístico em formato de *raster* mencionado acima foi reclassificado no SIG conforme a tabela disponibilizada pelas próprio MapMiomias, os códigos foram transcritos para o tipo de uso característico na área de estudo, Savana Florestada, Floresta Estacional Decidual Submontana, Floresta Estacional Semidecidual Submontana, Savana Florestada, Savana Arborizada, Pastagem e Alteração antrópica. O procedimento em sequência foi transformar o arquivo raster em polygno, para isso, no ambiente SIG do ArcGisfoi selecionado no ficheiro de atributos do ArcToolBox a seguinte função sequncial: Conversion tools => Fromraster => Rasterto Polygon, permitindo que em seguida o mesmo fosse convertido de *raster* para vetor. A partir deste procedimento, todas as classes mapeadas de uso e cobertura descritas acima puderam ter sua área calculada.

O registro de ocorrências erosivas realizou-se dentro da área de estudo com o levantamento de áreas suscetíveis à processos erosivos laminares e lineares. Para a caracterização de áreas de suscetibilidade às erosões laminares foi utilizada a metodologia de Salomão (2007), vista no item “3.7 Classificação da suscetibilidade à erosão”, a qual mostra a classe de suscetibilidade por meio da intersecção de dados de tipos de solos e declividade do terreno¹. O levantamento de erosões lineares foi executado no primeiro momento utilizando o *software* Google *Eath Pro*, com objetivo

de cadastrar as suportas erosões lineares, estas selecionadas por meio de avaliação das imagens disponíveis entre 2018 a 2021 sobre a área de estudo, que posteriormente foram confirmadas e registradas, ou descartadas, com visita *in loco*, registrando a localização dos mesmos por meio do GPS GarminGPSMAP64x, com acurácia de três (03) metros. Após a visita de campo, foram reordenados os pontos de erosão conforme as coordenadas coletadas e representando sobre o espaço da área de estudo.

3.4. Cartografia digital: aplicação e produção ao mapa morfopedológico

A construção do mapa morfopedológico foi realizada com a interação entre os mapeamentos de relevo, substrato geológico e solos e da interpretação do funcionamento hídrico e comportamento dos processos do meio físico, que, no caso da área estudada, observa-se o desenvolvimento dos processos erosivos. O mapeamento se deu por meio da adição de Modelos Digitais de Elevação (MDE) captados na plataforma TOPODATA disponibilizada pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, apresenta resolução espacial de 30 m (VALERIANO, 2004).

O Processamento do MDE sucedeu do seguinte modo: o dado captado foi baixado e descompactado na pasta de trabalho, em seguida foi determinado o sistema de informação pelo datum para o arquivo, inicialmente para SIRGAS 2000 pela função: *Define projection*, posteriormente o dado raster foi convertido de dados de números com casas decimais representado por *float* 32 bits para números inteiros em 16 bits, esse procedimento se deu pelos seguintes passos no ambiente SIG do ArcGis: *ArcToolBos => Data Management Tools => Raster => Copyraster*. Por fim, o mesmo arquivo foi reprojetoado para SIRGAS 2000, utilizando os seguintes passos *ArcToolBos => Data Management Tools => Projectionsandtransformations => Raster => ProjectRaster*. Nesta etapa foram preenchidos os dados opcionais da técnica de reamostra de linear para bilinear com as devidas indicações sobre o tamanho do pixel 30x30. Só após todos estes procedimentos, o MDE ficou elegível para o SIG para extrair subprodutos como declividade e sombreamento do relevo.

Este produto, conforme o relatório técnico científico Salamão et al. (2016, p. 8), permite a constatação das “características fisiográficas do terreno e a extração de suas variáveis morfométricas e texturais”.

A abordagem morfopedológica, adaptada por Castro e Salomão (2000), é considerada como produto da interrelação entre o substrato geológico, relevo e solos. Desta forma, foi utilizada neste trabalho por ser aplicada em áreas de difícil acesso, significando ganho financeiro e de tempo e permitindo o uso de mapeamento em escala de detalhes.

Estes subprodutos da interrelação de pedologia, geologia e geomorfologia foram importados para um programa de sensoriamento remoto (Definies Developer) permitindo a classificação de imagens. O mesmo em sua execução sobre classificação orientada permitiu a elaboração hierárquica em diferentes níveis distintos, apresentando tipologia definida, sobre uma abordagem entre as classes de maior ordem em relação as de menor Top-down (cima-para-baixo) ou Bottom-up (baixo-para-cima) (SALAMÃO et al., 2016).

Como bem embasado por Salomão et al. (2016), o Definies é um sistema computacional que faz a interpretação de imagens de Sensoriamento Remoto empregando segmentação multirresolução, Análise Orientada ao Objeto (AOO) e hierarquia de decisões. A AOO permite que o objeto combine em uma única entidade sua estrutura (atributos) e seu comportamento (operações) e estabelece relações com os demais (Camargo, 2008).

Esta Hierarquia de decisões permitiu segmentar uma imagem em níveis que se relacionam entre si (segmentação multirresolução) a partir de um algoritmo desenvolvido para extrair segmentos espectralmente homogêneos com base tanto no valor do pixel quanto na forma do objeto, definidos pelos Planos de Informações inseridos e por parâmetros estabelecidos.

Foi utilizado este sistema matemático computacional, *Definiens*, que realizou processamento de interpretação das imagens utilizando a metodologia multirresolução, seguida por análise orientada ao objeto e finalizando com a tomada de decisão. Esta metodologia é proposta por Camargo (2008), com o objetivo de combinar em um único raster seus vários atributos e comportamentos, a estabelecer uma relação comparativa entre todos os atributos.

Subsequentemente ocorreu a segmentação da imagem em níveis de similaridade entre si, onde o algoritmo processa a extração destes segmentos espectrais homogêneas, alocando-os em classes. Esta alocação foi pré-definida ao alimentar o algoritmo com a imagem a ser processado, criando os planos de informação a serem segmentados e classificados.

Após a classificação supervisionada dos pixels segmentados, que corresponde aos compartimentos morfopedológicos da bacia hidrográfica do córrego Piraputanga, as classes definidas foram agrupadas sobre uma estrutura seguindo uma estrutura de dados.

Conforme a metodologia apresentada por Salomão et al. (2016 p. 8), “foram adotados três níveis de segmentação em uma abordagem top-down”.

Para Rezende (2018), o uso da função Top-down, contribui para o entendimento da dinâmica de um fluxo de uma bacia hidrográfica, posto que os processos descendentes (cima para baixo) levam um rio a “deslocar-se” para outra bacia, ou seja, envolve-se ativamente no rearranjo de drenagem. Para Salomão et al. (2016) esta função serve para isolar distintos compartimentos do relevo que possuem em suas quebras naturais esta característica intrínseca, com seus sopés e interflúvios. Desse modo, como o baixo valor destinado à forma revelou que as homogeneidades dos valores de declividade contribuem significativamente na criação de segmentos compactos.

No primeiro nível (superobjetos) foram usadas as classes de declividade e hipsometria, atribuindo o maior peso a classe primária (4) utilizando o número 100 como parâmetro de escala. O objetivo deste nível é a separação dos sistemas de relevo, ou seja, identifica a predominância de determinadas morfologias.

Para o segundo nível, o procedimento assemelhou-se ao anterior, porém as mesmas classes foram utilizadas para o processamento, determinando a compacidade dos objetos, em detrimento da forma e suavidade, o que deu origem a diferentes formas, resultando na diferenciação destas, e por sua vez, na distinção e separação dos compartimentos morfopedológicos da bacia hidrográfica do córrego Piraputanga.

Por fim, o terceiro nível de processamento, se deu pelo esmero da segmentação, utilizando apenas “as grades de declividade e relevo sombreado, diminuindo o parâmetro de escala para a delimitação de subprojetos”. Estes parâmetros finais de segmentação foram escolhidos após a realização de vários testes. Fazendo-se entender que o maior peso atribuído às declividades foi decisivo para isolar distintos compartimentos do relevo que possuem em suas quebras naturais esta característica intrínseca, com seus sopés e interflúvios; tal como o baixo valor destinado à forma revelou que as homogeneidades dos valores de declividade contribuem significativamente na criação de segmentos compactos, dando origem a

compartimentos morfopedológicos diferentes de acordo com as características adjacentes. Neste nível buscou-se o detalhamento das formas de relevo e a delimitação das unidades básicas de mapeamento (SALAMÃO et al., 2016, p. 9).

Para a realização dos níveis de segmentação, foi necessário atribuir pesos maiores aos do pixel, do mesmo modo, e a compacidade dos objetos, na perspectiva de suavizar os polígonos. Os parâmetros aplicados no processamento dos três níveis de segmentação, constando os valores abaixo, no quadro 1.

Quadro 1 - Peso e parâmetros para a segmentação nos três níveis

Nível	Planos de informação	Peso	Cor	Forma	Compacidade	Suavidade
1 e 2 – Limiar de similaridade 100	Declividade	4	0,8	0,2	0,7	0,3
	Hipsometria	1				
3 – Limiar de similaridade 100	Declividade	4	0,5	0,5	0,9	0,1
	Relevo sombreado	1				

Fonte: Salamão et al. (2016).

Com este quadro foi possível relacionar os critérios aderidos para o sistema *Top-down*, aplicando os valores mencionados nos diferentes níveis para compreensão de valores que apresentam homogeneidade nos pixels. Os níveis 1 e 2 de Limiar de similaridade contribuem para o entendimento da relação entre os planos de informação: declividade e hipsometria, aderindo, respectivamente os pesos 4 e 1; o nível 3 de Limiar de similaridade auxiliaram na correlação entre declividade e relevo sombreado, tendo pesos 4 e 1, respectivamente. Estes dados geraram informações variadas, possibilitando formar agrupamento de áreas similares e separação de áreas distintas, gerando compartimentos variados.

Após a realização destes testes, foi possível determinar os parâmetros finais de segmentação, deste modo, compreendeu-se que o peso aplicado a declividade foi crucial para o isolamento dos compartimentos do relevo com seus intervalos naturais. Enquanto que, os baixos valores apresentaram homogeneidade dos valores que consecutivamente contribuíram para a criação dos compartimentos segmentados (SALAMÃO et al., 2016).

Conforme Salamão et al. (2016, p. 10) a metodologia também foi desenvolvida sobre a base hierárquica de relacionamento dos pixels sobre uma rede semântica lógica, usando lógica multivalorada (fuzzy), que segundo o autor, “além da capacidade

de tratar conceitos inexatos, define para cada objeto um conjunto de seus respectivos graus de pertinência através de seus operadores lógicos”.

O uso da técnica fuzzy, objetivou, sob a escala do mapa, de 1: 65.000, agilizar a cartografia morfopedológica, por meio da intersecção de dados da pedologia, geomorfologia e geologia. Esta integração de dados advindos do Modelo Digital do Terreno – MDT, ao serem submetidas na função fuzzy em ambiente SIG (ArcGis10.2), permitiu apontar as características e transições das três coberturas e gerou um mapa digital demorfopedologia que, foi constatado em campo se os compartimentos morfopedológicos estavam em conformidade com o mapa temático.

3.5. Trabalho de campo

3.5.1. Coleta de solo em perfil de barranco

Para a coleta se fez necessária a utilização de perfis em barrancos. Assim, foi possível coletar amostras em margens de rios, estradas e paredes de ravinas e voçorocas. É uma técnica muito utilizada para exames rápidos e também com detalhes (IBGE, 2015).

De acordo com o IBGE (2015), a coleta de amostras do perfil de solo na seção de exame para fins de classificação e, ou, mapeamento de solos necessita contemplar todos os horizontes ou camadas até atingir os horizontes C ou R e, deve ser feita iniciando-se pela parte inferior do perfil, ou seja, de baixo para cima, para que o material do solo que se desprende por ocasião da retirada da amostra não afete os horizontes ou camadas já amostradas, sem perigo de contaminação. Para isso, empregou-se instrumento cortante(enxadão) para destacar a amostra dos horizontes e ao final, mistura-se a amostra para homogeneizá-la, fazendo- a bem representativa.

O trabalho de campo foi realizado após análise preliminar por meio de foto interpretação do local, usando material cartográfico necessário. A data da coleta foi em período de estiagem, em 18 de julho de 2021.

A coleta de cada amostra foi armazenada em sacos plásticos com identificação por fita mostrando qual ponto e qual amostra.

Foram coletadas duas amostras por ponto, sendo estas identificadas por “A” e os pontos identificados por “P”, ambos seguidos de um numeral identificando a sequência de locais de coletas, ou seja, “A1P1” demarca a primeira amostra do

primeiro ponto.

Os pontos de coletas 5 e 3 foram realizados, respectivamente, na voçoroca de maior expressão na sub-bacia, e na margem esquerda do córrego Piraputanga. Já os demais pontos foram um ponto para cada morfocompartimentos.

O intuito da coleta no ponto 5, ainda que repita o morfocompartimento CM I Chapada em duas coletas, foi de frisar a fragilidade do solo em que se encontra a cabeceira da voçoroca mais expressiva da sub-bacia; já o ponto 3, mesmo que repita a coleta no CM IV Fundos de vales, teve como intuito mostrar a quantidade excessiva de sedimentos de fundo no córrego Piraputanga. Sendo estes sedimentos de características arenosas vindos de áreas da cabeceira da sub-bacia hidrográfica.

Após a análise da distribuição dos compartimentos morfopedológicos, visto no mapa morfopedológico, foi escolhido fazer uma coleta de solos para cada compartimento morfopedológico presentes na sub-bacia hidrográfica do córrego Piraputanga, entretanto, houve dificuldade de acesso no morfocompartimento CM III Morros com encostas escarpadas, ficando o mesmo sem coleta de amostra de solo, mas que por meio da cartografia, foi possível estudá-lo.

Desta forma, são apresentadas as características dos pontos de coleta:

Quadro 2 - Dados dos pontos de coleta

Nº Ponto	Coordenadas	Compartimento morfopedológico/observações	Pedologia local
1	15°06' 18" S e 58° 25' 53" W..	CM V - Terraços e Planícies Estrada rural a 4,8 km da área urbana lado direito da estrada, a 7 m da via.	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico
2	15° 05' 13" S e 58° 26' 47" W.	CM VI - Morros e Morrotes Isolados, Estrada rural a 3,4 km da área urbana, lado esquerdo da estrada, a 5 m da via.	Neossolo Litólico Distrófico
3	15°06' 20" S e 58° 25' 36" W.	CM IV – Fundos de Vales Estrada rural a 4,3 km da área urbana, lado esquerdo da estrada, a 7 m da via	Neossolo Litólico Distrófico
4	15°04' 55" S e 58° 26' 37" W	CM II - Colinas Amplas e Médias Estrada rural a 8,3 km da área urbana	Neossolo Litólico Distrófico

		lado direito da estrada, a 6 m da via	
5	15°04' 31" S e 58° 25' 20" W.	CM I Chapada Cabeceira da voçoroca mais significativa de na sub-bacia. Estrada rural a 10,8 km da área urbana, lado direito da estrada, a 70 m da via.	Neossolo Quartzarênico Distrófico
6	15°04'18" S e 58°25'08" W	CM II - Colinas Amplas e Médias realizado próximo à mesma voçoroca do ponto 05. Estrada rural a 11,3 km da área urbana, lado direito da estrada, a 204,16 m da via.	Neossolo Quartzarênico Distrófico
7	15°01' 30" S e 58° 23' 07" W.	CM IV Fundo de vale. Estrada rural a 18,4 km da área urbana, lado direito da estrada, a 17,5m da via	Neossolo Litólico Distrófico
8	15°01' 20" S e 58° 23' 23" W	CM I - Chapada Estrada rural a 17,4 km da área urbana, lado esquerdo da estrada, a 20 m da via.	Neossolo Quartzarênico Distrófico

Fonte: a autora (2022)

3.6. Trabalho laboratorial

A análise física aplicada no estudo das amostras de solos foi realizada na intenção de entender a composição do solo, que, conforme afirma a Embrapa (1979), sendo o solo um sistema aberto, está em constante ação de fluxos de matéria e energia. Essa condição o torna um sistema dinâmico, isto significa que, para analisar a composição do solo também se faz necessário observar conjuntamente a atuação de mecanismos específicos de intemperismos sob materiais de origem que, na integração dos fatores de formação dos solos resultam em grãos de sedimentos, sendo estes, colhidos em amostras e observada suas frações.

Esta análise foi realizada nos laboratórios especializados (Laboratório de Sedimentologia e Laboratório de Pesquisa) da Universidade Federal do Estado de Mato Grosso (UFMT), os quais realizaram, respectivamente, a análise granulométrica e análise das composições físicas do solo com uso de lupas.

Nessa etapa foram quantificadas as porcentagens dos componentes grossos e finos das amostras, para, em seguida, estabelecer comparações entre os parâmetros de análises existentes, com base no estudo da morfologia do solo, entendido também

como estudo das feições (características) representadas pela cor, textura, estrutura etc., como visto no SiBCS (SANTOS et al., 2013).

No mesmo documento fica estabelecido que análise da textura dos solos tem grande influência no comportamento físico-hídrico e químico do solo, e em razão disso, sua avaliação é extremamente importante para o planejamento de uso e manejo adequado dos solos.

3.6.1. Granulometria do solo

O processo de granulometria empregado permitiu a determinação da percentagem em peso das faixas de tamanho das partículas representadas na massa total ensaiada.

O método de granulometria foi subordinado a peneiramento a úmido, de acordo com a ABNT NBR 7181 (2016), onde a massa do material úmido é submetido ao peneiramento dos materiais grossos e finos.

3.6.1.1. O peneiramento de sedimentos grossos

Inicialmente, o material foi passado pela peneira de 2,0 mm no intuito de desmanchar no almofariz todos os torrões existentes, assegurando que permaneça na peneira apenas a retenção de grãos maiores que a abertura da malha. Utilizou-se de uma escova para auxiliar na retirada dos grãos retidos na malha desta peneira. Posterior a isto, lavou-se a parte retida na peneira de 2,0 mm a fim de eliminar o material fino aderente; secou-se em estufa a 105 °C, até constância de massa (ABNT NBR 7181, 2016).

Ao secar esse material retido na peneira de 2,0 mm, utilizou-se o agitador mecânico para passar esse material nas peneiras de 50 mm, 38 mm, 25 mm, 19 mm, 9,5 mm e 4,8 mm.

3.6.1.2. O peneiramento de sedimentos finos

O material foi passado em peneira de 0,075 mm, a parte retida foi levada à estufa com temperatura entre 105 °C a 110 °C, até que chegou em consistência de massa. Em seguida, usou-se o agitador mecânico para que o material passe pela

sequência de peneiras de 1,2 mm, 0,6 mm, 0,42 mm, 0,25 mm, 0,15 mm, 0,075 mm (ABNT NBR 7181, 2016).

Seguido ao peneiramento, a fórmula para cálculo do percentual do material passante foi realizada através da expressão matemática abaixo:

$$Qg = \frac{(Mg - Mr)}{Ms} \times 100$$

Onde, Qg é a porcentagem de material passado em cada peneira; Ms é a massa total da amostra seca; Mr é a massa do material retido acumulado em cada peneira.

Após anotação do percentual do material passante e retido, montou-se um gráfico para cada análise.

3.6.2. Micromorfologia

A análise micromorfológica dos solos, uma técnica de observação morfológica em escala micrométrica, partiu do princípio de analisar as amostras de solos, que foram coletadas em campo e homogeneizada a amostra, sem separação de horizontes. Esta metodologia permite observar a composição do solo, subordinando amostras em lâminas delgadas, sendo produzidas em tamanho médio (1,8 mm x 50 mm x 70 mm). Visando uma análise integrada entre solos e material de origem e ainda, do relevo, esta metodologia facilitou entender a composição de solos oriundos do material de origem presentes na sub-bacia; o que comprovou a existência de solos a base de grãos de quartzo, gerados pela geologia da área. Os materiais já preparados, secos em estufa para eliminação da água higroscópica, foram analisados com subsídio de lupas (até 50x de aumento) e microscópios ópticos polarizadores, binoculares (COOPER et al., 2017).

Após a instalação do material nas lâminas, foi realizada a descrição e obtenção das informações micromorfológicas, conforme critérios de Bullock et al. (1985) abordado por Cooper et al. (2017), do qual representa a terminologia mais atualizada e empregada na descrição de origens e feições do solo.

De acordo com os autores citados, a micromorfologia foi usada para descrever e interpretar os componentes presentes nas amostras de solos, fazendo a identificação dos constituintes dos solos nas suas diferentes frações.

3.7. Classificação de suscetibilidade à erosão

Para a determinação da classe de suscetibilidade às erosões laminares, usou-se os parâmetros de Salomão (2007), a qual relaciona as classes de erodibilidade aos tipos de solo, e em seguida, a respectiva classe ao índice de declividade e assim classificando as respectivas classes de suscetibilidade às erosões dos variados compartimentos morfopedológicos.

Nesta determinação, o mesmo considera o índice relativo a erodibilidade com a respectiva Unidade pedológica, conforme parâmetros aplicados:

Quadro 3 – Suscetibilidade à erosões x Unidade pedológica

Classe de erodibilidade	Índices relativos de erodibilidade	Unidades pedológicas
I	10,0 a 8,1	Cambissolos, Solos Litólicos Podzólicos abruptos, textura arenosa/média Areias Quartzosas
II	8,0 a 6,1	Podzólicos não abruptos, textura média/argilosa, e textura média
III	6,0 a 4,1	Podzólicos de textura argilosa
IV	4,0 a 2,1	Latossolos de textura média Latossolos de textura argilosa Terra roxa Estruturada
V	2,1 a 0	Solos Hidromórficos em relevo plano

Fonte: Adaptado de Salomão (2007).

Após a classificação inicial, analisou-se a relação da declividade juntamente à erodibilidade, obtendo-se então a classificação dos índices. De tal modo, observa-se o quadro de relação desses fatores, abordado também por Salomão (2007):

Quadro 4 – Suscetibilidade a erosão x Declividade

	Declividade (%)			
	I (>20)	II (12 a 20)	III (6 a 12)	IV (<6)

Erodibilidade	1	I	I	II	II
	2	I	II	II	III
	3	II	III	III	IV
	4	III	IV	IV	V
	5	Não existe	Não existe	Não existe	V

Fonte: Adaptado de Salomão (2007)

O primeiro momento de classificação para a suscetibilidade à erosão laminar foi por meio do cruzamento das variáveis: Solo x Declividade, onde no quadro 3, é apresentado nas alíneas as respectivas classes de erodibilidade de acordo com o tipo de solo. A denominação dos solos foi adaptada para a nova nomenclatura apresentada no SiBCS Santos (2016).

Figura 4 - Esquema inicial de análise da suscetibilidade à erosão laminar



Fonte: Adaptado de Salomão (2007).

Em seguida, essa classe já observada é submetida à nova classificação, sendo esta: Respectiva classe de erodibilidade x declividade (Figura 5).

Figura 5 - Esquema final de análise da suscetibilidade à erosão laminar



Fonte: Adaptado de Salomão (2007).

O segundo cruzamento dos dados foi efetuado conforme a figura acima, onde estabelece a relação entre os itens, erodibilidade x declividade, chegando à quadrícula específica da determinação da classe de suscetibilidade a erosão, vista no quadro 4.

Após ambos os cruzamentos dos dados, ficaram classificadas os índices de

suscetibilidade à erosão laminar em cinco classes vistas abaixo:

Classe I “Extremamente suscetível”, determinada pelos terrenos com problemas complexos de conservação, esses são indicados à preservação e/ou reflorestamento;

Classe II “Muito suscetível”, onde os terrenos exibem complexidades quanto à conservação em decorrência de ocupação por pastagens, sendo apropriado para o reflorestamento;

Classe III “Moderadamente suscetível”, marcada pela apresentação de problemas complexos de conservação, permanecendo a indicação para uso por pastagens e culturas perenes;

Classe IV “Pouco suscetível”, apresentam problemas complexos de preservação, à esta classe indica-se o uso por pastagens e culturas perenes, e culturas anuais de modo eventual, desde que com práticas intensivas de mecanização de controle à erosão;

Classe V “Pouco a não suscetível”, caracterizada por não apresentar problemas especiais de conservação, permitindo o plantio de qualquer tipo de cultura; podem também corresponder a problemas simples de conservação, podendo instalar variadas culturas, desde que com práticas não mecanizadas de controle à erosão; que ainda podem não apresentar problemas de conservação, mas que ainda exige técnicas especiais de cultivo, posto que são constituídos por solos encharcados (SALOMÃO, 2007).

Para caracterizar a suscetibilidade à erosão linear é necessário seguir cinco passos de análise (a, b, c, d e e), dispostos por Salomão (2007):

a) Cadastramento das ocorrências de ravinas e voçorocas, por meio de interpretação de fotografias aéreas. Essas identificações devem ser localizadas em mapas bases, constituindo-se mapas de ocorrências de ravinas e voçorocas;

b) Elaboração dos mapas: geológico, geomorfológico e pedológico. Após a interpretação dos mapas, faz-se a relação dos processos erosivos por ravinas e voçorocas com cada mapa elaborado;

c) Correlação da distribuição das ravinas e voçorocas com os diferentes tipos de rochas, relevos e solos, tendo por base uma relação entre os dados;

d) Levantamento de campo para observar a correlação estudada nos mapas de geologia, geomorfologia e pedologia;

e) Definição e distinção das classes de suscetibilidade, contemplando

diferentes níveis de predisposição dos terrenos em relação ao voçorocamento e o ravinamento e de sensibilidade à ocupação do solo.

No item “a”, de início, foram observados por meio de imagens aéreas onde se localizavam os processos erosivos, como sulcos, ravinas e voçorocas. Posteriormente, foram adaptados e interpretados os mapas expressos no item “b”, com o objetivo de dar uma base de informações geográficas para interpretar a composição de solo e relevo onde esses processos erosivos foram observados, atividade esta proposta no item “c”. Em seguida, em campo foram refinadas as observações das imagens observadas e constatadas estas áreas de processos erosivos. Para finalizar e fazer a classificação de suscetibilidade à erosão linear, após todas essas etapas então foi possível, posto que com base nos estudos de teoria e prática foi realizada toda a observação necessária.

Esta classificação de suscetibilidade à erosão linear observou como estavam inseridos os processos erosivos em determinadas áreas, como tipo de solo, declividade, ocupação, cobertura e comportamento hídrico do solo. E disso, seguindo os critérios de Salomão (2007) foram descritos com a seguinte determinação por meio das classes:

Extremamente suscetíveis a ravinas e voçorocas: sendo áreas muito favoráveis para a instalação de fenômenos como *piping*, onde os processos de voçorocamento são desenvolvidos seguidos da destruição da cobertura vegetal natural, independentemente das formas de ocupação. Isso deve-se à existência de alto gradiente hidráulico subterrâneo nestas regiões, associando ao material da zona de percolação do lençol freático com características que facultam para a remoção e transporte de suas partículas. De modo geral, estão situadas em áreas de nascentes, fundos de vales e cabeceiras de drenagem, e em especial se estas cabeceiras apresentarem formas côncavas. Estão também incluídas em locais de vertentes que mostram nível de água do lençol subaflorante, passíveis de desenvolver sulcos e ravinas com apenas o desmatamento. Com o aprofundamento destas erosões, o lençol freático pode ser interceptado, formando fenômenos de *piping*.

Muito suscetíveis a ravinas e pouco suscetíveis a voçorocas: são áreas favoráveis à concentração dos fluxos de água, onde os processos de ravinamento são desenvolvidos em razão da ocupação do solo, a partir de pequena concentração de águas escoadas superficialmente. Fenômenos conhecidos como *piping*, condicionando o desenvolvimento de voçorocas, somente podem ser observados

quando ocorre o aprofundamento das ravinas, interceptando o lençol freático. De modo geral, essas áreas estão situadas em terrenos com certa declividade, que permita fácil concentração de águas escoadas superficialmente, interrelacionadas aos solos caracterizados por alto gradiente textural entre os horizontes superficiais, como podem ser observados nos solos argilosos de textura arenosa/média ou de textura arenosa/argilosa.

Moderadamente suscetíveis a ravinas e pouco suscetíveis a voçorocas: Estas são áreas de dispersão dos fluxos de água, apresentam boa drenagem, e com elevadas permeabilidades até grandes profundidades, contribuindo para a rápida infiltração das águas pluviais, porém, a cobertura pedológica, composta por solos pouco coesos, permite fácil remoção das partículas por escoamento das águas na superfície. Os processos erosivos por ravinamento são desenvolvidos condicionados a maiores concentrações de escoamento das águas, em razão de determinadas formas de ocupação que contribuem para a concentração destas águas, exemplo disso são as estradas, arruamento, caminhos de serviço, trilhas de gado e cercas. Fenômenos de *piping*, desenvolvendo voçorocas, somente ocorrem quando o aprofundamento das ravinas interceptar o lençol freático, situação comum nas posições inferiores das vertentes, próximas a fundo de vales e a cabeceiras de drenagem. Em geral, são áreas com declividades suficientes para permitir o escoamento das águas superficiais, constituídas por solos de textura arenosa média, como as areias quartzosas e latossolos de textura média. Estas áreas apresentam comumente solos muito profundos, assim, quando as ravinas ou voçorocas aí se instalarem, podem apresentar grandes dimensões.

Suscetíveis a ravinas e não suscetíveis a voçorocas: São áreas favoráveis para a concentração de fluxos de água, no entanto, a cobertura pedológica apresenta profundidades relativamente pequenas e com ausência de lençol freático. Os processos erosivos em ravinamento são desenvolvidos especialmente condicionados à declividade das encostas e a determinada forma de ocupação, que contribui a concentração das águas de escoamento superficial. De modo geral, as ravinas possuem pouco aprofundamento, imposta pelas camadas subsuperficiais do perfil do solo. Geralmente, estas áreas dessa classe são caracterizadas por declives relativamente elevados, permitindo a concentração das águas pluviais, associadas a solos pouco profundos, por exemplo, os cambissolos, brunizens e litólicos.

Não suscetíveis a ravinas e a voçorocas: São locais de agradação constituídas

por terrenos com declividade praticamente nula, impossibilitando o escoamento das águas superficiais, mesmo quando submetidas a diferentes formas de ocupação, e que apresentam gradiente subterrâneo muito baixo, incapaz de gerar fenômenos de *piping*. De modo geral, essa classe se caracteriza por áreas às margens de curso de água constituindo-se de planície de inundação.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Processo histórico da população do espaço geográfico do município de Reserva do Cabaçal no estado de Mato Grosso

A região onde se localiza o município de Reserva do Cabaçal até o começo do século XX tinha pouca povoação e possuía uma grande cobertura de matas, cerrados e áreas de campos desde o rio Sepotuba até o rio Cabaçal, além do ponto de confluência de ambos com o rio Paraguai, indo até a Serra dos Parecis. Tais matas tiveram exploração pelos caçadores e madeireiros. Estes colonizadores faziam o uso dos rios para obterem acesso e escoamento de seus produtos (SIQUEIRA, 2002).

Reis (2018) afirma que a colonização gerou um tipo de tensão entre os indígenas e os povoados da província. Já que nesse caso, os colonizadores perceberam as riquezas minerais do solo e suas potencialidades para a agricultura e pecuária. O interesse foi tamanho que pensaram exclusivamente no capital, do ponto de vista dos fazendeiros e sitiantes, e que as nações indígenas dos Cabixi, Pareci e Cabaçal, por exemplo, só viriam a atrapalhar, posto que, no momento em que realizavam a “invasão”, nem ao menos, consideraram que os índios já haviam ocupado este território.

A CODEMAT (Companhia de Desenvolvimento do Mato Grosso) foi criada em 1967, através de administração indireta. O intuito desta companhia era de resolver os problemas de regularização da posse das terras e avaliar a legitimidade dos títulos e propriedades. Dez anos após essa criação em 1977, foi criado o INTERMAT (Instituto de Terras do Mato Grosso) pelo governo estadual (AVELINO, 2006).

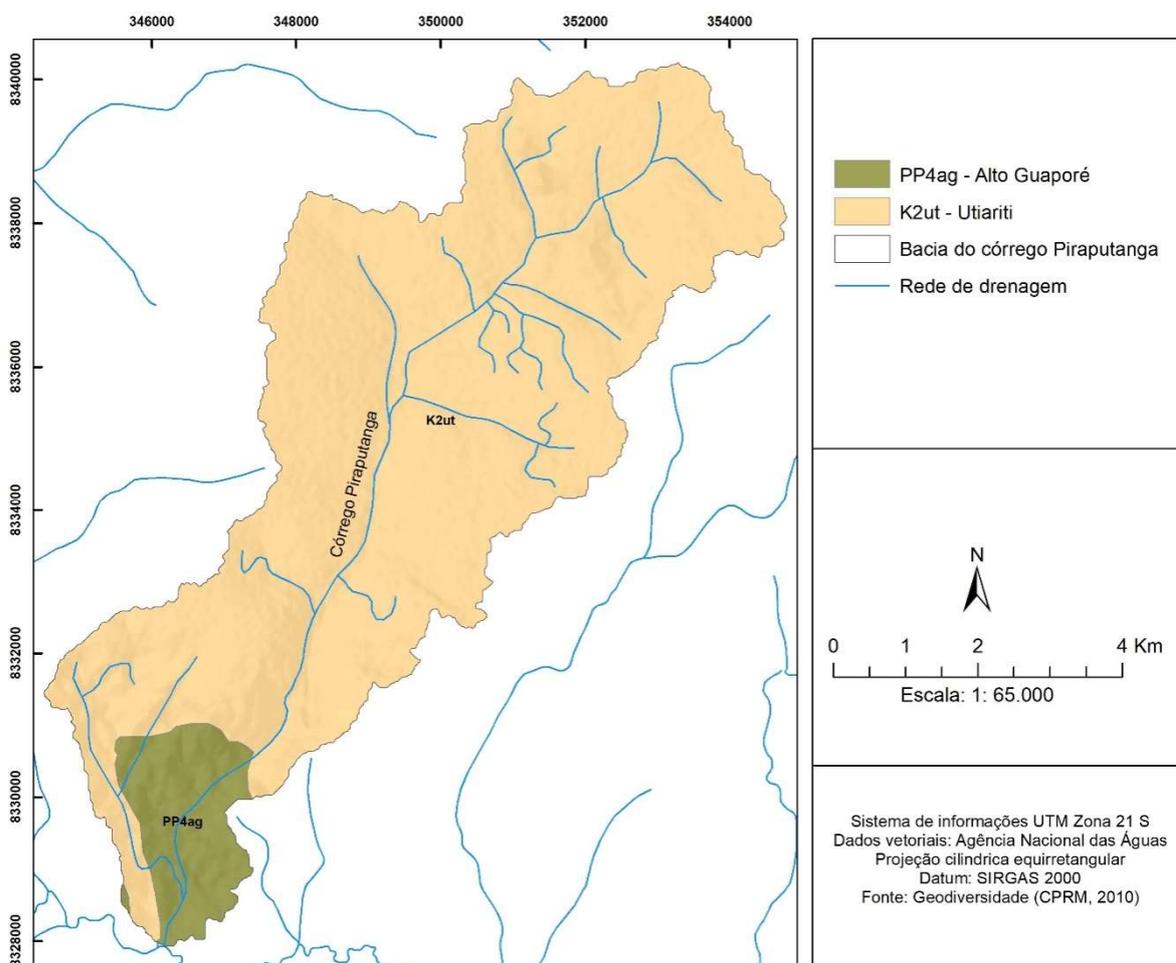
Cabe salientar que, o município de Reserva do Cabaçal foi anteriormente, uma gleba pertencente à Cáceres. Ferreira (1995) apud Avelino (2006) afirma que sua colonização se deu sem nenhuma infra-estrutura, pois não havia estradas, pontes, escolas, assistência médica ou técnica e muito menos crédito rural para apoio financeiro às famílias assentadas. Quando em 15 de novembro de 1985, através da Lei Estadual nº. 5.011 de 13 de maio de 1986 teve então, a elevação da Gleba Reserva do Cabaçal à categoria de município. O topônimo do município foi criado pelos técnicos da CODEMAT, que iniciaram a colonização do local, que começou às margens do rio Cabaçal considerada “reservado governo” (AVELINO, 2006).

Na atualidade, conforme Curvo (2008), o município é caracterizado por ter pequenos produtores que trabalham no regime de agricultura de subsistência com pequenas plantações; exploração da suinocultura, avicultura e pecuária de leite e corte.

4.2. Geologia

Na sub-bacia hidrográfica do córrego Piraputanga são registradas a ocorrência de duas unidades geológicas, sendo estas: PP4ag – Alto Guaporé e a K2ut – Utiariti, vistas conforme figura 6:

Figura 6 - Mapa Geológico



Fonte: Organizado pela autora (2020)

Nos componentes geológicos da presente sub-bacia, durante os trabalhos de campo, foi possível a identificação de rochas como arenitos, siltitos e argilitos avermelhados, associado a campos formados por areais, sendo encontrada nas

partes mais elevadas do Planalto dos Parecis. Estas formações apresentam cor de argilito marrom avermelhado moderado, quebradiço e com fraturas oblíquas a horizontais, sendo preenchidas com areia grossa branca a cinza, e arenito grosso a médio, mal selecionado, caulínico, granodecrescente, vermelho com porções cinza-esbranquiçado e laranja (figura 7) (SALOMÃO et al., 2016).

Figura 7 - Rochas afloradas – Formação Utiariti



Fonte: a autora (2019)

As rochas observadas na figura 7 foram encontradas na cabeceira da voçoroca, CM I Chapada, estas denotam a composição da formação Utiariti, formadas no planalto dos Parecis, a qual compõe 44 km², correspondendo a 91,67% do total da área.

Outra formação encontrada nesta sub-bacia, denominada de Alto Guaporé, sendo menos expressiva, compõe uma área de 4 km² equivalente a 8,33% do total. A área composta por esta formação apresentou afloramento rochoso (figura 8).

Figura 8 - Afloramento rochoso da formação Alto Guaporé



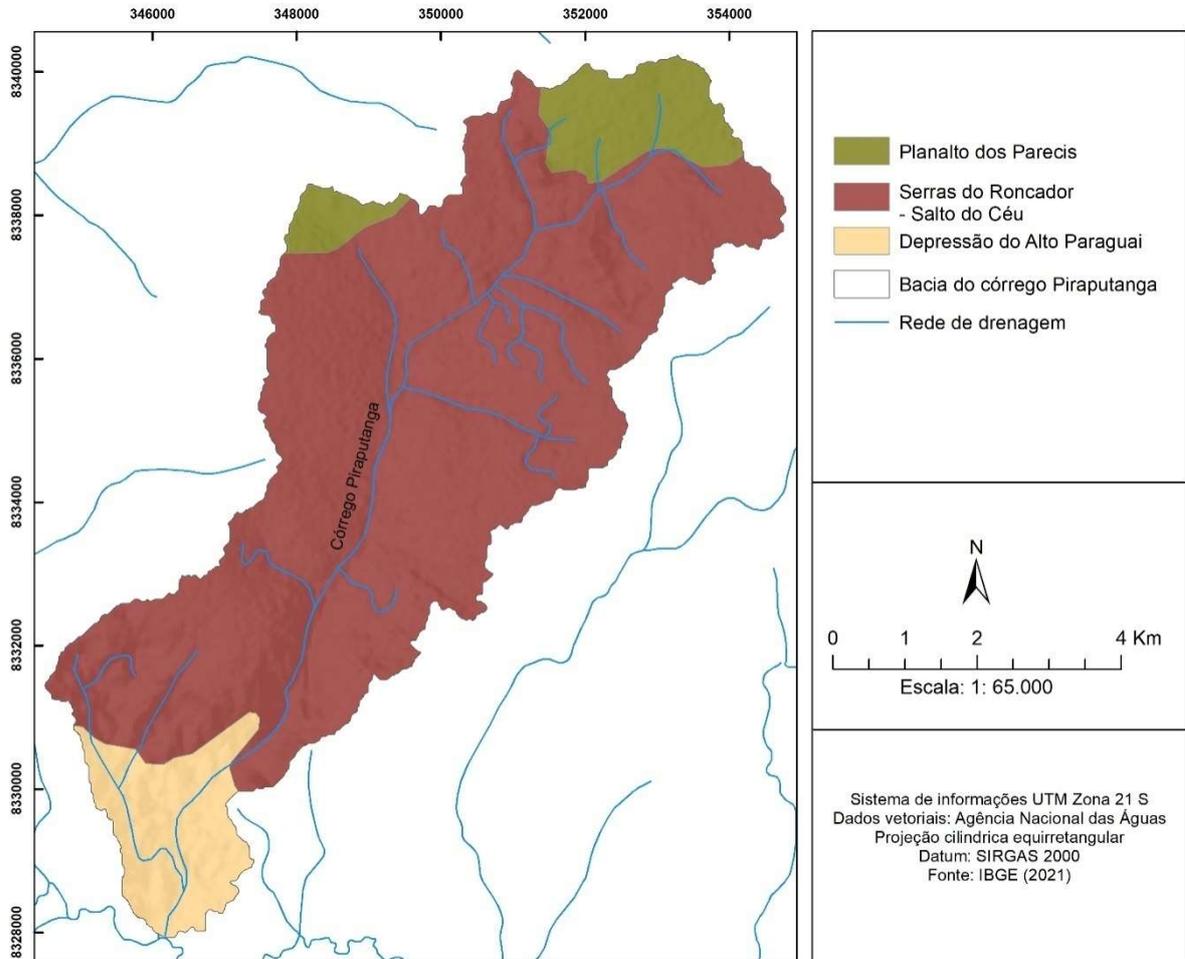
Fonte: Autora (2019)

Este afloramento foi encontrado no CM VI Morros e Morrotes Isolados, sendo material caracterizado por rocha metamórfica composta por quartzo-feldspato, resultantes de processos de segregação metamórfica (WINGE, 2022).

4.3. Geomorfologia

A sub-bacia possui as sub-unidades intercaladas em alto, médio e baixo curso, estando respectivamente encontradas, o Planalto do Parecis, Serras do Roncador, e Depressão do Alto Paraguai (figura 9).

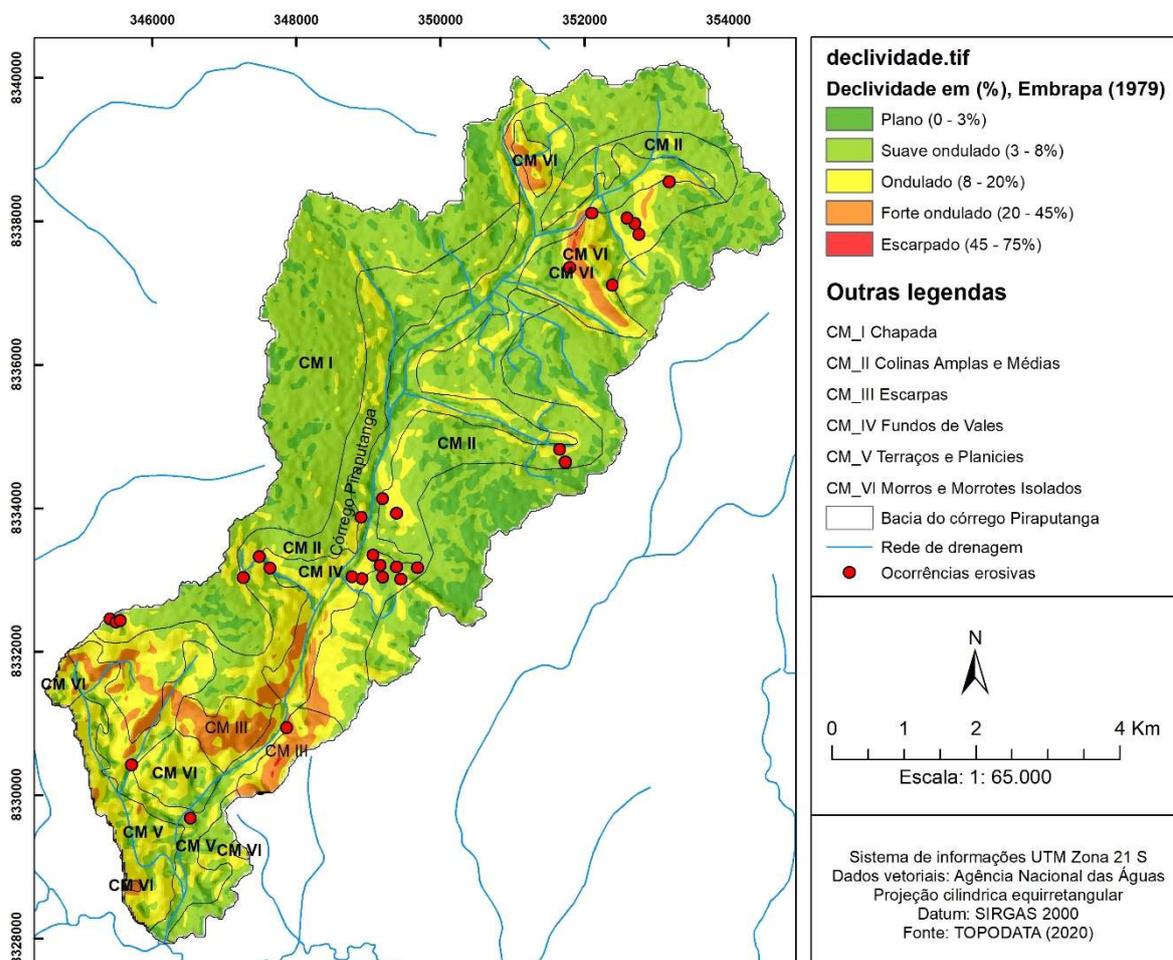
Figura 9 - Mapa geomorfológico



Fonte: Organizado pela autora (2021)

Além da descrição do modelado terrestre abordado, enfatizou-se a declividade do terreno para estudo de suas feições. As declividades encontradas variaram de plano (0 a 3%), suave ondulado (3 a 8%), ondulado (8 a 20%), forte ondulado (20 a 45%) e escarpado (45 a 75%) de acordo com as classificações da Embrapa (1979) (figura 10).

Figura 10 - Declividade do terreno



Fonte: organizado pela autora (2020)

4.3.1. Formas de relevo

As sub-unidades de relevo desta sub-bacia hidrográfica seguem abaixo descritas:

4.3.1.1. Planalto dos Parecis

A sub-unidade do Planalto do Parecis apresenta superfície erosiva tabular com “relevo residual de topo aplainado provavelmente testemunha de superfície aplainada, geralmente limitada por Morros com encostas escarpadas erosivas” (RIBEIRO, et al., 2013), com altitudes que variam entre 500 a 660 m. (CURVO, 2008).

A presente sub-unidade mostra homogeneidade em sua estrutura e continuidade por uma área compreendida por 4,21 km², ou também 8,76% do total da sub-bacia. Destaca-se que a mesma está situada na parte norte da área estudada e que conecta-se com as Serras do Roncador.

A estrutura do relevo no Planalto do Parecis possui os declives variando entre:

predomínio de suave ondulado nos fundos de vale, plano a suave ondulado nas chapadas, suave ondulado a ondulado nas colinas e predomínio de ondulado nos morros e morrotes (EMBRAPA, 1979).

4.3.1.2. Serras do Roncador – Salto do Céu

De modo geral, é constituída por rochas cristalinas e corresponde a uma rampa dissecada formada por litologias da Era Mesozoica, pertencentes ao grupo do Parecis (MATO GROSSO, 2000).

Tal variação litológica, adjunta às atividades tectônicas, originou modificações dos aspectos geomorfológicos, posto que com a esculturação dos metassedimentos, configurou-se relevos tabulares de topo conservado, tendo interferência direta da estrutura. Esses relevos conservados exibem Morros com encostas escarpadas estruturais escalonadas, com frente voltada para sudoeste e orientação geral sudeste-noroeste, tendo como exemplo, a serra do Roncador RADAMBRASIL (BRASIL, 1982).

Há predominância desta unidade, ocupando 39,4 km², ou equivalente a 81,98% dá área total da sub-bacia. Esta unidade de relevo permite a origem de quase todas as nascentes e afluentes do córrego Piraputanga. As nascentes localizam-se nas vertentes do relevo dissecado. Esta unidade de relevo apresenta número expressivo de nascentes, manifestando-se 19 olhos de nascentes dentro de sua extensão. Os fluxos dos canais são escoados com facilidade devido à declividade no perfil longitudinal da rede de drenagem.

O relevo na Serra do Roncador possui os declives variando entre: predominantemente plano a suave ondulado nas chapadas, suave ondulado a ondulado nas colinas, plano a forte ondulado nos fundos de vales, e ondulado a escarpado nos Morros com encostas escarpadas (EMBRAPA, 1979).

4.3.1.3. Depressão do Alto Paraguai

Esta sub-unidade conecta-se à parte norte com a Serras do Roncador. Apresenta caimento topográfico norte-sul, com altimetria entre 460 e 300 m. RADAMBRASIL (BRASIL, 1982; ROSS 1985).

Simboliza uma área de depressão em relação aos terrenos do entorno que compreendem o planalto. Estende-se pela parte sul da sub-bacia do córrego. O baixo curso desse córrego realiza a drenagem dessa unidade geomorfológica. A extensão territorial desta sub-unidade corresponde a 4,45 km², ou também, 9,26% do total.

A estrutura do relevo na Depressão do Alto Paraguai compreende os declives variando entre plano a ondulado nos fundos de vale, predomínio de plano a ondulado nos terraços e planícies, e suave ondulado a forte ondulado nos morros e morrotes (EMBRAPA, 1979).

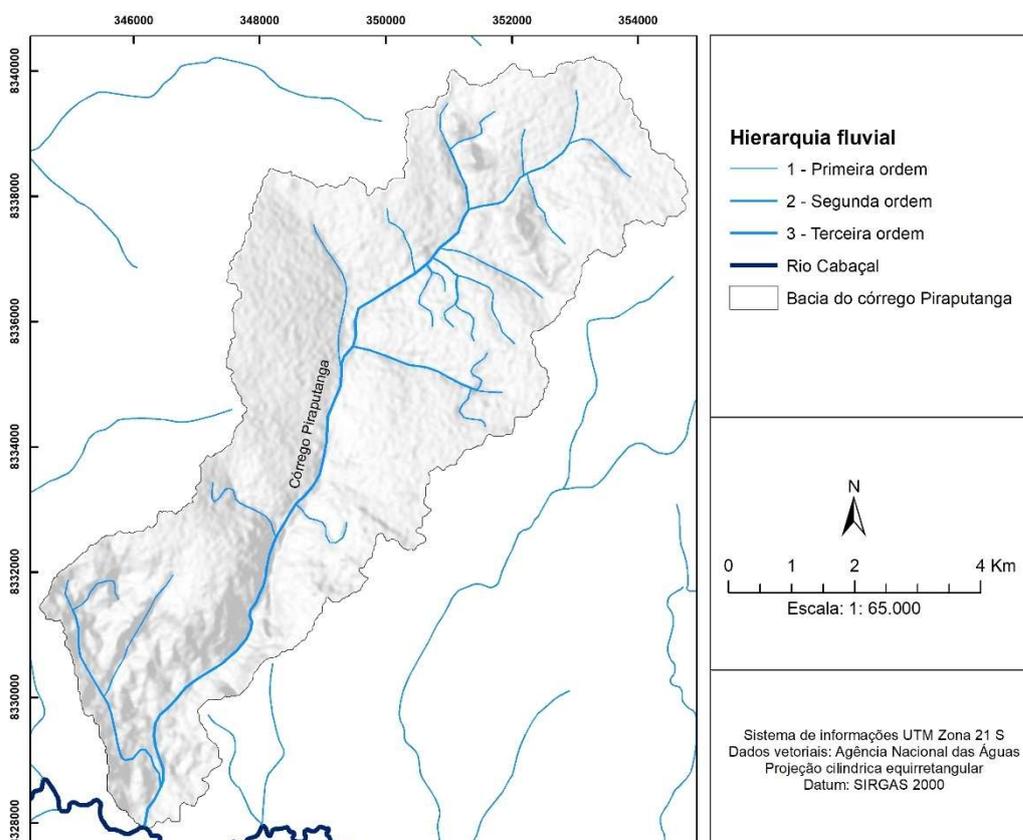
É caracterizada com uma superfície pouco dissecada, com relevos marcados por fundos de vale com presença de sedimentos aluvio-coluvionares, planaltos e planícies e pequena porção de morros e morrotes isolados (SALOMÃO et al., 2016).

4.3.2. Hierarquia fluvial do Córrego Piraputanga

A hierarquia fluvial é um dos principais parâmetros morfométricos, o qual estabelece a ordem do curso d'água da bacia hidrográfica, determinando a hierarquia entre os canais (CHRISTOFOLETTI, 1981).

A sub-bacia do córrego Piraputanga apresenta uma hierarquia fluvial com três ordens, como observada na figura 11:

Figura 11 - Hierarquia fluvial do córrego Piraputanga



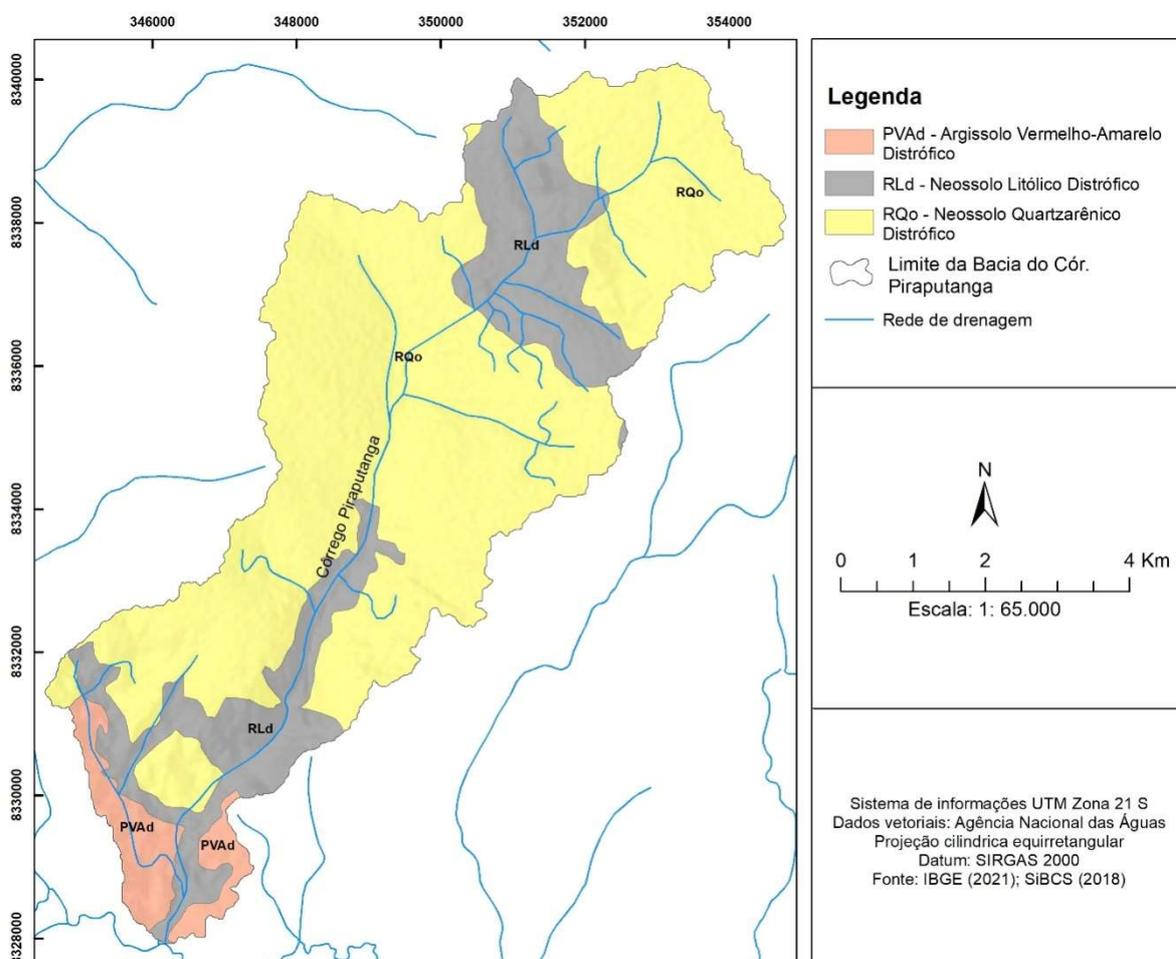
Fonte: organizado pela autora (2020)

As hierarquias de primeira ordem conferem 25,20 km de extensão, os canais de segunda ordem apresentam 9,88 km e os de terceira ordem se estendem por 11,89 km. A junção desses canais mostra o curso hídrico do córrego Piraputanga com um total de 46,97 km de extensão, o que proporciona ao mesmo uma boa drenagem e um afluente de grande importância para o rio Cabaçal.

4.4. Pedologia

Muito embora se tenha identificado três tipos de solos na sub-bacia, se nota maior ocorrência de solos arenosos, marcado por Neossolo Quartzarênico, sobressaindo em quase toda a parte média da bacia e um tanto na parte do setor alto da bacia. Também apresentou composição por Neossolo Litólico nas partes norte e sul da sub-bacia e também apresenta Argissolo Vermelho Amarelo no setor baixo da mesma (figura 12).

Figura 12 - Mapa pedológico



Fonte: Organizado pela autora (2020)

4.4.1. Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico

Na presente sub-bacia a parte que compreende a classe dos argissolos é menos expressiva, sendo abrangida por 2,51 km², ou 5,22% do total da área.

O ponto de coleta que apresentou composição por esta classe de solos foi o ponto 1, onde o mesmo mostrou cerosidade com grau de desenvolvimento fraco. Esse perfil apresentou características grosseiras a finas, com predomínio de areia grossa e média, posto que pela localização em planícies de depressões do Alto Paraguai e circundada de relevos com declividades que favorecem o transporte de sedimentos pelo escoamento superficial, o mesmo sofreu influências de áreas vizinhas, e, ainda do material de origem por composição de material gnaisse, caracterizado por rocha metamórfica composta por quartzo-feldspato, tendo granulação média a grossa.

4.4.2. Neossolo Quartzarênico Distrófico

A área correspondente ao Neossolo Quartzarênico na presente sub-bacia corresponde a 34,60 km², ou 71,98% do total da área.

Os pontos de coleta de solos que foram identificados por esta classe foram o ponto 5, localizado na cabeceira da voçoroca, CM I Chapada, composta por litologia a base de arenitos quartzosos da seção de topo do grupo Parecis, da formação Utiriti.

O ponto 6, localizado no CM II Colinas Amplas e Médias, ao lado da base da voçoroca, e o ponto 8, localizado no CM I Chapada também atribuem as mesmas características do ponto 5, quanto a litologia e composição dos solos.

4.4.3. Neossolo Litólico Distrófico

A área correspondente ao Neossolo Litólico Distrófico na presente sub-bacia corresponde a 10,96 km², ou 22,80% do total da área.

O ponto 02, localizado no compartimento morfopedológico CM VI Morros e morrotes Isolados foi caracterizado como Neossolo Litólico Distrófico. A composição do material deste solo possui características predominantemente grosseiras, indo até fina, variando nas frações de pedregulho a areia, tendo relação com sua litologia composta por quartzo-feldspato, do Alto Guaporé.

O ponto 3, também é qualificado como Neossolo Litólico Distrófico, mas que difere sua descrição do material coletado por areia fina, posto que este material não é

originário deste ponto e sim, vindo de locais arredores. Isto porque sua localização na depressão do Alto Paraguai, confere-lhe local de recebimentos aluviais. Vale ressaltar que o ponto de coleta frizou mostrar a camada deposicional do material aluvionar e que, outros pontos da depressão do Alto Paraguai conferem-lhes materiais mais grossos, posto que pertence à área de fundos de vales.

O ponto 4, localizado no Compartimento Morfopedológico CM II Colinas Amplas e Médias apresentou composição por Neossolo Litólico, este perfil mostrou características variando entre grosseiro e fino, com frações predominantemente grossos, indo até finos, composição dada pela formação Utiariti, composta por sedimentos arenosos.

O ponto 7, também apresenta areia fina, os horizontes foram identificados com matéria vinda de áreas mais elevadas ao redor, posto que o referido ponto, pertencente ao CM IV Fundos de Vale é circundado pelo CM II Colinas Amplas e Médias e pelo CM VI Morros e morrotes isolados.

4.4.4. Dados dos pontos de coleta das amostras de solo

Os pontos de coleta das amostras de solo foram realizados seguidos da determinação de uma coleta para cada compartimento morfopedológico (em exceção do CM III que ficou impossibilitado de acesso, sendo estudado por meio de mapeamento) e também na voçoroca de maior expressividade da sub-bacia. Portanto, podemos observar no quadro 9 a síntese de descrição dos pontos de coleta, e em seguida, o detalhamento dos mesmos.

Quadro 5 - Dados dos pontos de coleta das amostras de solo

Nº Ponto	Coordenadas	Compartimento morfopedológico/observações	Pedologia	Geologia	Geomorfologia
1	15° 06' 18" S e 58° 25' 55" W	CM V Terraços e Planícies Estrada rural a 4,8 km da área urbana lado direito da estrada, a 30 m da via	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico	Formação Utiariti	Terraços e planícies
2	15° 05' 22" S e 58° 26' 38" W	CM VI Morros e Morrotes Isolados Estrada rural a 7,2 km da área urbana, lado direito da estrada, a 40 m da via	Neossolo Litólico Distrófico	Formação Utiariti	Morros e morrotes
3	15°06' 21" S e 58° 25' 36" W.	CM IV Fundos de Vales Estrada rural a 4,3 km da área urbana, lado esquerdo da estrada, a 8 m da via	Neossolo Litólico Distrófico	Alto Guaporé	Fundos de vale
4	15° 04' 55" S e 58° 26' 33" W	CM II Colinas Amplas e Médias Estrada rural a 8,4 km da área urbana lado esquerdo da estrada, a 50 m da via	Neossolo Litólico Distrófico	Formação Utiariti	Colinas Amplas e Médias
5	15° 04' 31" S e 58° 25' 20" W.	CM-I Chapada Cabeceira da voçoroca de maior expressividade na sub-bacia.	Neossolo Quartzarênico Distrófico	Formação Utiariti	Chapada
6	15° 04' 18" S e 58° 25' 08" W	CM II Colinas Amplas e Médias Realizado próximo à base da voçoroca do ponto 05.	Neossolo Quartzarênico Distrófico	Formação Utiariti	Colina
7	15° 01' 30" S e 58° 23' 07" W	CM IV Fundos de Vales. Estrada rural a 18,4 km da área urbana, lado direito da estrada, a 17,5m da via	Neossolo Litólico Distrófico	Alto Guaporé	Fundos de vale
8	15° 01' 20" S e 58° 23' 23" W	CM I Chapada Estrada rural a 17,8 km da área urbana, lado esquerdo da estrada, a 20 m da via	Neossolo Quartzarênico Distrófico	Formação Utiariti	Chapada

Fonte: a autora (2022)

4.4.5. Ponto 01:

O primeiro ponto de análise foi realizado no CM V Terraços e Planícies, ao lado direito da estrada rural MT 175 (figura 13).

PERFIL Nº 01:

CLASSIFICAÇÃO: Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico

LOCALIZAÇÃO: Estrada rural a 4,8 km da cidade de Reserva do Cabaçal, lado direito da estrada, a 30m da via. 15°06' 18"S e 58° 25' 55" W.

SITUAÇÃO: Descrição e coleta realizados em perfil de barranco sob vegetação secundária com palmeiras.

ALTITUDE: 345 m.

LITOLOGIA: Arenito quartozoso.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Alto Guaporé.

CRONOLOGIA: Cretácio.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Gnaisses tonalitos.

PEDREGOSSIDADE: Ligeiramente pedregoso.

ROCHOSIDADE: Não rochoso.

RELEVO LOCAL: Terraços e planícies.

RELEVO REGIONAL: Depressão do Alto Paraguai.

EROSÃO: Não aparente.

DRENAGEM: Moderadamente drenado

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA E VEGETAÇÃO: Vegetação secundária com palmeiras.

USO ATUAL: Pastagem.

DATA DA DESCRIÇÃO: 18/07/2021.

Figura 13 - Ponto 01 - Análise de perfil de solo em terraços e planícies

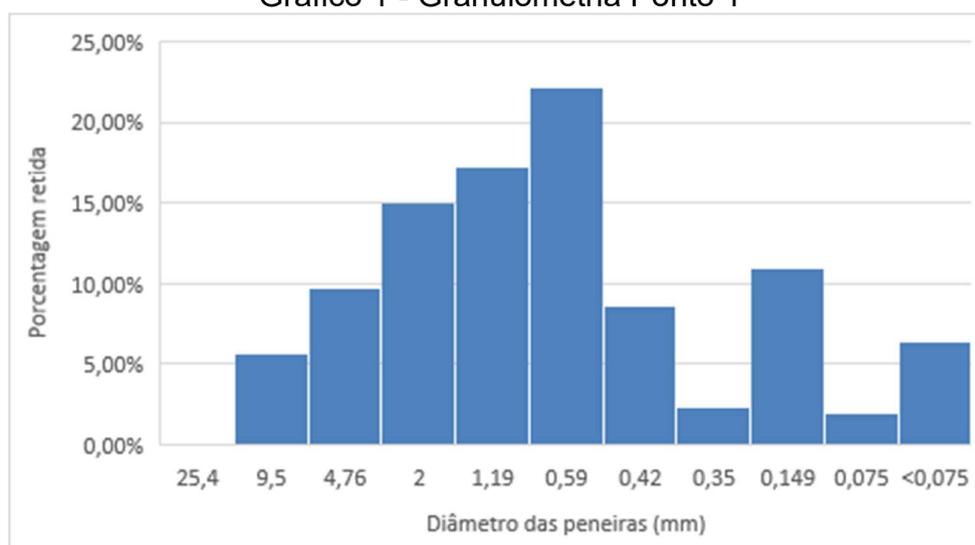


Fonte: a autora (2021).

A coleta foi realizada no Compartimento Morfopedológico CM V Terraços e Planícies. Apresentou em seu horizonte superficial, musgos pequenos e cobertura por pastagem. Seguido, os horizontes subsuperficiais mostraram pequena presença de argila após notada cerosidade com grau de desenvolvimento fraco e de pouca quantidade.

O solo do perfil 01 possui características grosseiras a finas, com predomínio de areia grossa e média (gráfico 1), variando nas frações de pedregulho a areia, possuindo tom variando de bege a marrom claro. (Carta de Munsell: moderateyellowishbrown (10YR 5/4). “Marrom amarelado médio”).

Gráfico 1 - Granulometria Ponto 1



Fonte: a autora (2021)

A amostra possui estrutura do tipo granular e desenvolvimento solto. De consistência úmida classificada como friável a firme. Foram identificados grãos de quartzo e mica. Sendo mal selecionada, com baixa esfericidade e grau de arredondamento sub-anguloso.

4.4.6. Ponto 02:

O segundo ponto de análise foi realizado no compartimento morfopedológico CM VI Morros e Morrotes Isolados, conforme visto na figura 14.

PERFIL Nº 02:

CLASSIFICAÇÃO PROPOSTA: Neossolo Litólico Distrófico

LOCALIZAÇÃO: Estrada rural a 7,2 km da cidade de Reserva do Cabaçal, lado direito da estrada, a 40 m da rodovia. 15° 05' 13" S e 58° 26' 47" W.

SITUAÇÃO: Descrição e coleta realizados em perfil de barranco sob vegetação secundária com palmeiras.

ALTITUDE: 447 m.

LITOLOGIA: Arenito quartzoso.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Utiariti.

CRONOLOGIA: Cretácio.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Arenitos.

PEDREGOSSIDADE: Ligeiramente pedregoso.

ROCHOSIDADE: Não rochoso.

RELEVO LOCAL: Morros e Morrotes.

RELEVO REGIONAL: Serras do roncador.

EROSÃO: Não aparente.

DRENAGEM: Moderadamente drenado

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA E VEGETAÇÃO: Vegetação secundária com palmeiras.

USO ATUAL: Pastagem.

DATA DA DESCRIÇÃO: 18/07/2021

Figura 14 - Ponto 02 - Análise de perfil de solo em terraços e planícies

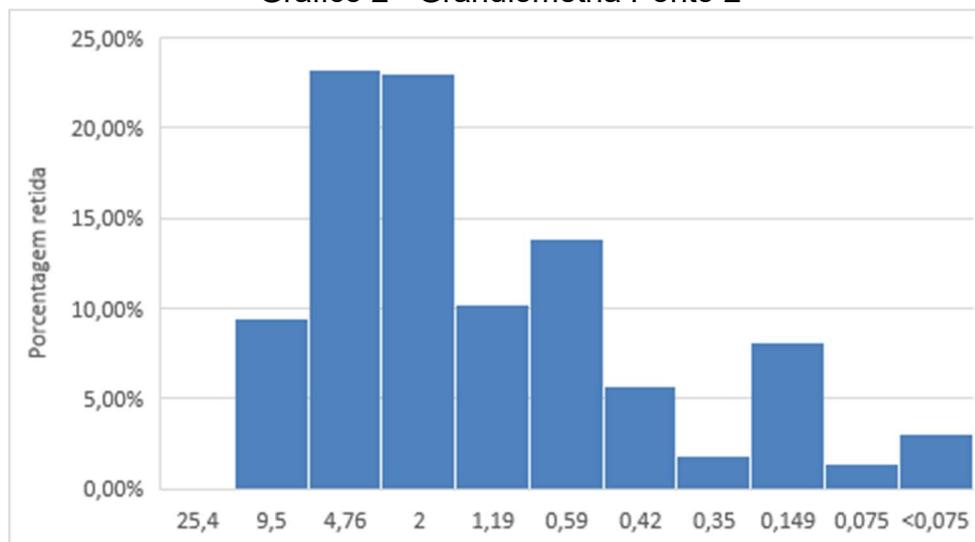


Fonte: a autora (2021).

O perfil 02, foi realizado no compartimento morfopedológico CM VI Morros e morrotes Isolados. Apresentou em seu horizonte superficial material de pastagens, palhas/capins em decomposição. Nos horizontes subsuperficiais apresentou superficialmente raízes fasciculadas muito finas e pequenas, foi observada pouca presença de pedregulho. Essa formação de pedregulho se justifica pela origem do solo em Neossolo Litólico Distrófico.

O material deste perfil mostrou-se com característica predominantemente grosseiras, indo até fina, variando nas frações de pedregulho a areia (gráfico 2), possuindo tom marrom avermelhado. (Carta de Munsell: moderate brown (5YR 3/4). “Marrom médio”).

Gráfico 2 - Granulometria Ponto 2



Fonte: a autora (2021)

A amostra possui estruturação do tipo granular e solta. Consistência úmida classificada como friável.

Foram identificados grãos de mica, quartzo, concreções ferruginosas (laterita) e presença de matéria orgânica em quantidade moderada. Com característica de mal selecionado, com esfericidade baixa a média e grau de arredondamento sendo sub-arredondado.

4.4.7. Ponto 03:

O terceiro ponto de análise foi realizado no leito do córrego Piraputanga, ao lado esquerdo da ponte de madeira da estrada rural MT 175. O córrego mostrou considerável quantidade de sedimentos arenosos de solo transportado, conforme visto na figura 15.

PERFIL Nº 03:

CLASSIFICAÇÃO PROPOSTA: Neossolo Litólico Distrófico.

LOCALIZAÇÃO: Estrada rural a 4,3 km da cidade de Reserva do Cabaçal, lado esquerdo da estrada, a 8m da via. 15°06' 21" S e 58° 25' 36" W.

SITUAÇÃO: Descrição e coleta realizados em solo formado a partir de depósitos superficiais em leito de córrego.

ALTITUDE: 323m.

LITOLOGIA: Arenito quartzoso.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Alto Guaporé.

CRONOLOGIA: Cretácio.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Gnaisse tonalitos.

PEDREGOSSIDADE: Não pedregoso.

ROCHOSIDADE: Não rochoso.

RELEVO LOCAL: Terraços e planícies.

RELEVO REGIONAL: Depressão do Alto Paraguai.

EROSÃO: Fase assoreada

DRENAGEM: Muito mal drenado.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA E VEGETAÇÃO: Vegetação secundária com palmeiras.

USO ATUAL: Pastagem.

DATA DA DESCRIÇÃO: 18/07/2021

Figura 15 - Ponto 03 - Análise de perfil de solo depositado no canal do córrego



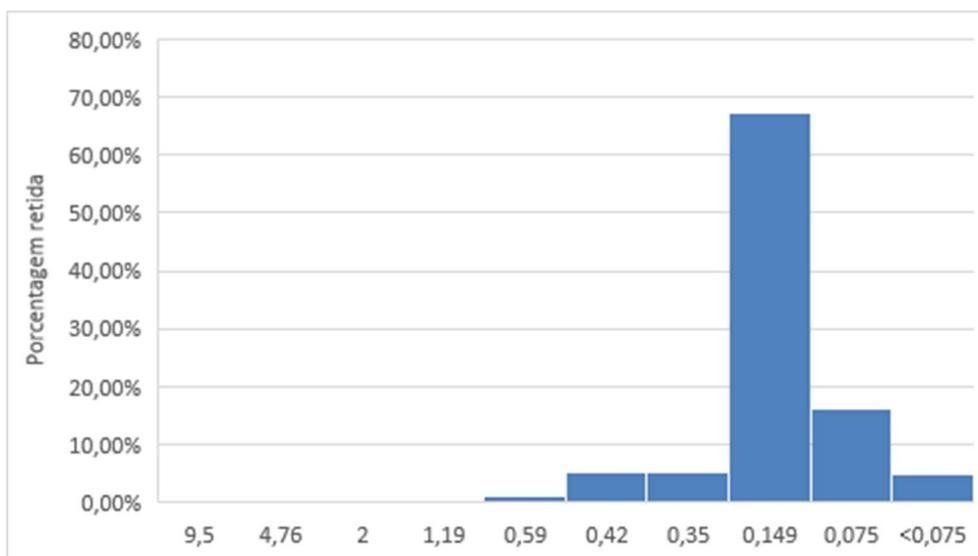
Fonte: a autora (2021).

O perfil 03, realizado em leito vazio do córrego, o horizonte apresentado é formado por material transportado, areia fina (figura 14). A parte inferior no perfil apresenta tonalidade laranja-acinzentado, causada em função do levantamento do lençol freático que carrega a concentração de ferro da camada inferior, deixando-o com um tom diferente do horizonte acima.

É um solo com características finas (gráfico 3), de fração arenosa, possuindo variação no tom de bege a marrom claro. (Carta de Munsell: Grayish Orange (10YR

7/4). “Laranja acinzentado”).

Gráfico 3 - Granulometria Ponto 3



Fonte: a autora (2021)

A amostra possui estrutura granular e solta, de consistência úmida e tipo friável. Nos grãos de quartzo foi observado, areia bem selecionada, com grau de esfericidade médio e arredondamento dos grãos.

4.4.8. Ponto 04:

O quarto ponto de análise foi realizado no Compartimento Morfopedológico CM II Colinas Amplas e Médias, ao lado direito da estrada rural MT 175, conforme visto na figura 16.

PERFIL Nº 04:

CLASSIFICAÇÃO PROPOSTA: Neossolo Litólico Distrófico

LOCALIZAÇÃO: Estrada rural a 8,4 km da cidade de Reserva do Cabaçal, lado direito da estrada, a 50m da via. 15°04' 55" S e 58° 26' 33" W.

SITUAÇÃO: Descrição e coleta realizados em perfil de barranco sob vegetação secundária com palmeiras.

ALTITUDE: 504m.

LITOLOGIA: Arenito quartzoso.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Utariti.

CRONOLOGIA: Cretácio.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Arenitos.

PEDREGOSSIDADE: Moderadamente pedregosa.

ROCHOSIDADE: Não rochoso.

RELEVO LOCAL: Colinas Amplas e Médias.

RELEVO REGIONAL: Serras do roncador.

EROSÃO: Não aparente.

DRENAGEM: Bem drenado.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA E VEGETAÇÃO: Vegetação secundária com palmeiras.

USO ATUAL: Pastagem.

DATA DA DESCRIÇÃO: 18/07/2021

Figura 16 - Ponto 04 - Análise de perfil de solo em Colinas Amplas e Médias

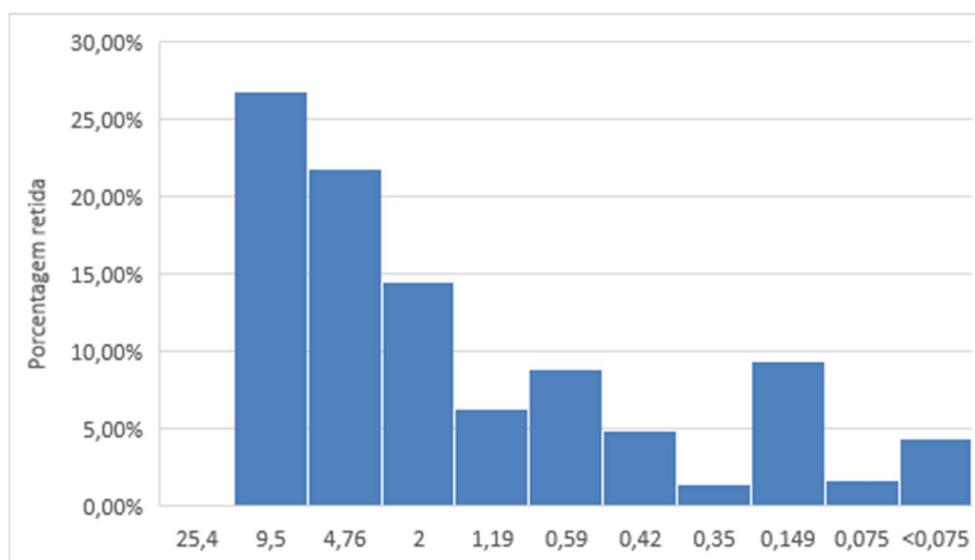


Fonte: a autora (2021).

O perfil 04, foi realizado no Compartimento Morfopedológico CM II Colinas Amplas e Médias. Apresentou em seu horizonte superficial alteração da camada por uso de pastagem. Mostrou-se com pequena presença de linha de pedra nos horizontes subsuperficiais. Tal linha de pedra encontrada se caracteriza pela rugosidade e pontas irregulares do material, o que descarta a possibilidade de um passado fluvial, a existência desse tipo de linha de pedra se dá devido ao material de origem de diferente dureza ou diferente exposição aos processos de intemperismo e erosão.

Este ponto apresentou solo de características variando entre grosseiro e fino, com frações predominantemente grossos, indo até finos (gráfico 4), com tom de cor marrom médio, (Carta de Munsell: darkyellowishbrown, 10YR 4/2, “Marrom amarelado escuro”). tendo estruturação granular e solta, de consistência seca classificada como dura.

Gráfico 4 - Granulometria Ponto 4



Fonte: a autora (2021)

Mostrou grãos minerais visíveis de quartzo e quantidade considerável de mica, sendo mal selecionados, esfericidade baixa e arredondamento sub-anguloso e baixa presença de matéria orgânica.

4.4.9. Ponto 05:

O quinto ponto de análise foi realizado na cabeceira da voçoroca de maior expressividade na sub-bacia. Foi observada pequena quantidade de matéria orgânica iniciando processo de decomposição no horizonte superficial, apresentado na figura 17.

PERFIL Nº 05

CLASSIFICAÇÃO PROPOSTA: Neossolo Quartzarênico Distrófico

LOCALIZAÇÃO: Estrada rural a 10,8 km da cidade de Reserva do Cabaçal, lado direito da estrada, a 70 m da via. 15°04' 31" S e 58° 25' 20" W.

SITUAÇÃO: Descrição e coleta realizados em barranco da cabeceira da voçoroca.

ALTITUDE: 558m.

LITOLOGIA: Arenito quartzoso.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Grupo Parecis – Formação Utiriti.

CRONOLOGIA: Cretácio.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Arenitos.

PEDREGOSSIDADE: Não pedregoso.

ROCHOSIDADE: Não rochoso.

RELEVO LOCAL: Chapada.

RELEVO REGIONAL: Serras do roncador.

EROSÃO: Extremamente forte.

DRENAGEM: Excessivamente drenado.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA E VEGETAÇÃO: Savana Parque sem floresta de galeria.

USO ATUAL: Savana florestada.

DATA DA DESCRIÇÃO: 18/07/2021.

Figura 17 - Ponto 05 - Análise de perfil de solo em voçoroca



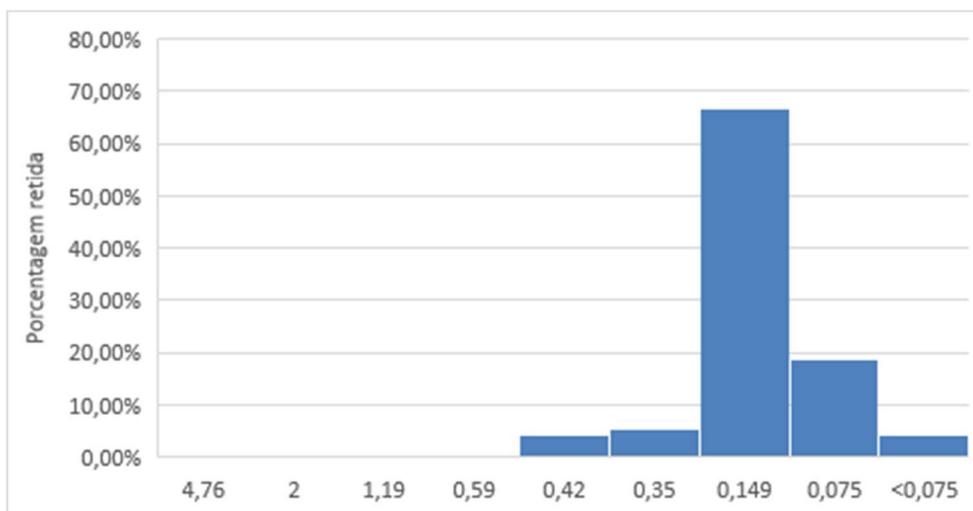
Fonte: a autora (2021).

O horizonte superficial se mostrou com pequeno processo inicial de decomposição de material orgânico (folhas de árvores). Os Horizontes subsuperficiais conseguintes foram identificadas raízes pouco profundas e fasciculadas.

Solo com características finasde fração arenosa (gráfico 5), com tom marrom

avermelhado. (Carta de Munsell: moderatebrown (5YR 3/4). “Marrom médio”), tendo alguns mosqueados alaranjados apresentando possível oxidação de ferro, entretanto, sem qualquer concreção.

Gráfico 5 - Granulometria Ponto 5



Fonte: a autora (2021).

O solo apresentado possui estruturação granular e solta, de consistência classificada como solta. Grãos visíveis de quartzo, sendo areia bem selecionada, com grau de esfericidade médio e arredondamento.

4.4.10. Ponto 06:

O sexto ponto de análise foi realizado paralelo à base da mesma voçoroca do ponto 05, presente no Compartimento Morfopedológico CM II Colinas Amplas e Médias. Foi observada baixa matéria orgânica no solo devido grande quantidade de areia presente no solo, apresentado na figura 18.

PERFIL Nº 06:

CLASSIFICAÇÃO PROPOSTA: Neossolo Quartzarênico Distrófico

LOCALIZAÇÃO: Estrada rural a 11,3 km da cidade de Reserva do Cabaçal, lado direito da estrada, a 204,16m da via. 15°04'18" S e 58°25'08" W.

SITUAÇÃO: Descrição e coleta realizados em barranco de voçoroca sob vegetação de pastagem.

ALTITUDE: 523m.

LITOLOGIA: Arenito quartzoso.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Grupo Parecis – Formação Utiariti.

CRONOLOGIA: Cretácio.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Arenitos.

PEDREGOSSIDADE: Não pedregoso.

ROCHOSIDADE: Não rochoso.

RELEVO LOCAL: Colina.

RELEVO REGIONAL: Serras do Roncador.

EROSÃO: Extremamente forte.

DRENAGEM: Excessivamente drenado.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA E VEGETAÇÃO: Savana Parque sem floresta de galeria.

USO ATUAL: Pastagem.

DATA DA DESCRIÇÃO: 18/07/2021.

Figura 18 - Ponto 06 - Análise de perfil de solo na base da voçoroca



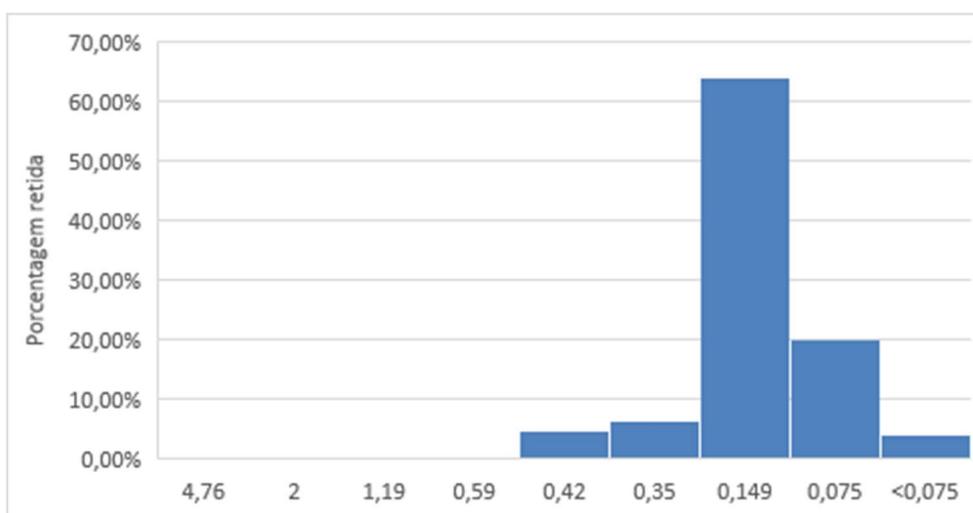
Fonte: a autora (2021).

O horizonte superficial apresentou desempenho de atividade antrópica com cobertura por pastagem; Os Horizontes subsuperficiais consequentes foram identificados com presença de manchas mosqueadas alaranjadas por oxidação do ferro, mas sem concreções. As características desse solo sofrem influências de áreas mais elevadas, posto que com a inclinação, a área recebe materiais vindos das áreas

próximas.

É um solo com características finas, de fração arenosa (gráfico 6), com tom variando entre marrom médio a escuro. (Carta de Munsell: duskyyellowishbrown (10YR 2/2). “Castanho amarelado escuro”. Com estruturação granular e solta, de consistência seca e classificação solta.

Gráfico 6 - Granulometria Ponto 6



Fonte: a autora (2021).

A amostra apresentou grande quantidade de quartzo, sendo grãos bem selecionados com esfericidade alta e bem arredondados. Presença de matéria orgânica considerável.

4.4.11. Ponto 07:

O sétimo ponto de análise foi realizado no Compartimento Morfopedológico CM IV Fundos de vales. Foi observada baixa matéria orgânica no solo e grande quantidade de areia presente no solo, apresentado na figura 19.

PERFIL Nº 07

CLASSIFICAÇÃO PROPOSTA: Neossolo Litólico Distrófico

LOCALIZAÇÃO: Estrada rural a 18,4 km da cidade de Reserva do Cabaçal, lado direito da estrada, a 17,5m da via. 15°01' 30" S e 58° 23' 07" W.

SITUAÇÃO: Descrição e coleta realizados em perfil de barranco sob vegetação de pastagem.

ALTITUDE: 549m.

LITOLOGIA: Arenito quartzoso.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Grupo Parecis – Formação Utiariti.

CRONOLOGIA: Cretácio.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Arenitos.

PEDREGOSSIDADE: Não pedregoso.

ROCHOSIDADE: Não rochoso.

RELEVO LOCAL: Fundo de vale.

RELEVO REGIONAL: Serras do Roncador.

EROSÃO: Ligeira.

DRENAGEM: Moderadamente drenado

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA E VEGETAÇÃO: Savana Arborizada com Floresta de Galeria.

USO ATUAL: Pastagem.

DATA DA DESCRIÇÃO: 18/07/2021

Figura 19 - Ponto 07 - Análise de perfil de solo em fundo de Vale



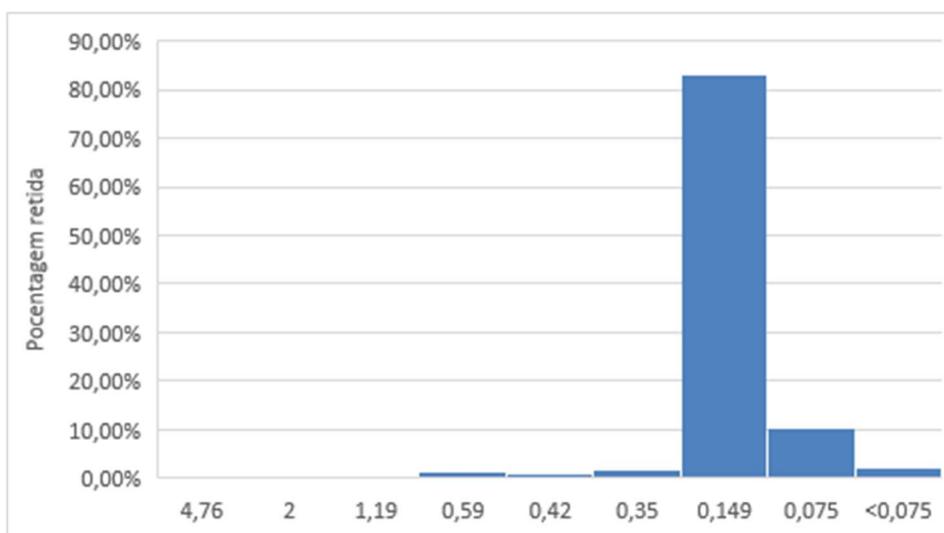
Fonte: a autora (2021).

O horizonte superficial possui desempenho de atividade antrópica com cobertura por pastagem; Os Horizontes subsuperficiais conseguintes foram identificados com matéria vinda de áreas mais elevadas ao redor, posto que o referido ponto, pertencente ao CM IV Fundos de Vale é circundado pelo CM II Colinas Amplas e Médias e pelo CM VI Morros e morrotes isolados.

Apresentou presença de raízes fasciculadas finas e muito finas oriundas da cobertura por pastagem.

Solo com características finas, de fração arenosa fina (gráfico 7), com tom variando entre bege a marrom claro. (Carta de Munsell: light olivegray (5Y 5/2). “cinza-oliva claro”. Com estruturação granular e solta, de consistência úmida classificada como solta.

Gráfico 7 - Granulometria Ponto 7



Fonte: a autora (2021).

Nas porções visíveis de quartzo foi possível observar grãos bem selecionados, de esfericidade média a alta e arredondamento sub-arredondado. Presença de pouca matéria orgânica.

4.4.12. Ponto 8:

O oitavo ponto de análise foi realizado no Compartimento Morfopedológico CM I Chapada. Neste local foi encontrada pequena quantidade de matéria orgânica baixa matéria orgânica no solo devido grande quantidade de areia presente no solo, apresentado na figura 20.

PERFIL Nº 08:

CLASSIFICAÇÃO PROPOSTA: Neossolo Quartzarênico Distrófico

LOCALIZAÇÃO: Estrada rural a 17,8 km da cidade de Reserva do Cabaçal, lado esquerdo da estrada, a 20 m da via. 15°01' 20" S e 58° 23' 23" W.

SITUAÇÃO: Descrição e coleta realizados em perfil de barranco sob vegetação de savana.

ALTITUDE: 569m.

LITOLOGIA: Arenito ortoquartzitos.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Grupo Parecis – Formação Utiariti.

CRONOLOGIA: Cretácio.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Arenitos.

PEDREGOSSIDADE: Não pedregoso.

ROCHOSIDADE: Não rochoso.

RELEVO LOCAL: Chapada.

RELEVO REGIONAL: Planalto do Parecis.

EROSÃO: Não encontrada.

DRENAGEM: Excessivamente drenado

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA E VEGETAÇÃO: Savana Arborizada com floresta de galeria.

USO ATUAL: Savana Florestada.

DATA DA DESCRIÇÃO: 18/07/2021

Figura 20 - Ponto 08 - Análise de perfil de solo em chapada



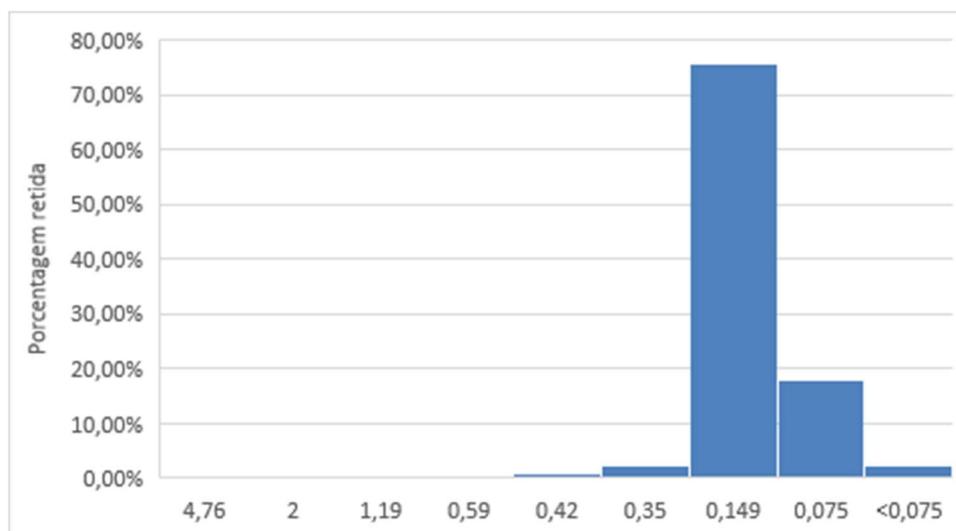
Fonte: a autora (2021).

O horizonte apresentou grande concentração de materiais orgânicos decompostos e em decomposição ao longo do perfil. Os horizontes subsuperficiais apresentaram bastante aeração entre as partículas, causado pela ausência de raízes

de árvores extraídas. Exibiram-se também pequenas raízes fasciculadas finas e muito finas e pivotantes nos horizontes, oriundas da vegetação de savana.

Solo com características finas, de fração arenosa fina (gráfico 8), com tom marrom acinzentado claro. (Carta de Munsell: Greenishgray (5GY 6/1). “cinza esverdeado”.

Gráfico 8 - Granulometria Ponto 8



Fonte: a autora (2021).

Com estruturação granular e solta, de consistência seca e com classificação solta. Grãos bem selecionados, com esfericidade alta e arredondamento variando em arredondado e bem arredondado. Possuindo presença de matéria orgânica acentuada.

4.5. Clima e vegetação

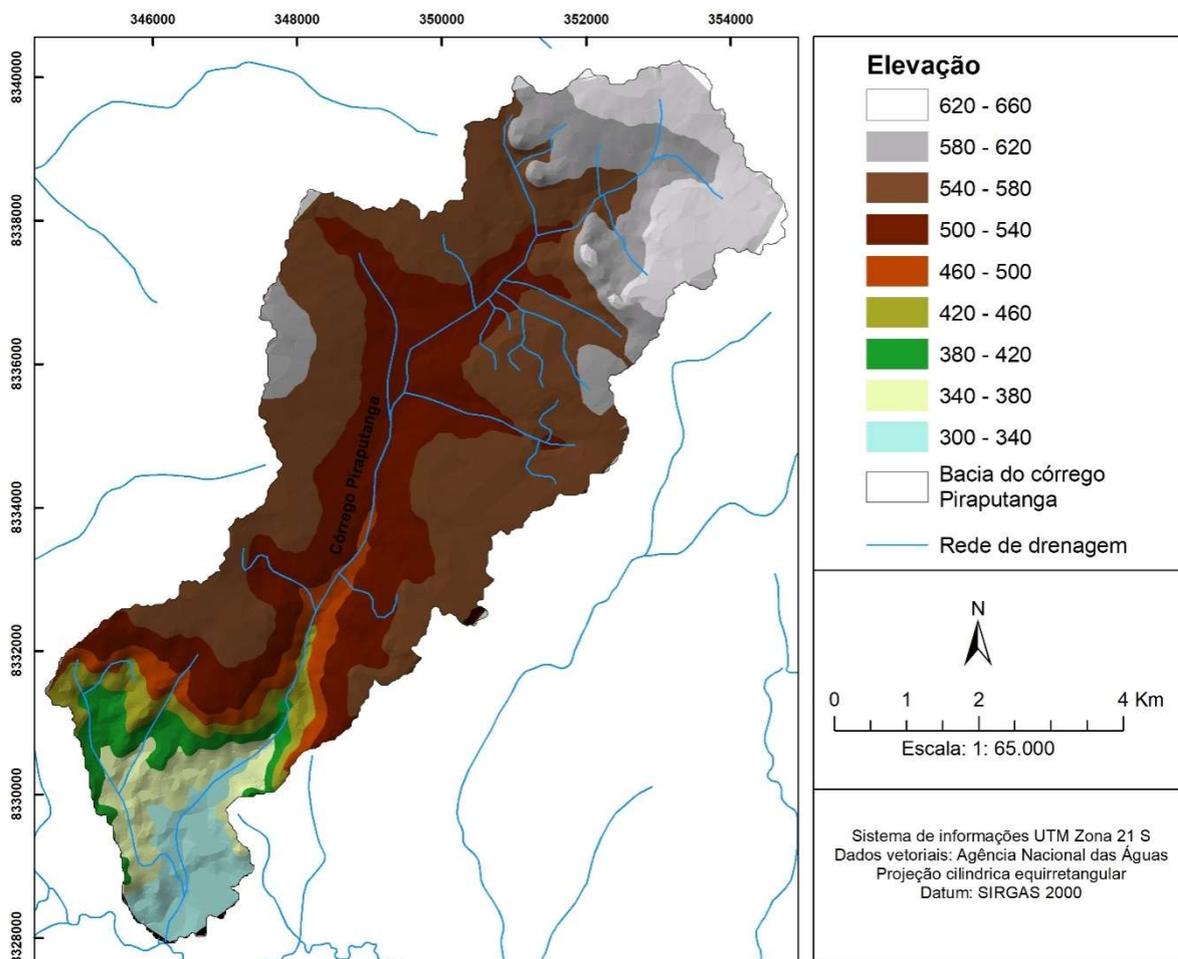
De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS (SANTOS, 2018), sabe-se que a cobertura vegetal é fortemente relacionada ao clima e às propriedades do solo.

Em alto, médio e baixo cursos da sub-bacia, o clima encontrado, em conformidade com os tipos climáticos de Köppen (1948), classifica-se como Aw - Clima quente semi-úmido (tropical), tendo o inverno com período de estiagem, de maio a outubro, sendo julho o mês mais seco; e período chuvoso no verão, de novembro a abril. Este tipo de clima abarca a faixa amazônica deste o noroeste do Tocantins, até

Roraima; oeste de Mato Grosso e sul de Rondônia (EMBRAPA, 1986, 1988).

As cotas altimétricas podem ser observadas na figura 9 abaixo, onde é possível se notar que a altitude mínima da bacia é de 300 m e a máxima é de 660 m.

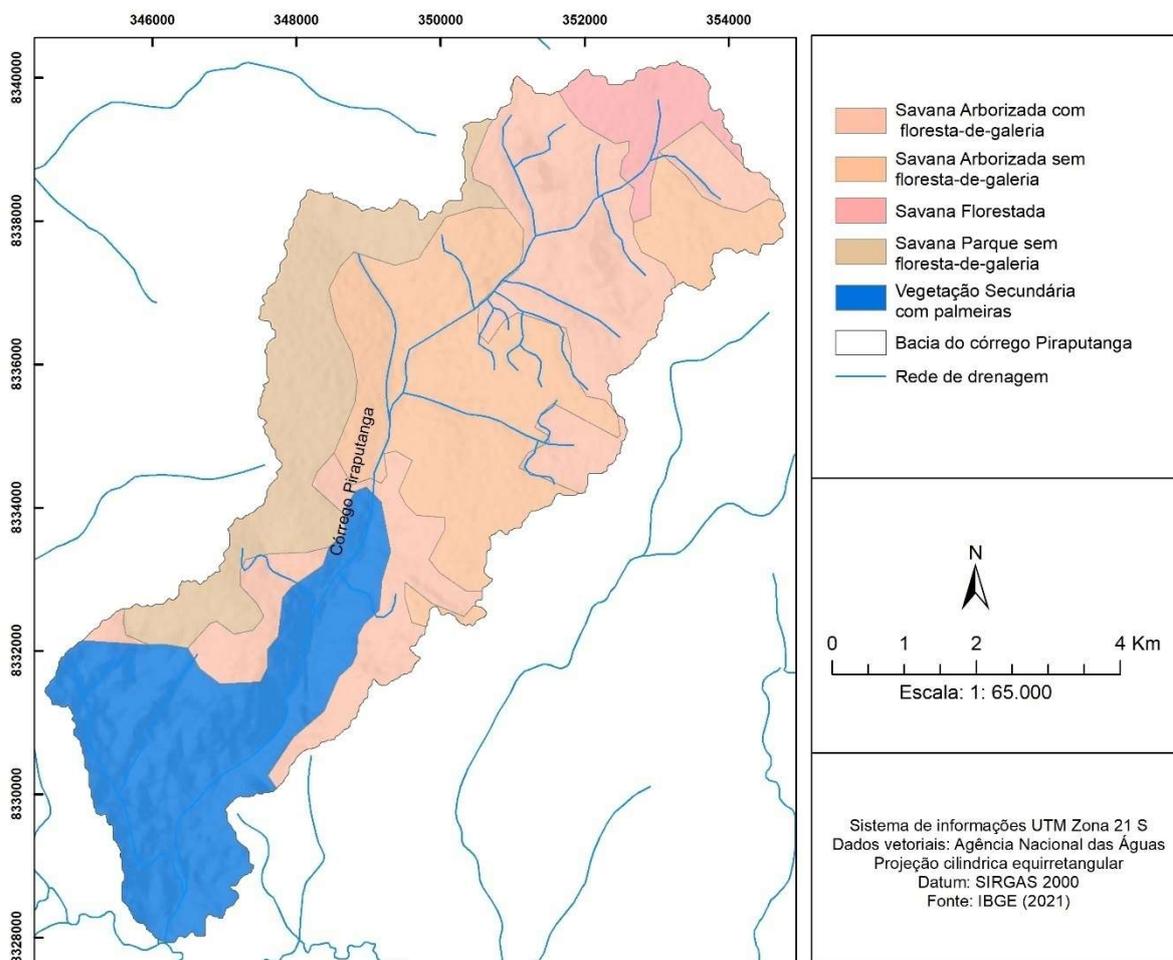
Figura 21 - Mapa Hipsométrico



Fonte: Organizado pela autora (2020)

Como há relevância quanto a assimilação entre a altitude de uma superfície para a análise da variação vegetativa (CAGLIONI *et al.*, 2018), assim observou-se que a presente sub-bacia possui cinco sub-unidades vegetativas, sendo: Savana arborizada com floresta de galeria, savana arborizada sem floresta de galeria, savana florestada, savana parque sem floresta de galeria e vegetação secundária com palmeiras, como visto na figura 22:

Figura 22 - Mapa de vegetação



Fonte: Organizado pela autora (2021)

4.5.1. Savana arborizada com floresta-de galeria

O compartimento de savana arborizada com floresta de galeria presente na sub-bacia do córrego Piraputanga corresponde a um total de 13,5 km² de extensão, equivalente a 28,09% do total, sendo esta a sub-unidade mais expressiva da sub-bacia.

No entorno do ponto 6 de coleta (análise de perfil de solo próximo de voçoroca), notou-se que a mata ciliar não conseguia segurar completamente as partículas de solo que vinham da parte mais elevada do terreno (Imagens A e B), posto que o relevo local observa-se como fundo de vale. Assim, no lado “B” da imagem abaixo, pode ser vista uma grande quantidade de areia no leito de uma nascente do córrego Piraputanga em Reserva do Cabaçal, estado de Mato Grosso (figura 23).

Figura 23 - Área assoreada



Fonte: a autora (2020)

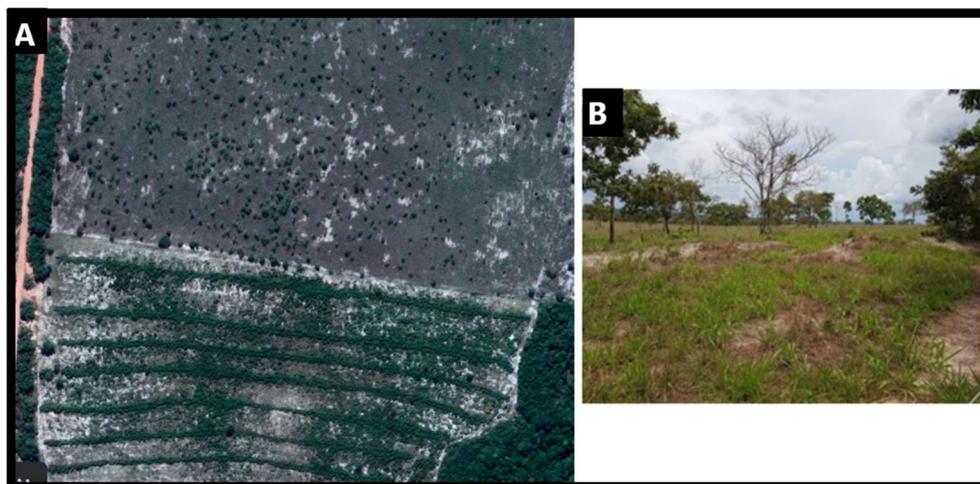
Nesse trecho, a Área de Preservação Permanente deveria estar em estado de estabilidade, se não fosse a falta de cobertura vegetal encontrada. O que se ressaltou nesta área foi a ausência da cobertura vegetal adequada, como citado no tópico “4.7.4 Compartimento Morfopedológico CM IV Fundos de vale” deste mesmo trabalho.

4.5.2. Savana arborizada semflorestade galeria

Na sub-bacia do córrego Piraputanga, foram quantificados 13,2 km² compostos por esta sub-unidade, o equivalente a 27,45% do total de área coberta, sendo a segunda maior expressão natural desta sub-bacia.

Vale destacar que nesta sub-unidade, de toda a área desta cobertura vegetal, há trechos com cobertura inadequada, contribuindo para processos de lixiviação decorrente do contato da água da chuva diretamente com o solo, observada na figura 24 A, capturada do Google Earth, em altitude de 100 m. E que por sua vez, favorecimento à processos de arenização (figura 24 B).

Figura 24 - Vegetação Savana arborizada sem floresta de galeria



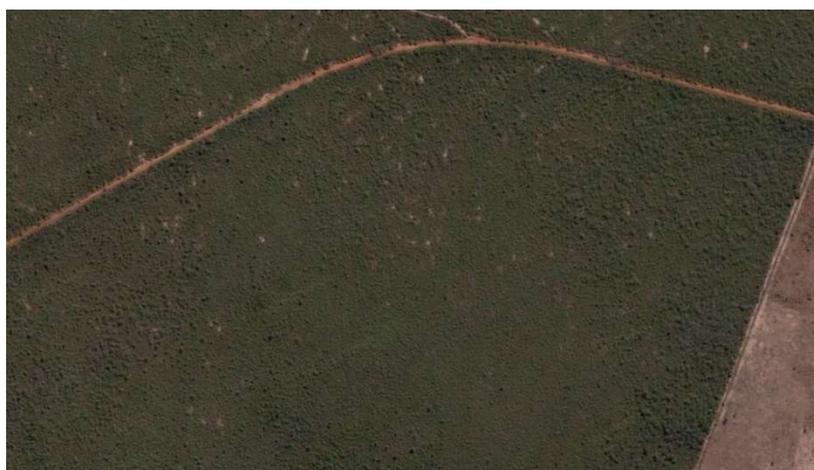
Fonte: a autora (2020)

4.5.3. Savana Florestada

Esta sub-unidade vegetativa, abrange 2,23 km² de extensão, ou também, 4,63% do total da área da sub-bacia.

É uma vegetação com boa cobertura, e apresenta proteção ao solo associado a declividade do Planalto do Parecis. Observa-se sua ocorrência na figura 25, extraída vista do Google Earth, com altitude de 200 m.

Figura 25 - Vegetação savana florestada



Fonte: Adaptado de Google Earth (2022)

4.5.4. Savana parque sem floresta de galeria

Essa formação vegetacional compreende 15,69% do total da sub-bacia, sendo 7,54 km² de sua área.

Como é típico desta sub-unidade apresentar características como “Parkland”

(IBGE, 1991), destaca-se que a cobertura vegetal não forma adensamento de extrato arbóreo e que predomina o extrato graminóide, Observa-se suas características na figura 26, adaptado do Google Earth, com altitude de 80 m.

Figura 26 - Vegetação Savana Parque sem floresta de galeria



Fonte: Adaptado de Google Earth (2022)

4.5.5. Vegetação secundária com palmeiras

A área de vegetação secundária com palmeiras corresponde a 24,14% do total da sub-bacia, o mesmo que 11km². Esta vegetação se concentra na área mais baixa da sub-bacia, onde há maior concentração de solos hidromórficos (figura 27).

Figura 27 - Vegetação secundária com palmeiras

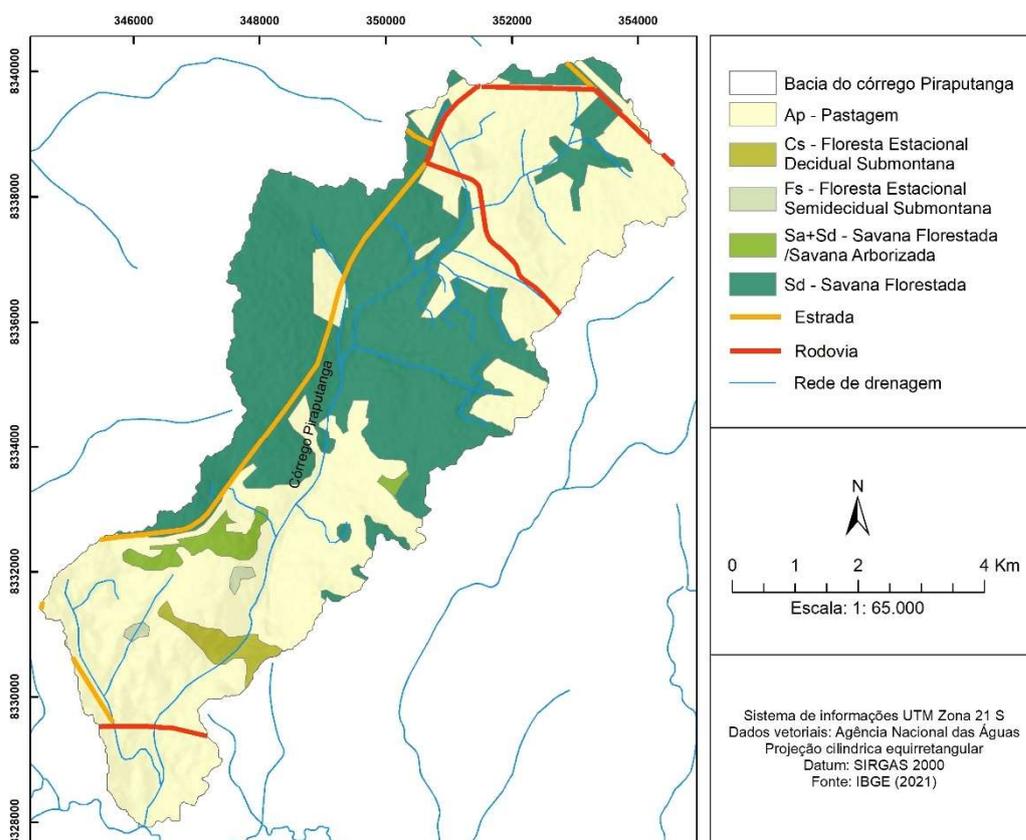


Fonte: a autora (2019)

4.6. Uso e cobertura

Os tipos de uso encontrados nesta sub-bacia são: a pastagem, a floresta estacional decidual submontana, a floresta estacional semidecidual submontana, a savana florestada e savana arborizada, a savana florestada, e por fim, a alteração antrópica.

Figura 28 - Mapa de uso e cobertura da sub-bacia do córrego Piraputanga (2021)

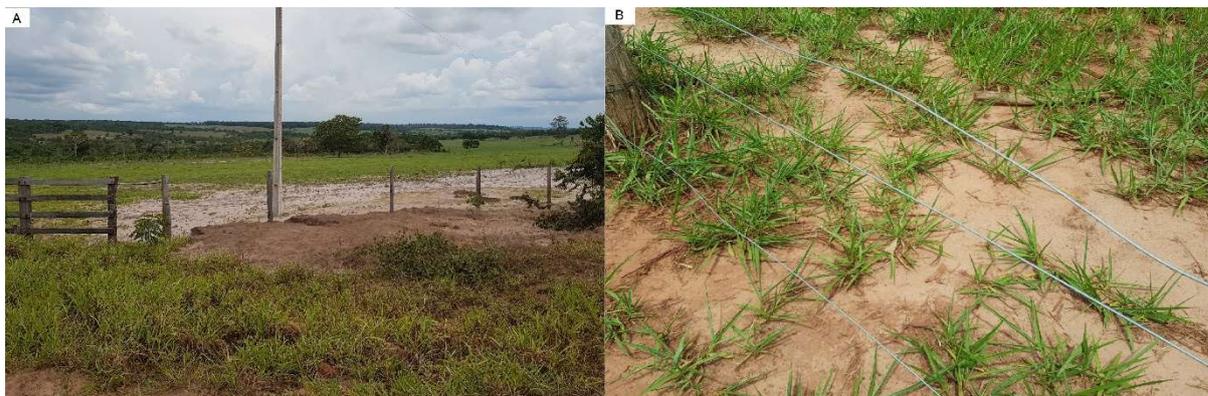


Fonte: Organizado pela autora (2021)

A sub-unidade Ap- Pastagem é um o recorte composto por pastagem corresponde a um montante de 23,98 km², proporcionalmente à 49,89%.

Neste trecho não se notou uniformidade nas pastagens, tendo áreas com suspeita de início de arenização e exposição do solo, como observado na figura 29:

Figura 29 - Área com indícios de processo de arenização



Fonte: a autora (2019)

A sub-unidade de Cs – Floresta Estacional Decidual Submontana possui características savanísticas e florestais. A área correspondente equivale a 0,68 km² ou 1,41%. A cobertura vegetativa de porte florestal convém à conservação da área em que ocupa, principalmente ao solo e volume hídrico Verdumet al., (2016).

A sub-unidade Fs – Floresta Estacional Semidecidual Submontana é uma área uma ilha de Floresta Estacional Semidecidual Submontana, circundada por terras por pastagens, a mesma correspondente a 170 m², ou 0,35% do total da área.

A área correspondente a sub-unidade de Sa + Sd Savana Florestada/Savana Arborizada possui uma fisionomia típica, associada a áreas areníticas lixiviadas com solos profundos, ocorrente em clima tropical eminentemente estacional. A extensão territorial corresponde a 870 m², ou 1,81% do total da área da sub-bacia.

Já a sub-unidade de Sa - Savana Florestada corresponde a 17,43 km², ou 36,26% da área total da sub-bacia. Esta área compreende a maior porção de cobertura vegetal da sub-bacia

A última sub-unidade encontrada é a Aa - Alteração antrópica, áreas alteradas com rodovias e estradas vicinais, e é nesta área que se localizam os maiores impactos ambientais, pois são resultados da abertura de um longo segmento para a construção da rodovia MT-175, que permite acesso na região.

As ações antrópicas, como exemplo a abertura de estradas, muito contribuiu para o rápido escoamento superficial das águas pluviais, posto que sem a proteção do solo, seja pelas folhas das copas ao diminuir o efeito splash, seja pela ausência de serrapilheira para diminuir o impacto do escoamento, fez com que que, em locais com suscetibilidade erosiva elevada desenvolvessem processos erosivos, e em suma, do

processo erosivo de voçoroca de maior expressividade da sub-bacia, observado anexo A, onde apresenta a ficha de cadastro da mesma.

A abertura de estrada tem degradado a paisagem de forma bem agressiva, como observado na figura 30, que mostra o atual curso da estrada, e visa que o curso antigo é a direção da voçoroca.

Figura 30 - Ação Antrópica - Abertura de estradas



Fonte: adaptado de Google Earth (2022)

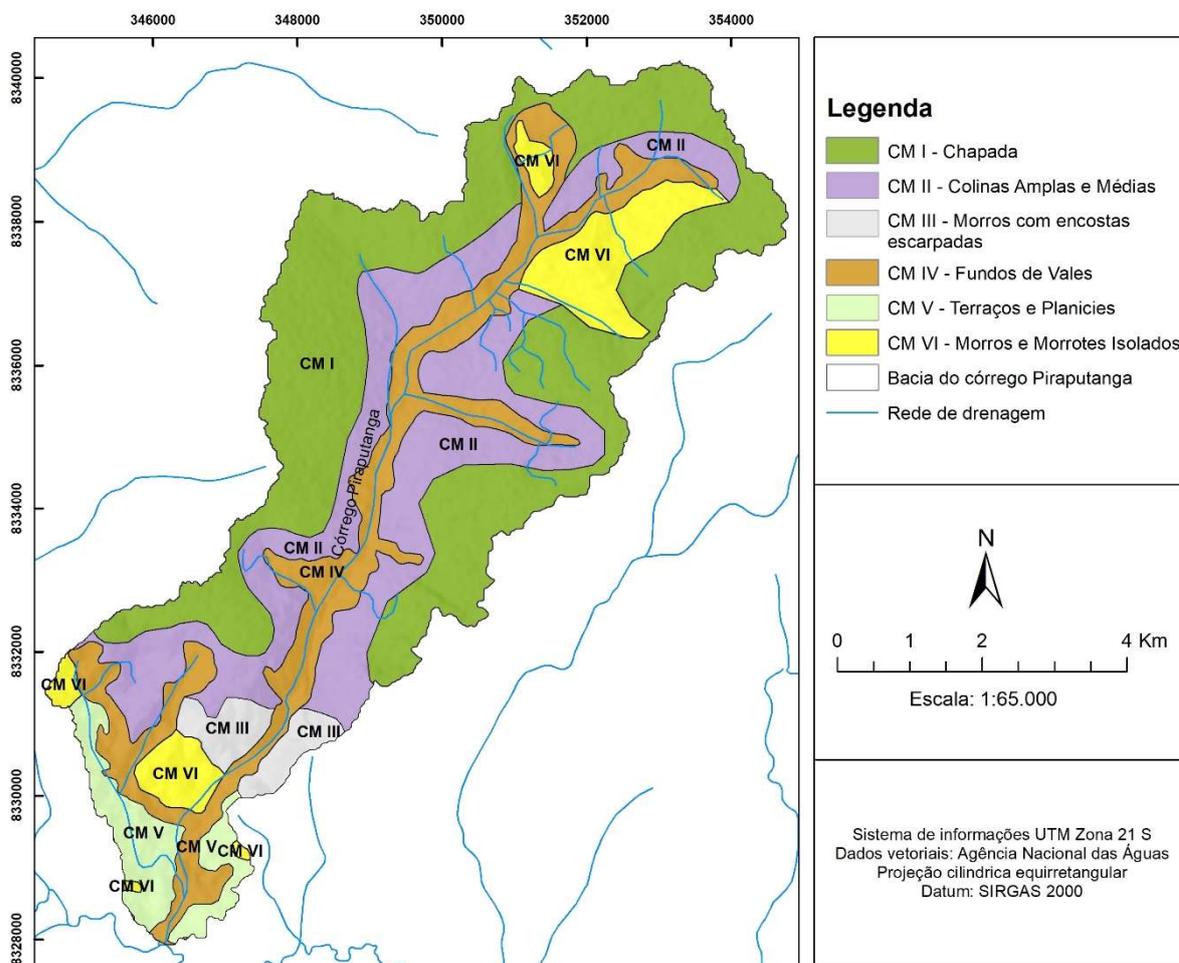
A área de alteração antrópica corresponde a 4,94 km², ou 10,28% do total da sub-bacia. Essa dimensão é resultado da má administração de estradas abertas e que com a acentuação em curva, juntamente com o escoamento da água, já que foi necessária a retirada da vegetação para a construção da mesma, fez com que fosse alterada a paisagem e abrindo espaço para consequências ambientais.

Em suma, a alteração antrópica acontece na camada das Serras do Roncador, local onde a divisão de águas é desempenhada, o que contribui para o escoamento da água, já que sua altitude está por volta de 540 m.

4.7. Caracterização dos Compartimentos Morfopedológicos (CM)

Na sub-bacia do córrego Piraputanga foram delimitados seis compartimentos morfopedológicos, a saber: 1) CM I - Chapada; 2) CM II - Colinas Amplas e Médias; 3) CM III - Morros com encostas escarpadas; 4) CM IV - Fundos de Vales; 5) CM V - Terraços e Planícies; e 6) CM VI - Morros e Morrotes Isolados, como observado na figura 31:

Figura 31 - Mapa dos Compartimentos Morfopedológicos



Fonte: Organizado pela autora (2020)

A descrição morfopedológica integrada à análise da suscetibilidade foi realizada conforme proposto nos objetivos do trabalho, sendo abaixo descrita:

4.7.1. Suscetibilidade à erosão laminar e linear

Quadro 6 - Compartimentação Morfopedológica e suscetibilidade às erosões

SÍNTESE DA COMPARTIMENTAÇÃO MORFOPEDOLÓGICA DA SUB-BACIA DO CÓRREGO PIRAPUTANGA								
Compartimentos	Área Km	Área %	Solo	Formas de relevo	Geologia	Declividade (%)	Suscetibilidade à erosão laminar	Suscetibilidade à erosão linear
CM I Chapada	18,86	39,23	Neossolo Quartzarênico Distrófico;	Serras do Roncador - Salto do Céu; Planalto do Parecis	Utiariti	0-3	Laminar: Classe II	Moderadamente suscetíveis a ravinas e pouco suscetíveis a voçorocas
			3-8			Laminar: Classe II		
			Neossolo Litólico Distrófico			8-20	Laminar: Classe I	Suscetíveis a ravinas e não suscetíveis a voçorocas
CM II Colinas Amplas e Médias	12,20	25,38	Neossolo Quartzarênico Distrófico	Serras do Roncador - Salto do Céu; Planalto do Parecis.	Utiariti	0-3	Laminar: Classe II	Extremamente suscetíveis a ravinas e voçorocas
			3-8			Laminar: Classe II		
			Neossolo Litólico Distrófico			8-20	Laminar: Classe I	Suscetíveis a ravinas e não suscetíveis a voçorocas
						20-45	Laminar: Classe I	
CM III Escarpas	1,85	3,85	Neossolo Litólico Distrófico	Serras do Roncador - Salto do Céu;	Utiariti; Alto Guaporé.	3-8	Laminar: Classe II	Suscetíveis a ravinas e não suscetíveis a voçorocas
						8-20	Laminar: Classe I	

			Neossolo Quartzarênico Distrófico	Depressão do Alto Paraguai.		20-45	Laminar: Classe I	Extremamente suscetíveis a ravinas e voçorocas
						45-75	Laminar: Classe I	
CM IV Fundos de Vales	8,78	18,27	Neossolo Litólico Distrófico	Serras do Roncador - Salto do Céu; Depressão do Alto Paraguai; Planalto do Parecis.	Utiariti; Alto Guaporé	0-3	Laminar: Classe II	Suscetíveis a ravinas e não suscetíveis a voçorocas
			3-8			Laminar: Classe II		
			Neossolo Quartzarênico Distrófico			8-20	Laminar: Classe I	Extremamente suscetíveis a ravinas e voçorocas
			20-45			Laminar: Classe I		
CM V Terraços e Planícies	2,42	5,03	Argissolo Vermelho- Amarelo Distrófico	Depressão do Alto Paraguai.	Utiariti; Alto Guaporé	0-3	Laminar: Classe II	Não suscetíveis a ravinas e a voçorocas
						3-8	Laminar: Classe II	
CM VI Morros e Morrotes Isolados	3,96	8,24	Neossolo Quartzarênico Distrófico	Serras do Roncador - Salto do Céu; Depressão do Alto Paraguai.	Utiariti; Alto Guaporé.	3-8	Laminar: Classe II	Extremamente suscetíveis a ravinas e voçorocas
			8-20			Laminar: Classe I		
			Neossolo Litólico Distrófico			20-45	Laminar: Classe I	Suscetíveis a ravinas e não suscetíveis a voçorocas
Total	48,07	100,00						

Fonte: a autora (2021)

As análises da morfopedologia (relação entre geologia, geomorfologia e pedologia) com a declividade, funcionamento hídrico das vertentes e de uso e cobertura de cada compartimento morfopedológico corresponderam às análises e classificação da suscetibilidade à erosão laminar e linear, vista a seguir:

No compartimento morfopedológico CM I Chapada, observou-se as classes de suscetibilidade a erosão laminar e linear, respectivamente:

Classe II: Muito suscetível à erosão laminar, pois apresentou solo arenoso em declividades que oscilam entre 0 a 8%.

Classe I: Extremamente suscetível, uma vez que é composta de solo arenoso e declividade oscilando entre 8 a 20%.

Moderadamente suscetíveis a ravinas e pouco suscetíveis a voçorocas, pois apresenta características de dispersão dos fluxos de água, boa drenagem, alta permeabilidade em até grandes profundidades do solo, solos pouco coesos, sendo este o Neossolo Quartzarênico, tendo uma pequena parcela de Neossolo Litólico Distrófico, com declividades suficientes para permitir o escoamento das águas superficiais, desse modo, os processos erosivos por ravinamento são desenvolvidos condicionados a maiores concentrações de escoamento das águas, por conta da forma de ocupação por pastagens com trilhas de gado e com estradas em alguns locais, esse segundo tipo de solo fica classificado para suscetibilidade à erosão linear como suscetíveis a ravinas e não suscetíveis a voçorocas.

No compartimento morfopedológico CM II Colinas Amplas e Médias, foram observadas, respectivamente, as seguintes classes de suscetibilidade a erosão laminar e linear:

Classe II: Muito suscetível à erosão laminar, tendo solo arenoso em declividades que oscilam entre 0 a 8%.

Classe I: Extremamente suscetível, pois é composta de solo arenoso e declividade oscilando entre 8 a 45%.

A classe de suscetibilidade à erosão linear que se emprega a este compartimento morfopedológico é extremamente suscetíveis a ravinas e voçorocas, pois é muito favorável para a instalação de fenômenos como *piping*. Percebeu-se que o processo de voçorocamento encontrado foi desenvolvido seguido da destruição da cobertura vegetal natural, sob ocupação por pastagem. Isso é justificado devido à existência de alto gradiente hidráulico subterrâneo nestas regiões, associado ao material de composição do solo, Neossolo Quartzarênico e uma pequena parcela de

Neossolo Litólico Distrófico, acabam por facilitar o transporte de suas partículas. Situa-se em área de cabeceiras de drenagem com formas côncavas, esse segundo tipo de solo associado a declividades suficientes para permitir o escoamento das águas superficiais, permitem que os processos erosivos por ravinamento sejam desenvolvidos condicionados a maiores concentrações de escoamento das águas, por conta da forma de ocupação por pastagens com trilhas de gado e com estradas em alguns locais, sendo classificado para suscetibilidade à erosão linear como suscetíveis a ravinas e não suscetíveis a voçorocas.

No compartimento morfopedológico CM III Morros com encostas escarpadas, foram observadas, respectivamente, as seguintes classes de suscetibilidade a erosão laminar e linear:

Classe II: Muito suscetível à erosão laminar, tendo solo arenoso em declividades que oscilam entre 0 a 8%.

Classe I: Extremamente suscetível, pois é composta de solo arenoso e declividade oscilando entre 8 a 75%.

Na parte composta por Neossolo Litólico apresenta classe suscetíveis a ravinas e não suscetíveis a voçorocas, pois apresenta favorecimento para a concentração de fluxos de água, que por conta do declive elevado pode vir a formar ravinamentos, e por conta da cobertura pedológica ter profundidade relativamente pequenas e com ausência de lençol freático, os processos erosivos não vem a tornarem forma de voçorocamento. A classe de suscetibilidade à erosão linear que se emprega a parte preenchida por Neossolo Quartzarênico fica estabelecido por extremamente suscetíveis a ravinas e voçorocas, pois é muito favorável para a instalação de fenômenos como *piping*, já que apresenta alto gradiente hidráulico subterrâneo nestas regiões, associado ao material de composição do solo, Neossolo Quartzarênico.

No compartimento morfopedológico CM IV Fundos de Vales, foram observadas, respectivamente, as seguintes classes de suscetibilidade a erosão laminar e linear:

Classe II: Muito suscetível à erosão laminar, tendo solo arenoso em declividades que oscilam entre 0 a 8%.

Classe I: Extremamente suscetível, pois é composta de solo arenoso e declividade oscilando entre 8 a 45%.

Observou-se a classe suscetíveis a ravinas e não suscetíveis à voçorocas na parte composta por Neossolo Litólico, pois foi observado favorecimento para a

concentração de fluxos de água escoados das encostas, que atingem o fundos de vales com forte intensidade, permitindo o surgimento de ravinamentos na lateral do córrego por conta da cobertura pedológica ter facilidade de desprendimento, uma vez que os Neossolos litólicos possuem material de origem a base de arenito. E por conta da cobertura pedológica ter profundidade relativamente pequenas os processos erosivos não vem a tornarem forma de voçorocamento. A classe de suscetibilidade à erosão linear que se emprega a parte preenchida por Neossolo Quartzarênico fica estabelecido por extremamente suscetíveis a ravinas e voçorocas, pois é muito favorável para a instalação de fenômenos como *piping*, já que apresenta alto gradiente hidráulico subterrâneo nestas regiões, associado ao material de composição do solo, Neossolo Quartzarênico. Algumas áreas deste compartimento morfopedológico apresenta destruição da cobertura vegetal natural, contribuindo para a falta de proteção desse solo. Apresentando cabeceiras com formas côncavas, este compartimento facilmente transporta materiais vindos de processos erosivos adjacentes.

O compartimento morfopedológico CM V Terraços e Planícies apresentou, respectivamente, as seguintes classes de suscetibilidade a erosão laminar e linear:

Classe II: Muito suscetível à erosão laminar, pois exibiu solo argiloso com presença de areia em declividades que oscilam entre 0 a 8%.

Para suscetibilidade à erosão linear, estabeleceu-se a classe não suscetíveis a ravinas e a voçorocas, pois o compartimento morfopedológico é constituído por terrenos com declividade praticamente nula, impossibilitando o escoamento das águas superficiais. Ainda que o uso e cobertura seja por pastagens, mas apresenta solo a base de Argissolo, sendo então incapaz de gerar fenômenos de *piping*.

O compartimento morfopedológico CM VI Morros e Morrotes Isolados apresentou, respectivamente, as seguintes classes de suscetibilidade a erosão laminar e linear:

Classe II: Muito suscetível à erosão laminar, tendo solo arenoso em declividades que oscilam entre 3 a 8%.

Classe I: Extremamente suscetível, pois é composta de solo arenoso e declividade oscilando entre 8 a 45%.

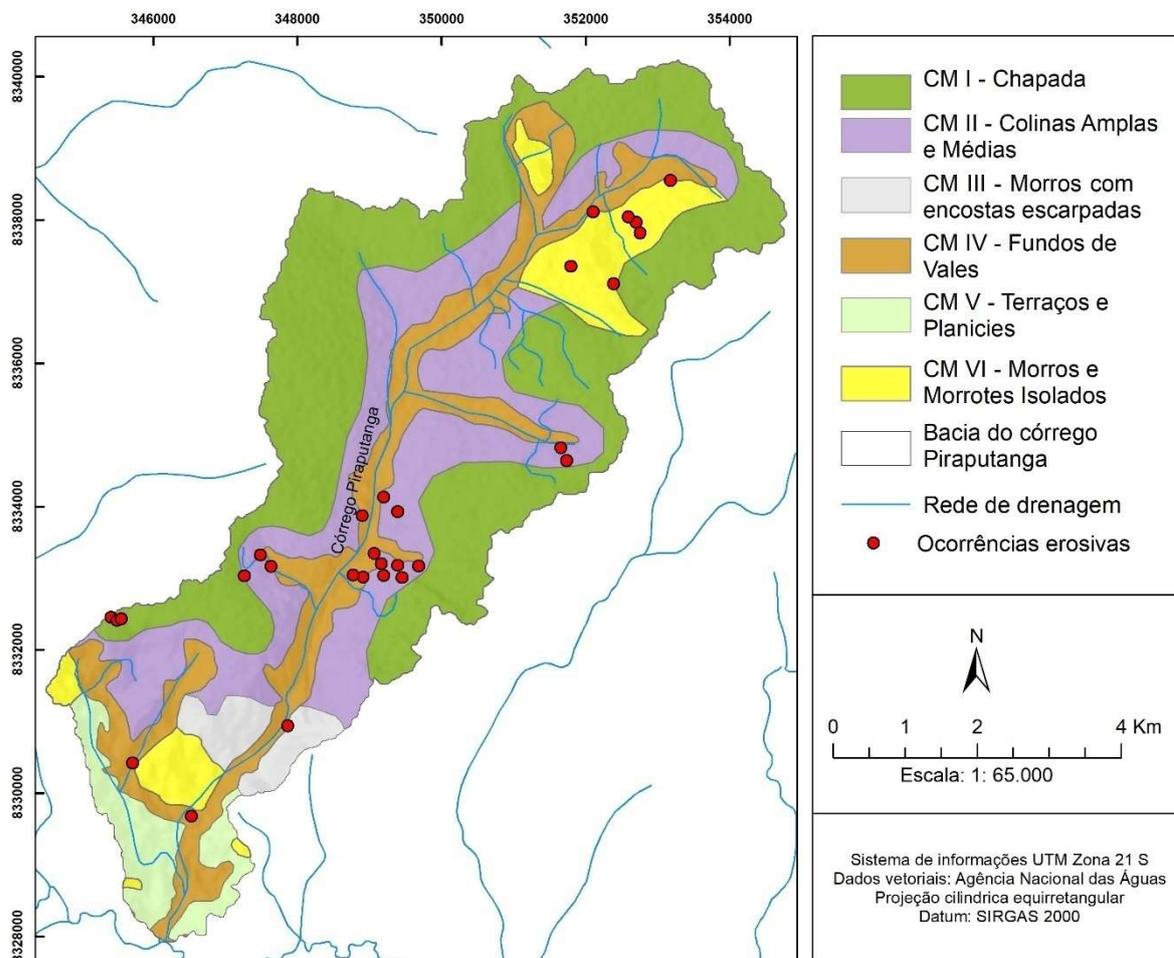
Para a classe de suscetibilidade à erosão linear, na parte preenchida por solos de Neossolos Quartzarênicos, observando que os morros e morrotes apresentam lençol freático elevado e alto gradiente hidráulico pelo potencial de absorção de águas

pluviais, em solos arenosos, percebeu-se que apresenta ser extremamente suscetíveis a ravinas e voçorocas, posto que são áreas muito favoráveis para a instalação de fenômenos como *piping*, tendo facilmente desenvolvimento dos processos erosivos para voçorocamento, pois o tipo observado de uso e cobertura é de pastagem.

Correspondente a parte preenchida por Neossolo Litólico Distrófico, observou-se como suscetíveis a ravinas e não suscetíveis a voçorocas, pois apresenta favorecimento para a concentração de fluxos de água, que por conta do declive elevado pode vir a formar ravinamentos, e por conta da cobertura pedológica do Neossolo Litólico Distrófico ter profundidade relativamente pequenas, os processos erosivos não vem a tornarem forma de voçorocamento.

A análise de suscetibilidade à processos erosivos lineares são comprovados uma vez que nos compartimentos mais suscetíveis, foi constatado maior número de processos erosivos em forma de ravinas e voçorocas, conforme se observa na figura 32 os compartimentos CM II Colinas Amplas e Médias, CM VI Morros e Morrotes Isolados, CM IV Fundos de Vales e CM III Morros com encostas escarpadas, em ordem respectiva a intensidade de apresentação dos pontos de processos erosivos.

Figura 32 - Formações erosivas nos compartimentos morfopedológicos na sub-bacia do córrego Piraputanga.



Fonte: Organizado pela autora (2021).

4.7.2. Compartimento Morfopedológico CM I Chapada

O compartimento CM I Chapada abrange a maior quantidade de nascentes da sub-bacia hidrográfica do córrego Piraputanga, com o mapeamento de quase da totalidade na unidade da Serras do Roncador, o total de área representa 18,86 km², ou 39,23%.

Neste compartimento predomina o Neossolo Quartzarênico Distrófico, mas contém também Neossolo Litólico Distrófico, com segmentos de vertentes de topos aplainados, ocorrendo em área de formação Utiriti, com litologia composta por arenitos e argilitos.

Este morfocompartimento ocupa um único segmento dentro da área da sub-bacia, seguindo de oeste à norte e leste da mesma, conforme a Figura 31, sendo circundante dos compartimentos morfopedológicos CM II Colinas Amplas e Médias e

CM IV fundos de vales.

A parte superior deste morfocompartimento é sensivelmente mais inclinada em relação às porções médias e baixas das vertentes, entretanto, a predominância de sua declividade permanece entre 3 a 8%.

Realizando uma análise do tipo de uso da terra, com a classe em que o morfocompartimento foi classificado, pode-se apontar a causa da maior feição erosiva encontrada nesta sub-bacia (figura 33): uma voçoroca que possui em média 10 m de profundidade e estendendo-se por 803,73 m de comprimento.

Figura 33 - Visão Vertical da voçoroca



Fonte: JosielDoriguete de Oliveira (2019)

No que se refere às erosões lineares, a camada superficial do solo de Neossolo Quartzarênico pode sofrer consequências diretas de degradação ambiental, uma vez que foi observada a retirada de grande parte da vegetação natural para instalação de pastagem, além de mudanças antrópicas relativas ao uso da terra e à abertura de estradas. Além disso, destaca-se que a área de Chapada apresenta uma dispersão dos fluxos de água e capacidade de infiltração das águas da chuva. Contudo, os Neossolos Quartzarênicos apresentam baixo grau de coesão e baixa capacidade de suporte à ocupação antrópica.

4.7.3. Compartimento Morfopedológico CM II Colinas Amplas e Médias

O presente compartimento morfopedológico ocupa 12,20 km² da área, o

equivalente a 25,38% do total da sub-bacia. Percorre quase toda a extensão do córrego Piraputanga, apresentando maior concentração na parte direita da sub-bacia, estendendo-se em direção sul. A unidade possui limites tanto à montante quanto às margens direita e esquerda com o CM I Chapada, no entorno do compartimento CM IV Fundos de vales, com o CM VI Morros e morrotes isolados na parte norte e com o CM III Morros com encostas escarpadas na parte sul da sub-bacia (figura 30).

Tal compartimento está situado, quase totalmente, nas Serras do Roncador. Apresenta colinas amplas, com dominância de solos de textura essencialmente arenosa em razão da concentração pedológica de Neossolo Quartzarênico e de Neossolo Litólico. Seu substrato geológico é representado pelas rochas do Grupo Parecis, com predomínio de rochas areníticas.

Neste compartimento destacam-se os topos das colinas que possuem formas aplainadas e amplas. Todavia, sua declividade oscila entre plano a forte ondulado. Os declives encontrados neste compartimento morfopedológico oscilam entre 20 a 45%, observa-se um exemplo disso na figura 34.

Figura 34 - Colinas Amplas e Médias compostas por solo arenoso



Fonte: Acervo da autora (2019)

Nas partes baixas das vertentes das colinas amplas, pode-se dizer que há uma ruptura de relevo na passagem para os fundos de vales, os quais apresentam declividades variáveis por incumbência da forma e do grau de entalhamento do talvegue, geralmente com valores entre 3 a 8% de declividade, podendo, em certas localidades, alcançar valores ligeiramente maiores.

Este compartimento morfopedológico mostra-se como área de cabeceira de

drenagem, já que muitas nascentes afloram neste compartimento, como exemplo, observa-se na figura 30, onde a nascente se dá já próximo à área de fundos de vale.

Neste trecho do presente compartimento morfopedológico com alta suscetibilidade a ravinas e voçorocas estão localizadas a maior quantidade de feições erosivas lineares presentes da sub-bacia (figura 35).

Figura 35 - Visão vertical do complexo erosivo em área de colinas



Fonte: Google Earth (2017)

Organizado pela autora (2022)

4.7.4. Compartimento Morfopedológico CM III Morros com encostas escarpadas

Este Compartimento morfopedológico localiza-se na parte sudeste da sub-bacia, apresentando escarpa rochosa com vertentes inclinadas de tálus e rampas de colúvios. No total, representa 3,85% da área total da sub-bacia, o equivalente a 1,85 km².

O setor de escarpa rochosa constitui-se na maior parte da área por arenitos da Formação Utiariti, formando paredões subverticalizados e verticalizados.

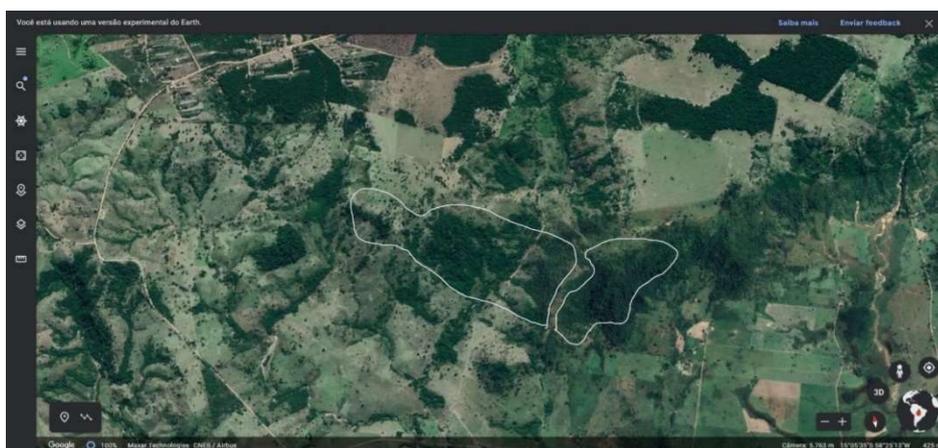
Os setores das encostas apresentam inclinação expressiva, tendo vertentes escarpadas, podendo alcançar de 45 a 75% de declive (EMPRAPA, 1979).

A base da escarpa, com vertentes menos inclinadas aperfeiçoam rampas coluvionadas, com solos de textura arenosa, com maior concentração de Neossolo Litólico e uma menor parcela de Neossolo Quartzarênico (pouco expressivo no mapeamento por conta do nível da escala). Ambos os solos contribuem para o

desenvolvimento de processos erosivos, posto que são solos com maior fragilidade à desagregação de suas partículas. A maior parte do compartimento é composto por rochas areníticas da Formação Utiariti, verificando-se que a origem do solo contribui para a instabilidade quanto à suscetibilidade às erosões.

O compartimento apresenta características de morros com vertentes escarpadas, e por ser difícil o acesso ao local não foi observado em campo, mas foi realizada a delimitação do compartimento conforme a figura 36 e o plotado no mapa, sendo então possível de realizar a interpretação quanto à sua classe de suscetibilidade à erosão laminar e linear, assim como ocorreu com os demais compartimentos morfopedológicos.

Figura 36 - Vista superior dos Morros com encostas escarpadas.



Fonte: Adaptado do Google Earth (2021).

As causas que deflagam o processo de erosão ocorrem pelo desgaste por intemperismo a que são submetidos os arenitos da Formação Utiariti, além da configuração espacial que apresentam altos paredões verticalizados, os quais, por sua vez, se mostram sujeitos a deslocamentos dos blocos da escarpa.

4.7.5. Compartimento Morfopedológico CM IV Fundos de Vale

Este compartimento morfopedológico determina a extensão da área dos Fundos de Vale em 8,78 km², ou 18,27% do total da sub-bacia. Dirige-se de forma alongada e estreita em volta do canal principal, estendendo-se de norte à sul, tendo maior destaque para o sul, onde se estende uma ramificação em direção ao sudoeste. Esta unidade é limítrofe na maior parte de seu entorno, com o CM II Colinas Amplas

e Médias, na parte norte confronta com o CM VI Morros e morrotes isolados, na parte sudeste se limita com o CM III Morros com encostas escarpadas e, ao sul, com o CM V Terraços e Planícies.

Este compartimento situa-se, na sua maior parte, nas Serras do Roncador, ocorrendo colinas amplas, com domínio de solos arenosos, sendo Neossolo Litólico Distrófico e Neossolo Quartzarênico Distrófico. Quanto ao material de origem é formado por rochas do Grupo Parecis, em suma, de rochas areníticas. Ademais, apresenta composição de areia, sendo resultado do material de origem e também do escoamento superficial, conforme figura 37.

Figura 37–Canal fluvial do córrego Piraputanga



Fonte: Acervo da autora (2019).

Figura 38 - Material escoado superficialmente até o canal fluvial



Fonte: A autora (2019).

Neste compartimento observa-se que as vertentes do córrego da parte superior até o terço médio aumentam suavemente a sua declividade, sendo a maior parte contemplada por relevo ondulado, com 8 a 20% de declive. Entretanto, em determinados pontos de seu terço inferior, pode alcançar valores de 20 a 45% de declive, caracterizando-se por relevo forte ondulado.

As regiões dos fundos de vales, que neste caso apresenta-se como curso d'água da sub-bacia, mostram-se com uma expressiva fragilidade do meio físico, já que a maior quantidade de processos erosivos em forma de ravinas e voçoroca estão em trechos circundantes ao do compartimento, transportando partículas desagregadas de areias para os fundos de vale. Além disso, em várias áreas do compartimento morfopedológico foi observado pisoteio e trilha de gado que permeia o local no entorno do canal do córrego.

Ademais, conforme figura 39, a qual liga por uma linha vermelha a parte superior das vertentes (A e B), encontram-se alguns pontos com falta de vegetação adequada aos fundos de vale, sendo esta cobertura e uso incompatíveis com a necessidade de proteção da área, devendo ser destinada para preservação, já que se nota com vulnerabilidade à erosão e a assoreamento.

Figura 39 - Área de anfiteatros côncavos em fundos de vale

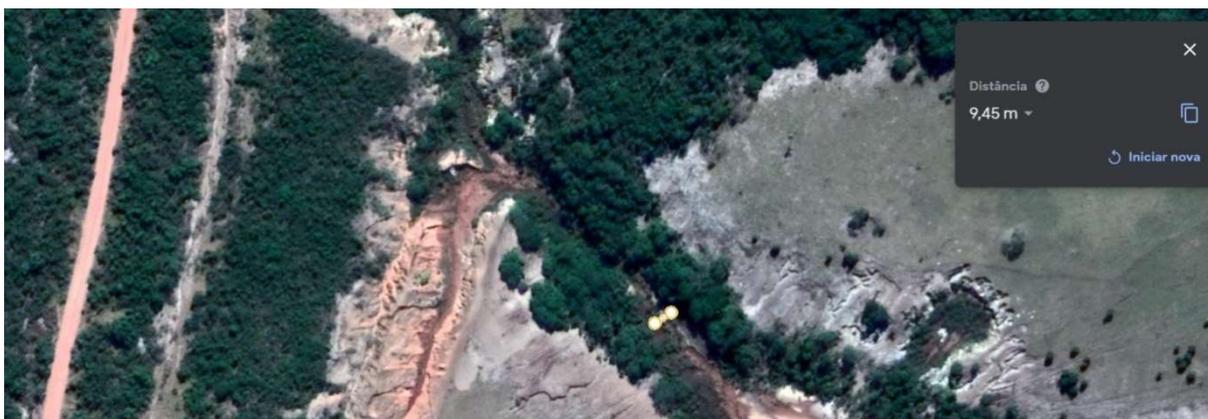


Fonte: Acervo da autora (2021).

Assim, ao observar a figura 40, percebe-se que a largura do canal do córrego

Piraputanga encontra-se por volta de 10 metros, o que necessitaria uma faixa marginal de no mínimo 30 metros de Área de Preservação Permanente (APP), pois, de acordo com a Lei n.º 12.727 de 2012, qualquer curso d'água natural, perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, necessita de proteção (BRASIL, 2012).

Figura 40 - Largura do fluxo de surgência de águas na base da voçoroca



Fonte: Adaptado de Google Earth (2021).

Ainda em relação à Área de Preservação Permanente, o local de nascente pode ser observado na figura 41 envolto pelo círculo vermelho para localização. A nascente encontra-se sem a proteção necessária exigida pela Lei citada, a qual estabelece a exigência mínima de raio de 50 metros de proteção em APP (BRASIL, 2012).

Figura 41 - Área de nascente



Fonte: Adaptado de Google Earth (2021).

A proteção da mata ciliar contra a erosão se dá principalmente pela retenção física promovida pelas raízes da vegetação, pela diminuição do impacto da água sobre o solo através das folhas e dos caules e pelo recobrimento do solo pela camada

serrapilheira (BRASIL, 1997, 2002; SHARMA; SHAKYA, 2006; OLIVEIRA *et al.*, 2010).

Em consonância, Nascimento (2001) ressalta o papel ambiental das matas ciliares e a importância de sua conservação, visando a melhoria da qualidade da água, a proteção do solo contra erosão pluvial e fluvial, a manutenção do abrigo e a disponibilidade de alimentos para a fauna e a manutenção do clima, dentre outros benefícios. Na ausência desta vegetação, ocorre o aparecimento das erosões e o fácil carreamento dos sedimentos para os cursos d'água, que se encontram desprotegidos pela vegetação, bem como o consequente assoreamento dos rios.

4.7.6. Compartimento Morfopedológico CM V Terraços e Planícies

O compartimento morfopedológico CM-V ocupa a porção sul da sub-bacia, estando nas duas margens do entorno do fundo de vale (CM-IV) que percorre de parte do sudoeste até a foz na parte sul. Ambas as margens correspondem a 2,42 km², ou 5,03% da área total da sub-bacia do córrego Piraputanga. Este compartimento faz contato com o CM-IV Fundos de Vale, também faz contato, ainda que em pequena parte, com o CM-VI Morros e Morrotes Isolados e com o CM-III Morros com encostas escarpadas, nas partes sudoeste e sudeste, respectivamente.

O mesmo é caracterizado por cobertura de Argissolos de textura média, com relevo entre suave ondulado a ondulado, variando entre 3 a 8% e, em alguns pontos, entre 8 a 20% de declive, ocorrendo também em substrato do Grupo Alto Guaporé (figura 42).

Figura 42 - Terraços e planícies



Fonte: Acervo da autora (2021).

O presente compartimento morfopedológico também apresentou composição de substrato geológico da Formação Utiariti, que também origina solos a base de arenitos. Essa composição de solos Neossolos pela respectiva formação também propõe ao solo um potencial à fragilidade devido ao fácil desprendimento de suas partículas.

4.7.7. Compartimento Morfopedológico CM VI Morros e Morrotes Isolados

Este compartimentomorfopedológico CM VI está presente na parte norte, sul e sudoeste. Estes morros e morrotes, que compõem este compartimento, estão segmentados em três áreas, como acima descritos. A junção destas três localizações determina o total de área, sendo 3,96 km², ou 8,24%. Em seu entorno encontramos todos os outros morfocompartimentos, ou seja, há morros e morrotes com considerável expressividade. O compartimento de maior contato é o CM IV Fundos de Vale, seguido do CM I Chapadas, logo vem o CM II Colinas Amplas e Médias, depois o CM III Morros com encostas escarpadas na parte sudeste e, por último, o CM V Terraços e Planícies que se estende da parte sudeste a sul. O presente compartimento pode ser observado na figura 43:

Figura 43 - Morros e morrotes isolados



Fonte: Acervo da autora (2021)

Este compartimento morfopedológico caracteriza-se por solo do tipo Neossolo Litólito Distrófico e Neossolo Quartzarênico Distrófico, com relevo de morros e morrotes, em local cujo principal substrato geológico corresponde ao grupo Utiariti. Ao considerar a declividade, estipulada pelo relevo predominante ondulado variante entre 8 a 20%.

O funcionamento hídrico da paisagem, de acordo com as características do presente terreno, em consequência do gradiente e da textura apresentada pelo solo e considerando a presença do substrato de arenitos, subentende-se certa tendência quanto ao escoamento superficial de águas pluviais.

4.8. Caracterização das feições erosivas com alto grau de expressividade

Os processos erosivos encontrados por erosão hídrica nesta sub-bacia são observados por sulcos, ravinas e voçorocas, de acordo com Foster et al. (1995), mostram-se como erosões resultadas de escoamento concentrado da água na superfície.

Portanto, foram notados a presença de ambos os tipos de erosões hídricas, sendo a de maior expressividade cadastrada, e analisadas as possíveis formas de controle e/ou retenção.

4.8.1. Possíveis processos de arenização

O processo de arenização causado pelo empobrecimento do solo e funcionamento hídrico não adequado por conta da desproteção da superfície, são possíveis de corrigir conforme técnicas de cuidados com o solo e com a revegetação (vista no quadro 9).

Na presente sub-bacia foram encontradas possíveis áreas de erosões laminares. Estas possíveis erosões podem ter sido originadas pela retirada da vegetação em solos de fácil desprendimento e fácil lavagem dos nutrientes (lixiviação). Estas áreas foram fotografadas em campo, figura 44.

Figura 44–Possíveis processos erosivos laminares



Fonte: a autora (2021)

Estes possíveis processos de arenizações encontram-se nos compartimentos CM I Chapada e CM II Colinas Amplas e Médias, sob coordenadas geográficas: 15° 03' 44" S e 58° 24' 40" W e 15° 04' 18" S e 58° 25' 08" W, respectivamente.

4.8.2. Voçoroca

Ao observar o quadro 7, presente neste item, tratando a caracterização da principal erosão da sub-bacia, percebe-se que esta é uma voçoroca que se estende por 657,37 m de comprimento do canal principal e mais 146,36 m do braço direito que se anexa a ela. Assim, a junção destas medidas abarca o total de 803,73 m de comprimento.

Esta voçoroca localiza-se nas coordenadas UTM N 8333236 e N 347442, estando à margem direita da estrada que permite acesso à região. Estrada esta que fora desviada mais de uma vez, contribuindo para os processos erosivos lineares, já

que além do declive favorável ao escoamento hídrico, a retirada da vegetação e ainda a impermeabilização da passagem das estradas, contribuem conjuntamente para a degradação das áreas marginais, acarretando impactos ao meio ambiente, além de variados prejuízos econômicos e sociais (CASARIN, 2008).

A presente voçoroca teve desenvolvimento em área exposta à chuva, já que sua cobertura é uma pastagem pouco desenvolvida com pouca presença de vegetação na margem direita. Sua margem esquerda mostra-se com proteção da vegetação, entretanto, como acima exposto, a retirada de parte desta vegetação para aplicação e uso de estradas, além do declive para o escoamento, contribuíram para a formação da mesma.

O solo é um fator de extrema responsabilidade ao desenvolvimento da mesma, sendo este o Neossolo Quartzarênico, um solo de composição essencialmente por areias Quartzosas, tendo pouca coesão e consistência. As areias presentes nesta voçoroca são vistas no croqui como material movediço. Observa-se na figura 45:

Figura 45– Parede arenosa erosiva da voçoroca



Fonte: a autora (2019)

A figura acima mostra a composição essencialmente de areia média e fina sendo escoadas nas paredes desta voçoroca. A originalidade deste material é a camada geológica do grupo dos Parecis da formação Utiariti que apresentam, em suma, materiais arenosos feldspáticos com subordinadas intercalações de siltitos, argilitos e raros níveis delgados de conglomerados, que ao sofrerem intemperismos, transformaram-se em areias e, que neste caso, contribuiu para o processo de voçorocamento.

A voçoroca encontra-se numa área de extensão entre os compartimentos CM I Chapada e o CM II Colinas Amplas e Médias, sendo considerado o declive que varia entre 8 a 20%, caracterizado como ondulado (EMBRAPA, 1979), apresentando ainda a parcial ausência vegetativa e a porção pedológica que se encontra, também vem a ser uma consequência à originalidade desta.

Embasado por Bigarella e Mazuchowski (1985), o processo de voçorocamento é apresentado em localidade com materiais inconsolidados presentes em brusca mudança de declives, o qual é desenvolvido por um aprofundamento no leito de ravinhas, apresentando perda de estabilidade das paredes, desabamento e movimento de massa. Tais movimentos de massa por fatores hídricos são a grande responsabilidade do agravamento desta erosão linear.

Assim, nota-se que o uso da pecuária na região e a ausência de vegetação em partes do CM I Chapada, do qual origina-se o escoamento superficial, tem contribuído para o agravamento até a chegada da voçoroca, como observado no croqui abaixo, feito e anexado na Ficha de Cadastro de Erosão:

Quadro 7 - Ficha de Cadastro de Erosão de Voçoroca

FICHA DE CADASTRO DE EROSIÃO						
1. Identificação e localização da Erosão						
Nome: Erosão de Voçoroca Linear, nº. 01		Local: Divisão entre o CM II Colinas Amplas e Médias e o CM I Chapada. 8333236 S 347442 L			Data: Dezembro de 2019	
Acesso: Estrada rural na Chapada e Trilhas na Colina				Município: Reserva do Cabaçal/MT		
2. Dados regionais:						
Bacia hidrográfica: Sub-bacia córrego Piraputanga (Alto do Rio Cabaçal)			Geomorfologia: Bordas de Chapada/Colinas Amplas e Médias			
Substrato Geológico: K2ut Utiariti - Arenitos Quartzosos com intercalação de lentes de Siltitos,			Pedologia: Neossolos Quartzarênicos			
3. Dados Geométricos da Erosão				4. Característica da área de Contribuição		
Comprimento: 803,73 metros	Profundidade Média: 9,66 metros	Largura média: 38,33 metros	Volume: 297.595 m ³	Área de Contribuição: 77 ha	Forma: Convexa	Declividade: 15%

5. Interação da Erosão com uso e ocupação da área de contribuição

Interação com vertentes de média declividade e alta suscetibilidade à erosão. Parte da montante com predomínio de pastagem e vertentes alongadas com média declividade.

6. Histórico de ocorrência e causas

A erosão iniciou-se há dez (10) anos, originando-se logo após o desmatamento. As principais causas são: Fenômenos de piping, o escoamento superficial, com média declividade, vertente longa e logo após, a retirada da vegetação.

7. Identificação da Ficha

Referências: Confluência entre CM II Colinas Amplas e Médias e CM I Chapada.	Coord. UTM: 347442 L	Coord. UTM: 8333236 S	Nº. Cadastro: 001
Equipe: Maira dos Santos Zanini; Joaquim Correa Ribeiro; Antonio Rosestolato Filho; Andressa Padovani Gil	Tipo: Rural	Folha Topográfica: Rio Branco 21-Y-D-I (1975) Esc. 1: 100.000	Erosão nº. 01

8. Dinâmica Fenomenológica:

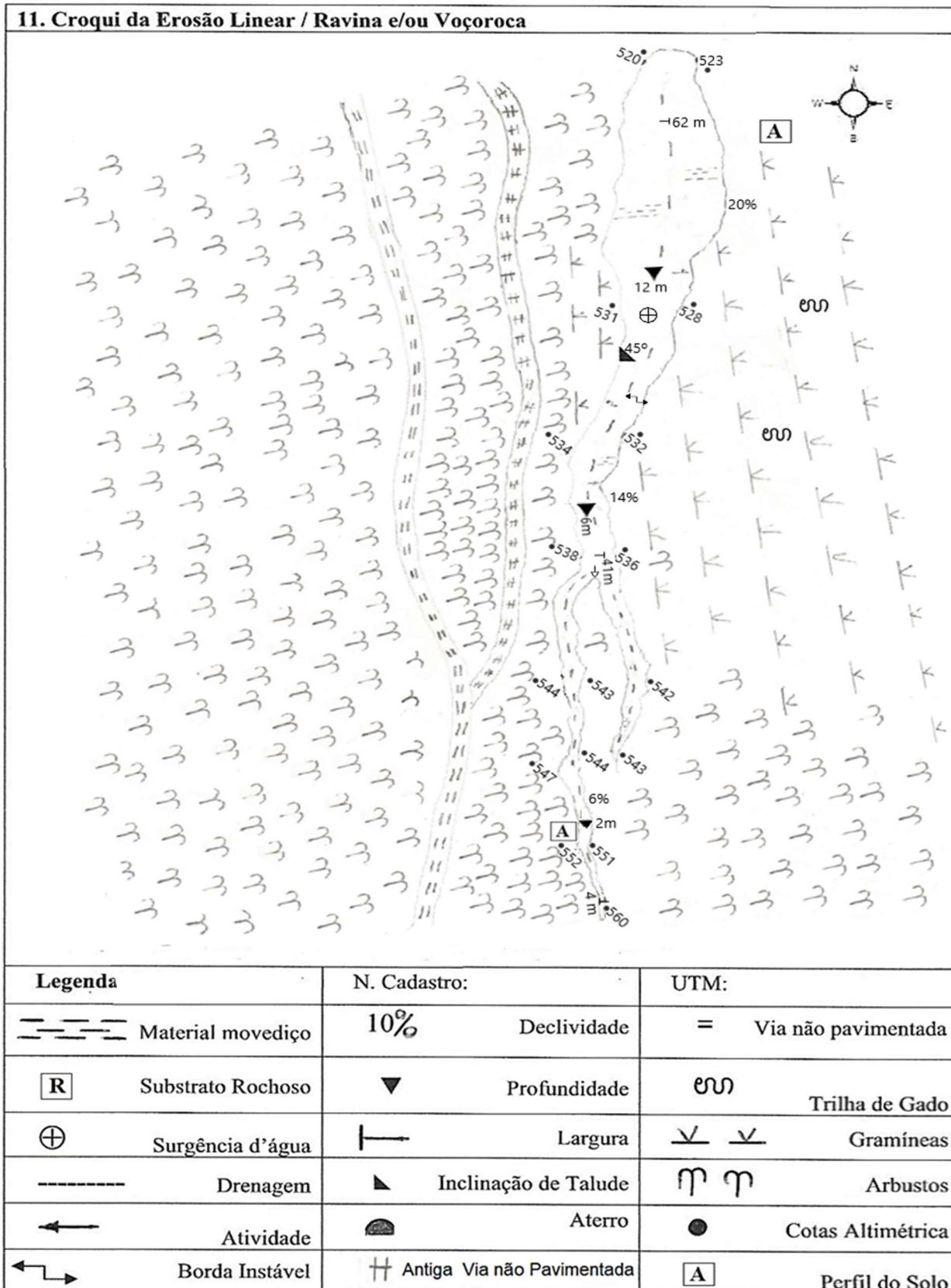
Trata-se de uma erosão linear de voçoroca, originada possivelmente pela concentração de escoamento superficial, condicionada a média declividade, ao desmatamento para construção de estrada, e pelo tipo instável do solo.

9. Medidas de Combate – Desempenho:

Não se observa qualquer medida adotada para o controle corretivo da erosão.

10. Previsões de Evolução – Observações:

Observa-se evolução em função da pluviosidade relacionada a declividade e ao desmatamento, caso não haja manutenção constante, poderá ficar irreversível.



Adaptado de IPT, (1987) e Salomão et al., (2001)

4.8.3. Sulcos e ravinas

Na área de Colinas foi notada a presença de um complexo erosivo formado por sulcos e ravinas, que ao todo, somou-se em 433,94 m de comprimento entre as erosões de maior expressividade.

As atividades deste complexo desenvolvem-se no entorno das coordenadas 15°04'18" S e 58°25'04" W, e declividades que variam entre 2,71% e 17,63%, situando-se às margens direita da estrada supracitada. Tal estrada veio a contribuir para tais processos pelos mesmos fatores descritos no tópico acima: declive favorável ao escoamento hídrico, a retirada da vegetação e ainda a impermeabilização da passagem das estradas, que direcionam os impactos ambientais, econômicos e sociais (CASARIN, 2008).

Ressalta-se que a área de surgência das ravinas e sulcos encontram-se, *a priori*, no Morfocompartimento CM II Colinas Amplas e Médias, do qual a retirada da vegetação fora para a instalação da pastagem. Na área observou-se trilho de gado para bebedouro no fundo de vale (figura 46):

Figura 46– Uso de bebedouro e corredor bovino no fundo de vale



Foto: JosielDorriguette de Oliveira (2019).

A contribuição para a formação destas feições erosivas também se deu pela caracterização de seu solo Neossolo Quartzarênico que, oriundo do material de origem da formação Utiariti possui composição por rochas do Grupo Parecis, em

suma, de rochas areníticas. Além disso, o intervalo deste relevo fica determinado entre suave ondulado e ondulado (EMBRAPA, 1979), presentes na Serra do Roncador, da qual apresenta predominância de formas dissecadas e tabulares, variando entre 200 a 440m de altitude (CURVO, 2008), contribuinte ao escoamento da água.

O escoamento da água de modo que rápido e ineficaz à contenção do fluxo hídrico é justificado pela falta de vegetação em grande parte destes morfocompartimentos, já que o uso por pastagem demonstra-se como um grande influenciador aos processos erosivos, e anexado à declividade de, em média, 10,67%, resulta-se num grande potencial erosivo.

É importante frisar que o processo que contenção e controle às ravinas e sulcos possuem extrema urgência, já que, como observado na figura 46, está havendo o progresso e avanço para voçorocamento.

4.9. Meios prognósticos aos processos erosivos

As técnicas de controle, segundo Salomão et al., (2016), voltam-se às medidas de recuperação de voçorocas e seus entornos, como também de área de nascentes degradadas; sendo estas:

- a) O primeiro procedimento é o isolamento das áreas afetadas por processos erosivos com a construção de cercas e a implantação de bebedouros fora do ambiente ciliar para evitar definitivamente a entrada de gado no ambiente.
- b) Compreende a execução de diques de terra (camalhões) no entorno das boçorocas, envolvendo a totalidade da incisão erosiva. Esses camalhões deverão ser revegetados com espécies de gramíneas perenes ou semiperenes que apresentam sistema radicular forte e profundo, e que desenvolvam com densa e volumosa massa foliar.
- c) Na mesma perspectiva conservacionista, deverão ser empregadas técnicas que utilize cobertura vegetal combinada a componentes estruturais para a estabilização de taludes e controle do processo erosivo, executado por equipamentos manuais, não mecanizados; porém, utilizando-se ao máximo os materiais disponíveis nas áreas, a exemplo de blocos de rochas e de pedra canga, troncos de árvores mortas e outros.
- d) Após o retaludamento manual dos taludes das erosões, eles estarão conformados para possibilitar o plantio de gramíneas e leguminosas para a proteção dos terrenos; além disso, recomenda-se a implantação de mudas de espécies nativas, arbustivas e arbóreas no terço inferior das erosões, compatibilizando com a vegetação ribeirinha remanescente.
- e) Finalmente, a necessidade de executar um sistema de dreno disposto no interior da incisão erosiva, onde se encontra a boçoroca associada ao córrego. Esse dreno pode ser do tipo “espinha e peixe”, que envolve, basicamente, uma linha de dreno principal ao longo do eixo do fundo da erosão, e linhas de drenos transversais, preferencialmente situados onde se observam surgências d’água (SALOMÃO et al., 2016, p. 19-20).

Ressalta-se que as práticas citadas são referidas à processos erosivos lineares

e de área de nascentes, mas, como também sendo objeto de pesquisa os processos erosivos laminares, fez-se a adequação das técnicas para diversas necessidades de prognósticos (lineares e laminares). Assim, observa-se a síntese de prognósticos no quadro 8 abaixo:

Quadro 8– Feições erosivas/CM x Meios prognósticos

CM	Processos erosivos	Processos erosivos encontrados	Procedimentos prognósticos
CM I Chapada	Laminares	Possíveis áreas de erosões laminares	<p>a) Isolar as áreas erodida com cercas para evitar a entrada de gado no ambiente.</p> <p>c) Fazer a cobertura vegetal combinada a componentes estruturais (bloco de rochas, troncos de árvores mortas e outros) para estabilização dos taludes e controle da erosão.</p> <p>d) Fazer a implantação de mudas de espécies nativas, arbustivas e arbóreas (SALOMÃO et al., 2016).</p>
	Lineares	Processo erosivo voçoroca	<p>a) Isolar as áreas erodida com cercas e implantar bebedouros fora do ambiente ciliar para evitar a entrada de gado no ambiente.</p> <p>b) Instalação de diques de terra (camalhões) no entorno das boçorocas. Fazer a revegetação com espécies de gramíneas perenes ou semiperenes com sistema radicular forte e profundo, e de volumosa massa foliar.</p> <p>c) Fazer a cobertura vegetal combinada a componentes estruturais (bloco de rochas, troncos de árvores mortas e outros) para estabilização dos taludes e controle da erosão.</p> <p>d) fazer o retaludamento manual dos taludes das erosões, para possibilitar o plantio de gramíneas e leguminosas para a proteção dos terrenos; fazer a implantação de mudas de espécies nativas, arbustivas e arbóreas no terço inferior das erosões, compatibilizando com a vegetação ribeirinha remanescente.</p> <p>e) Construção de um sistema de dreno disposto no interior da incisão erosiva do tipo “espinha e peixe” (SALOMÃO et al., 2016).</p>

CM II Colinas Amplas e Médias	Laminares	Possíveis áreas de erosões laminares	<p>a) Isolar as áreas erodida com cercas para evitar a entrada de gado no ambiente.</p> <p>c) Fazer a cobertura vegetal combinada a componentes estruturais (bloco de rochas, troncos de árvores mortas e outros) para estabilização dos taludes e controle da erosão.</p> <p>d) Fazer a implantação de mudas de espécies nativas, arbustivas e arbóreas (SALOMÃO et al., 2016).</p>
	Lineares	Processos erosivos voçoroca e ravinas	<p>a) Isolar as áreas erodida com cercas e implantar bebedouros fora do ambiente ciliar para evitar a entrada de gado no ambiente.</p> <p>b) Instalação de diques de terra (camalhões) no entorno das boçorocas. Fazer a revegetação com espécies de gramíneas perenes ou semiperenes com sistema radicular forte e profundo, e de volumosa massa foliar.</p> <p>c) Fazer a cobertura vegetal combinada a componentes estruturais (bloco de rochas, troncos de árvores mortas e outros) para estabilização dos taludes e controle daa erosão.</p> <p>d) fazer o retaludamento manual dos taludes das erosões, para possibilitar o plantio de gramíneas e leguminosas para a proteção dos terrenos; fazer a implantação de mudas de espécies nativas, arbustivas e arbóreas no terço inferior das erosões, compatibilizando com a vegetação ribeirinha remanescente.</p> <p>e) Construção de um sistema de dreno disposto no interior da incisão erosiva do tipo “espinha e peixe” (SALOMÃO et al., 2016)</p>
CM III Morros	Laminares	Não encontrado	-
			-

com encostas escarpadas	Lineares	Processo erosivo ravina	<p>a) Isolar as áreas erodida com cercas e implantar bebedouros fora do ambiente ciliar para evitar a entrada de gado no ambiente.</p> <p>b) Instalação de diques de terra (camalhões) no entorno das boçorocas. Fazer a revegetação com espécies de gramíneas perenes ou semiperenes com sistema radicular forte e profundo, e de volumosa massa foliar.</p> <p>c) Fazer a cobertura vegetal combinada a componentes estruturais (bloco de rochas, troncos de árvores mortas e outros) para estabilização dos taludes e controle da erosão.</p> <p>d) fazer o retaludamento manual dos taludes das erosões, para possibilitar o plantio de gramíneas e leguminosas para a proteção dos terrenos; fazer a implantação de mudas de espécies nativas, arbustivas e arbóreas no terço inferior das erosões, compatibilizando com a vegetação ribeirinha remanescente.</p> <p>e) Construção de um sistema de dreno disposto no interior da incisão erosiva do tipo “espinha e peixe” (SALOMÃO et al., 2016)</p>
CM IV Fundos de Vales	Laminares	Possíveis áreas de erosões laminares	<p>a) Isolar as áreas erodida com cercas para evitar a entrada de gado no ambiente.</p> <p>c) Fazer a cobertura vegetal combinada a componentes estruturais (bloco de rochas, troncos de árvores mortas e outros) para estabilização dos taludes e controle da erosão.</p> <p>d) Fazer a implantação de mudas de espécies nativas, arbustivas e arbóreas (SALOMÃO et al., 2016).</p>

	Lineares	processos erosivo ravina	<p>a) Isolar as áreas erodida com cercas e implantar bebedouros fora do ambiente ciliar para evitar a entrada de gado no ambiente.</p> <p>b) Instalação de diques de terra (camalhões) no entorno da erosão. Fazer a revegetação com espécies de gramíneas perenes ou semiperenes com sistema radicular forte e profundo, e de volumosa massa foliar.</p> <p>c) Fazer a cobertura vegetal combinada a componentes estruturais (bloco de rochas, troncos de árvores mortas e outros) para estabilização dos taludes e controle da erosão.</p>
CM V Terraços e Planícies	Laminares	Não encontrado	-
	Lineares	Não encontrado	-
CM VI Morros e Morrotes Isolados	Laminares	Possíveis áreas de erosões laminares	<p>a) Isolar as áreas erodida com cercas para evitar a entrada de gado no ambiente.</p> <p>d) Fazer a implantação de mudas de espécies nativas, arbustivas e arbóreas (SALOMÃO et al., 2016).</p>

	Lineares	Processos erosivos ravinhas	<p>a) Isolar as áreas erodida com cercas e implantar bebedouros fora do ambiente ciliar para evitar a entrada de gado no ambiente.</p> <p>b) Instalação de diques de terra (camalhões) no entorno das boçorocas. Fazer a revegetação com espécies de gramíneas perenes ou semiperenes com sistema radicular forte e profundo, e de volumosa massa foliar.</p> <p>c) Fazer a cobertura vegetal combinada a componentes estruturais (bloco de rochas, troncos de árvores mortas e outros) para estabilização dos taludes e controle da erosão.</p> <p>d) fazer o retaludamento manual dos taludes das erosões, para possibilitar o plantio de gramíneas e leguminosas para a proteção dos terrenos; fazer a implantação de mudas de espécies nativas, arbustivas e arbóreas no terço inferior das erosões, compatibilizando com a vegetação ribeirinha remanescente.</p> <p>e) Construção de um sistema de dreno disposto no interior da incisão erosiva do tipo “espinha e peixe” (SALOMÃO et al., 2016)</p>
			<p>a) Isolar as áreas erodida com cercas e implantar bebedouros fora do ambiente ciliar para evitar a entrada de gado no ambiente.</p> <p>b) Instalação de diques de terra (camalhões) no entorno da erosão. Fazer a revegetação com espécies de gramíneas perenes ou semiperenes com sistema radicular forte e profundo, e de volumosa massa foliar.</p> <p>c) Fazer a cobertura vegetal combinada a componentes estruturais (bloco de rochas, troncos de árvores mortas e outros) para estabilização dos taludes e controle da erosão.</p>

Fonte: organizado pela autora (2022)

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a pesquisa observou-se que o objetivo principal foi realizado, posto que foram descritos os processos erosivos encontrados na sub-bacia do córrego Piraputanga e apontados meios prognósticos aos mesmos.

Através da morfopedologia, foi possível obter um estudo integrado entre o solo, o material de origem e o relevo. Dessa interrelação obteve-se seis compartimentações, e, com a interpretação desses fatores, associados ao tipo de uso e declividade, classificou-se a suscetibilidade à erosão para os compartimentos morfopedológicos.

Observou-se por meio da morfopedologia integrada à análise de suscetibilidade de processos erosivos laminares e lineares, respectivamente, que os solos arenosos em declives mais acentuados apresentaram frequentemente classe I, extremamente suscetíveis e classe II, muito suscetíveis em solos com declives de menor acentuação.

Quanto à erosão linear apresentou, em suma, classe extremamente suscetíveis a ravinas e a voçorocas comumente observados em Neossolos Quartzarênico, associado ao seu funcionamento hídrico das vertentes; e classe suscetíveis a ravinas e não suscetíveis a voçorocas em solos de composição por Neossolo Litólico, observado seu funcionamento hídrico em suas vertentes.

Já o compartimento V, composto por argissolos, apresentou classe II, muito suscetíveis para erosões laminares; e para erosões lineares apresentou a classe não suscetíveis a ravinas e a voçorocas, posto que são áreas de declividade pequena, em solo com presença de argila, que confere maior teor de consistência e agregação entre as partículas.

Os compartimentos morfopedológicos extremamente suscetíveis à erodibilidade linear, com a formação de ravinas e a voçorocas, ocorreram devido ao fato de que a retirada da vegetação natural e a implantação de pastagens permitiram o transporte de partículas, além da ocorrência do processo de *piping*, que se desenvolvem com facilidade nas localidades, em que já ocorriam elevados gradientes hidráulicos subterrâneos associados à percolação do lençol freático. De modo geral, tais áreas localizam-se em áreas de cabeceiras de drenagem, em nascentes e em encostas. Locais onde foram observadas a maior quantidade dos processos erosivos lineares.

Foi possível analisar que há a necessidade de contenção e de controle desses

processos erosivos e que as cargas de sedimentos são transportadas pelo córrego rumo aos rios da Bacia do Alto Paraguai, a qual possui sedimentos em suspensão e de fundo resultantes da má conservação ambiental das cabeceiras de drenagem.

A pesquisa apontou a existência de processos erosivos de grande dimensão e disfuncionalidade de cobertura dos solos.

Assim, evidencia-se a necessidade de implementação de políticas públicas com planos que incentivem a educação ambiental e a conservação desta cabeceira, visando assegurar um ambiente conservado em toda a bacia hidrográfica, valendo-se do Comitê de Bacia Hidrográfica do rio Cabaçal criado em 2017, por ser um ente em que conta com a participação da sociedade organizada, por ser essa tarefa bastante importante e com grande necessidade de envolvimento dessa mesma sociedade.

REFERÊNCIAS

ABDON, M.M.; SILVA, J.S.V.; POTT, A.; POTT, V.J.; SILVA, M.P.; MENGATTOJÚNIOR, E.A. 2009. Cobertura vegetal do Parque Estadual Pantanal do Rio Negro (PEPRN) – MS. *In*: SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, 2, 2009, Corumbá. **Anais...** São José dos Campos: Embrapa Informática Agropecuária/INPE, 2009.

AB' SABER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. 151 p.

ALMEIDA FILHO, G. S. Uso das terminologias de processos erosivos lineares dos tipos ravina e voçoroca. **Revista Geonorte**, Manaus, v.10, n.1, p.693-699, 2014.

AMARAL, D. D.; ROCHA, A. E.; PEREIRA, J. L. G.; COSTA NETO, S. V. Identificação dos subtipos de savanas na Amazônia oriental (Pará e Amapá, Brasil) com uma chave dicotômica de individualização. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Belém, v. 14, n. 2, p. 183-195, 2019.

AMARAL FILHO, Z. P. Solos do pantanal mato-grossense. *In*: Iº SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÓMICOS DO PANTANAL, 1, 1984, Corumbá. **Anais ...** Brasília: Embrapa, 1986.

AMORIM, R. R.; OLIVEIRA R. C. As unidades de paisagem como uma categoria de análise geográfica: o exemplo do município de São Vicente-SP. **Revista Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 20 n. 2, p. 177-198, 2008.

AMORIM, R. S. S.; SILVA, D. D.; PRUSKI, F. F.; MATOS, A. T. Influência da declividade do solo e da energia cinética de chuvas simuladas no processo de erosão entre sulcos. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, Campina Grande, v. 5, p. 124-130, 2001.

ANJOS, J. B.; LEÃO, P. C. S. Manejo do solo. **Embrapa Semi-Árido**, Sistemas de Produção: Versão Eletrônica, 2004. Disponível em: <http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/sistema_producao/spvideira/solo.htm>. Acesso em: 15 fev 2021.

ARAÚJO, A. M.; MINEIRO, A. L. B.; CANTALICE, J. R. B. Estimativa do potencial de sedimentação e erosão: caso Manguezal do Pina, Recife (PE). **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, Recife, v. 16, p. 133-140, 2011.

ARAÚJO FILHO, J. C. **Floresta Estacional Semidecidual**. Brasília, DF: Embrapa/Ageitec, 2009.

ARAÚJO, M. B. **Diagnóstico Ambiental voltado a subsidiar ações de recuperação e conservação dos Recursos Hídricos**: Região da Microbacia do Córrego do Meio, Reserva do Cabaçal-MT. 2014. 101 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. NBR 7181: **Solo – Análise granulométrica**. Rio de Janeiro, 2016. 16 p.

AVELINO, P.H. M. **Análise geo-ambientalmultitemporal para fins deplanejamento ambiental**: um exemplo aplicado àbacia hidrográfica do rio Cabaçal, Mato Grosso –Brasil. 2006. 326 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

BARBALHO, M. G. S. **Morfopedologia aplicada ao diagnóstico e diretrizes para o controle dos processos erosivos lineares na alta bacia do rio Araguaia (GO/MT)**. 2002. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Estudos Sócio-Ambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2002.

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. **Projeto RADAMBRASIL**. Folha SD. 21 – Cuiabá; Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1982. p. 25-192.

BARUQUI, A. M.; FERNANDES, M. R. Práticas de conservação do solo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 11, p. 55-69, 1985.

BELARMINO, Y. S. ASTOS, F. H.; TAVARES, A. S.; MENDES, L. S. Mecanismos de interação entre relevo e solo na serra da Aratanha, um estudo preliminar. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 2, p. 1-11, 2016.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 6.ed. São Paulo: Ícone, 2008. 355p.

BERTRAND, G. Paisagens e geografia física global. Esboço metodológico. Curitiba: **RevistaRA´E GA**, Curitiba, p. 141-152, 2004.

BEZERRA, L. M. C.; CLEPS JUNIOR, J. O desenvolvimento agrícola da região Centro-Oeste e as transformações no espaço agrário do estado de Goiás.

Revista Caminhos de Geografia, Uberlândia, v. 5 n. 12, p. 29-49, 2004.

BIGARELLA, J. J.; MAZUCHOWSKI, J. Z. **Visão integrada da problemática da erosão**. Livro Guia do III Simpósio Nacional de Controle da Erosão. Maringá: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, Associação de Defesa e Educação Ambiental, 1985.

BOGNOLA, I. A. POTTER, R. O.; CARVALHO, A. P.; FASOLO, P. J.; BHERING, S. B.; MARTORANO, L. G. **Caracterização dos Solos do Município de Carambeí, PR**. Rio de Janeiro; Embrapa – Solos, 2002. 75p.– (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento; n. 8).

BORGES, H. B. N.; SILVEIRA, E. A.; VENDRAMIN, L. N. **Flora arbórea de Mato Grosso**: tipologias vegetais e suas espécies. Cuiabá/MT: Entrelinhas, 2014. 259 p.

BORGES, R. Rio Araguaia: Erosões colocam nascentes em risco. **O popular**. 2010. Disponível em: <<https://secom.ufg.br/n/12961-rio-araguaia-erosoes-colocam-nascentes-em-risco>>. Acesso em: 14 mai. 2021.

BRADY, N. C. **Natureza e propriedades dos solos**. 7. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1989. 878 p.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de transportes. Diretoria executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de vegetação rodoviária**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Rodoviárias, 2009. 209 p.

_____. **Lei nº 9.433, de 8 de Janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília/DF, 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 15 jul. 2021.

_____. **Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012**. Altera a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº s 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; e revoga as Leis nº s 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, o item 22 do inciso II do art. 167 da Lei nº 6.015, de 31 de dezembro de 1973, e o § 2º do art. 4º da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Brasília/DF, 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12727.htm. Acesso em: 17 jun. 2021.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria-Geral. Projeto RADAMBRASIL. **Levantamento de recursos naturais**. Folha SD.21 – Cuiabá; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1982.

_____. Resolução Conama nº 303, de 20 de março de 2002. **Diário Oficial**, n. 90, maio 2002. Disponível:
http://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/20_12_2013_14.59.14.834f63ee467e90be10cdf563383b3ade.pdf. Acesso em: 19 jul. 2019.

BRITO, A. O. **Estudos da erosão no ambiente urbano, visando planejamento e controle ambiental no Distrito Federal**. 2012. 78 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

CAGLIONI, E.; UHLMANN, A.; CURCIO, G. R.; RAMOS, M. R.; BONNET, A.; JUNCKES, A. R.. Altitude e solos determinam variações abruptas da vegetação em gradiente altitudinal de Mata Atlântica. **Rodriguésia**, v. 69, n. 4, p. 2055-2068, 2018.

CALLAI, H. C.. Aprendendo a ler o mundo: A Geografia nos anos iniciais do ensino fundamental. **Cadernos Cedes**, Campinas, v. 25, p. 227-247, 2005.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. (Orgs.). INPE. **Geoprocessamento para projetos ambientais**. 2. ed. São José dos Campos: INPE, 1998. 159 p.

CAMARGO, F.F. **Análise Orientada ao Objeto Aplicada ao Mapeamento de Unidades Geomorfológicas a partir de Dados ASTER/Terra**. 2008. 171 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2008.

CAMARGO, L. (Org.). **Atlas de Mato Grosso: abordagem socioeconômico-ecológica**. Cuiabá – MT: Entrelinhas, 2011. 96 p.

CASARIN, R. D. **Controle de erosão em estradas rurais não pavimentadas, utilizando sistema de terraceamento com gradiente associado a bacias de captação**. 2008. 101 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Unesp, Botucatu, 2008.

CASSETI, V. **Ambiente e apropriação do relevo**. 2. ed. São Paulo: Contexto, 1991, 85 p.

CASTRO, S. S.; SALOMÃO, F. X. T. Compartimentação morfoopedológica e sua aplicação: considerações metodológicas. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 7, 2000.

CHRISTOFOLETTI, A. Caracterização do sistema ambiental. *In*: CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blucher, 1999. p. 35–50.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial**. São Paulo: Edgard BlucherFAPESP, 1981.

CONCIANI, W. **Processos erosivos**: conceitos e ações de controle. 1. ed. Cuiabá: CEFET - MT, 2008.

COOPER, M.; CASTRO, S. S.; COELHO, M.R. Capítulo 1: Micromorfologia do solo. *In*: EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2017. p. 529-566.

CORRÊA, R. L. Espaço: um conceito-chave da geografia. *In*: CASTRO, Iná Elias; GOMES, Paulo Cesar; CORRÊA, Roberto Lobato (Orgs). **Conceitos e temas**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000. p. 15-47.

CORRÊA, R. L. Espaço: um conceito-chave da geografia. *In*: CASTRO, I. E.; GOMES, P.; CORRÊA, R. L. (Orgs). **Conceitos e temas**. 13. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. p. 15-47.

CPRM. **Estratigrafia e Evolução da Bacia dos Parecis Região Amazônica, Brasil**: Integração e síntese de dados dos projetos Alto Guaporé, Serra Azul, Serra do Roncador, Centro-Oeste de Mato Grosso e Sudeste de Rondônia. PEDREIRA, A. J.; BAHIA, R. B. C. (Orgs.). Goiânia: CPRM, 2004. 40 p.

CPRM. **Geodiversidade do estado do Mato Grosso** / (Org.) Juliana Maceira Moraes. Goiânia: CPRM, 2010. 115 p.

CPRM. SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **FOLHA SD.21-Y-D-I RIO BRANCO**. Brasília/DF, 2010, Programa Geologia do Brasil Carta Geológica - ESCALA 1:100.000. Disponível em: <http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/17658/4/carta_geologica_rio_branco.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2021.

CUNHA, B. P.; AUGUSTIN, S. **Sustentabilidade ambiental: estudos jurídicos e sociais**. Caxias do Sul: Educs, 2014. 486 p.

CUNHA, J. M. P. Dinâmica Migratória e o processo de ocupação do Centro-Oeste brasileiro: o caso de Mato Grosso. São Paulo: **Revista Brasileira de Estudos da População**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 87-107, 2006.

CURVO, G. A. G. **Caracterização física por meio da abordagem morfoopedológica da sub-bacia do córrego Dracena na bacia do Alto Paraguai - município de Reserva do Cabaçal – MT**. 2008. 139 f. Dissertação (Mestrado em Ciências ambientais) – Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres, 2008.

DAMBRÓS, G. Qual o papel das geotecnologias na estruturação de um novo paradigma da Geografia. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 30, p. 60, 2020.

DEVICARI, L. F. **O modelado de dissecação do relevo como fator topográfico na equação universal de perda de solo aplicado ao município de São Pedro do Sul-RS**. 2009. 124 f. Dissertação (Mestrado em Geografia e Geociências) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

EMBRAPA. Culturas temporárias. *In*: SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO, 1, 1984, Belém/PA. **Anais ...** Brasília: Embrapa CPATU, 1986. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/394735/1/CPATUDoc36v6P225.pdf>>. Acesso em: 30 jul. 2022.

_____. **Caracterização do regime pluviométrico e do balanço hídrico do arroz de sequeiro em distintas regiões do Brasil: Volume 1 Síntese e interpretação dos resultados**. Goiânia: EMBRAPA, 1988. 69 p.

_____. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006a. 306 p.

_____. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3 ed. rev. ampl. Brasília - DF: EMBRAPA, 2013. 353 p.

_____. Circular Técnica. **Controle dos Processos Erosivos Lineares (ravinas e voçorocas) em Áreas de Solos Arenosos**. Jaguariúna: Circular Técnica, 22, 2011. 7 p.

_____. CMBBC. **Vegetação**, 2021. Disponível em: <<http://cmbbc.cpac.embrapa.br/vegetacao.htm>>. Acesso em: 23 fev. 2021.

_____. **Manual de métodos de análises de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA solos, 1997.

_____. **Nota Técnica 22**. Controle dos Processos Erosivos Lineares (ravinas e voçorocas) em Áreas de Solos Arenosos. Jaguariúna: Embrapa, 2011.

_____. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. *In*: Reunião técnica de levantamento de solos, 10, 1979, Rio de Janeiro. **Súmula**...Rio de Janeiro, 1979. 83p.

_____. **Sistemas de Produção 04**: Recuperação de Voçorocas em áreas rurais. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2006b. 66 p.

ESRI. **ArcGIS Desktop**: release 10.2. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute, 2013.

FARIA, T.O. **Abordagem morfo-pedológica aplicada à interpretação dos processos erosivos na sub-bacia do rio do Sapo, região sudoeste de Mato Grosso**. 2012. 165 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2012.

FASOLO, P.J. A importância e uso dos levantamentos de solos e suas relações com o planejamento do uso da terra. *In*: C. de Castro Filho & O. Muzilli (eds.). **Manejo integrado de solos em Microbacias hidrográficas**. Londrina: IAPAR, p.61- 76, 1996.

FENDRICH, R.; OBLADEN, N. L.; AISSE, M. M.; GARCÍAS, C. M. **Drenagem e controle da erosão urbana**. 4. ed. Curitiba: Champagnat, 1997.

FERNANDES, B. M. Os campos da pesquisa em educação do campo: espaço e território como categorias essenciais. **Educação do campo e pesquisa: questões para reflexão**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário, p. 1-10, 2006.

FERNANDES, M. R.; SILVA, J. C. **Programa Estadual de manejo de sub-bacias hidrográficas**: fundamentos e estratégias. Belo Horizonte: EMATER/MG, 1994.

FERREIRA, J. C. V. **Mato Grosso e seus municípios**. Cuiabá: Secretaria de Estado de Educação, 2001.

FILGUEIRAS, R. A. **Padrões de concentrações, mapeamento e estimativa de dose de radionuclídeos naturais em solos do estado de Alagoas e**

distribuição da concentração de 137 Cs. 2019. 143 f. Tese de doutorado (Programa de Engenharia Nuclear, COPPE) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro/RJ, 2019.

FLORENZANO, T.G. **Imagens de satélite para estudos ambientais.** São Paulo: Oficina de Textos. 2002.

FLUERY, L. C.; ALMEIDA, J. **Agricultura, desenvolvimento e conservação ambiental: atores sociais, conflitos e reconfigurações no Centro-Oeste brasileiro.** 1. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2011. 21 p.

FOSTER, G. R.; FLANAGAN, D. C.; NEARING, M. A.; LANE, L. J.; RISSE, M.; FINKNER, S. C. 1995. Hillslope erosion component. In: FLANAGAN, D. C.; NEARING, M. A. (Ed.). USDA - **Water Erosion Prediction Project.** West Lafayette: USADA-ARS National Soil Erosion Research Laboratory, jul. 1995. (NSERL Report, 10).

GALETI, P. A. **Conservação do solo:** Reflorestamento; Clima. 2. ed. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1973, 286 p.

GALETI, P. A. **Prática de controle à erosão.** Campinas: Editora Instituto campineiro Ensino Agrícola, 1984. 278 p.

GALVÃO, M. E. C. G. A marcha para o Oeste na Experiência da Expedição Roncador-Xingú. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE HISTÓRIA – ANPUH, 26, 2011, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ANPUH, 2011. Disponível em: <http://www.snh2011.anpuh.org/resources/anais/14/1300890981_ARQUIVO_MarchaparaoOeste.pdf>. Acesso em: 21/05/2020.

GIROLAMO NETO, C. D. FONSECA, L. M. G.; VALERIANO, D. M.; NEVES, A. K.; KÖRTING, T. S. Desafios na classificação automática de fitofisionomias do Cerrado brasileiro com base em mapas de referência na escala 1:250.000. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO SBSR, 18, 2017, Santos. **Anais...** Santos: INPE, 2017.

GOMES, M. A. V.; SANTOS, M. V. Aspectos das formações vegetais/ uso e ocupação do solo - folha mir-419 - itiquira – memória técnica: parte 2: sistematização de informações temáticas. In: MATO GROSSO. SEPLAN. BIRD. PRODEAGRO. **Zoneamento sócio-econômico-ecológico: diagnóstico sócioeconômico-ecológico do estado de Mato Grosso e assistência técnica na formulação da 2ª aproximação.** Cuiabá: CNEC, 2001. 49p.

GOOGLE. **Google Earth website**. 2022. Disponível em:
<<https://earth.google.com/web/@-15.02518912,-58.38056321,568.20173795a,6082.18848894d,35y,29.43791034h,0t,0r>>.
Acesso em: 05 fev 2022.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. S. **Geomorfologia Ambiental**. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 2012.

GUERRA, A. J. T. O início do processo erosivo. *In*: GUERRA, A. J. T.; BOTELHO, R. G. (orgs.). **Erosão e conservação dos solos**: conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

GUERRA, A. J. T. Ravinas: processo de formação e desenvolvimento. **Anuário do Instituto de geociências**, Rio de Janeiro, v. 20. 1997. p. 9-26.

GUERRA, A.J.T; Silva, A.S.; Botelho, R.G.M. (orgs). **Erosão e Conservação dos Solos**: Conceitos, Temas e Aplicações. 7. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. 340 p.

HOFFMANN, T. C. P.; OLIVEIRA, F. A. Influência do uso da terra em áreas rurais e urbanas na produção e transporte de sedimentos em suspensão e turbidez na bacia do rio Capivari, Lapa-PR. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v. 19, n. 4, p. 821-836, 2018.

IBGE. Coordenação de Cartografia. **Acesso e uso de dados geoespaciais**. Rio de Janeiro: IBGE, 2018.

IBGE. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Manual técnico de pedologia**: guia prático de campo. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. 134 p.

IBGE. Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**, 1991. 124 p.

IBGE. **Manuais técnicos em Geociências**: Manual técnico da vegetação brasileira. n. 1. Rio de Janeiro: IBGE, 1992. 91 p.

IBGE. **Manuais técnicos em Geociências**: Manual técnico da vegetação. n. 1, 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 271 p.

SÃO PAULO. Secretaria de Energia e Saneamento. Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Controle de erosão**: bases conceituais e técnicas; diretrizes para o planejamento urbano e regional, orientações para o controle do boçorocas urbanas. São Paulo: DAEE/IPT, 1989. 92 p.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT. **Desempenho térmico de edificações habitacionais e escolares**: manual de procedimentos para avaliação. São Paulo: IPT Publicações, 1987. 74 p.

KALISKI, A. D. K.; FERRER, T. R. F.; LAHM, R. A. Análise temporal do uso do solo através de ferramentas de geoprocessamento - estudo de caso: município de Butiá/RS. **Revista Para Onde!?**, Porto Alegre, v. 4, n. 2, p. 1-16, 2010.

KER, J.C.; PEREIRA, N.R.; CARVALHO JÚNIOR, W.; CARVALHO FILHO, A. Cerrados: solos, aptidão e potencialidade agrícola. In: SIMPOSIO SOBRE MANEJO E CONSERVACAO DO SOLO NO CERRADO, 1990, Goiania. **Anais...** Campinas, SP: Fundação Cargill, 1992.

KÖPPEN, W. Climatologia. México. **Fundo de Cultura Econômica**, v. 9, 1948.

LAKATOS, E.M.; MARCONI, M. A. **Metodologia Científica**. 6. ed. São Paulo: Editora Atlas. 2011.

LEMO, R. C.; SANTOS, R. D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 2.ed. Campinas: SBCS/SNLCS, 1984. 45p.

LEPSCH, I. F. **19 lições da pedologia**. São Paulo: Oficina de textos, 2011. 793 p.

LEPSCH, I. F. (Coord.). **Manual para levantamento utilitário de meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**: 4ª aproximação. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - SBCS, 1991. 175 p.

LEPSCH, I. F. **Formação e Conservação dos Solos**. 2. ed. Oficina de Textos: São Paulo, 2016. 216 p.

LIMA, V. C.; LIMA, M. R.; MELO, V. F. (Eds.). **O solo no meio ambiente**: abordagem para professores do ensino fundamental e médio e alunos do ensino médio. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, 2007. 130 p.

LINS, E. A. M.; SILVA, T. M. R.; MOTA, A. M. V.; BARROS, A. C. B.; CALSA, M.

C. P. **Análise dos impactos ambientais em uma rodovia**: estudo de caso da PE-063. 2º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade. Foz do Iguaçu: IBEAS, 2019. 9 p.

LOHMANN, M.; SANTOS, L. J. C. A morfopedologia aplicada à compreensão dos processos erosivos na bacia hidrográfica do Arroio Guassupi, São Pedro do Sul/RS1. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 91-102, 2005.

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

MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. M.; BARROS P. L. F. **Hidrogeomorfologia**: formas, processos e registros sedimentares fluviais. 1. ed. Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil, 2020.

MAGALHÃES, R. A. Erosão: Definições, tipos e formas de controle. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSIÃO, 7, 2001, Goiânia. **Anais...** Goiânia: CEMIG, 2001. Disponível em: <<https://livrozilla.com/doc/1582715/eros%C3%A3o--defini%C3%A7%C3%B5es--tipos-e-formas-de-controle>>. Acesso em: 01 jul. 2022.

MAPBIOMAS, **Projeto MapBiomas Alerta – Coleção 5 - Sistema de Validação e Refinamento de Alertas de Desmatamento com Imagens de Alta Resolução**. Disponível em: https://mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas-1?cama_set_language=pt-BR. acesso em: 28 nov. 2020.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia do trabalho científico**: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos. 7. ed. São Paulo: Atlas: 2011.

MARTINS, S. V. **Recuperação de matas ciliares**. Viçosa: Aprende Fácil, 2001. 219p.

MATO GROSSO. Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral (SEPLAN). Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD). Projeto De Desenvolvimento Agroambiental do Estado de Mato Grosso - PRODEAGRO. Zoneamento Sócio-Econômico-Ecológico: Diagnóstico sócioeconômico-ecológico do estado de Mato Grosso e assistência técnica na formulação da 2ª aproximação. **Aspectos das formações vegetais/uso e ocupação do solo folha - MIR-417 - Morraria da Ínsua – Memória Técnica**. Cuiabá/MT: CNEC, 2001. 34 p.

MATO GROSSO. Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral (SEPLAN). Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD). Projeto De Desenvolvimento Agroambiental do Estado de Mato Grosso - PRODEAGRO. Zoneamento Sócio-Econômico-Ecológico: Diagnóstico sócioeconômico-ecológico do estado de Mato Grosso e assistência técnica na formulação da 2ª aproximação. **Relatório técnico consolidado da geologia do estado de Mato Grosso – 1:1.500.000**. Cuiabá/MT: CNEC, 2000. 352 p.

MAXIMIANO, L. A. Considerações sobre o conceito de paisagem. **Revista RA'E'GA**, Curitiba, n. 8, p. 83-91, 2004.

MENDONÇA, F. A.; OLIVEIRA, D. I. M. **Climatologia**: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 208 p.

MENGATTO JUNIOR, E. A.; SILVA, J. S. V.; CINQUINI, J. A. Distribuição da Savana (Cerrado) no Pantanal brasileiro: uma análise quantitativa. *In*: SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, 3, 2010, Cáceres/MT. **Anais...** Cáceres/MT:Embrapa Informática Agropecuária/INPE, 2010. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/865091/distribuicao-da-savana-cerrado-no-pantanal-brasileiro-uma-analise-quantitativa>>. Acesso em: 30 jul. 2022.

MORAIS, A. A.; NOVELLE, S. M. H.; SILVA, J. V. C.; GIANGARELLI, D. C.; MONTEIRO, G. T. Padrões de deslocamento de Tapirusterrestres (linnaeus, 1758) entre a área do parque estadual mata dos godoy-pr e fragmentos adjacentes. *In*: SIMPÓSIOS BIODIVERSIDADE, UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, INDICADORES AMBIENTAIS, CAATINGA, CERRADO, 6, 2003, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: UEL, 2003.

MURATORI, A. M. **Processos interativos entre o relevo e as areias quartzosas no sistema ambiental da região Noroeste do Parana-Brasil**. 1996, 228 f. Tese (doutorado em Engenharia Florestal) Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1996.

NASCIMENTO, C. E. S. **A Importância das matas ciliares do rio São Francisco**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2001.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto**: princípios e aplicações. 4. ed. São Paulo: Editora Blucher, 2010, 388 p.

OLIVEIRA, C. A. KLIEMANN, H. J.; CORRECHEL, V.; SANTOS, F. C. V. Avaliação da retenção de sedimentos pela vegetação ripária pela caracterização morfológica e físico-química do solo. **Revista Brasileira de Engenharia**

Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 14, n. 12, p. 1281-1287, 2010.

OLIVEIRA, J. B.; ALVES, J. J.; FRANÇA, F. M. C. (Orgs.). Governo do Estado do Ceará. Secretaria dos Recursos Hídricos. **Recomposição da mata ciliar e reflorestamento no semiárido do Ceará**. Vol. 5. Fortaleza: PRODHAM, 2010. 24 p.

OLIVEIRA, M. A. T. Processos erosivos e preservação de áreas de risco de erosão por voçoroca. *In*: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (Org.). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. 8. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.

PASTRE, R.; HADDAD, M. B. O Centro Oeste brasileiro e suas transformações econômicas de (1970 a 2012). **X Seminário Internacional sobre Desenvolvimento Regional**, 2015. 22 p.

PEREIRA, E. M. C. M. O estado novo e a marcha para oeste. **História Revista**, Goiânia, v. 2, n. 1, p. 113-129, 1997.

PINTO, C. S. **Curso Básico de Mecânica dos solos em 16 aulas**. 3. ed. São Paulo: Oficina de textos, 2006. 367 p.

PINTO, S. D. S. **A bacia hidrográfica do rio São Domingos no município de Dom Aquino/MT: uma perspectiva socioambiental**. 2009. Tese (Doutorado em Geociências) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2009.

PERON, A. J.; EVANGELISTA, Antônio Ricardo. Degradação de pastagens em regiões de cerrado. **Ciênc. agrotec.** [online]. 2004, vol.28, n.3, p.655-661.

PISSINATI, M. C.; ARCHELA, R. S. Geossistema território e paisagem – método de estudo da paisagem rural sob a ótica Bertrandiana. **Revista Geografia**, Londrina, v. 18, n. 1, p. 5-31, 2009.

QUEIROZ NETO, J. P. O papel da pedogênese no modelado do relevo: busca de novos paradigmas. *In*: VI SEMINÁRIO LATINO AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA., II SEMINÁRIO IBERO AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA, 6, 2010, Coimbra. **Anais eletrônicos...** Coimbra: Universidade de Coimbra, 2010. Disponível em: <<https://www.uc.pt/fluc/cegot/VISLAGF/actas/tema3/queiroz>>. Acesso em: 24 jan. 2022.

RADAMBRASIL, **Levantamentos dos Recursos Naturais**. Ministério das Minas e Energia. Secretária Geral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SD 21 Cuiabá. Rio de Janeiro. 1982. 448p.

REIS, C. A. **O nascimento da biopolítica na província de Mato Grosso (1719-1840)**. 2018, 350 f. Tese (Doutorado em História) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2018.

RESERVA DO CABAÇAL. Comitê de Bacia Hidrográfica. **Reunião com o Comitê de Bacia Hidrográfica**. 2021. 1 p. Disponível em: <<https://www.reservadocabacal.mt.gov.br/imprimir.php?id=1236&formato=pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2022.

REZENDE, E. A. **O papel da dinâmica espaço-temporal da rede hidrográfica na evolução geomorfológica da alta/média bacia do Rio Grande, sudeste brasileiro**. 2018. 222 f. Tese (Doutorado em Geologia ambiental e recursos naturais) Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2018.

RIBAS, A. D.; SANTOS, D. E. P.; RIBEIRO, J. C.; SOUZA, M. T. R. Marxismo e geografia: paisagem e espaço geográfico: uma contribuição para o entendimento da sociedade contemporânea. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, v. 1, n. 1, p. 103-124, 1999.

RIBEIRO, J. C.; SALOMÃO, F. X. de T. Abordagem morfopedológica aplicada ao diagnóstico e prevenção de processos erosivos na bacia hidrográfica do alto rio da casca, MT. **Revista Geociências**, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 83-95, 2003.

RIBEIRO, J. C.; TOCANTINS, N.; FIGUEIREDO, M. Diagnóstico dos processos erosivos na sub-bacia do córrego Guanabara, município de Reserva do Cabaçal, Pantanal, MT. **Revista GeoPantanal**, Corumbá, v. 8, n. 14, p. 152-169, 2013.

RIBEIRO, J. C.; VICENZ, R. S. ; TOCANTINS, N. Abordagem Metodológica Aplicada à Delimitação das Paisagens da Bacia Hidrográfica do Rio Itiquira/MT. In: Oneliacarmem Rossetto; Nely Tocantins. (Org.). **Ambiente Agrário do Pantanal Brasileiro: socioeconomia & conservação da biodiversidade**. 1ed. Porto Alegre: Terra Livre/Compasso Lugar-Cultura, 2015, v. 1, p. 617-641.

RIBEIRO, J. F. (org.). Senar. Embrapa. Projeto Biomas. **O conceito de savana**. [s.d.]. Disponível em: <http://ead.senar.org.br/wp-content/uploads/capacitacoes_conteudos/bioma_cerrado/CURSO_1/AULA_14_O_CONCEITO_DE_SAVANA.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2021.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geocologia das paisagens**: Uma visão geossistêmica da análise ambiental. Fortaleza: Edições UFC. 2017. 222 p.

ROSS, J. L. S. Geomorfologia ambiental. *In*: CUNHA, S. B.; GUERRA, A.J. T (org). **Geomorfologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 1998 p. 51-388.

_____. Geomorfologia aplicada aos EIA-RIMAS. *In*: GUERRA, Antônio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da. **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. p. 291-336.

_____. Relevo brasileiro: uma nova proposta de classificação. **Revista do Departamento de Geografia da USP**, São Paulo, n. 4, p. 25-39, 1985.

RUBIRA, F. G.; MELO, G. V.; OLIVEIRA, F. K. S. Proposta de padronização dos conceitos de erosão em ambientes úmidos de encosta. **Revista de Geografia**, Recife, v. 33, n. 8, p. 168-193, 2016.

SAES, G. S.; LEITE, J. A. D. Evolução tectono-sedimentar do grupo Aguapeí, proterozóico médio na porção meridional do Cráton Amazônico: Mato Grosso e oriente boliviano. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 31-37, 1993.

SALOMÃO, F.X.T.; MADRUGA, E.L.; MIGLIORINI, R.B. Carta geotécnica do perímetro urbano da Chapada dos Guimarães: subsídios ao plano diretor. **Revista Geologia USP Série Científica**, São Paulo, v. 12, n 1, p. 5-15, 2012.

_____. **Processos erosivos lineares em Bauru (SP)**: regionalização cartográfica aplicada ao controle preventivo urbano e rural. 1994. 220 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

_____. Controle e prevenção dos processos erosivos. *In*: GUERRA, T. A. J.; SILVA, A. S. B.; BOTELHO, R. G.; MACHADO, R. G. (orgs.). **Erosão e Conservação dos Solos-conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

_____. Controle e prevenção dos processos erosivos. *In*: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (orgs.). **Erosão e conservação dos solos**: conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

SALOMÃO, F. X. T. RIBEIRO, J. C; MIGLIORINI, R. B; FERREIRA, E; MADRUGA, E. L; SOUZA, C. A; BARROS, L. T. L. P, Vecchiato, A. B; FIGUEIREDO, M;

TOCANTINS, N. **Relatório Técnico Científico de Projeto de Pesquisa:** Sensoriamento remoto para diagnóstico à erosão laminar e lineares da sub-bacia hidrográfica do córrego Guanabara, da bacia do Alto Paraguai, no município de Reserva do Cabaçal/MT. Cuiabá/MT: GECA/UFMT, 2016.

SALOMÃO, F. X. de T.; NAKASU, L.; PONÇANO, W. L. O estudo do meio físico como subsídio para a identificação de áreas potencialmente irrigáveis. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 3, 1981. Itapema. **Anais...** São Paulo: ABGE, 1981.

SANTANA, M. A.; QUEIROZ NETO, J. P. Fatores responsáveis pela sensibilidade à erosão linear em Marília. **Revista USP**, São Paulo, v. 9, p. 21-33, 1995.

SANTOS, E. L. F. **Educação ambiental nas nascentes do Pantanal no Município de Reserva do Cabaçal/MT.** 2011. 176 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres, 2011.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F. OLIVEIRA, J. B. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SIBCS.** 3. ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353p.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SIBCS.** 5. ed. Brasília: Embrapa, 2018. 355p.

SANTOS, M. **A natureza do Espaço:** técnica e tempo, razão e emoção. 4. ed. 2. reimpr. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006.

_____. **A Natureza do Espaço:** Técnica e Tempo, Razão e Emoção. 4. ed. 5. Reimpr. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2009.

_____. **Metamorfoses do espaço habitado.** São Paulo: Editora Hucitec, 1988. 28 p.

SANTOS, P. R. C.; DAIBERT, J. D. **Análise dos solos:** formação, classificação e conservação do meio ambiente. 1. ed. São Paulo: Érica, 2014, 128 p.

SCHAEFER, C. E. R; SILVA, D. D. Perdas de solo, nutrientes, matéria orgânica e efeitos microestruturas em Argissolo vermelho-amarelo sob chuvas simuladas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.5, p. 669-678, 2002.

SCHIER, R. A. Trajetórias do conceito de paisagem na geografia. **Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, Curitiba, n. 7, p. 79-85. 2003.

SCHULTZ, N.; ANJOS, L. H. C.; PEREIRA, M. G.; DORTZBACH, D. O conhecimento dos solos. **Revista Opinião**, Viçosa, Boletim Informativo da SBCS, v. 39, n. 3, p. 26-29, 2014.

SHARMA, R. H.; SHAKYA, N. M. Hydrological changes and its impact on water resources of Bagmati watershed, Nepal. **Journal of Hydrology**, v. 11, n. 51, p. 315-322, 2006.

SILVA, A. C.; ZAIDAN, R. T.; CARVALHO, J. P. A. Análise evolutiva da vegetação da bacia do rio Paraibuna na região sudeste nos últimos 30 anos. *In: XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DA GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA*, 8, 2007, Viçosa/MG. **Anais...** Viçosa/MG: UFV, 2007b. 8 p.

Silva, J. R. C.; Silva, F. J. da. Produtividade de um solo litólico associado ao controle de erosão por cordões de pedra em contorno. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.21, p.435-440, 1997.

SILVA, M. J. F.; COSTA, A. C.; COELHO, E. Sistemas de protecção sísmica e sua aplicabilidade a Portugal. *In: 7º Congresso de sismologia e engenharia sísmica*. 2007a. 12 p.

SILVEIRA, C.T.; FIORI, A. P.; FERREIRA, A. M.; GÓIS, J. R.; MIO, G.; SILVEIRA, R. M. P.; MASSULINI, N. E. B.; LEONARDI, T. M. H. Emprego de atributos topográficos no mapeamento da susceptibilidade a processos geoambientais na bacia do rio Jacaré, Paraná. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 25, p. 623-639, 2013.

SIQUEIRA, E. M. **História de Mato Grosso**: da ancestralidade aos dias atuais. Cuiabá: Entrelinhas, 2002.

SOARES, J. L. N.; ESPÍNDOLA, C. R.; CASTRO, S. S.. Alteração física e morfológica em solos cultivados sob sistema tradicional de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, p. 1005-1014, 2005.

SOTCHAVA, V. B. **16 Métodos em questão**. O estudo de geossistemas. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1977. 51 p.

SUERTEGARAY, D. M. A. Espaço Geográfico uno e múltiplo. **Revista**

Eletrónica de geografia y ciencias sociales, Barcelona, n. 93, 2001.

SUERTEGARAY, D. M. A.; SILVA, L. A. P.; GUASSELLI, L. A. **Arenização**: natureza socializada. Porto Alegre: Compasso Lugar-Cultura, 2012. 584 p.

SUERTEGARAY, D. M. A.; PAULA, C. Q. Geografia e questão ambiental, da teoria à práxis. **Ambientes Revista de geografia e ecologia política**, Francisco Beltrão, v. 1, n. 1, p. 79-102, 2019.

TEIXEIRA, A. A.; HAUSCHILD, R. M. P. R.; GODINHO, J. M.; PRADO, A.; SILVA, M. A.; WARREN, M. S.; TRIGO, A. J.; BORELLI, A. J.; ARAÚJO JÚNIOR, G. J. L. D.; PINTO, M. B. P.; BIELENKI JÚNIOR, C. Construção da base hidrográfica otocodificada ao milionésimo. In: XVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 17, 2007, São Paulo/SP. **Anais...** São Paulo/SP: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2007. Disponível em: <https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/19/8ab4b02883b54885460be120c9e0fcc5_9cf45d2ee07c5dd5351590f16b858611.pdf>. Acesso em: 07 ago 2022.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE/SUPREN, 1977, 91 p.

TRICART, J.; KILLIAN, J. **L"eco-geografie et L"amenagement du milieu naturel**. Paris: Librairie Française. Maspero. 1979. 325 p.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 3.ed. Porto Alegre: ABRH, 2004. 943 p.

VALERIANO, M. M. **Modelo digital de elevação com dados SRTM disponíveis para a América do Sul, São José dos Campos, SP INPE**: Coordenação de Ensino, Documentação e Programas Especiais (INPE-10550-RPQ/756). 2004. 72 p.

VALÉRIO FILHO, M.; Pinto, S. A. F. **Análise e interpretação de dados de sensoriamento remoto**: texto de apoio para as aulas do Curso do mestrado em sensoriamento remoto. São José dos Campos: INPE, 1996. 42p.

VERDUM, R.; VIEIRA, C. L.; CANEPPELE, J. C. G. **Métodos e técnicas para o controle da erosão e conservação do solo**. Porto Alegre: IGEO/UFRGS, 2016. 54 p.

VIEIRA, A. F. G.; ALBUQUERQUE, A. R. C. Cadastramento de voçorocas e análise de risco erosivo em estradas: BR-174 (Trecho Manaus – Presidente Figueiredo). In: V SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA E I

ENCONTRO SUL AMERICANO DE GEOMORFOLOGIA, 5, 2004, Santa Maria.
Anais... Santa Maria: UGB/UFSM, 2004. p. 50- 65.

VIEIRA, L. S.; VIEIRA, M. N. **Manual de Morfologia e Classificação de Solos**. 2. ed. São Paulo: Editora Agronômica Ceres LTDA. 1983. 313 p.

WINGE, M. **Glossário geológico ilustrado**. Brasília: SIGEP – CPRM, 2001-2022.
Disponível em: <<http://sigep.cprm.gov.br/glossario/index.html>>. Acesso em: 27 jan. 2022.

World Wildlife Fund. **Relatório anual 2013**. 106 p. Disponível em:
<https://wwfbr.awsassets.panda.org/downloads/wwf_brasil_relatorio_anual_2013.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2022.

ANEXOS

Anexo A – Autorizações de voo

25/11/2019

SARPAS (Drones)



Departamento
de Controle do Espaço Aéreo
Comando da Aviação



SOLICITAÇÃO DE VOO #2F54B1

APROVADO

Operação

- Solicitante: JOSIEL DORRIGUETTE DE OLIVEIRA
- Perfil: 2 (Recreativo Urbano (H < 131ft , A < 200m) / Recreativo Rural (H < 164ft , A < 500m) / AIC N 17)
- Tipo/Regra: VLOS/V

Localização

- Decolagem
Lat: -15.097445937639886
Lng: -58.43554324954226
- Destino
Lat: -15.097445937639886
Lng: -58.43554324954226
- Área: 200m
- Altura: 120ft

Janela de Operação

Equipamento

- Nº SISANT: PR-270819870

Piloto

- Nome: JOSIEL DORRIGUETTE DE OLIVEIRA
- Código: AYSJ
- CPF: 000.***.***-00

<https://servicos2.decea.gov.br/sarpas/?i=AppSec&view=14b771a6-99e8-419f-be711dd0864ee0c1>

1/2

25/11/2019

SARPAS (Drones)



Departamento
de Controle do Espaço Aéreo
Comando da Aeronáutica



SOLICITAÇÃO DE VOO #98CF9E

APROVADO

Operação

- Solicitante: JOSIEL DORRIGUETTE DE OLIVEIRA
- Perfil: 2 (Recreativo Urbano (H < 131ft , A < 200m) / Recreativo Rural (H < 164ft , A < 500m) / AIC N 17)
- Tipo/Regra: VLOS/V

Localização

- Decolagem
Lat: -15.07659801005652
Lng: -58.42379917710406
- Destino
Lat: -15.07659801005652
Lng: -58.42379917710406
- Área: 200m
- Altura: 120ft

Janela de Operação

Equipamento

- Nº SISANT: PR-270819870

Piloto

- Nome: JOSIEL DORRIGUETTE DE OLIVEIRA
- Código: AYSJ
- CPF: 000.***.***-00

<https://servicos2.decea.gov.br/sarpas/71-AppSec&view=48f70e75-fa5d-43d8-90979cb382caab54>

1/2



Departamento
de Controle do Espaço Aéreo
Comando da Força Aérea



SOLICITAÇÃO DE VOO #C3E0A0

APROVADO

Operação

- Solicitante: JOSIEL DORRIGUETTE DE OLIVEIRA
- Perfil: 2 (Recreativo Urbano (H < 131ft , A < 200m) / Recreativo Rural (H < 164ft , A < 500m) / AIC N 17)
- Tipo/Regra: VLOS/V

Localização

- Decolagem
Lat: -15.073084462754636
Lng: -58.40109034444197
- Destino
Lat: -15.073084462754636
Lng: -58.40109034444197
- Área: 200m
- Altura: 120ft

Janela de Operação

<https://servicos2.decea.gov.br/sarpas/?i=AppSec&view=c1325bb3-ca9d-4677-96282b9928d0a918>

Equipamento

- Nº SISANT: PR-270819870

Piloto

- Nome: JOSIEL DORRIGUETTE DE OLIVEIRA
- Código: AYSJ
- CPF: 000.***.***-00