



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO**  
**FACULDADE DE GEOCIÊNCIAS**  
**COLEGIADO DE GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA**



**GILZEMAR CANDIDO PINTO**

**CARTA DE SUSCETIBILIDADE À PROCESSOS DA  
DINÂMICA SUPERFICIAL DA COMUNIDADE DO  
COXIPÓ DO OURO - CUIABÁ/MT**

**Cuiabá**  
**2023**

**GILZEMAR CANDIDO PINTO**

**CARTA DE SUSCETIBILIDADE À PROCESSOS DA  
DINÂMICA SUPERFICIAL DA COMUNIDADE DO  
COXIPÓ DO OURO - CUIABÁ/MT**

Orientador: Prof. Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

Monografia apresentada ao Colegiado de Graduação em Geologia da Universidade Federal de Mato Grosso, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Geologia pela Faculdade de Geociências.

Cuiabá  
2023

TERMO DE APROVAÇÃO

GILZEMAR CANDIDO PINTO

**CARTA DE SUSCETIBILIDADE À PROCESSOS DA  
DINÂMICA SUPERFICIAL DA COMUNIDADE DO  
COXIPÓ DO OURO - CUIABÁ/MT**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO, APRESENTADO COMO REQUISITO  
PARCIAL PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE BACHAREL EM GEOLOGIA, PELA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

---

1º Examinador – Prof. Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira (Orientador)  
Doutorado em Geotecnia pela Universidade de Brasília

---

2º Examinador – Prof. Dr. Newton Moreira de Souza  
Doutorado em Geotecnia na Universidade de São Paulo - São Carlos

---

3º Examinador – Prof. Dr. Renato Blat Migliorini  
Doutorado em Ciências (Recursos Minerais e Hidrogeologia) pela Universidade de São Paulo

Cuiabá, 18 de outubro de 2023

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus.

Ao Professor Bruno, agradeço a sua orientação e a paciência de ensinar.

Agradeço a professora Fabiani, por ter cedido o Laboratório Multiusuário de Geotecnia e Infraestrutura – GeoInfra, Campus Várzea Grande - UFMT, onde foi realizado todos os ensaios desse trabalho.

## RESUMO

Em 2022, foi apresentado o projeto de ordenamento do turismo para a região da comunidade do Coxipó do Ouro - Cuiabá/MT com objetivo de promover a valorização histórico-cultural e a sustentabilidade ambiental da região. Tais projetos demandam estudos em escalas adequadas, principalmente por ser tratar de uma localidade constantemente afetada por inundações como observado em veículos de divulgação de notícias. Nesse contexto, o presente trabalho apresenta a proposta de elaboração de uma carta síntese, na escala de 1:25.000, das informações relacionadas a suscetibilidade a inundações, escorregamentos e processos hidroerosivos no entorno da comunidade do Coxipó do Ouro - Cuiabá/MT. A carta foi elaborada a partir da sobreposição de dados preexistentes, da carta suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações, de dados geomorfométricos e de dados produzidos nesta pesquisa, como a carta de suscetibilidade à erosão, elaborada a partir da sobreposição indexada de diversas temáticas, e a carta de solos para fins de engenharia utilizando o Sistema Unificado de Classificação de Solos (SUCS), elaborado com base em visita de campo e ensaios de laboratório. Com base nos resultados, foram definidas cinco zonas para os quais foram determinados diretrizes de uso e ocupação e recomendações de estudos e investigações para a região da comunidade do Coxipó do Ouro.

**Palavras-chave:** SUCS; Inundação; Movimentos de Massa; Erosões; Cartografia Geotécnica.

## ABSTRACT

In 2022, the tourism planning project for the region of the community of Coxipó do Ouro - Cuiabá / MT was presented with the objective of promoting the historical-cultural appreciation and environmental sustainability of the region. Such projects require studies on appropriate scales, mainly because they deal with a region constantly affected by floods as observed in news. In this context, the present work presents the proposal of elaboration of a synthesis chart, in the scale of 1:25,000, of the information related to susceptibility to floods, landslides and erosive processes in the surroundings of the community of Coxipó do Ouro - Cuiabá/MT. The map was elaborated from the overlapping of pre-existing data, such as the susceptibility to gravitational mass movements and floods and geomorphometric data with data produced in this research, such as the erosion susceptibility map, elaborated from the indexed overlap of several themes, and the soil chart for engineering purposes using the Unified Soil Classification System (USCS), prepared based on field visits and laboratory tests. Based on the results, five zones were defined for which guidelines for use and occupation and recommendations for studies and investigations for the region of the Coxipó do Ouro community were defined.

**Keywords:** USCS; Flood; Mass Movement; Erosion; Geotechnical Mapping.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundação do município de Cuiabá/MT.....	4
Figura 2: Carta geotécnica de Campo Grande - MS.....	5
Figura 3: Setorização de áreas de risco elaborado pelo Serviço Geológico Brasileiro no município Várzea Grande – MT.....	6
Figura 4: Setor 10 da carta geotécnica de risco de Várzea Grande - MT.....	6
Figura 5: Ocorrência de erosão no sistema viário na comunidade do Coxipó Ouro, Cuiabá/MT..	7
.....	7
Figura 6: Inundação na comunidade do Coxipó do Ouro em 2016.....	8
Figura 7: Tipos de trados conforme a NBR 9603.....	9
Figura 8: Equipamento de cravação para determinação da massa específica aparente pelo método de cravação segundo a norma NBR 9813 (ABNT, 2016a). ....	10
Figura 10: Fluxograma simplificado para utilização do Sistema Unificado de Classificação de Solos - SUCS.....	12
Figura 11: Mapa de localização pontos selecionados para amostragem. ....	14
Figura 12: Aspecto da ranhura na massa de solo utilizada no ensaio de limite de liquidez. ....	17
Figura 13: Equipamento Casagrande preenchido com a pasta homogênea de solo. ....	17
Figura 14: Mapa de localização da bacia hidrográfica do Rio Coxipó e da área de estudo. ....	20
Figura 15: Mapa de vias de acesso da área de estudo. ....	21
Figura 15: Mapa de requerimentos na Agência Nacional de Mineração na região do entorno da comunidade Coxipó do Ouro.....	22
Figura 16: Mapa de elementos estruturais identificados por Thomé Filho et al. (2004).....	23
Figura 17: Mapa geológico da bacia do Rio Coxipó elaborado por Thomé Filho et al., (2004). ....	23
.....	23
Figura 19: Mapa geológico da área de estudo com escala de 1:25.000 elaborado por Tarden & Rosa (2020). ....	26
Figura 20: Mapa geomorfológico da bacia do Rio Coxipó elaborado por Modificado Thomé Filho et al., (2004). ....	27
Figura 21: Mapa de hipsometria da bacia do Rio Coxipó. ....	30
Figura 22: Mapa de hipsometria da área de estudo. ....	30
Figura 23: Mapa de declividade da bacia do Rio Coxipó.....	31
Figura 24: Mapa de declividade da área de estudo.....	32
Figura 25: Figura 25: Mapa de pedologia da bacia do Rio Coxipó elaborado por Thomé Filho et al., (2004).....	33
Figura 26: Mapa pedológico da área de estudo elaborado por Thomé Filho et al., (2004).....	34
Figura 27: Mapa de vegetação da área da bacia do Coxipó. ....	35
Figura 28: Mapa vegetação da área de estudo.....	36
Figura 29: Mapa de uso e ocupação do solo da data de 10 de outubro de 2022 elaborado a partir de uma imagem fusionada do Satélite CBERS-4A. ....	37
Figura 30: Carta suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações da bacia do Rio Coxipó elaborado por Pinho & Silva (2022). ....	38
Figura 31: Carta suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações da área de estudo elaborado por Pinho & Silva (2022). ....	39
Figura 32: Histograma de frequência a esquerda e diagrama de caixa a direita das massas específicas aparente naturais obtidos em campo. ....	42
Figura 33: Curvas granulométricas obtidas a partir dos ensaios de granulometria por peneiramento. ....	43

Figura 34: Curvas granulométricas do primeiro grupo obtido por meio dos ensaios de granulometria por peneiramento.....	43
Figura 35: Curvas granulométricas do segundo grupo obtido por meio dos ensaios de granulometria por peneiramento.....	44
Figura 36: Curvas granulométricas do terceiro grupo obtido por meio dos ensaios de granulometria por peneiramento.....	44
Figura 37: Carta de solos para engenharia utilizando o Sistema Unificado de Classificação de Solos – SUCS. ....	47
Figura 38: Carta de suscetibilidade à erosão da área de estudo.....	48
Figura 39: Mapa das ocorrências de processos hidroerosivos identificados em campo. ....	50
Figura 40: Carta síntese dos solos para engenharia e da suscetibilidade à fenômenos da dinâmica superficial. ....	52

### **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Terminologia do Sistema Unificado de Classificação de Solos - SUCS.....	11
Tabela 2: Resumo dos dados compilados e produzidos com suas respectivas escalas, formatos e fontes.....	13
Tabela 3: Coordenadas dos pontos de amostragem no sistema de coordenadas UTM - Sirgas 2000 – Zona 21S.....	14
Tabela 4 Resolução e capacidade nominal das balanças a serem utilizadas conforme a dimensão dos grãos.....	16
Tabela 5: Pesos e notas definidas para os atributos selecionadas e classes observados.....	19
Tabela 6: Descrição da vegetação área de estudo realizada por Tarden e Rosa (2020).....	37
Tabela 7: Resumo das porcentagens passantes, coeficiente de uniformidade (cu) e de curvatura (cc). ....	45
Tabela 8: Resumo dos resultados dos ensaios do limite de liquidez e plasticidade. ....	45
Tabela 9: Resumo dos ensaios de limite de liquidez.....	59
Tabela 10: Resumo dos ensaios de limite de liquidez.....	60
Tabela 11: Resumo dos ensaios de limite de plasticidade.....	61
Tabela 12: Resumo dos ensaios de massa específica aparente natural.....	62
Tabela 13: Quadro síntese das informações compiladas sobre as zonas delimitadas.....	63
Tabela 14: Quadro as informações produzidas e diretrizes e recomendações para as zonas delimitadas.....	64

## LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
Ap	Pecuária (pastagens)
C	Argila (Sistema Universal de Classificação de Solos)
CC	Coefficiente de uniformidade
CL	Argilas não orgânicas de fraca a média plasticidade
Cs	Floresta Estacional Decidual Submontanha
Cu	Coefficiente de curvatura
CXbd2; CXbd3 e CXbd4	Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico
CXbd5	Cambissolo Háplico Tb Distrófico Argissólico
CXbd8 e CXbd9	Cambissolo Háplico Tb Distrófico Latossólico
FAGEO	Faculdade de Geociências
FFcd1	Plintossolo Pétrico Concrecionário Distrófico Argissólico
FFcd2	Plintossolo Pétrico Concrecionário Distrófico Câmbico
FFcd3 e FFcd5	Plintossolo Pétrico Concrecionário Distrófico Típico
FFcd6	Plintossolo Pétrico Concrecionário Distrófico típico ou léptico
FTd3	Plintossolo Argilúvico Distrófico típico
G	Pedregulhos (Sistema Universal de Classificação de Solos)
GM	Pedregulhos com silte (Sistema Universal de Classificação de Solos)
GP	Pedregulhos mal graduados (Sistema Universal de Classificação de Solos)
D1f	Formação Furnas
Dpg	Formação Ponta Grossa
Iu	Influência urbana
J3K1bt	Formação Botucatu
LL	Limite de liquidez
LP	Limite de plasticidade
LVAd1	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico Típico
Lvad3	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico Típico
M	Silte (Sistema Universal de Classificação de Solos)
ML	siltes não orgânicos e areia muito fina, areias finas siltosas ou argilosas
MT	Mato Grosso
NBR	Norma Brasileira
NQd	Coberturas detrito-lateríticas
NPcu5	Grupo Cuiabá-Subunidade 5

Npcu6	Grupo Cuiabá-Subunidade 6
Npcu7	Grupo Cuiabá-Subunidade 7
O	Solo orgânico (Sistema Universal de Classificação de Solos)
P	Mal graduado (Sistema Universal de Classificação de Solos)
Qdl	Coberturas detrito-lateríticas ferruginosas
Q1p1	Formação Pantanal
Q2a2	Quaternário aluvionar 2
Re	Florestamento/Reflorestamento com Eucaliptos
RLd1 e RLd5	Neossolo Litólico Distrófico típico
RQo1	Neossolo Quartzarênico Órtico típico
RQo2	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico
RYve	Neossolo Flúvico Ta e Tb Eutrófico e Distrófico vérticos ou típico
PVAe	Argissolo vermelho-amarelo eutrófico típico
S	Areias (Sistema Universal de Classificação de Solos)
Saf	Savana Arborizada com floresta-de-galeria
Sas	Savana Arborizada sem floresta-de-galeria
SBG	Serviço Geológico Brasileiro
SC	Areia argilosa (Sistema Universal de Classificação de Solos)
SIG	Sistemas de Informações Geográficas
Sd	Savana Florestada
SP	Areia mal graduada (Sistema Universal de Classificação de Solos)
Spf	Savana Parque com floresta-de-galeria
Sps	Savana Parque sem floresta-de-galeria
SM	Areia siltosa (Sistema Universal de Classificação de Solos)
SUCS	Sistema Unificado de Classificação de Solos
SW	Areia bem graduada (Sistema Universal de Classificação de Solos)
UFMT	Universidade Federal de Mato Grosso
UTM	Universal Transversa de Mercator
W	Bem graduado (Sistema Universal de Classificação de Solos)

## SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	iv
RESUMO.....	v
ABSTRACT.....	vi
LISTA DE ILUSTRAÇÕES .....	vii
LISTA DE TABELAS .....	viii
LISTA DE SIGLAS .....	ix
CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1. OBJETIVOS .....	2
CAPÍTULO 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	3
2.1. CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA.....	3
2.2. PROCESSOS DA DINÂMICA SUPERFICIAL.....	6
2.3. INVESTIGAÇÕES DE CAMPO.....	8
2.3.1. Sondagem a trado.....	8
2.3.2. Massa Específica Aparente Natural .....	9
2.4. ENSAIOS DE LABORATÓRIO .....	10
2.4.1. Ensaio de Granulometria por Peneiramento .....	11
2.4.2. Ensaio de Limite de Liquidez e Plasticidade .....	11
2.5. SISTEMA UNIFICADO DE CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS – SUCS .....	11
CAPÍTULO 3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	13
3.1. ETAPA DE GABINETE.....	13
3.1.1. Mapa de Uso e Ocupação do Solo .....	13
3.2. ETAPA DE CAMPO .....	14
3.3. ETAPA DE LABORATÓRIO .....	15
3.3.1. Massa Específica Aparente Natural .....	15
3.3.2. Ensaio de Granulometria por Peneiramento .....	15
3.3.3. Ensaio de Limite de Liquidez e Plasticidade .....	16
3.4. ETAPA DE ANÁLISE E SÍNTESE DOS DADOS .....	18
3.4.1. Carta de solos para fins de engenharia.....	18
3.4.2. Carta de suscetibilidade a erosão .....	18
3.4.3. Carta síntese dos fenômenos geodinâmicos externos .....	19
CAPÍTULO 4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	20
4.1. LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO .....	20
4.2. CONTEXTO HISTÓRICO .....	21
4.3. GEOLOGIA REGIONAL.....	22

4.3.1.	Geologia da área de estudo .....	25
4.4.	GEOMORFOLOGIA .....	27
4.4.1.	Geomorfometria .....	29
4.5.	PEDOLOGIA .....	32
4.5.1.	Pedologia da área de estudo .....	33
4.6.	VEGETAÇÃO .....	35
4.6.1.	Uso e Cobertura do Solo da área de estudo .....	36
4.7.	CLIMA .....	38
4.8.	SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA E INUNDAÇÕES .....	38
	CAPÍTULO 5. CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS PARA FINS DE ENGENHARIA	41
5.1.	RESULTADOS DOS ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DOS SOLOS ....	42
5.1.1.	Massa específica aparente natural.....	42
5.1.2.	Granulometria por peneiramento .....	42
5.1.3.	Limites de liquidez e plasticidade.....	45
5.2.	CARTA DE SOLOS UTILIZANDO O SISTEMA UNIFICADO DE CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS - SUCS .....	45
5.3.	CARTA DE SUSCETIBILIDADE À EROÇÃO .....	48
	CAPÍTULO 6. CARTA SÍNTESE E QUADRO LEGENDA.....	51
	CAPÍTULO 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	53
7.1.	Recomendações de trabalhos futuras .....	54
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	55
	APÊNDICE A1 – ENSAIOS DE GRANULOMETRIA POR PENEIRAMENTO .....	59
	APÊNDICE A2 – ENSAIOS DE LIMITE DE LIQUIDEZ E PLASTICIDADE.....	60
	APÊNDICE A3 – MASSA ESPECÍFICA APARENTE NATURAL .....	62
	APÊNDICE A4 - CARTA SÍNTESE E QUADRO LEGENDA .....	63

## CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO

O Rio Coxipó tem suas nascentes localizadas no planalto dos Guimarães, no município de Chapada dos Guimarães no estado de Mato Grosso, e estende-se pela depressão Cuiabana no município de Cuiabá, passando por uma grande diversidade de ambientes naturais com diferentes características físicas até desaguar no Rio Cuiabá já nas proximidades do Pantanal mato-grossense (SILVA, 2009).

Nos últimos três anos, inundações e processos hidroerosivos foram observados nas margens e proximidades do Rio Coxipó afetando moradores do entorno. Em 2021, uma enchente fez o Rio Coxipó subir três metros, atingindo os moradores das comunidades do Coxipó do Ouro que vivem a suas margens (PORTAL MATOGROSSO, 2021). No ano seguinte, em 2022, Avila *et al.*, (2022) realizaram um diagnóstico e controle das áreas de risco a desbarrancamentos das margens do Rio Coxipó, no perímetro urbano de Cuiabá, no qual identificaram três áreas de risco. No mesmo ano, o município de Cuiabá foi contemplado com o mapeamento de suscetibilidade a inundações e escorregamentos (PINHO & SILVA, 2022) elaborado pelo Serviço Geológico Brasileiro (SBG), cuja obrigatoriedade é prevista pela Lei nº 12608/2012 (BRASIL, 2012). O mapeamento do SBG se restringe a ocorrências de processos hidroerosivos de grandes expressões, não indicando processos em estágios iniciais de formação, associadas principalmente ao escoamento de águas pluviais, como observados nas vias de acesso durante as visitas realizadas na comunidade do Coxipó do Ouro.

No âmbito mundial, a erosão é uma das responsáveis pela perda de nutrientes dos solos, diminuindo assim a área agricultável disponível (PASCOTO, FUREGATTI & PEIXOTO, 2018), e os sedimentos, arrastados durante a erosão, causam a poluição dos rios, bem como o assoreamento deles. Além disso, diminui a fertilidade do solo e provoca o acúmulo de resíduos e defensivos químicos, prejudicando a flora e a fauna aquática (RAMOS *et al.*, 2012) e as inundações podem causar prejuízos materiais e para a saúde da população.

Diante da sua importância, esses processos da dinâmica superficial são estudados por meio de mapeamentos que resultam em produtos cartográficos, utilizados pelo poder público, com a finalidade de planejamento e orientação do uso e ocupação do solo. Os produtos em questão devem mostrar a pré-disposição dos terrenos à ocorrência de escorregamentos, erosões, inundações e outros processos da dinâmica superficial e de acordo com o Cabral de Souza & De Sousa Moretti (2021) comumente são elaborados em escala 1:25.000 e abrangem todo o território municipal.

Nesse contexto, esse trabalho objetiva elaborar uma carta síntese das informações de

suscetibilidade a inundações, escorregamentos e processos hidroerosivos no entorno da comunidade do Coxipó do Ouro - Cuiabá/MT como subsídio ao planejamento urbano. A carta síntese foi elaborada a partir da sobreposição de informações preexistentes utilizando Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e complementadas com dados coletados em campo e resultados de ensaios de laboratório.

### 1.1. OBJETIVOS

Esse trabalho tem como objetivo a elaborar uma carta síntese de informações de suscetibilidades à inundação, movimentos gravitacionais de massa e processos hidroerosivos, na escala 1:25.000, no entorno da comunidade do Coxipó do Ouro, Cuiabá/MT. Visando garantir a consecução do objetivo principal foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Caracterização dos solos para fins de engenharia por meio de ensaios de granulometria por peneiramento e limites de consistência;
- Elaboração das cartas de declividade e hipsometria da área de estudo;
- Elaboração da carta de uso e cobertura do solo da área de estudo;
- Elaboração da carta de suscetibilidade à erosão utilizando um método de superposição indexada; e
- Elaboração da carta síntese a partir da sobreposição das temáticas de geomorfometria, de solos para a engenharia e informações de suscetibilidade à inundação, movimentos gravitacionais de massa e processos hidroerosivos.

## **CAPÍTULO 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Esta seção apresenta alguns conceitos gerais sobre a cartografia geotécnica, processos da geodinâmica externa e investigações de campo e ensaios de laboratório.

### **2.1. CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA**

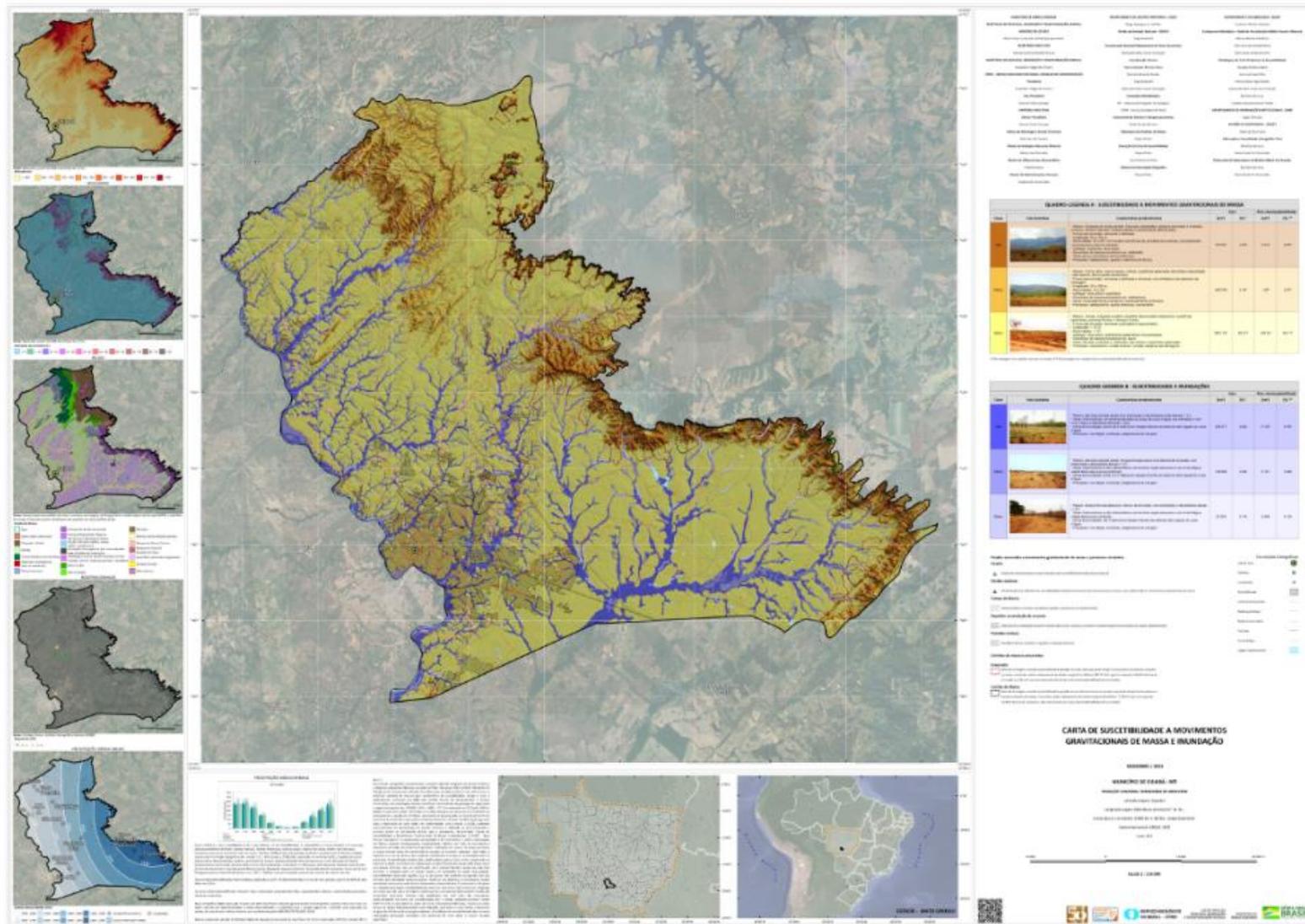
A carta geotécnica constitui ferramenta básica essencial à prevenção e correção de situações relacionadas a desastres naturais e tecnológicos, com o objetivo de ações preventivas, a carta geotécnica subsidia tecnicamente medidas de urbanização e de parcelamento, permitindo que o município ocupe adequadamente seus terrenos (DINIZ & FREITAS, 2013).

A importância da elaboração de cartas geotécnica é de que elas fornecem aos administradores públicos informações sobre as limitações de áreas susceptíveis a fenômenos geodinâmicos e orienta a forma de ocupação em áreas que apresentem algum tipo de restrição (OLIVEIRA, 2018). As cartas geotécnicas aplicadas ao planejamento urbano podem ser classificadas de diferentes maneiras, entretanto somente as cartas de suscetibilidade, aptidão à urbanização e risco serão detalhadas a seguir.

A carta geotécnica de suscetibilidade, de acordo com o Sobreira & Souza (2012), é aquela que reflete a variação em forma e grau da capacidade dos terrenos em desenvolver determinado fenômeno geológico, ou seja, entende-se como a potencialidade de processos geológicos causarem transformações do meio físico, independentemente de suas consequências para as atividades humanas. A Figura 1 apresenta como exemplo, a uma carta geotécnica de suscetibilidade à movimentos gravitacionais de massa e inundações do município de Cuiabá / MT elaborada por Pinho & Silva (2022).

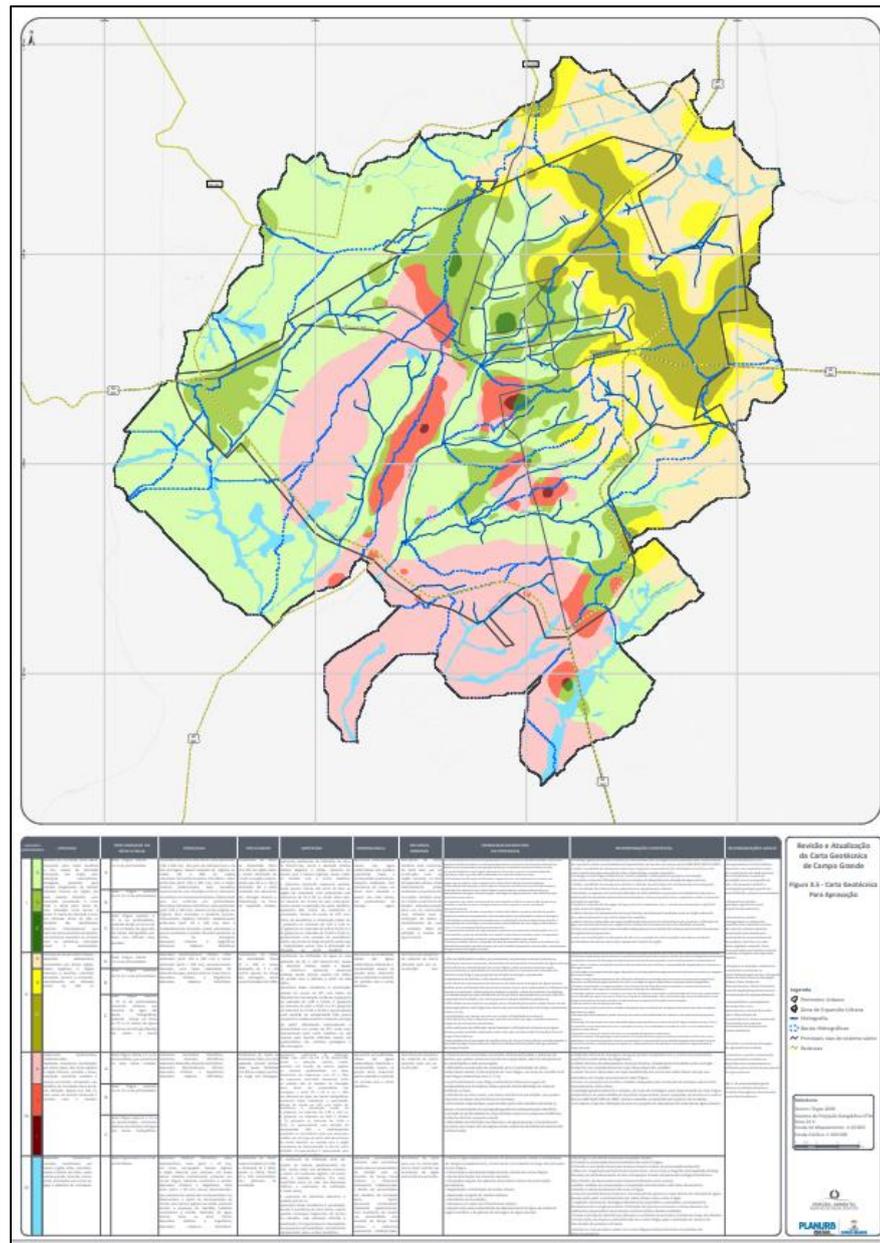
A carta de aptidão à urbanização, exemplificada na Figura 2, é usualmente elaborada em escala 1:10.000 com objetivo de orientar os novos projetos de parcelamento do solo e urbanização para evitar o surgimento de novas áreas de risco. Contém os elementos para sinalizar as áreas onde não se recomenda o uso que leve à permanência prolongada de pessoas, como também para indicar a necessidade de estudos especiais ou de obras de infraestrutura que evitem o desencadeamento de problemas geotécnicos (CABRAL DE SOUZA & DE SOUSA MORETTI, 2021).

Figura 1: Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundação do município de Cuiabá/MT.



Fonte: Pinho & Silva (2022).

Figura 2: Carta geotécnica de Campo Grande - MS.

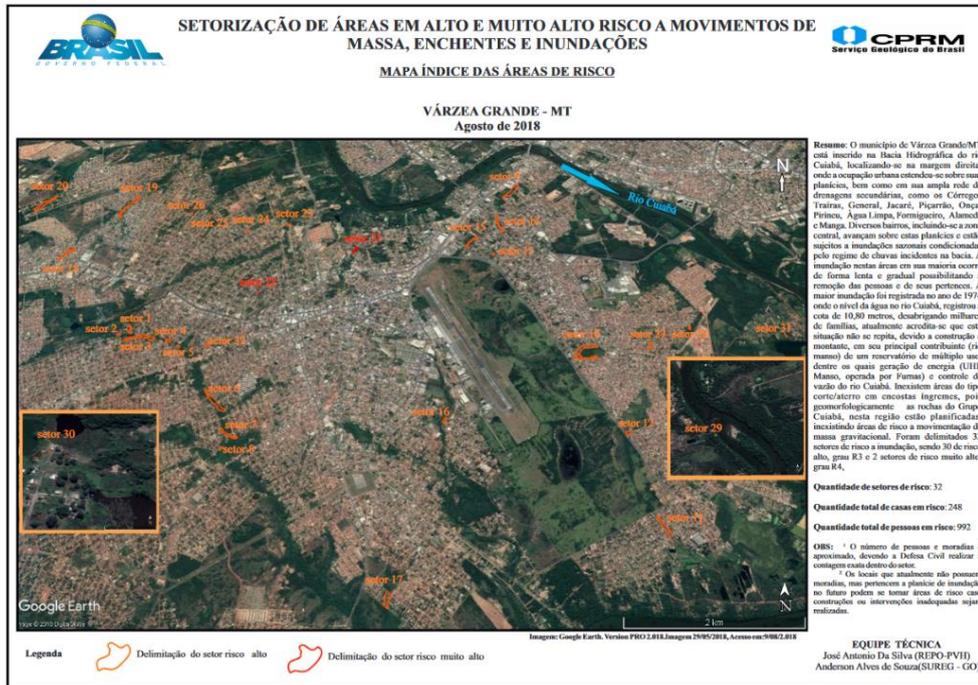


Fonte: Hidrosul Ambiental Serviços Geológicos (2020).

As cartas geotécnicas de risco são elaboradas para setores específicos do território, onde há um histórico de escorregamentos, erosões, inundações e outras ocorrências geotécnicas ou onde as outras cartas apontam potenciais problemas de risco geotécnico, a depender do tipo de obras efetuadas por ocasião da ocupação, são cartas em escala detalhe, em torno de 1:1000, que permitem a identificação de lotes e edificações (CABRAL DE SOUZA & DE SOUSA MORETTI, 2021).

A forma de apresentação dos produtos cartográficos desse tipo são: um mapa índice das áreas de risco, com escala visual compatível para mostrar todos os setores, ilustrado na Figura 3. e os mapas de cada setores com uma escala visual maior exemplificado na Figura 4.

Figura 3: Setorização de áreas de risco elaborado pelo Serviço Geológico Brasileiro no município Várzea Grande – MT.



Fonte: Silva & Souza (2018).

Figura 4: Setor 10 da carta geotécnica de risco de Várzea Grande - MT.



Fonte: Silva & Souza (2018).

## 2.2. PROCESSOS DA DINÂMICA SUPERFICIAL

Os processos da dinâmica superficial são os fenômenos capaz de modificar a superfície terrestre como os assoreamentos, erosão, inundações, movimentos gravitacionais de massa,

entre outros.

A erosão, é um conjunto de processos pelos quais os materiais da superfície terrestre são desagregados e transportados de um ponto a outro pelos agentes erosivos, tais como as geleiras, os rios, os mares, o vento ou a chuva. A erosão hídrica, exemplificada na Figura 5, tem a chuva como agente erosivo, manifestando sua ação em duas frentes: pela ação da gota e o escoamento superficial (BASTOS, 1999).

Figura 5: Ocorrência de erosão no sistema viário na comunidade do Coxipó Ouro, Cuiabá/MT..



Segundo Bitar (2014), o deslizamento é um movimento caracterizado por velocidade alta, que se desenvolve comumente em encostas com declividade e amplitude média a alta e segundo superfície de ruptura planar, circular ou em cunha. Os autores apontam que os escorregamentos geralmente são deflagrados por eventos de chuvas de alta intensidade ou com elevados índices pluviométricos acumulados.

A inundação, ilustrada na Figura 6, caracteriza-se pela elevação temporária do nível d'água relativo ao leito regular do canal em uma dada bacia de drenagem (BITAR, 2014). A bacia hidrográfica pode ser definida como a área onde são drenadas as águas das chuvas em direção a um determinado curso de água, que é, em geral, um rio. Desta maneira, uma bacia hidrográfica é formada por um rio principal e um conjunto de afluentes que deságuam neste rio principal (BELLO & BERTHOLINI, 2011).

Figura 6: Inundação na comunidade do Coxipó do Ouro em 2016.



Fonte: Retirado de OLIVEIRA (2023).

### 2.3. INVESTIGAÇÕES DE CAMPO

As investigações de campo são essenciais em qualquer obra de engenharia civil, uma vez que esta possibilita ao homem compreender os fenômenos geológicos de formação da crosta terrestre e solucionar os importantes problemas postos por diversos ramos da engenharia e tecnologia. Os dados obtidos nos ensaios de campo e posteriormente pelas interpretações feitas pelos geólogos e engenheiros geotécnicos são fundamentais para a elaboração e execução de qualquer projeto (BRITO & GOMES, 2018).

#### 2.3.1. Sondagem a trado

A sondagem a trado (ST) é um método de investigação geológica-geotécnica que utiliza a ferramenta de trado. Este serviço possibilita a identificação dos horizontes de solo, a determinação da profundidade do nível d'água, quando existente, e a coleta de amostra de solo deformada (ABNT, 2015). De acordo com a normal NBR 9603 (ABNT, 2015), a aparelhagem padrão para realizar a sondagem a trado é composta dos seguintes elementos principais:

- a) trado tipo cavadeira (ver Figura 7-a), com diâmetro mínimo de 63,5 mm;
- b) trado helicoidal ou espiral (ver Figura 7-b), com diâmetro mínimo de 63,5 mm;
- c) cruzetas, hastes e luvas de aço com diâmetro mínimo de 25 mm;
- d) ponteira constituída por peça de aço terminada em bisel, com 63 mm de largura e 200 mm de comprimento mínimo;
- e) chaves de grifo;
- f) medidor de nível d'água;

- g) metro ou trena;
- h) recipientes para amostras;
- i) parafinas ou fita colante;
- j) sacos plásticos e de lona; e
- k) etiquetas para identificação.

A Figura 7 apresenta os tipos de trados mais comuns ilustrados na norma NBR 9603 (ABNT, 2015).

Figura 7: Tipos de trados conforme a NBR 9603.



Fonte: NBR 9603 (ABNT, 2015).

### 2.3.2. Massa Específica Aparente Natural

Os ensaios para determinação da massa específica aparente natural, expressa em  $\text{g/cm}^3$ , corresponde a relação entre quantidade de massa e volume. Essa relação pode ser obtida de diversas maneiras: cravando um cilindro no solo com dimensões conhecidas e dividindo o peso total pelo volume do cilindro, descontando o peso do cilindro conforme NBR 9813 (ABNT, 2016a); a partir de corpos irregulares no qual obtém-se o volume por meio do peso imerso em água previamente envolto por parafina conforme NBR 16867 (ABNT, 2020); ou utilizando o método do frasco de areia descrita na NBR 7185 (ABNT, 2016b).

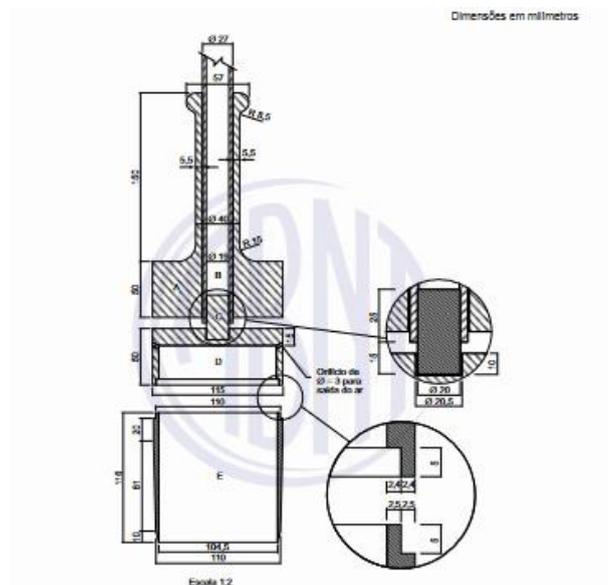
Seguindo a NBR 9813 (ABNT, 2016a), a execução do ensaio segue os seguintes passos. Assentar o cilindro de cravação, cujo interior deve estar levemente lubrificado com óleo, na superfície do terreno devidamente nivelada e isenta de partículas soltas. Em seguida, montar o restante do equipamento e iniciar a cravação do cilindro, por intermédio da queda livre do soquete de cravação, tomando-se o cuidado de manter a haste na posição vertical. A cravação deve ser contínua, até que o cilindro fique com sua borda superior 1,0 cm abaixo da superfície do terreno.

Em seguida, desmontar o conjunto de cravação e, com auxílio de pá e picareta, escavar o terreno circunvizinho ao cilindro. Escavar o solo por baixo do cilindro, a uma profundidade de no mínimo 5,0 cm abaixo da sua borda inferior. Utilizando a espátula, remover o excesso de solo e rasar ambas as faces do corpo de prova, com auxílio de régua biselada. É necessário repetir a operação, caso se verifique que:

- a amostra dentro do cilindro encontra-se amolgada, fissurada ou não é representativa do solo local;
- a amostra contém pedregulhos, raízes ou outros materiais estranhos;
- o cilindro não se encontra totalmente preenchido; e
- o cilindro danificou-se durante a cravação.

A massa do cilindro contendo o material deve ser determinada imediatamente, de modo a evitar perda de umidade, com resolução de 1,0 g. Remover, então, o corpo de prova do cilindro e, do centro dele, tomar uma amostra para determinação do teor de umidade, de acordo com a NBR 6457 (ABNT, 2016c). A Figura 8 apresenta um exemplo de cilindro de cravação ilustrado na NBR 9813 (ABNT, 2016a).

Figura 8: Equipamento de cravação para determinação da massa específica aparente pelo método de cravação segundo a norma NBR 9813 (ABNT, 2016a).



Fonte: NBR 9813 (ABNT, 2016a).

## 2.4. ENSAIOS DE LABORATÓRIO

A caracterização de um solo realizada por meio de ensaios em laboratório, tem as vantagens de ter um maior controle das condições do ensaio, do material a ser ensaiado e da precisão das medidas realizadas. Um outro fator a ser levado em consideração é o econômico, com os ensaios in situ sendo mais caros que os correspondentes ensaios de laboratório mesmo

com o custo adicional de obtenção das amostras indeformadas (NOGUEIRA, 2005).

#### 2.4.1. Ensaio de Granulometria por Peneiramento

O ensaio de granulometria tem como objetivo a obtenção da distribuição das partículas do solo por peneiramento ou por uma combinação de peneiramento com ou sem sedimentação (ABNT, 2016). O peneiramento consiste na passagem de uma quantidade de solo em um conjunto de peneiras que variam com a finalidade da caracterização.

A norma estabelece que os ensaios por peneiramento sejam realizados com as peneiras de 50 mm, 38 mm, 25 mm, 19 mm, 9,5 mm, 4,8 mm, 2,0 mm, 1,2 mm, 0,6 mm, 0,42 mm, 0,25 mm, 0,15 mm e 0,075 mm, de acordo com as NBR NM ISO 3310-1 e NBR NM ISO 3310-2.

#### 2.4.2. Ensaio de Limite de Liquidez e Plasticidade

Os limites de Atterberg referem-se ao limite de liquidez (LL) e limite de plasticidade (LP) sendo iguais aos valores de umidades que separam um estado de consistência do solo de outro (RIBEIRO & SOUZA, 2018), essa consistência pode ser classificada em sólido, semissólido, plástico e líquido.

### 2.5. SISTEMA UNIFICADO DE CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS – SUCS

Nesse sistema, todos os solos são identificados pelo conjunto de duas letras, como apresentado na Tabela 1. As cinco letras superiores indicam o tipo principal do solo e as quatro seguintes correspondem a dados complementares dos solos. Assim, SW corresponde a areia bem-graduada e CH, a argila de alta compressibilidade (PINTO, 2006).

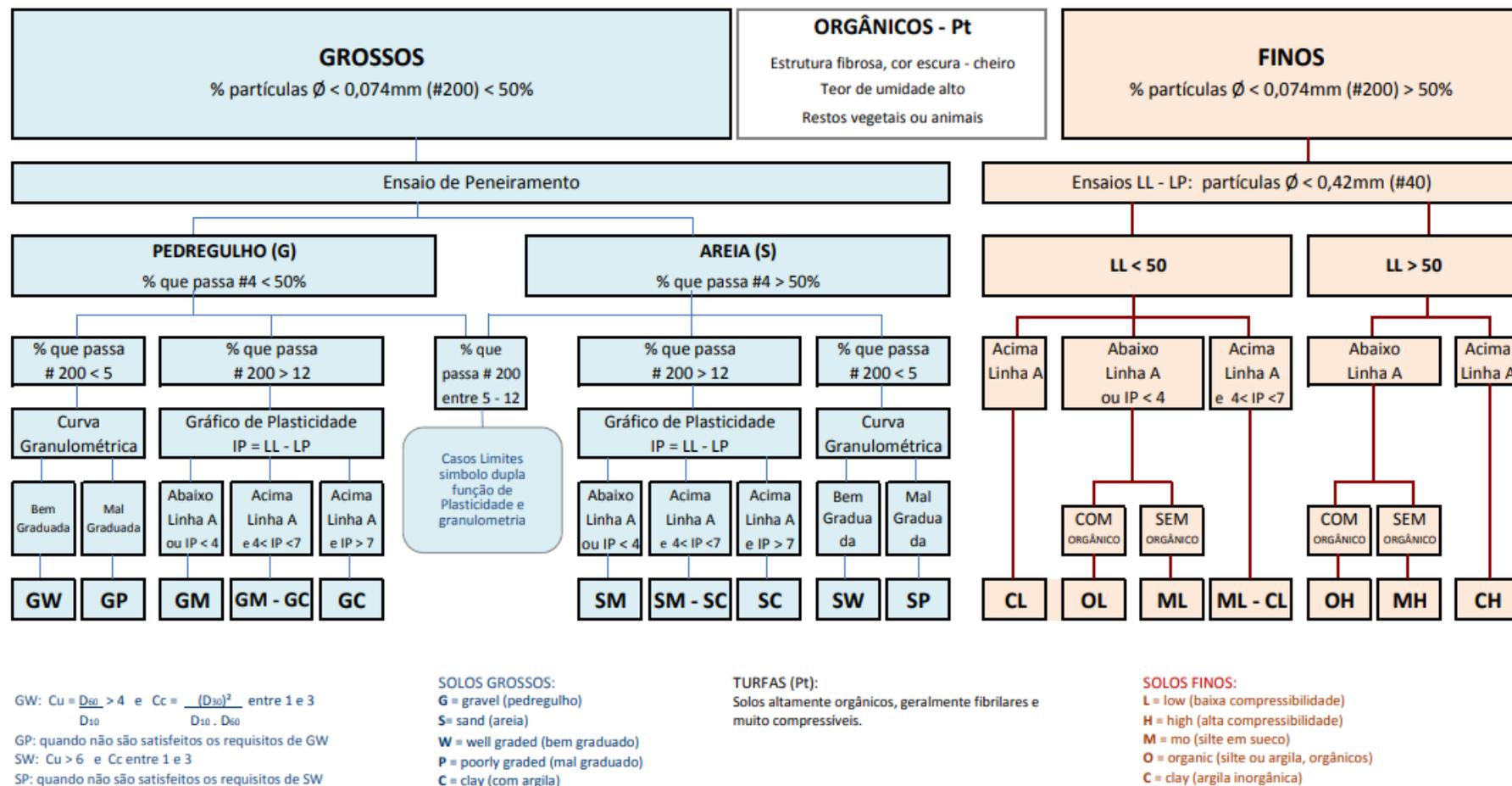
Tabela 1: Terminologia do Sistema Unificado de Classificação de Solos - SUCS.

Siglas	Textura	Siglas de Complemento	Descrição
G	Pedregulho	W	Bem graduado
S	Areia	P	Mal graduado
M	Silte	L	Baixa Compressibilidade
C	Argila	H	Alta Compressibilidade
O	Solo Orgânico	Pt	Turfas

Para a classificação por esse sistema, o primeiro aspecto a considerar é a porcentagem de finos presente no solo, considerando-se finos o material que passa na peneira no 200 (0,075 mm). Se a porcentagem for inferior a 50, o solo será considerado como solo de granulação grosseira, G ou S. Se for superior a 50, o solo será considerado de granulação fina, M, C ou O (PINTO, 2006).

A Figura 9 apresenta um fluxograma simplificado para a classificação dos solos utilizando o SUCS.

Figura 9: Fluxograma simplificado para utilização do Sistema Unificado de Classificação de Solos - SUCS.



Fonte: Santos (2017).

## CAPÍTULO 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Em termos metodológicos a elaboração do presente trabalho foi estruturado em quatro etapas sendo eles: (3.1) etapa de gabinete, (3.2) etapa de campo, (3.3) etapa de laboratório e a (3.4) etapa de análise e síntese dos dados.

### 3.1. ETAPA DE GABINETE

Durante a etapa de gabinete, foi realizado o levantamento da bibliografia buscando informações, em artigos, dissertações e teses, de diversas temáticas: geologia, geomorfologia, pedologia, uso e ocupação do solo e processos da dinâmica superficial. Ainda nessa etapa foi realizada a compilação de dados vetoriais e matriciais, enumerados na Tabela 2, das temáticas mencionadas que subsidiaram a elaboração na pesquisa.

Tabela 2: Resumo dos dados compilados e produzidos com suas respectivas escalas, formatos e fontes.

Abrangência	Temática dos dados	Escala / Resolução	Formato	Fonte
Bacia do Rio Coxipó	Geologia	1:100.000	Vetorial	Thomé Filho (2004)
	Geomorfologia	1:100.000	Vetorial	Thomé Filho (2004)
	Pedologia	1:100.000	Vetorial	Thomé Filho (2004)
	Modelo Digital de Elevação	10 a 15 metros (Altimétrica)	Matricial	Valeriano e Rosseti (2011)
	Hipsometria		Matricial	Elaborado pelo autor
	Declividade		Matricial	Elaborado pelo autor
	Vegetação	1:250.000	Vetorial	IBGE (2021)
Comunidade do Coxipó do Ouro	Uso e Ocupação do Solo	2 metros (Espacial)	Matricial	Elaborado pelo autor
	Litologia	1:25.000	Vetorial	Tarden e Rosa (2020)
	Imagem Cbers-4A 10 de outubro de 2022	Bandas vermelho, azul, verde (8m) e pancromática (2m) (Espacial)	Matricial	INPE (2023)
	Solos para engenharia	1:25.000	Vetorial	Elaborado pelo autor

#### 3.1.1. Mapa de Uso e Ocupação do Solo

Para a elaboração do mapa uso e ocupação do solo, foi utilizado a técnica de classificação supervisionada utilizando uma composição colorida fusionada, das bandas do vermelho, verde, azul e pancromática, utilizando imagens do satélite CBERS-4A do dia 10 de outubro de 2022, atingindo uma resolução final de dois metros.

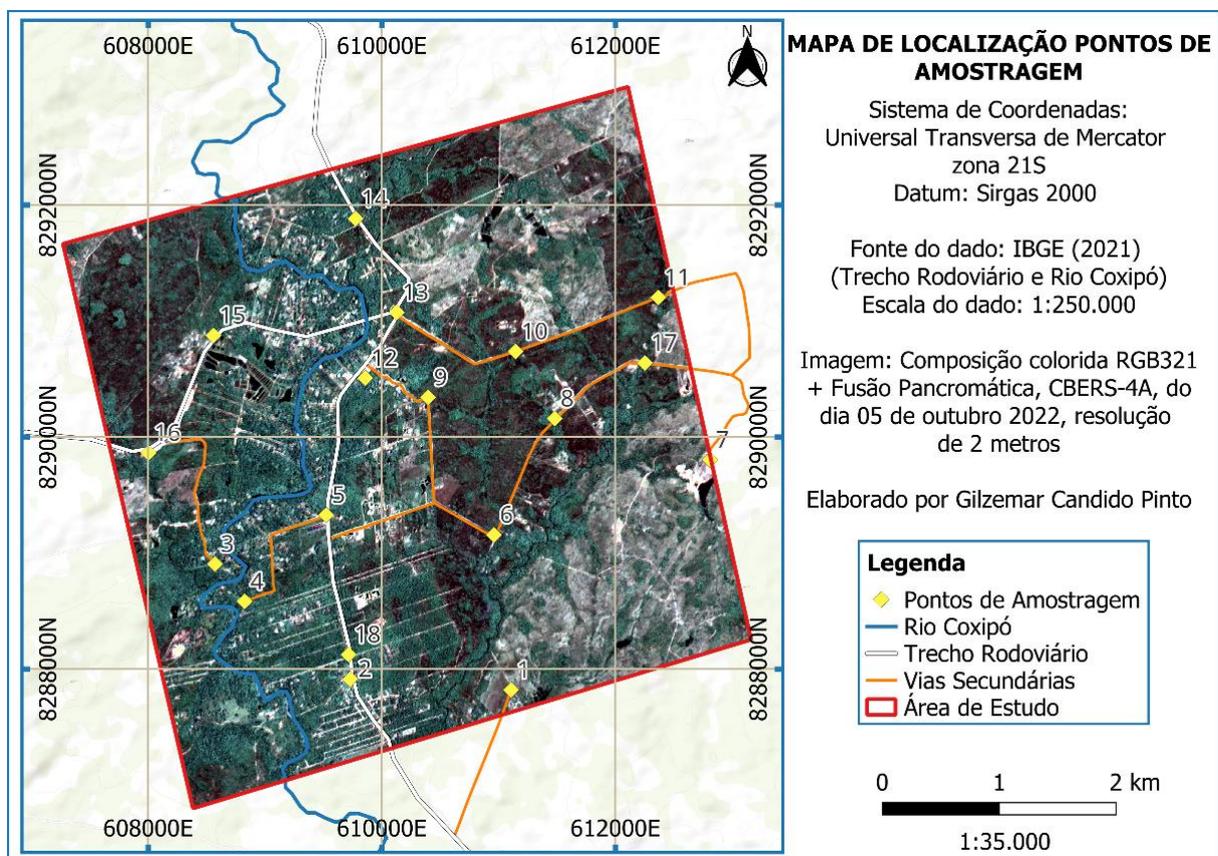
A classificação de imagens em sensoriamento remoto é a identificação de feições na imagem, isto é, a tradução dos diversos padrões de energia eletromagnética refletida em classes de cobertura terrestre. A classificação supervisionada é o procedimento utilizado com maior frequência para análise quantitativa de dados de imagens de sensoriamento remoto (SANTOS, *et al.* 2019). Foram coletadas amostras na imagem representativas para cada uso e cobertura do

solo que serviu como parâmetro de entrada para a classificação supervisionada, realizada no programa ArcMap. Foram definidas as classes de solo exposto, vias pavimentadas, edificações, campo, água, vegetação de pequeno porte, vegetação de médio e grande porte e matas galerias.

### 3.2. ETAPA DE CAMPO

Na etapa de campo foram visitados dezoito pontos, representados na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, com intuito de coletar amostras deformadas de solo para realizar ensaios de caracterização e elaborar uma carta de solos para fins de engenharia na escala 1:25.000.

Figura 10: Mapa de localização pontos selecionados para amostragem.



A Tabela 3 resume as informações locais e os tipos de investigações e ensaios de campo realizados nos pontos de amostragem.

Tabela 3: Coordenadas dos pontos de amostragem no sistema de coordenadas UTM - Sirgas 2000 – Zona 21S.

Número do ponto	UTM - Sirgas 2000 – Zona 21S		Investigações de campo	
	Longitude	Latitude	Sondagem a Trado	Massa específica aparente
01	611119,80	8287833,18	Sim	Sim
02	609732,31	8287913,55	Não	Sim
03	608572,99	8288901,82	Não	Sim
04	608825,19	8288581,50	Não	Sim

Tabela 3 (Continuação): Coordenadas dos pontos de amostragem no sistema de coordenadas UTM - Sirgas 2000 – Zona 21S.

Número do ponto	UTM - Sirgas 2000 – Zona 21S		Investigações de campo	
	Longitude	Latitude	Sondagem a Trado	Massa específica aparente natural
05	609536,78	8289317,76	Não	Sim
06	610967,51	8289165,73	Sim	Sim
07	612835,94	8289728,59	Sim	Sim
08	611484,02	8290157,78	Não	Não
09	610396,51	8290339,60	Sim	Sim
10	611146,19	8290733,34	Não	Sim
11	612365,82	8291201,98	Não	Sim
12	609858,75	8290508,33	Sim	Sim
13	610126,52	8291076,20	Não	Sim
14	609776,74	8291881,24	Não	Sim
15	608559,59	8290871,61	Não	Sim
16	608002,54	8289862,90	Não	Sim
17	612253,87	8290638,70	Não	Sim
18	609716,14	8288123,79	Sim	Sim

### 3.3. ETAPA DE LABORATÓRIO

As amostras foram preparadas segundo a norma NBR 6457 (ABNT, 2016c) no Laboratório de Infraestrutura de Geotecnia – GeoInfra, Campus Várzea Grande - UFMT. Em seguida foram executados os ensaios granulometria por peneiramento conforme a NBR 7181 (ABNT, 2016d), limites de Atterberg seguindo a NBR 6459 (ABNT, 2016e) e NBR 7180 (ABNT, 2016f) conforme os procedimentos explicitados a seguir nos subitens 3.3.1 ao 3.3.3.

#### 3.3.1. Massa Específica Aparente Natural

O cilindro de cravação foi colocado na superfície do terreno e devidamente nivelado. Em seguida, foi montado o restante do equipamento e iniciado a cravação do cilindro, por intermédio da queda livre do martelo utilizado na cravação, tomando-se o cuidado de manter o cilindro na posição vertical. A cravação foi contínua, até que o cilindro ficasse com sua borda superior 1,0 cm abaixo da superfície do terreno.

Em seguida, com auxílio de pá e espátula, o terreno circunvizinho ao cilindro foi escavado. Utilizando a espátula, o excesso de solo foi removido e ambas as faces do corpo de prova foram niveladas. A massa do cilindro contendo o material foi determinada imediatamente, de modo a evitar perda de umidade, com resolução de 0,1 g.

#### 3.3.2. Ensaio de Granulometria por Peneiramento

Seguindo a norma NBR 7181 (ABNT, 2016d), o ensaio de granulometria por peneiramento foi executado seguindo os seguintes passos. Determinar com as resoluções da

Tabela 4 seguinte a massa da amostra seca em temperatura ambiente. Passar este material na peneira de 2,0 mm, tomando-se a precaução de desmanchar no almofariz todos os torrões eventualmente ainda existentes, de modo a assegurar a retenção na peneira somente dos grãos maiores que a abertura da malha.

Tabela 4 Resolução e capacidade nominal das balanças a serem utilizadas conforme a dimensão dos grãos.

Dimensão dos grãos maiores contidos na amostra mm	Balança a ser utilizada	
	Capacidade nominal kg	Resolução g
> 25	10,0	1,0
5 a 25	5,0	0,5
< 5	1,5	0,1

Fonte: NBR 7181 (ABNT, 2016d).

Para determinação da distribuição granulométrica do material, apenas por peneiramento, proceder conforme descrito na norma. Foi lavado a parte retida na peneira de 2,0 mm a fim de eliminar o material fino aderente e secar em estufa a 105 °C ou 110 °C, até constância de massa. O material assim obtido é usado no peneiramento grosso que consiste em pesar o material retido na peneira de 2,0 mm e utilizando-se o agitador mecânico, foi passado esse material nas peneiras de 50 mm, 38 mm, 25 mm, 19 mm, 9,5 mm e 4,8 mm.

Para o peneiramento fino, do material passado na peneira de 2,0 mm, tomar cerca de 120 g para o ensaio de peneiramento fino e cerca de 100 g para três determinações da umidade higroscópica de acordo com a NBR 6457 (ABNT, 2016c). Pesado o material com resolução de 0,01 g e posteriormente lavado na peneira de 0,075 mm o material assim obtido, vertendo-se água potável à baixa pressão.

Em seguida, secado o material retido na peneira de 0,075 mm em estufa, à temperatura de 105 °C a 110 °C, até constância de massa, e, utilizando-se o agitador mecânico, passado nas peneiras de 1,2 mm, 0,6 mm, 0,42 mm, 0,25 mm, 0,15 mm, 0,075 mm. Anotado com resolução de 0,01 g as massas retidas acumuladas.

Na presente pesquisa não foram realizados ensaios de sedimentação devido a predominância de solos granulares na região.

### 3.3.3. Ensaio de Limite de Liquidez e Plasticidade

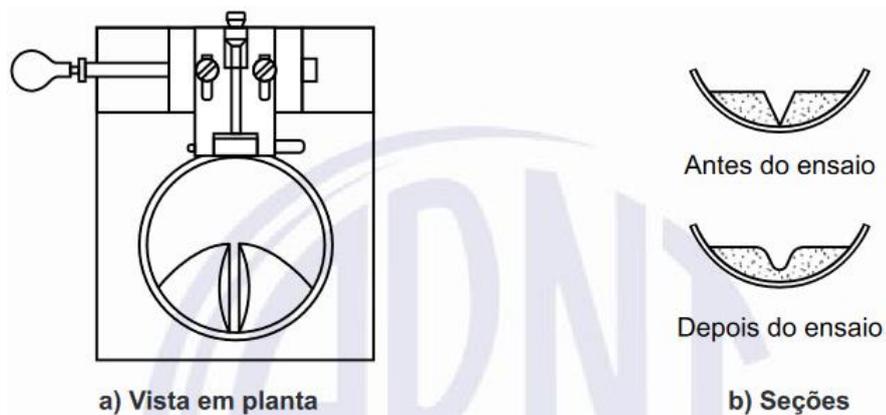
O ensaio plasticidade foi padronizado pela norma NBR 7180 (ABNT, 2016f). Iniciado colocando a amostra na cápsula de porcelana foi seguido da adição de água destilada em pequenos incrementos, amassando e revolvendo, vigorosamente e continuamente, com o auxílio da espátula, de forma a obter uma pasta homogênea, de consistência plástica. O tempo ideal de homogeneização deve estar compreendido entre 15 e 30 min, sendo o maior intervalo

de tempo para solos mais argilosos.

Tomado cerca de 10 g da amostra preparada com secagem prévia e formar uma pequena bola, que foi rolada sobre a placa de vidro com pressão suficiente da palma da mão para lhe dar a forma de cilindro. Quando o cilindro se fragmentar, com diâmetro de 3 mm e comprimento da ordem de 100 mm transferido imediatamente as partes deste para um recipiente adequado.

Já o ensaio de Limite de Liquidez foi realizado conforme a NBR 6459 (ABNT, 2016e). Primeiramente a amostra de solo foi dividida em duas partes, passando o cinzel por meio desta, de maneira a abrir uma ranhura em sua parte central, normalmente à articulação da concha, conforme indicado na Figura 11. O cinzel deve ser deslocado perpendicularmente à superfície da concha.

Figura 11: Aspecto da ranhura na massa de solo utilizada no ensaio de limite de liquidez.



Fonte: NBR 6459 (ABNT, 2016e).

Devem ser realizadas com a concha na mão do operador e quando houver dificuldade na abertura da ranhura, deve-se tentar obtê-la por passagem sucessiva e cuidadosa do cinzel.

Figura 12: Equipamento Casagrande preenchido com a pasta homogênea de solo.



Fonte: Cunha (2022).

### 3.4. ETAPA DE ANÁLISE E SÍNTESE DOS DADOS

Nesta etapa estão detalhados os métodos utilizados na elaboração das cartas de suscetibilidade a erosão, de solos para fins de engenharia e da carta síntese.

#### 3.4.1. Carta de solos para fins de engenharia

Nessa etapa, foram realizadas as interpretações dos ensaios feito em laboratório, no intuito de caracterizar e classificar os solos para fins de engenharia, elaborando uma carta de solos da comunidade do Coxipó do Ouro na escala 1:25.000. A classificação adotada foi o SUCS descrito no item 2.5.

Coefficiente de uniformidade (Cu) é a razão entre os diâmetros correspondentes a 60% (d60) e 10% (d10), tomados na curva granulométrica, a equação  $Cu = d60 / d10$ , esta relação indica, na realidade, ausência de uniformidade, pois seu valor diminui quanto mais uniforme for o material. Consideram-se de granulometria muito uniforme os solos com  $Cu < 5$ , de uniformidade média se  $5 < Cu < 15$  e desuniforme, quando  $Cu > 15$  (CAPUTO, 1988).

Define-se ainda, complementarmente, o coeficiente de curvatura do solo (Cc) como  $(d30) / d60 \times d10$ , onde d30 é o diâmetro correspondente a 30%. Para solos bem graduados seu valor está compreendido entre um e três enquanto para solos mal graduados, os valores se apresentam acima ou abaixo de três (CAPUTO, 1988).

Denomina-se índice de plasticidade (IP) à diferença entre os limites de liquidez (LL) e de plasticidade (LP). Os solos poderão ser classificados em: fracamente plásticos  $1 < IP < 7$ , medianamente plásticos  $7 < IP < 15$  e altamente plásticos  $IP > 15$  (CAPUTO, 1988).

Em seguida essas informações foram cruzadas com os dados de hipsometria e declividade para delimitação da abrangência das classes.

#### 3.4.2. Carta de suscetibilidade a erosão

A carta de suscetibilidade a erosão foi elaborada utilizando a metodologia de superposição indexada que consiste na soma ponderada de notas. O primeiro passo, de acordo com Silva *et al.* (2016), consiste na definição dos pesos que variaram de 0 a 1 para os atributos e notas de 0 a 5 para cada classe, de maneira que quanto maior a nota, maior a susceptibilidade.

Utilizando o SIG ArcMAP, empregando as mesmas técnicas de Silva, *et al.*, (2016), os dados foram convertidos para o formato matricial seguida da superposição indexada utilizando a ferramenta calculadora de matrizes que permite combinar as variáveis e gerar a carta de susceptibilidade. A Tabela 5 apresenta os valores de pesos dos atributos e notas das classes que ocorrem na área de estudo.

Tabela 5: Pesos e notas definidas para os atributos selecionadas e classes observados.

Atributos	Pesos	Classes	Notas
Uso e Ocupação	0,20	Água	0
		Solo exposto	5
		Campo	3
		Vegetação de pequeno porte	3
		Vegetação de média, grande porte e mata de galeria	1
Pedologia	0,35	Plintossolo Pétrico Concrecionário Distrófico argissólico (FFcd1)	3
		Plintossolo Pétrico Concrecionário Distrófico típico (FFcd3)	3
		Plintossolo Pétrico Concrecionário Distrófico Típico (FFcd5)	4
		Plintossolo Pétrico Concrecionário Distrófico típico ou léptico (FFcd6)	4
		Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico (CXbd2)	5
		Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico (CXbd3)	5
Geologia	0,20	Lente metarenito branco	5
		Lentes de metatilito	2
		Metapelito	2
		Metassiltito	3
		Intercalação metassiltito com metarenito	3
		Metarenito Cinza ou Bege	5
		Filito	2
Declividade	0,25	0 - 3%	1
		3 - 8%	2
		8 - 20%	3
		20 - 45%	4

A Equação 1, a seguir, indica a soma ponderada realizada para obter a carta de suscetibilidade à erosão.

$$Suscetibilidade = Peso_{Temática\ 1}(Valor_{Temática\ 1}) + (\dots) + Peso_{Temática\ n}(Valor_{Temática\ n}) \quad Eq. 1$$

Onde n é igual ao número de atributos na superposição.

A suscetibilidade a erosão foi dividida em três classes sendo elas suscetibilidade a erosão baixa, moderada e alta.

### 3.4.3. Carta síntese dos fenômenos geodinâmicos externos

Para a elaboração da carta síntese dos fenômenos geodinâmicos externos, foi realizada a sobreposição da carta suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações, elaborado por Pinho & Silva (2022) e a da carta de suscetibilidade à erosão, cujo método de elaboração está descrita no item 3.4.2. Essa abordagem foi escolhida para evitar um número demasiado de unidades a partir de uma eventual intersecção dos diferentes dados temáticos.

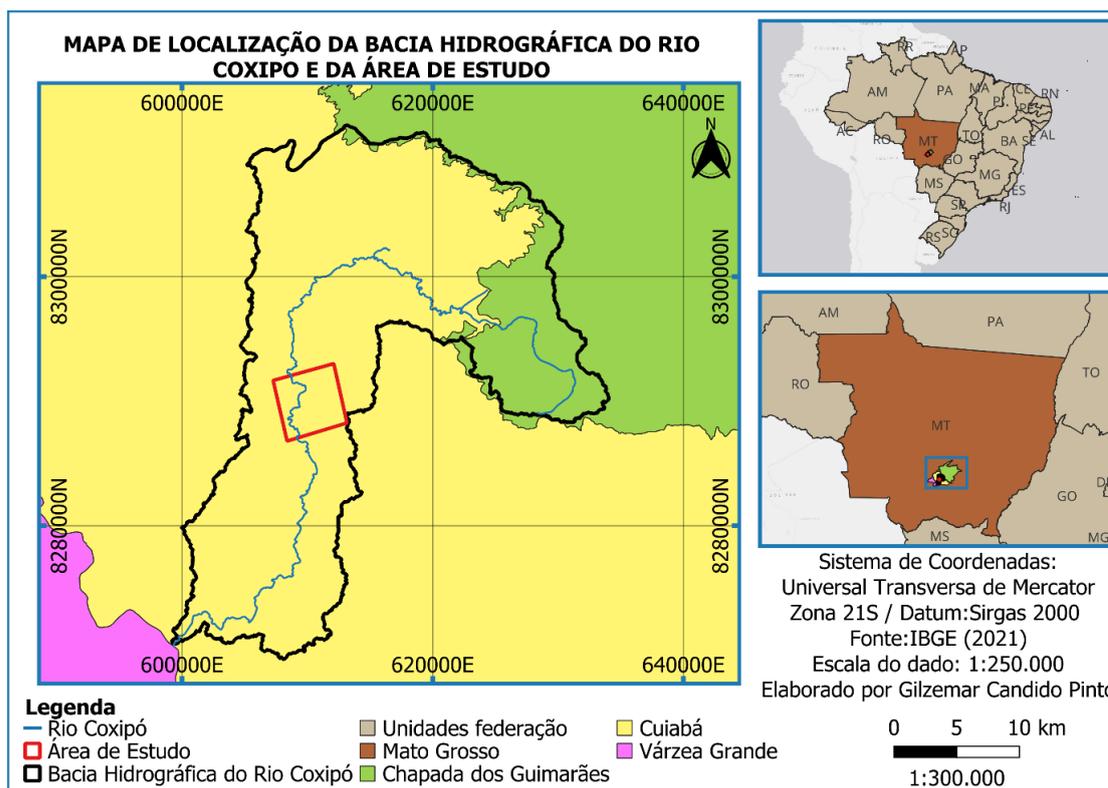
## CAPÍTULO 4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Este capítulo apresenta informações sobre a geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e clima da área de estudo. Cada seção deste capítulo trata de um dos aspectos mencionados no âmbito da bacia do Rio Coxipó e no entorno da comunidade do Coxipó do Ouro, área de enfoque do estudo.

### 4.1. LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO

A comunidade do Distrito do Coxipó do Ouro (Figura 13) está localizada na bacia hidrográfica do Rio Coxipó, entre os distritos do Coxipó do Ouro na porção norte e do Coxipó da Ponte na porção sul. A área de estudo, referente ao entorno da comunidade do Distrito do Coxipó do Ouro, possui cerca de 24,68 km<sup>2</sup> e corresponde a 3,7% da área (aproximadamente de 670 km<sup>2</sup>) da bacia hidrográfica do Rio Coxipó.

Figura 13: Mapa de localização da bacia hidrográfica do Rio Coxipó e da área de estudo.

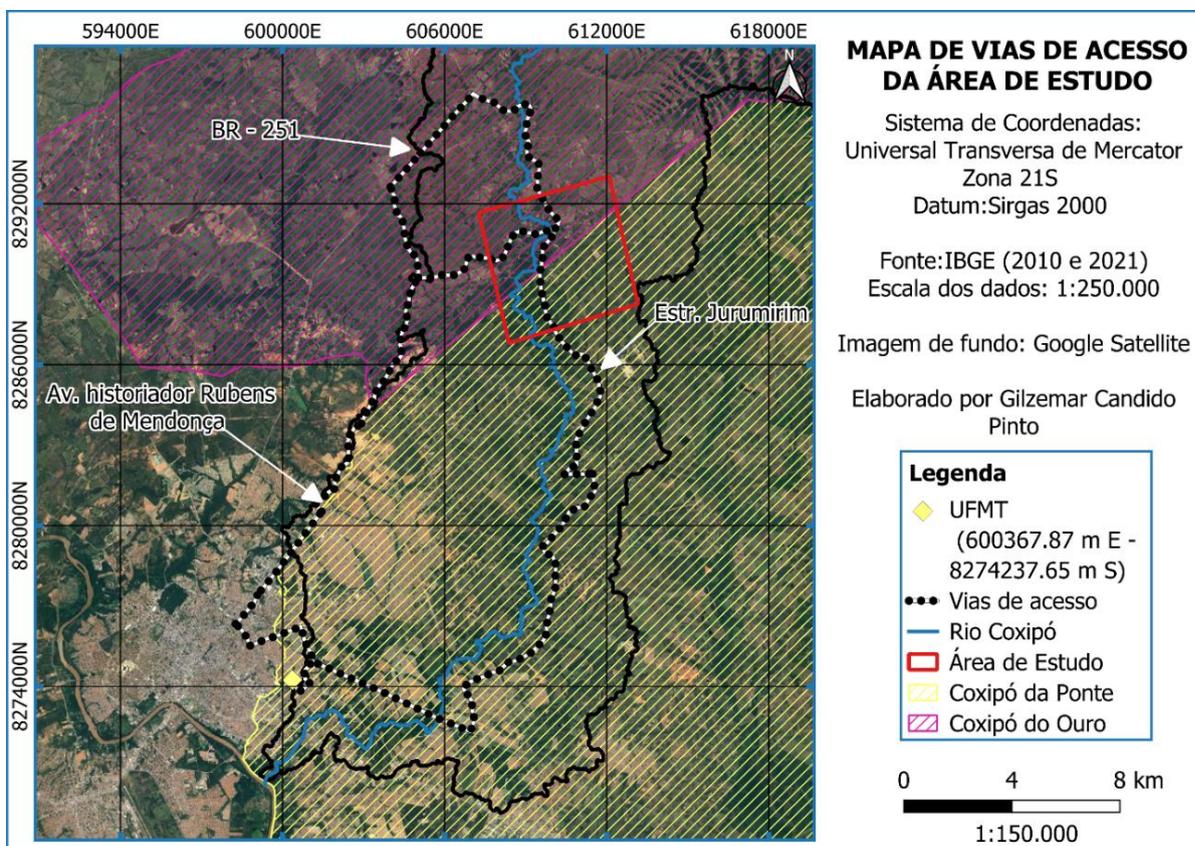


Fonte: Modificado IBGE (2021).

Usando como referência o campus da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), no Bairro Boa Esperança, existem três opções de vias acesso para chegar na área de estudo. Na rota mais curta, o acesso é realizado pela Avenida Érico Preza e depois Avenida Dante Martins de Oliveira, finalizando na estrada Jurumirim, totalizando uma distância de aproximadamente 25,5 km. O segundo trajeto é a através da BR-251, com uma distância de cerca de 33 km. O

terceiro percurso pela Avenida Historiador Rubens de Mendonça corresponde a um trajeto por volta de 26 km. As três rotas de acesso estão ilustradas na Figura 14.

Figura 14: Mapa de vias de acesso da área de estudo.



Fonte: Modificado IBGE (2010 e 2021).

#### 4.2. CONTEXTO HISTÓRICO

O Coxipó do Ouro recebeu este nome por causa dos bandeirantes que subiam às águas em busca de índios para serem escravizados. Os índios reagiram e os bandeirantes desistiram da ideia de capturá-los, assim, permaneceram no lugar porque acharam ouro às margens do rio (NETO, 2019). No Distrito Coxipó da Ponte, inaugurado em 1897 e tombado em 1984, a denominação Coxipó da Ponte é de origem geográfica, em relação ao Rio Coxipó e pela instalação de ponte com estrutura metálica, em 1897 (PORTAL MATOGROSSO, 2020).

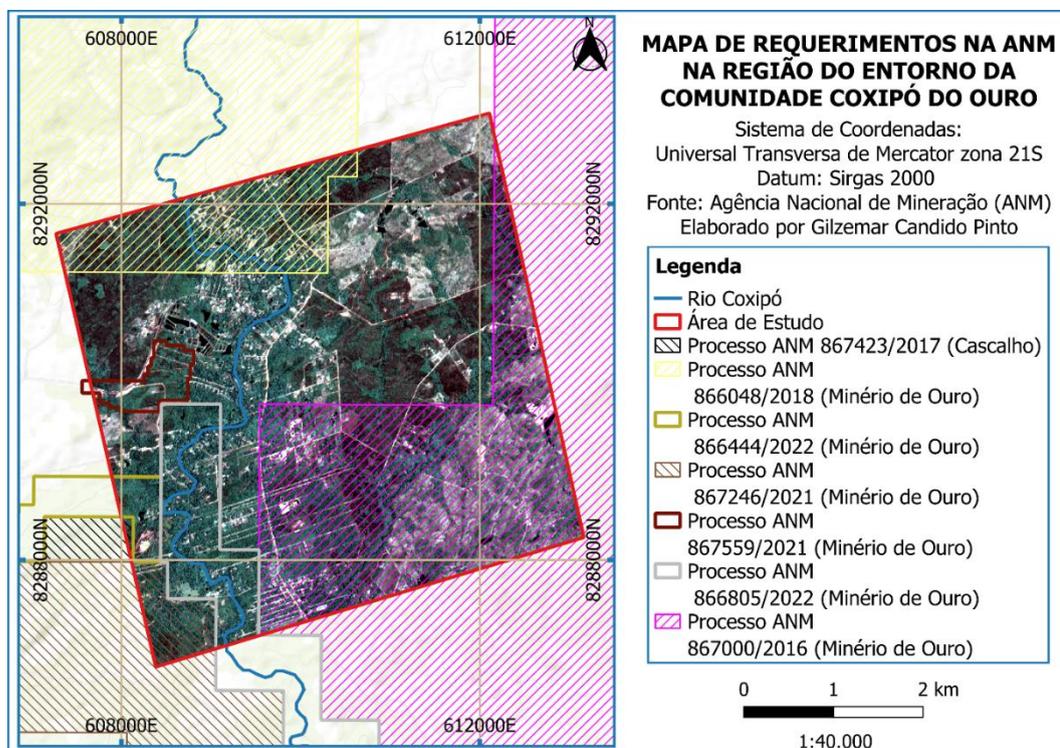
Aproximadamente no encontro do Rio Mutuca com o Coxipó os bandeirantes encontraram ouro de aluvião. A comitiva estava mais interessada nos índios coxiponé, mas a bravura dos mesmos fez com que a exploração do ouro valesse a viagem (UEMURA, 2016).

Nos últimos dez anos, a região do Coxipó do Ouro tem interesses pela exploração do minério de Ouro, como mostra a

Figura 15, visto que existem sete processos de requerimento da Agência Nacional de

Mineração (ANM) que interceptam a área da comunidade do Coxipó do Ouro.

Figura 15: Mapa de requerimentos na Agência Nacional de Mineração na região do entorno da comunidade Coxipó do Ouro.



Fonte: Modificado ANM (2023).

#### 4.3. GEOLOGIA REGIONAL

A região de Cuiabá é constituída principalmente por rochas metassedimentares dobradas do Grupo Cuiabá, de baixo grau metamórfico, fácies xisto-verde, compreendendo a unidade tectônica Faixa Paraguai, desenvolvida durante o Ciclo Pan-Africano/Brasiliano entre 1.000e500Ma (THOMÉ FILHO *et al.*, 2004).

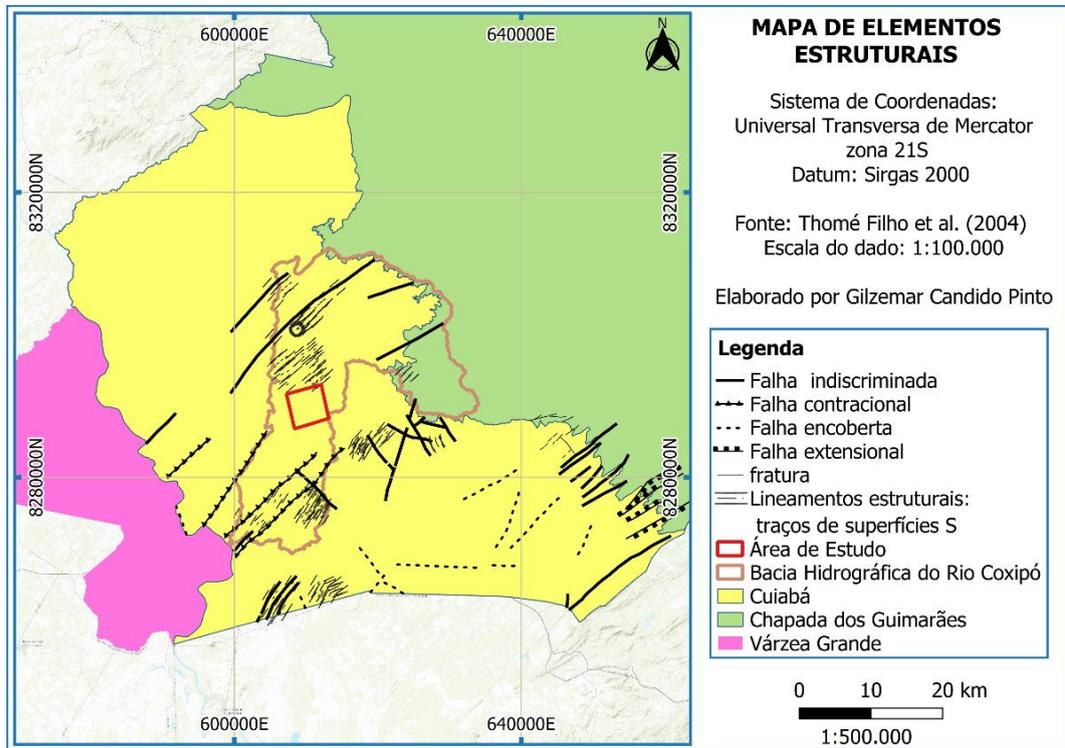
Os elementos estruturais, do município de Cuiabá são ilustrados na Figura 16, com uma predominância de falhas indiscriminada, falhas contracionais e lineamentos estruturais do tipo traços de superfícies S, na bacia do rio Coxipó.

Na região, norte/nordeste da bacia do rio Coxipó se localiza a cidade da Chapada dos Guimarães, na qual a litologia é composta por rochas sedimentares pertencentes à Bacia do Paraná.

Thomé Filho *et al.*, (2004) identificaram na bacia do Rio Coxipó a ocorrência das seguintes unidades geológicas: as formações Botucatu (J3K1bt), Furnas (D1f), Pantanal (Q1p1) e Ponta Grossa (Dpg), as subunidades do Grupo Cuiabá 5 (NPcu5), 6 (NPcu6) e 7 (NPcu7), além das Coberturas detrito-lateríticas (NQdl), Coberturas detrito-lateríticas ferruginosas (Qdl)

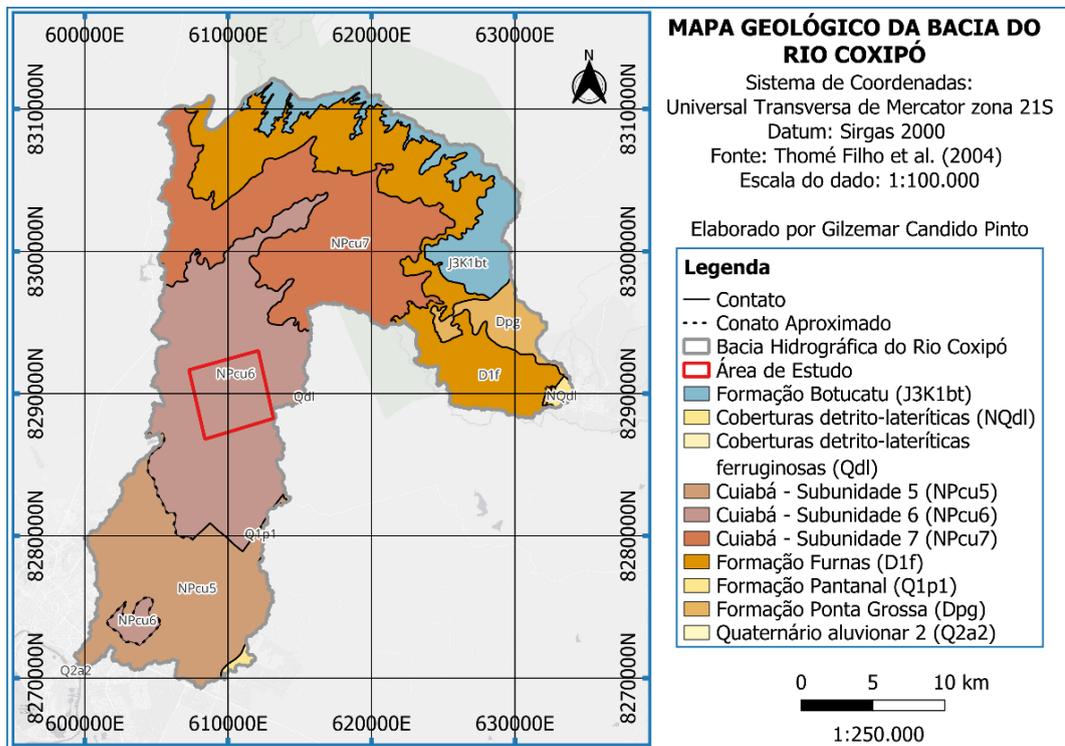
e Quaternário aluvionar 2 (Q2a2), conforme a Figura 17.

Figura 16: Mapa de elementos estruturais identificados por Thomé Filho et al. (2004).



Fonte: Modificado Thomé Filho et al., (2004).

Figura 17: Mapa geológico da bacia do Rio Coxipó elaborado por Thomé Filho et al., (2004).



Fonte: Modificado (Thomé Filho et al., 2004).

As descrições da geologia regional apresentada a seguir são baseadas em Thomé Filho et al. (2004):

A Formação Botucatu (J3K1bt), litologicamente é formada por arenitos finos a médios, bimodais, vermelhos, com grãos de quartzo bem arredondados, com boa esfericidade, com superfície fosca e recobertos por uma película ferruginosa, sendo comum cimento silicoso ou ferruginoso. Apresentam estratificações cruzadas acanaladas de grande porte, bem como estratificação cruzada tabular, tangencial na base e estratificação plano-paralela (THOMÉ FILHO *et al.*, 2004).

A Formação Furnas (D1f), aflora sob a forma de uma faixa estreita, com a borda sul escarpada, em contato com rochas dos grupos Cuiabá e Rio Ivaí desde as cabeceiras do rio Bandeira na Folha Acorizal, passando pela localidade denominada Portão do Inferno, a oeste da cidade de Chapada dos Guimarães, ultrapassando o limite leste da área na região das cabeceiras do rio Aricá-Açu, totalizando 176km<sup>2</sup>, o que corresponde a menos de 3% da área total. Da base para o topo é representada por arenitos conglomeráticos que gradam para arenitos puros, de cor branca a amarelada, localmente arroxeados, com estratificações cruzadas do tipo hummocky que por sua vez passam a arenitos com estratificações cruzadas por ondas. Em geral apresentam granulação média a grossa com grãos de quartzo subangulosos a subarredondados, friáveis, imaturos e feldspáticos na base. O contato inferior com as rochas do Grupo Cuiabá é por discordância angular (inconformidade) e com as rochas do Grupo Rio Ivaí por discordância erosiva. O contato superior com a Formação Ponta Grossa é transicional. Na região sua espessura não ultrapassa os 100m (THOMÉ FILHO *et al.*, 2004).

A Formação Pantanal (Q1p1), corresponde a antigos terraços de inundação dessas drenagens e é formada principalmente por sedimentos arenosos semi-consolidados, de cor cinza-claro a amarelados, de granulação fina a média e com grãos bem arredondados e polidos. São comuns intercalações de canga limonítica onde predominam fragmentos de quartzo, quartzito, metarenito e metarcóseos com cimento ferruginoso (THOMÉ FILHO *et al.*, 2004).

A Formação Ponta Grossa (Dpg), litologicamente é representada por siltitos e arenitos finos que quando inalterados são de tonalidade creme passando a avermelhadas e arroxeadas quando alterados (THOMÉ FILHO *et al.*, 2004).

Na Subunidade do Grupo Cuiabá 5 (NPcu5), as rochas predominantes são filitos e filitos sericíticos ocorrendo subordinadamente intercalações de metarcóseos, metarenitos, quartzitos e mais raramente metamicroconglomerados. Na área, a Subunidade do Grupo Cuiabá 6 (Npcu6) é representada litologicamente por filitos conglomeráticos com intercalações de metarenitos e

mais raramente de quartzitos enquanto a Subunidade do Grupo Cuiabá 7 (Npcu7), litologicamente é constituída por metaparaconglomerados petromíticos (diamictitos), com raríssimas intercalações de filitos e metarenitos (THOMÉ FILHO *et al.*, 2004).

As Coberturas detrítico-lateríticas (NQdl), são as lateritas mais espessas que ocorrem numa área muito pequena dentro do projeto do SIG Cuiabá. Formam um aquífero intergranular descontínuo livre e possui alta vulnerabilidade natural à poluição, considerando o aquífero em si, no entanto, serve de barreira de proteção ao aquífero subjacente. As Coberturas detrítico-lateríticas ferruginosas (Qdl), que ocorrem na Baixada Cuiabana, são muito finas. Marcam eventos de flutuação da superfície do lençol freático (THOMÉ FILHO *et al.*, 2004).

O Quaternário aluvionar 2, (Q2a2), é constituída por sedimentos inconsolidados predominantemente arenosos, de granulação média a grosseira e com grãos subangulosos a subarredondados, com níveis de cascalhos e lentes silto-argilosas. São depósitos de acresção lateral de margem de canal e de carga de fundo incluindo barras em pontal, barras de meio de canal, e depósitos de carga de fundo e ainda na planície de inundação principalmente dos rios Cuiabá e Aricá-Açu, em ambiente lacustrino e com meandros abandonados (THOMÉ FILHO *et al.*, 2004).

No mapeamento do Thomé Filho (2004), na escala 1:100.000, a comunidade do Distrito do Coxipó do Ouro está inserida na subunidade 6 do Grupo Cuiabá (NPcu6), com a seguinte descrição: Filitos Conglomeráticos com matriz areno-argilosa contendo clastos de quartzo, filito e quartzitos, com intercalações subordinadas de metarenitos.

#### **4.3.1. Geologia da área de estudo**

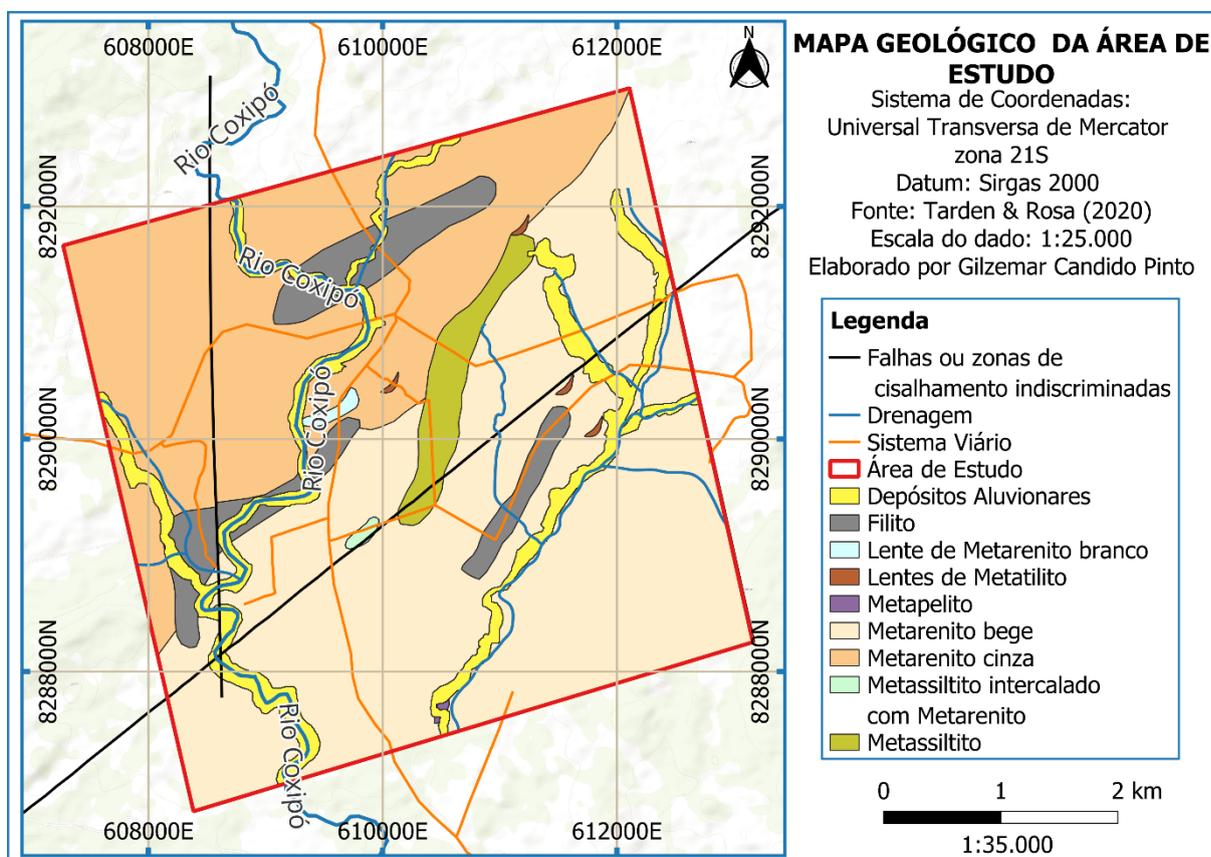
Tarden e Rosa (2020) elaboram um mapeamento na escala de 1:25.000 no entorno da comunidade do Coxipó do Ouro (Figura 18). Elas identificaram os seguintes litotipos: Intercalação de Filito cinza e verde (membro pai Joaquim), Metarenito bege (membro pai Joaquim), Metarenito cinza (membro pai Joaquim), Metassiltito (membro pai Joaquim), Metapelito (membro pai Joaquim), Metatilitos (membro Marzagão) e o Depósitos Aluvionares.

A intercalação de filito cinza e verde (membro pai joaquim), a rocha descrita é o filito que contém a cor de cinza intercalando com porções verdes, possui matriz argilosa de granulação fina com presença de grãos médios de quartzo arredondados, com textura lepitoblástica com clivagem ardosiana. Apresenta acamamento S0 que varia de N304/38 a N338/66 (TARDEN & ROSA, 2020).

O metasiltito (membro pai joaquim), a rocha descrita nessa unidade é o metasiltito, possui uma granulação muito fina de cor bege, possui textura granoblástica com estrutura de foliação. As autoras observaram que S0 está paralelo a S1 as medidas tomadas pelas autoreas

Tarden & Rosa (2020), foram N325/48 SE e N330/62 SE respectivamente.

Figura 18: Mapa geológico da área de estudo com escala de 1:25.000 elaborado por Tarden & Rosa (2020).



Fonte: Modificado Tarden & Rosa (2020).

O metapelite (membro pai joaquim), a rocha descrita é o metapelite, possui a matriz argilosa de cor bege e presença de grãos médios de quartzo angulosos, possui percolação de óxido de ferro pelas fraturas paralelas ao acamamento e percolação de cloritização no Sn. Possui uma textura lepidoblástica com estrutura de clivagem ardosiana (TARDEN & ROSA, 2020).

O metarenito bege (membro pai joaquim), a rocha descrita nessa unidade é o metarenito fino de cor bege, possui uma granulação de fina com presença de grãos médios de quartzo, presença de pirita em processo de oxidação formando óxido de ferro com textura granoblástica, estrutura maciça, presença de alteração hidrotermal de veio de quartzo e cloritização associados aos morros. O metarenito cinza (membro pai joaquim), A rocha presente nessa unidade é o metarenito fino cinza, composto por grãos de quartzo de granulação fina a média, conforme o grau de intemperismo aplicado sobre a rocha. Possui uma textura granoblástica com estrutura maciça. Observou-se o acamamento S0 paralelo ao S1 e as medidas tomadas variaram entre N304/38NE e N340/38NE. As autoras Tarden & Rosa (2020), notaram a presença de múltiplas fraturas na rocha.

Os metatilitos (membro marzagão), a rocha de metatilito apresenta uma matriz arenosa

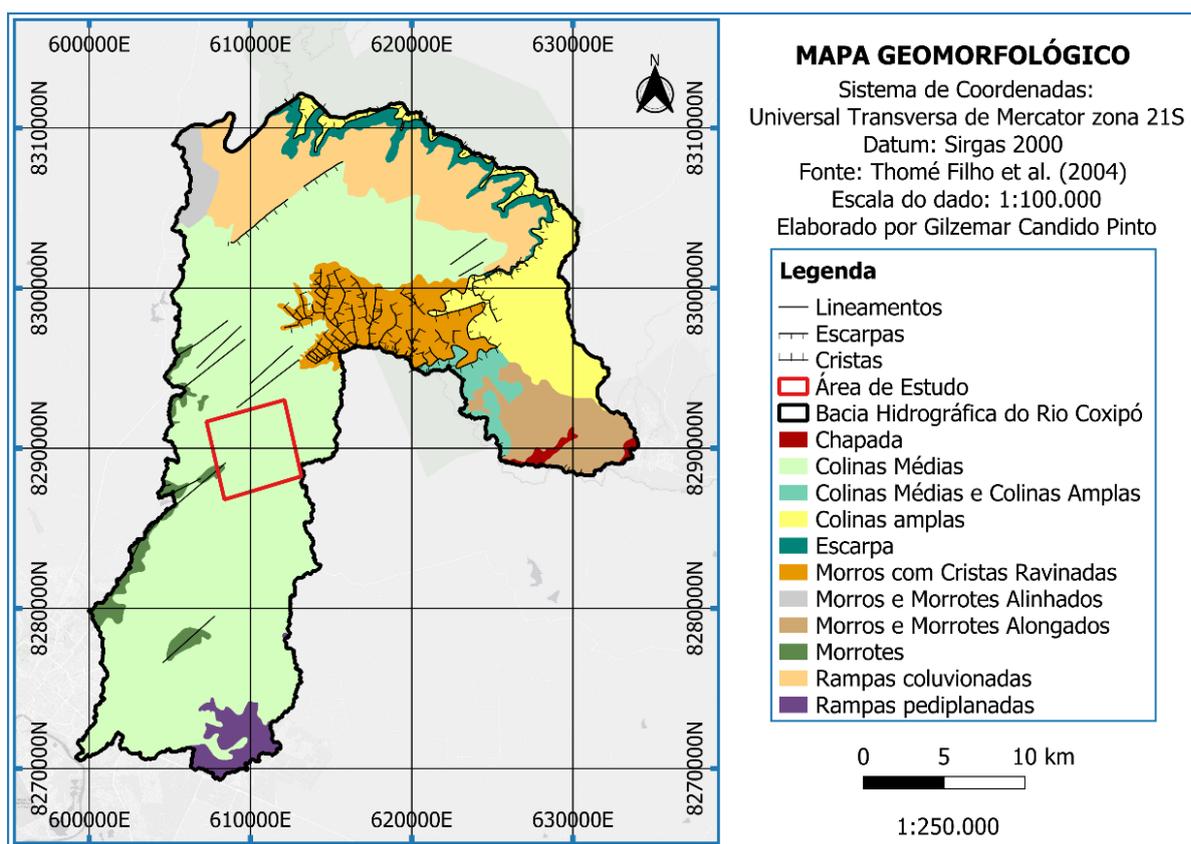
de cor cinza com presença de seixos e matacões pingados angulosos de quartzitos que variam de 1 a 25cm, além do processo de alteração de cloritização. A rocha possui uma textura porfiroclástica com estruturas maciças (TARDEN & ROSA, 2020).

Os depósitos aluvionares, na área de depósitos aluvionares ativos possui uma matriz lamosa com grãos de finos a médios de areia com seixos de quartzito arredondados. As autoras observaram a transição do depósito ativo (leito atual do rio) para o inativo (terraços de inundação). A vegetação predominante é mata ciliar com transição do cerrado (TARDEN & ROSA, 2020).

#### 4.4. GEOMORFOLOGIA

As descrições acerca da geomorfologia da bacia do rio Coxipó foram retiradas de Thomé Filho *et al.*, (2004), na escala de 1:100.000 cuja representação cartográfica é apresentada na Figura 19.

Figura 19: Mapa geomorfológico da bacia do Rio Coxipó elaborado por Modificado Thomé Filho *et al.*, (2004).



Fonte: Modificado Thomé Filho *et al.* (2004).

Thomé Filho *et al.* (2004) identificaram as unidades geomorfológicas da Chapada, colinas amplas, colinas média, colinas médias e colinas amplas, escarpa, morros com cristas ravinadas, morros e morrotes alinhados, morros e morrotes alongados, morrotes, planície fluvial - terraço baixo e rampas coluvionadas. Na área de estudo ocorre predominantemente as

unidades geomorfológicas colinas médias e de maneira isolada a unidade de morrotes.

As Chapadas representam superfícies conservadas do Planalto dos Guimarães, caracterizando-se por formas tabulares de suave dissecção, ocupando posições de cimeira, pequena amplitude, baixa declividade, interflúvios extensos e aplanados, vertentes com perfil retilíneo, drenagem de baixa densidade, padrão paralelo, vales abertos (THOMÉ FILHO *et al.*, 2004).

As Colinas amplas caracterizam-se por formas de relevo em rampa com suave dissecção, pequena amplitude, baixa declividade, baixa densidade de drenagem, amplos interflúvios, topos extensos e aplanados, padrão de drenagem paralelo, vertentes com perfil retilíneo, vales abertos (THOMÉ FILHO *et al.*, 2004).

As Colinas médias e colinas amplas apresentam formas de relevo com média dissecção, declividade média, topos extensos e aplanados, vertentes com perfis retilíneos a convexos, drenagem de baixa densidade, padrão paralelo, vales abertos a fechados (THOMÉ FILHO *et al.*, 2004).

A Escarpa trata-se de uma unidade de relevo, com uma configuração relativamente estreita, alongada e sinuosa, com grande amplitude, alta declividade devido ao perfil retilíneo e subvertical da encosta, baixa densidade de drenagem, topos estreitos e angulosos, padrão de drenagem paralelo (THOMÉ FILHO *et al.*, 2004).

Os Morros com cristas ravinadas apresentam formas de relevo com forte dissecção, amplitude média, alta declividade, média densidade de drenagem de cursos d'água perenes, e alta densidade dos cursos d'água intermitentes e efêmeros, interflúvios médios, topos restritos e angulosos formando cristas, vertentes ravinadas com perfil retilíneo, padrão de drenagem perene com padrão paralelo, vales fechados (THOMÉ FILHO *et al.*, 2004).

As Colinas Médias apresentam média dissecção, pequena amplitude, declividade média, interflúvios médios, topos extensos, arredondados, perfis das vertentes convexos a retilíneos, densidade de drenagem média, padrão sub retangular a dendrítico, vales abertos a fechados (THOMÉ FILHO *et al.*, 2004).

Os Morros e morrotes alinhados estão associados ao controle estrutural da faixa de dobramentos, apresentando forte dissecção, amplitude média, alta declividade (> 30%), média densidade de drenagem, interflúvios médios, topos restritos, convexos, ligeiramente arredondados, vertentes com perfil retilíneo, padrão de drenagem paralelo a retangular, vales fechados (THOMÉ FILHO *et al.*, 2004).

Os Morros e morrotes alongados apresentam formas de relevo com forte dissecção, amplitude média a elevada, alta declividade, topos restritos e arredondados, vertentes com

perfis retilíneos a convexos, drenagem de média densidade, pequenos interflúvios, padrão paralelo a subdendrítico, vales estreitos (THOMÉ FILHO *et al.*, 2004).

Os Morrotes apresentam dissecação média, declividade média, amplitude pequena a média, topos restritos e arredondados, vertentes com perfil convexo a retilíneo, média densidade de drenagem, interflúvios médios, padrão dendrítico, vales fechados a abertos (THOMÉ FILHO *et al.*, 2004).

A Planície fluvial - terraço baixo corresponde a uma superfície plana de formato alongado, desenvolvida em alguns trechos do rio Aricá-Açu com inundações frequentes e presença de áreas alagadas, constituindo depósitos aluviais em superfícies praticamente planas ou levemente inclinadas, formando um patamar entre o limite externo do canal fluvial e os depósitos sedimentares atuais (THOMÉ FILHO *et al.*, 2004).

As Rampas coluvionadas ocupam uma área equivalente a da Unidade de Colinas Médias, correspondendo à extensa área localizada nas porções centro-sul e centro-oeste, na bacia do ribeirão Cocais, e nas porções centro-norte, nordeste e leste, na bacia do rio Aricá-Açu, estendendo-se do sopé da frente de escarpas, e das cristas ravinadas, até as superfícies planas dos leques fluviais que compõem o Pantanal Mato-grossense, bem como na porção noroeste, em uma pequena área no interior da Depressão Dissecada (THOMÉ FILHO *et al.*, 2004).

#### **4.4.1. Geomorfometria**

Neste tópico serão apresentadas as cartas de declividade e hipsometria da bacia do Rio Coxipó e da área de estudo.

##### **4.3.1.1. Hipsometria**

A hipsometria é uma importante técnica de representação mediante o uso de cores para registrar o estudo do relevo, ou seja, o estudo da elevação do terreno. Nessa técnica geralmente é utilizado um sistema de graduação de tonalidades (NESI & BIZ, 2020). A carta de hipsometria da bacia do Rio Coxipó, com variação altimétrica entre 105 m e 735 m, foi elaborada com oito classes com intervalos de 105 m (Figura 20).

A carta de hipsometria da área de estudo foi elaborada com oito classes, em intervalos de 10 metros. Observa-se que as faixas entre 180 e 210 metros são as elevações predominantes como mostra a

Figura 21.

Figura 20: Mapa de hipsometria da bacia do Rio Coxipó.

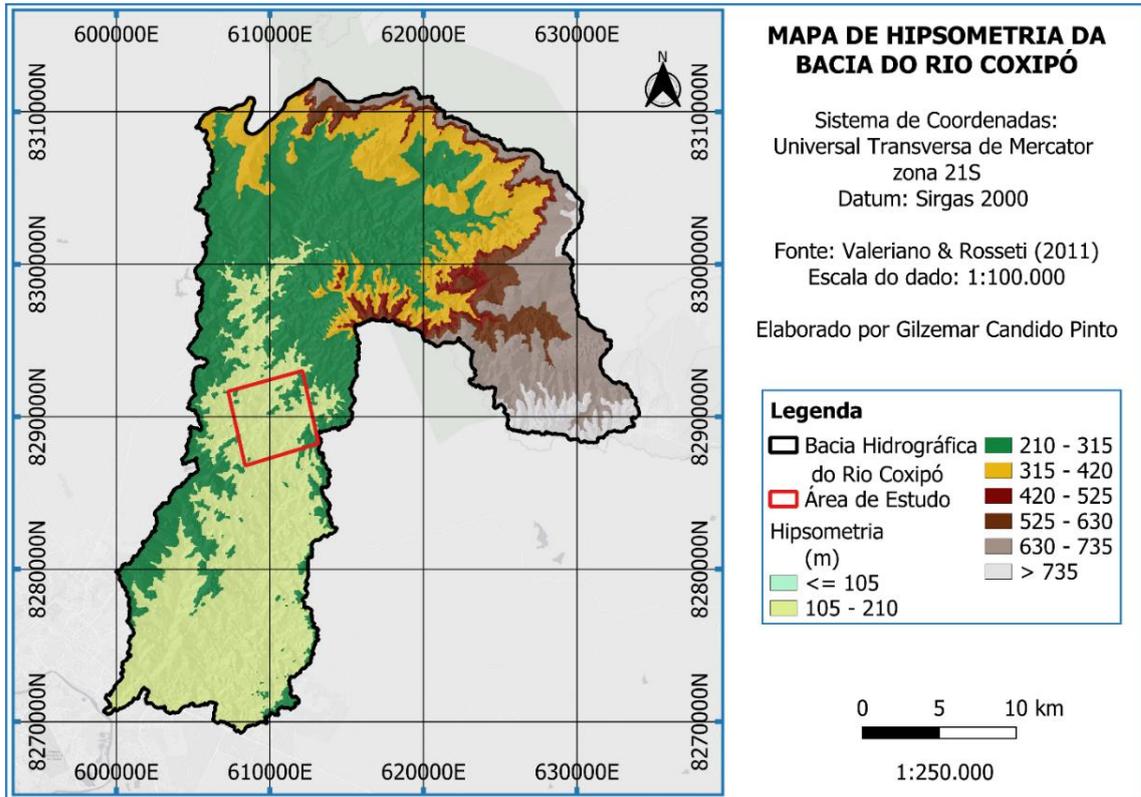
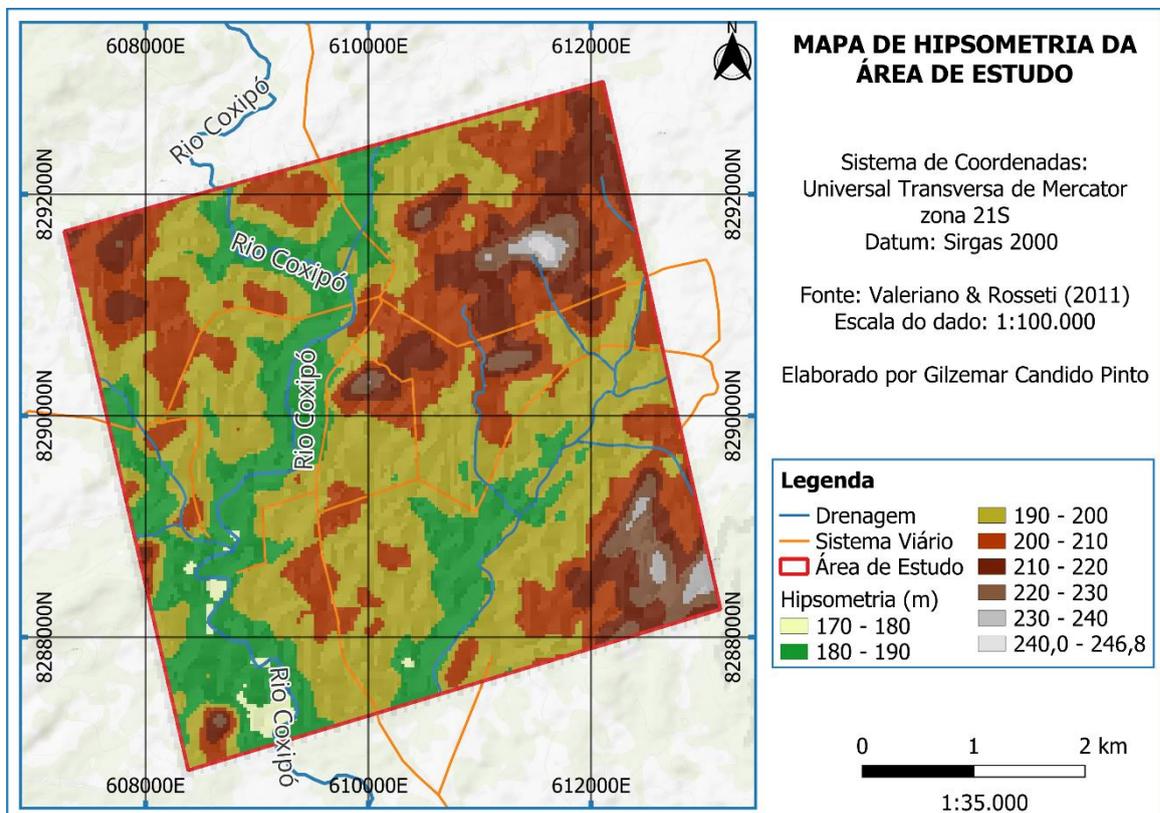


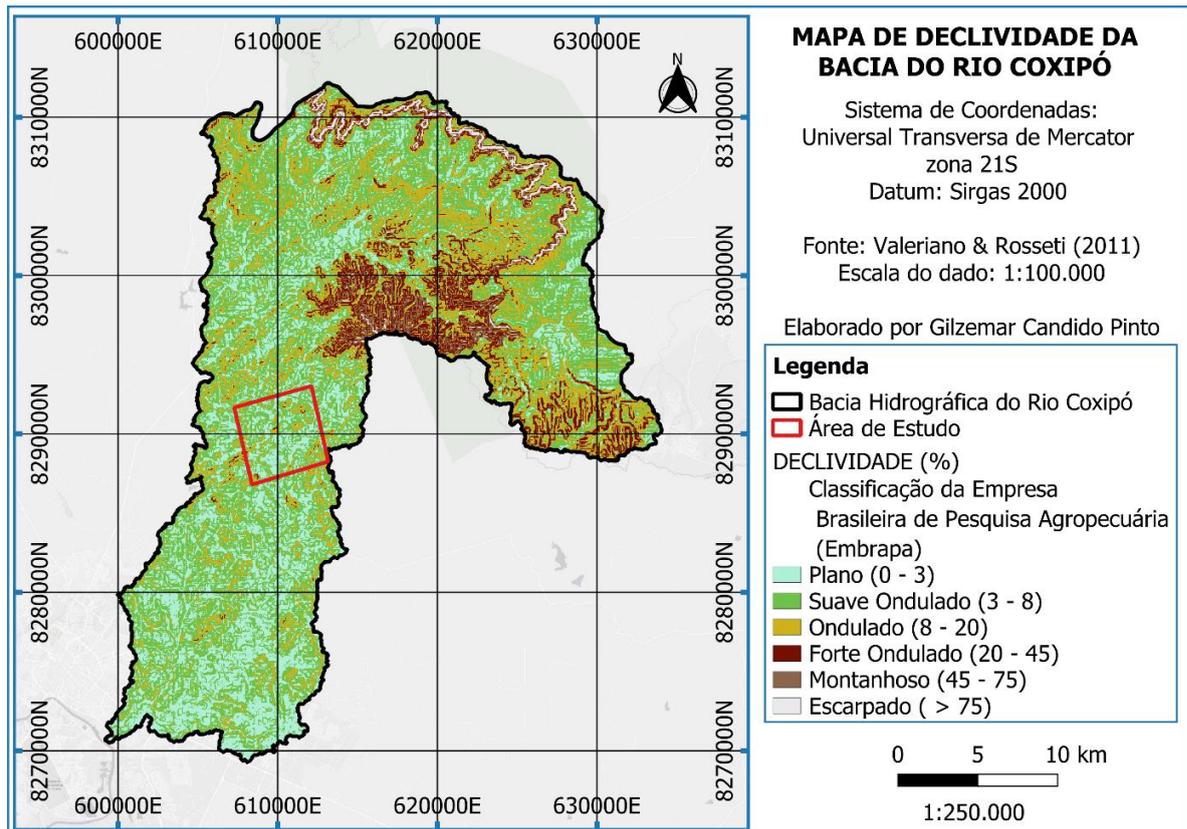
Figura 21: Mapa de hipsometria da área de estudo.



#### 4.3.1.2. Declividade

A bacia hidrográfica do Rio Coxipó, apresenta todas as classes (Figura 22) de declividade, aquelas classificadas pela Embrapa (1979) são elas: plano (0 a 3%), suave ondulado (3% a 8%), ondulado (8% a 20%), forte ondulado (20% a 45%), montanhoso (45% a 75%) e escarpado (> 75%).

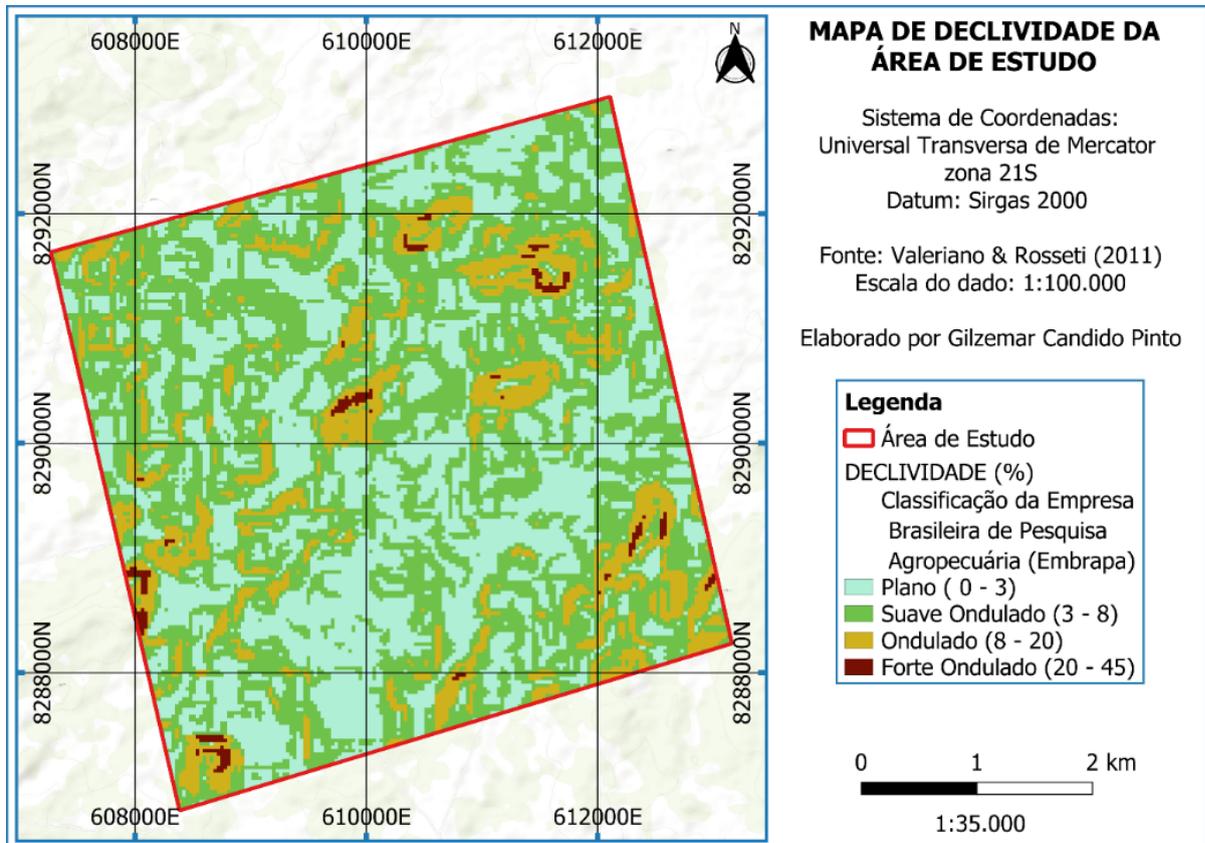
Figura 22: Mapa de declividade da bacia do Rio Coxipó.



Na área de estudo foram observadas declividades inferiores a 45%, porém, as classes mais abundantes na área do estudo são plano e suave ondulado como pode ser observado na Figura 23.

As declividades superiores a 20% podem ser observadas no planalto dos Guimarães, no município de Chapada dos Guimarães, no norte e nordeste da bacia do Rio Coxipó, enquanto as declividades inferiores a 20% estendem-se pela depressão Cuiabana no município de Cuiabá, no centro pra porção sul da bacia do Rio Coxipó.

Figura 23: Mapa de declividade da área de estudo.

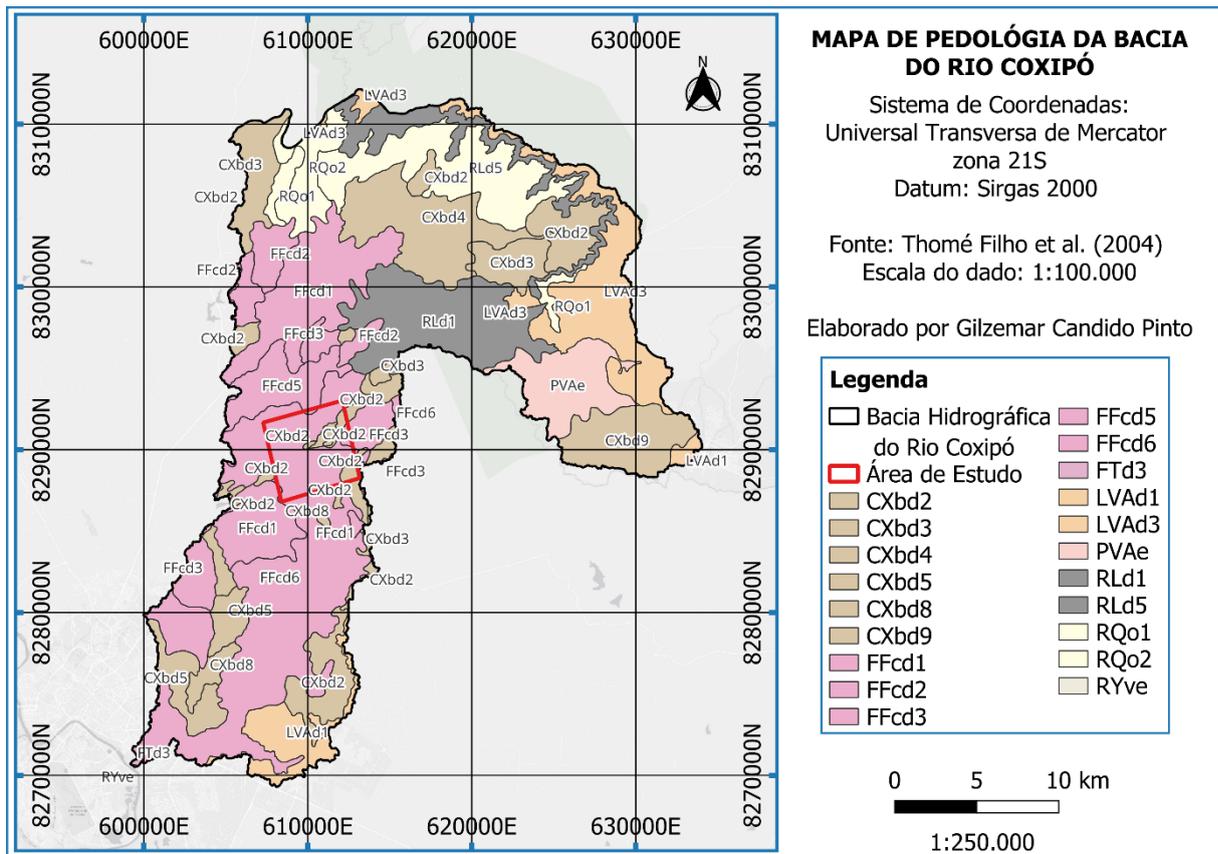


Fonte: Modificado Valeriano e Rosseti (2011).

#### 4.5. PEDOLOGIA

Thomé Filho *et al.*, (2004) identificaram na bacia do Rio Coxipó a ocorrência das seguintes unidades pedológicas (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**): Argissolo vermelho-amarelo eutrófico típico (PVAe); Cambissolo Háptico Tb Distrófico Argissólico (CXbd5); Cambissolo Háptico Tb Distrófico Latossólico (CXbd8); Cambissolo Háptico Tb Distrófico latossólico (CXbd9); Cambissolo Háptico Tb Distrófico típico (CXbd2; CXbd3 e CXbd4); Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico Típico (LVAd1); Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico Típico (Lvad3); Neossolo Flúvico Ta e Tb Eutrófico e Distrófico vérticos ou típico (RYve); Neossolo Litólico Distrófico típico (RLd1 e RLd5); Neossolo Quartzarênico Órtico típico (RQo1); Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico (RQo2); Plintossolo Argilúvico Distrófico típico (FTd3); Plintossolo Pétrico Concrecionário Distrófico câmbico (FFcd2); Plintossolo Pétrico Concrecionário Distrófico argissólico (FFcd1); Plintossolo Pétrico Concrecionário Distrófico típico ou léptico (FFcd6); e o Plintossolo Pétrico Concrecionário Distrófico Típico (FFcd3 e FFcd5). Somente as classes da área de estudo serão descritas no tópico a seguir.

Figura 24: Mapa de pedologia da bacia do Rio Coxipó elaborado por Thomé Filho et al., (2004).



Fonte: Modificado Thomé Filho *et al.*, (2004).

#### 4.5.1. Pedologia da área de estudo

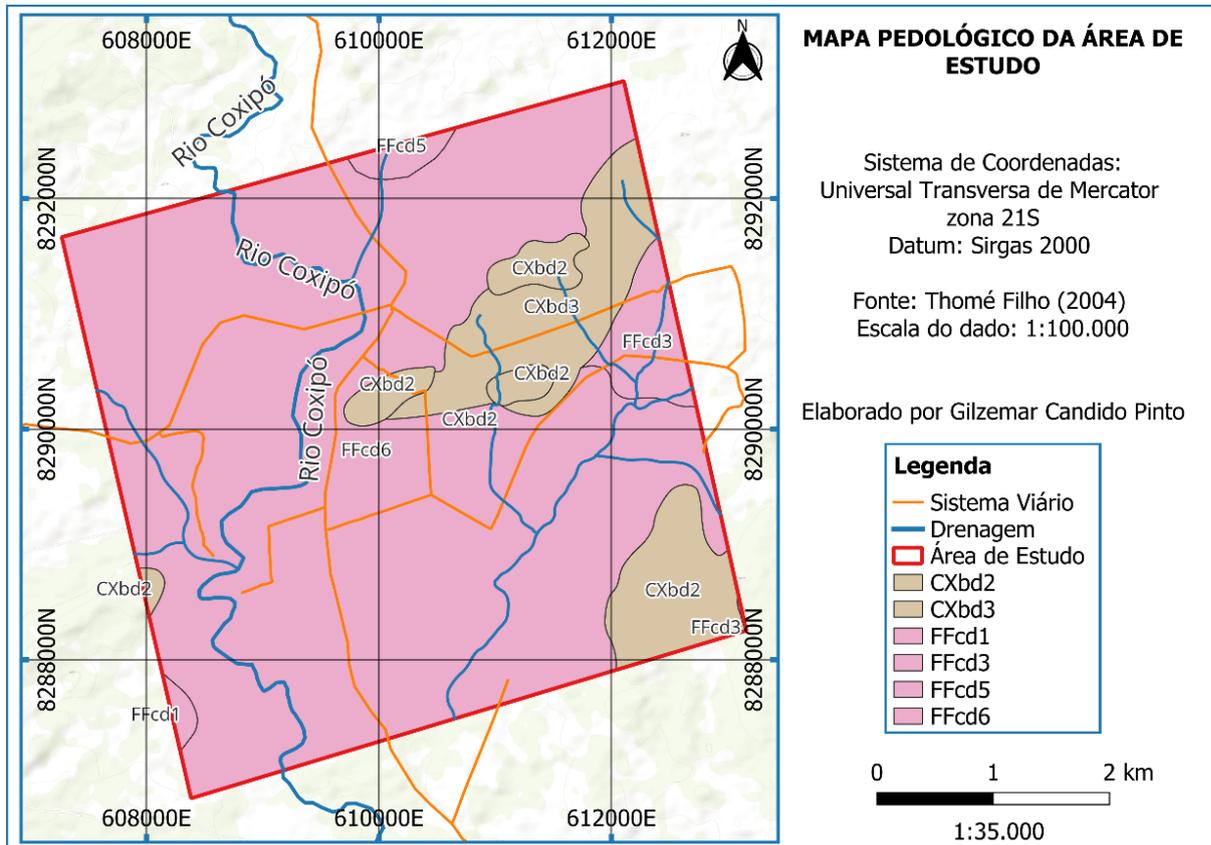
Na pedologia da área de estudo, representada na Figura 23 **Erro! Fonte de referência não encontrada.** a classe predominante de solos na escala 1:100.000 é o Plintossolo seguido do Cambissolo. São observados outros quatro tipos de plintossolos: Plintossolo Pétrico Concrecionário Distrófico argissólico (FFcd1); Plintossolo Pétrico Concrecionário Distrófico típico (FFcd3); Plintossolo Pétrico Concrecionário Distrófico Típico (FFcd5); e o Plintossolo Pétrico Concrecionário Distrófico típico ou léptico (FFcd6). Quanto aos Cambissolos, são dois tipos: Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico (CXbd2) e Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico (CXbd3). Nesta seção serão apresentadas as descrições das unidades que ocorrem a área de estudo.

O Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico (CXbd2) possui textura média cascalhenta e ocorrem em relevo ondulado e suave ondulado associado com Neossolo Litólico Distrófico típico que possui textura média cascalhenta. De maneira isolada ocorre Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico ou câmbico com o relevo ondulado e forte ondulado associado a um substrato filito (THOMÉ FILHO *et al.*, 2004).

O Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico (CXbd3) possui textura média cascalhenta,

fase pedregosa. No bioma Cerrado Tropical, a apresenta relevo forte ondulado e ondulado associado com Neossolo Litólico Distrófico típico que possui textura média cascalhenta, fase pedregosa. No Campo Cerrado Tropical ocorre um relevo forte ondulado, ambos a moderado (THOMÉ FILHO *et al.*, 2004).

Figura 25: Mapa pedológico da área de estudo elaborado por Thomé Filho *et al.*, (2004).



Fonte: Modificado Thomé Filho *et al.*, (2004).

O Plintossolo Pétrico Concrecionário Distrófico argissólico (FFcd1) possui textura média muito cascalhenta/argilosa muito cascalhenta mais o latossolo vermelho-amarelo distrófico típico, de textura média e argilosa, ambos a moderado. O bioma Cerrado Tropical Subcaducifólio e o relevo suave ondulado (THOMÉ FILHO *et al.*, 2004).

O Plintossolo Pétrico Concrecionário Distrófico típico (FFcd3) possui textura média muito cascalhenta e argilosa muito cascalhenta, relevo suave ondulado e ondulado. A classe está associada com a classe do Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico com textura média e argilosa, o relevo suave ondulado, ambos a moderado com a fase Cerrado Tropical Subcaducifólio (THOMÉ FILHO *et al.*, 2004).

O Plintossolo Pétrico Concrecionário Distrófico Típico (FFcd5) apresenta textura média muito cascalhenta e argilosa muito cascalhenta, relevo ondulado associado com Neossolo Litólico Distrófico típico, de textura média, relevo forte ondulado e ondulado. Na classe

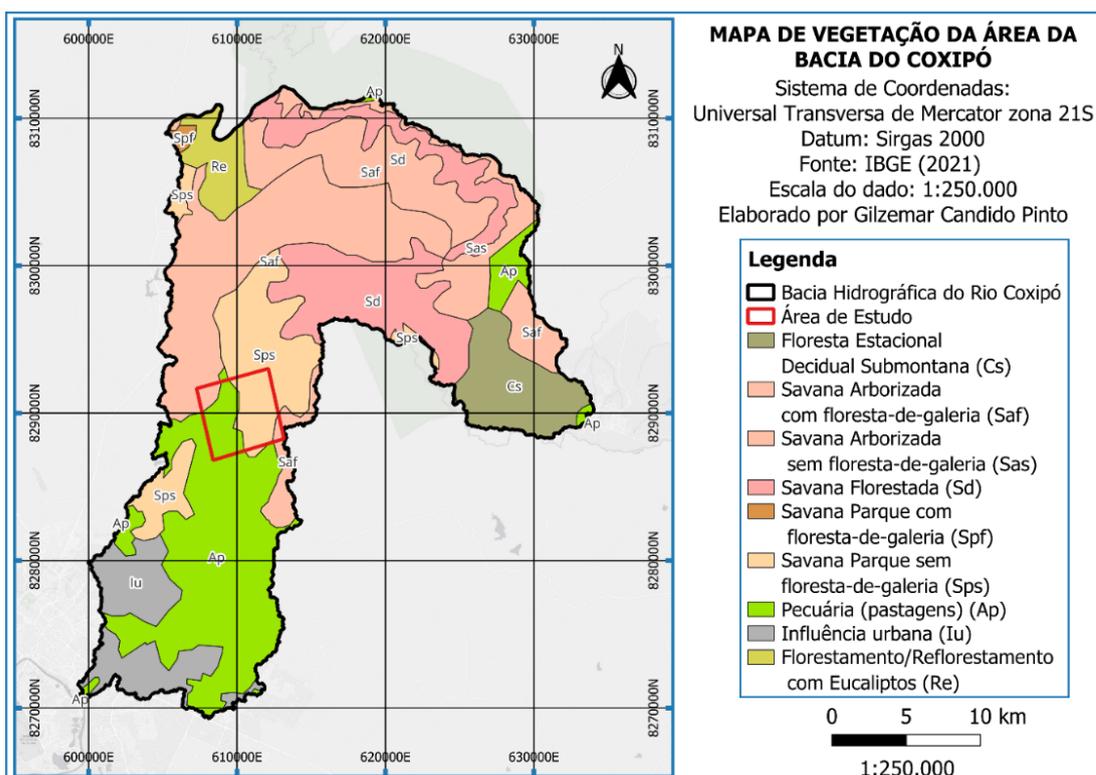
também ocorre um Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico com textura média muito cascalhenta e relevo ondulado (THOMÉ FILHO *et al.*, 2004).

A classe do Plintossolo Pétrico Concrecionário Distrófico típico ou léptico (FFcd6) possui textura média muito cascalhenta, relevo suave ondulado e ondulado associado com Cambissolo Háplico Tb Eutrófico típico ou léptico, de textura média, cascalhenta, relevo ondulado e suave ondulado. Na mesma unidade, ocorre também Plintossolo Pétrico Epiconcrecionário Distrófico, com textura média/argilosa e relevo suave ondulado e ondulado e o Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, textura média, relevo suave ondulado (THOMÉ FILHO *et al.*, 2004).

#### 4.6. VEGETAÇÃO

Em relação a vegetação na bacia do Rio Coxipó, a na Figura 26 apresenta o mapeamento realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (IBGE, 2021), na escala 1:250.000. No mapeamento realizado pelo IBGE foram observados pelos autores os seguintes tipos: Floresta Estacional Decidual Submontana (Cs); Savana Arborizada com floresta-de-galeria (Saf); Savana Arborizada sem floresta-de-galeria (Sas); Savana Florestada (Sd); Savana Parque com floresta-de-galeria (Spf); Savana Parque sem floresta-de-galeria (Sps); Pecuária (pastagens) (Ap); Influência urbana (Iu); e a Florestamento/Reflorestamento com Eucaliptos (Re).

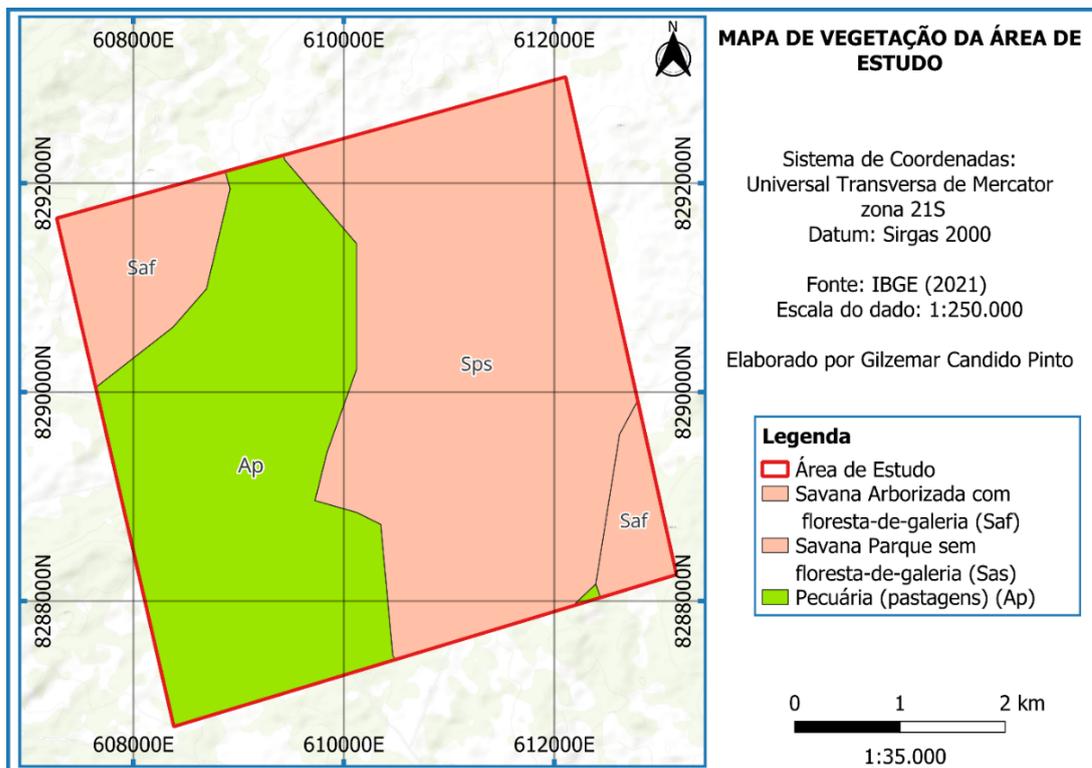
Figura 26: Mapa de vegetação da área da bacia do Coxipó.



Fonte: Modificado IBGE (2021).

A vegetação da área de estudo de acordo com o mapeamento realizado pelo IBGE (IBGE, 2021), na escala 1:250.000, foram observados pelos autores os seguintes tipos: Saf, Sps e Ap, como mostra a Figura 27.

Figura 27: Mapa vegetação da área de estudo.



Fonte: Modificado IBGE (2021).

#### 4.6.1. Uso e Cobertura do Solo da área de estudo

Uma descrição mais detalhada da vegetação da área de estudo, em relação do IBGE (2021), foi realizada anteriormente pelas autoras Tarden e Rosa (2020), que está explicado Tabela 6. As autoras descreveram os seguintes tipos de vegetação: Savana (Cerrado), Savana Arbórea Densa (Cerradão), Savana Arbórea Aberta (Campo Cerrado), Savana Parque (Campo Sujo), Savana Gramíneo lenhosa (Campo Limpo) e Floresta Ciliar (Mata Ciliar),

A descrição da Tarden e Rosa (2020) se aproxima com o uso e ocupação do solo apresentado na Figura 28 produzido a partir de imagens do Satélite CBERS-4a, da data de 10 de outubro de 2022 e o observado na foto leitura da imagem de satélite. As classes de vegetações observadas pelas autoras Tarden e Rosa (2020), tem seus elementos observados no mapa de uso e ocupação do solo por exemplo Floresta Ciliar e no mapa é Mata Ciliar, Savana Arbórea Densa no mapa aparece como sendo vegetação de pequeno porte, Savana Arbórea Aberta/ Savana Gramíneo lenhosa no mapa é representado por Campo e a Savana Parque representada por

vegetação de médio e grande porte.

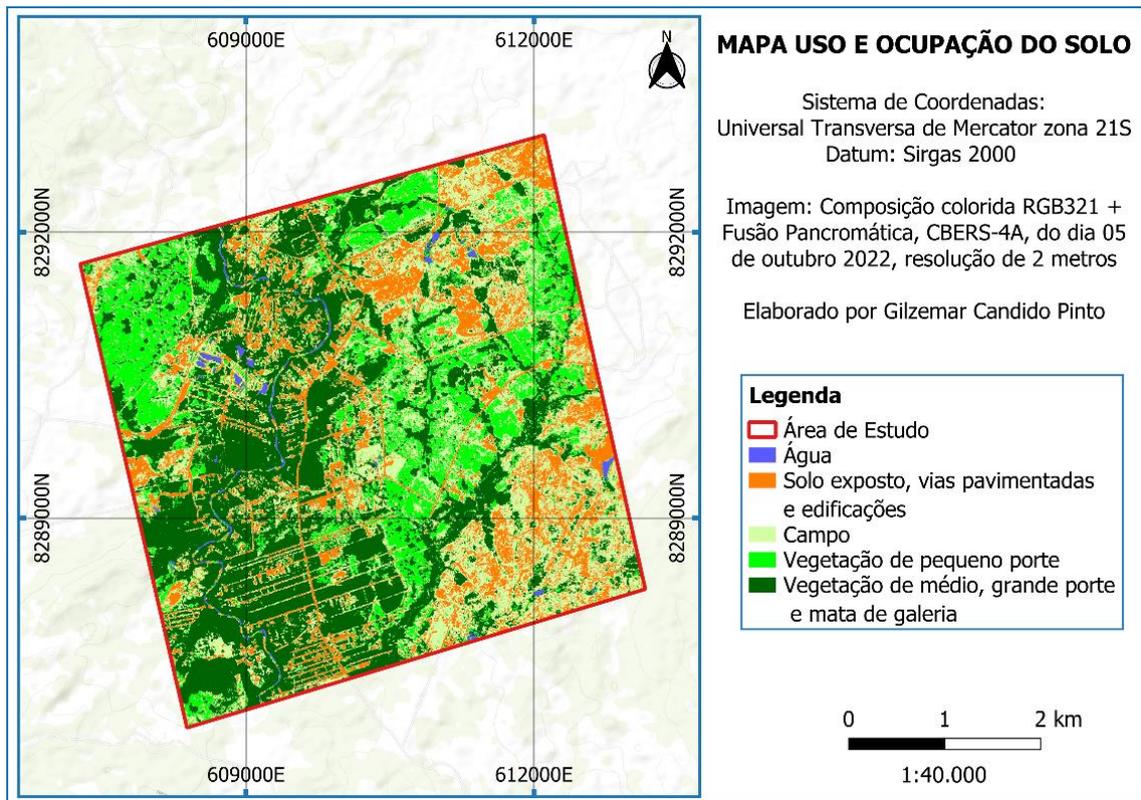
Tabela 6: Descrição da vegetação área de estudo realizada por Tarden e Rosa (2020).

<b>Vegetação</b>	<b>Descrição</b>
Savana (Cerrado)	Consiste em formações herbáceas da zona neotropical, intercaladas por plantas lenhosas de pequeno porte, além de agregar floresta de galeria. Plantas que se destacam nessa região são: pequi ( <i>Caryocar brasiliensis</i> ) e lixeira ( <i>Curatella americana</i> ).
Savana Arbórea Densa (Cerradão)	Formada por plantas de pequeno e médio portes que podem variar entre 10 e 15 metros de altura, localizadas em regiões areníticas lixiviadas na área de rampas associadas por colúvio de encosta. Suas características básicas são plantas que precisam de pouca água, esgalhamento profuso, possuem grande folhas coriáceas e perenes e casca corticosa.
Savana Arbórea Aberta (Campo Cerrado)	Composta por arvoretas que podem atingir cinco metros de altura. É conhecida por campo cerrado, pois possui gramíneo-lenhoso contínuo com plantas raquíticas e palmeiras anãs.
Savana Gramíneo lenhosa (Campo Limpo)	É uma região campestre, entremeada de plantas lenhosas anãs, sem plantas arbóreas. Possui formação de vegetação arbórea apenas na faixa da floresta de galeria estando sempre associada aos vales.
Savana Parque (Campo Sujo)	Composta por vegetação campestre com árvores e arvoretas esparsas. Em áreas naturais são formadas em regiões encharcadas das depressões ou em locais que possui uma litologia que não deixa desenvolver árvores de grande porte. Já em locais antropizados, a Savana foi alterada para criação de pasto ou agricultura. Possui em sua composição gramíneas mescladas com outras ervas, subarbustos e árvores esparsas.
Floresta Ciliar (Mata Ciliar)	Formada no entorno dos vales dos rios e contato de planície de inundação com o canal fluvial.

Fonte: Modificado de Tarden e Rosa (2020).

Figura 28: Mapa de uso e ocupação do solo da data de 10 de outubro de 2022 elaborado a partir de uma imagem

fusionada do Satélite CBERS-4A.



#### 4.7. CLIMA

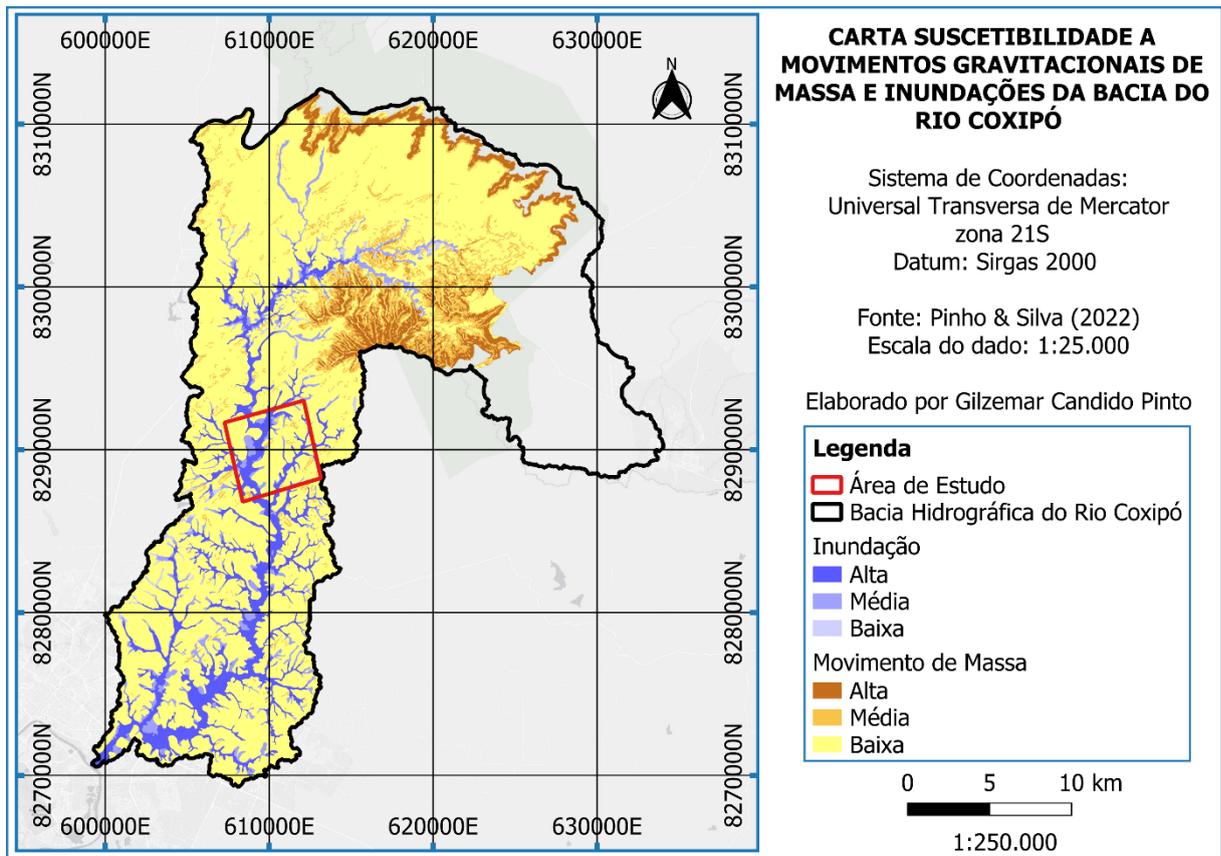
O clima da cidade de Cuiabá é do tipo Aw de Köppen, classificado como tropical semiúmido, com quatro a cinco meses secos (maio a setembro) e máximas diárias de temperatura que oscilam entre 30°C e 36°C, apresentando duas estações bem definidas, uma seca (outono-inverno) e uma chuvosa (primavera-verão) (SANTOS, *et al.* 2014).

#### 4.8. SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA E INUNDAÇÕES

A bacia do Rio Coxipó possui um mapeamento de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações na escala de 1:25.000 (Figura 29), realizado por Pinho & Silva (2022), que abrange aproximadamente 83,4% da bacia. A porção da cabeceira da bacia não foi contemplada na área de abrangência de Pinho & Silva (2022) pois está localizado no município da Chapada dos Guimarães.

Figura 29: Carta suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações da bacia do Rio Coxipó

elaborado por Pinho & Silva (2022).

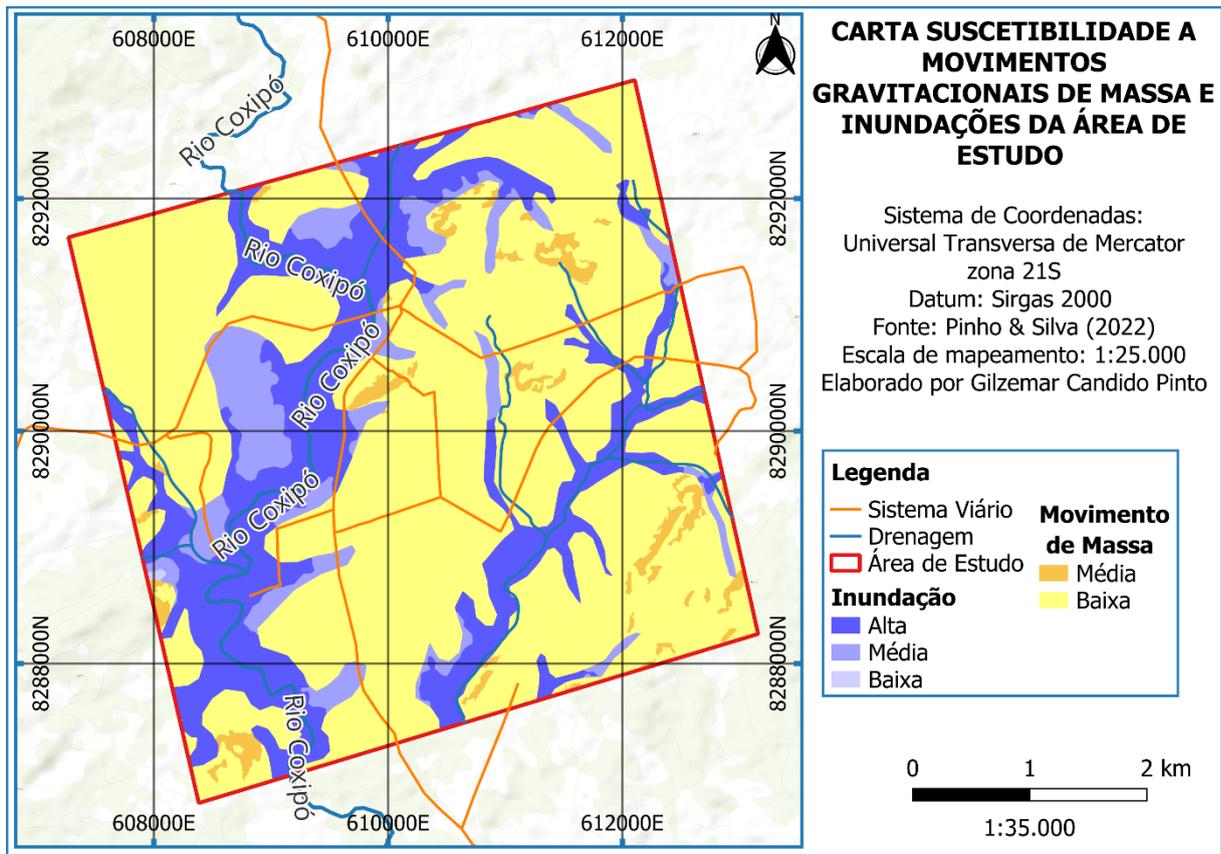


Fonte: Modificado Pinho & Silva (2022).

Pinho & Silva (2022) classificam a suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa em baixa, média e alta, entretanto na área de estudo só ocorrem as classes baixa e a média (Figura 30).

Figura 30: Carta suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações da área de estudo elaborado

por Pinho & Silva (2022).



Fonte: Modificado Pinho & Silva (2022).

A classe de suscetibilidade média a movimentos gravitacionais de massa apresenta como características predominantes um relevo do tipo morros altos, morros baixos, colinas, superfícies aplainadas retocadas e degradadas, vales abertos, baixos platôs dissecados com forma das encostas convexas a retilíneas e côncavas, com anfiteatros de cabeceira de drenagem. Nessa classe observa-se amplitudes entre 20 e 200 m e a declividade variando de 10 a 30°. Os solos são moderadamente evoluídos e profundos com predominância de processos geodinâmicos como deslizamento, queda de blocos e ravinamento (PINHO & SILVA, 2022).

Na classe de suscetibilidade baixa, observa-se como características predominantes um relevo de colinas, chapadas e platôs, planaltos, baixos platôs dissecados, superfícies aplainadas e planícies fluviais e terraços fluviais e forma das encostas convexas suavizadas e topos amplos. Nessa classe observa-se amplitudes inferiores a 30 m e a declividade inferiores de 10°. Os tipos de solos na classe são solos aluviais, solos evoluídos e profundos nas colinas e superfícies aplainadas com ocorrência de processos geodinâmicos do tipo ravinamento, erosão laminar e erosão marginal nas drenagens (PINHO & SILVA, 2022).

A suscetibilidade a inundações foi classificada por Pinho & Silva (2022) em classes

baixa, média e alta (Figura 30).

A classe de suscetibilidade alta possui como características principais um relevo de planícies aluviais atuais com amplitudes e declividades muito baixas ( $<2^\circ$ ), solos hidromórficos em terrenos situados ao longo de curso d'água, mal drenados e com nível d'água subterrâneo aflorante a raso. Nessa unidade estima-se uma altura de inundação acima de 5 metros em relação à borda da calha do leito regular do curso d'água.

Na classe de suscetibilidade média observamos a predominância de planícies aluviais atuais, terraços fluviais baixos e/ou flancos de encostas, com amplitudes e declividades baixas ( $<5^\circ$ ) com ocorrência de solos hidromórficos e não hidromórficos, em terrenos argilo-arenosos e com nível d'água subterrâneo raso a pouco profundo. Nessa unidade estima-se uma altura de inundação entre 3 e 5 metros em relação à borda da calha do leito regular do curso d'água.

A classe de suscetibilidade baixa tem como aspectos determinantes os terraços fluviais altos e/ou flancos de encostas, com amplitudes e declividades baixas ( $<5^\circ$ ) e os solos hidromórficos e não hidromórficos, em terrenos argilo-arenosos e com nível d'água subterrâneo pouco profundo. Nessa unidade estima-se uma altura de inundação inferior a metros em relação à borda da calha do leito regular do curso d'água.

Os processos geodinâmicos passíveis de ocorrência, em todas as classes de suscetibilidade à inundação, são do tipo inundação, enchente e solapamento de margem.

## ENGENHARIA

Nesta seção são apresentados os resultados da caracterização de solos, do entorno da comunidade do Coxipó do Ouro, para fins de engenharia.

### 5.1. RESULTADOS DOS ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DOS SOLOS

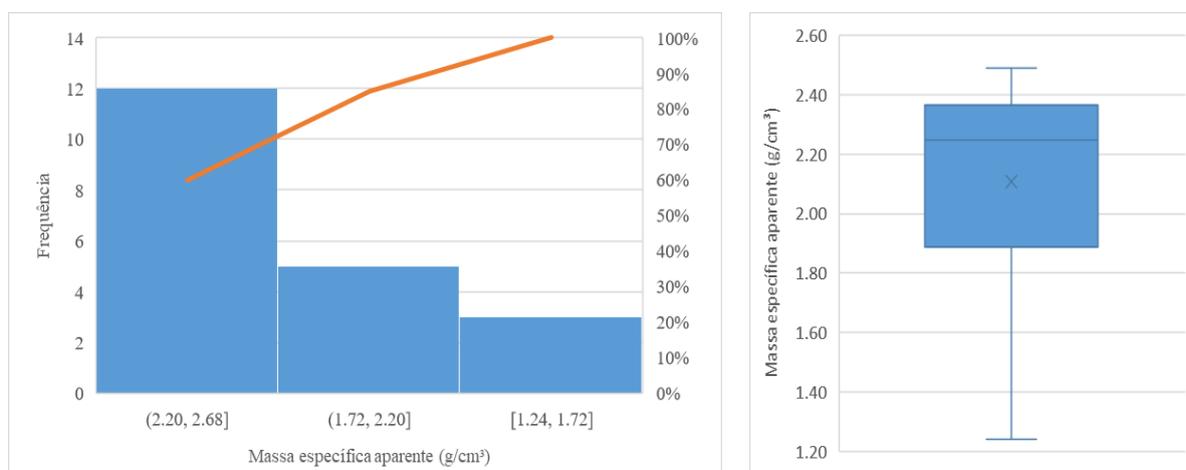
Os resultados dos ensaios de caracterização estão subdivididos em massa específica aparente, granulometria por peneiramento, limites de liquidez e plasticidade.

#### 5.1.1. Massa específica aparente natural

A Figura 31 apresenta um resumo dos resultados obtidos nos ensaios realizadas para obter a massa específica aparente enquanto os dados brutos dos ensaios estão apresentados no APÊNDICE A3 – MASSA ESPECÍFICA APARENTE NATURAL.

Com base nos resultados observa-se uma maior concentração de valores superiores ao valor médio de  $2,11 \text{ g/cm}^3$  indicando que correspondem a correspondentes a solos pouco desenvolvidos pedologicamente ou muito compactados.

Figura 31: Histograma de frequência a esquerda e diagrama de caixa a direita das massas específicas aparente naturais obtidos em campo.



Fonte: Autor.

#### 5.1.2. Granulometria por peneiramento

A Figura 32 apresenta as curvas granulométricas obtidas nos ensaios granulometria por peneiramento. A curva granulométrica do ponto 10 foi omitida, pois durante visita posterior ao local observou-se o lançamento de material do entorno na área na qual fora realizada a coleta. O resumo dos dados de granulometria é apresentado no APÊNDICE A1 – ENSAIOS DE GRANULOMETRIA POR PENEIRAMENTO.



O segundo grupo engloba os pontos 4, 6, 9, 11, 12 e 14, cujas curvas granulométricas são apresentadas na Figura 34, e apresentam predominância da faixa granulométrica correspondente ao pedregulho. O ponto 6 se apresenta como solos bem graduado e muito uniforme enquanto os pontos 4, 9, 11, 12 e 14 são solos de gradação aberta desuniformes.

O terceiro grupo (

Figura 35), composto pelo ponto 15, apresenta predominância da faixa granulométrica correspondente a silte e argila.

Figura 34: Curvas granulométricas do segundo grupo obtido por meio dos ensaios de granulometria por peneiramento.

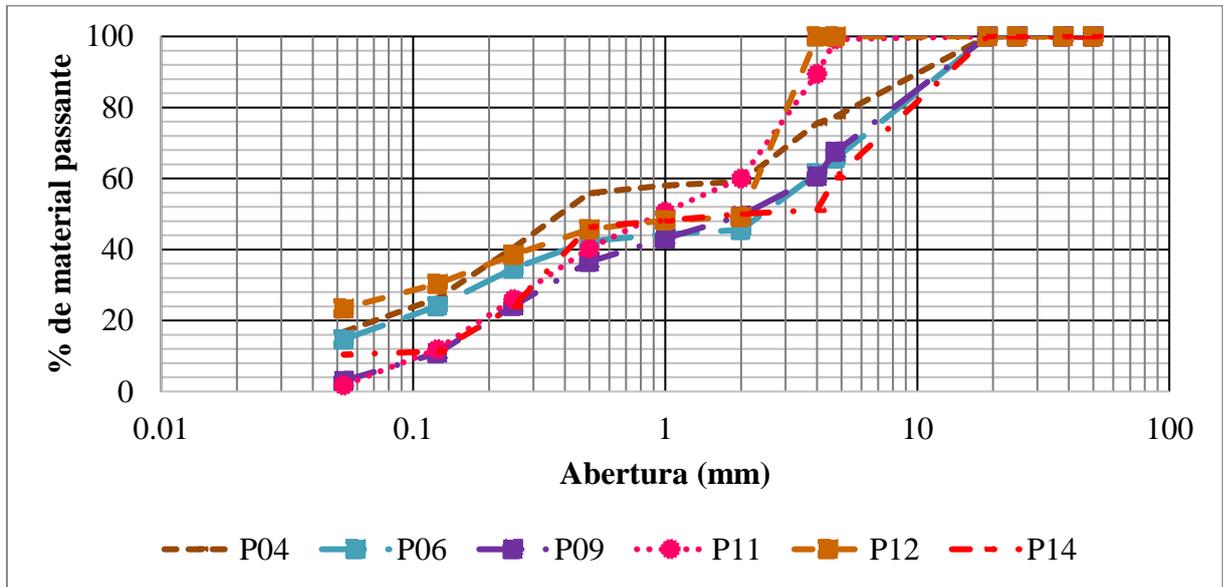
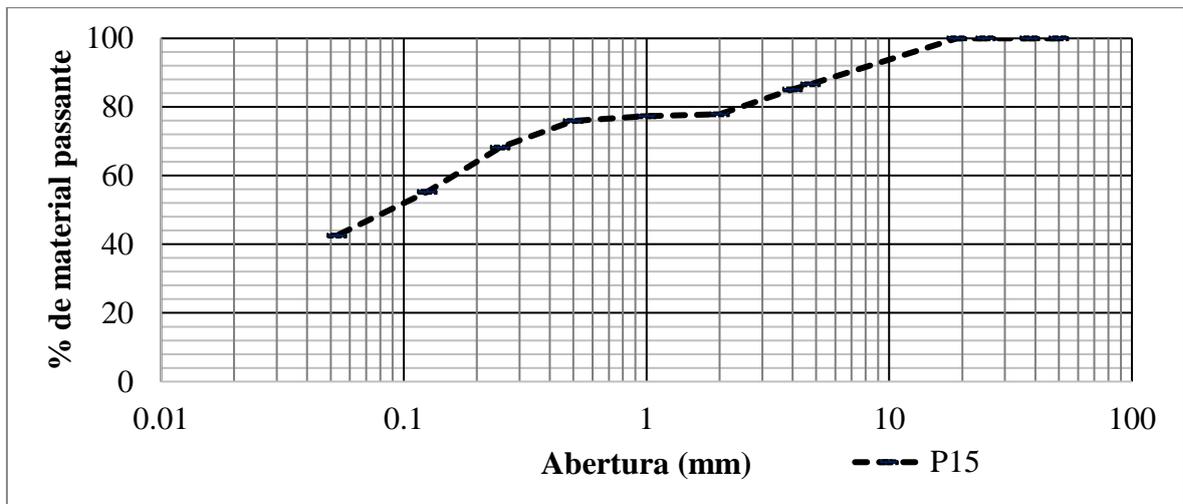


Figura 35: Curvas granulométricas do terceiro grupo obtido por meio dos ensaios de granulometria por peneiramento.



A Tabela 7 apresenta o resumo dos teores das frações granulométricas, coeficientes de uniformidade (cu) e de curvatura (cc) e a classificação no Sistema Unificado de Classificação

de Solos - SUCS.

Tabela 7: Resumo das porcentagens passantes, coeficiente de uniformidade (cu) e de curvatura (cc).

	Teor (%)					Coeficiente		Classificação SUCS
	Pedregulho	Areia Grossa	Areia média	Areia Fina	Silte e Argila	cc	cu	
Ponto 01	9	8	28	49	7	1,36	4,58	SP / SC
Ponto 02	9	5	24	48	14	0,50	3,13	SC/SM
Ponto 03	18	4	31	46	1	1,13	3,56	SP
Ponto 04	41	3	15	24	17	0,21	37,74	SM
Ponto 05	1	4	33	39	23	1,18	4,72	SM
Ponto 06	54	3	8	20	15	2,72	4,72	GM
Ponto 07	3	5	24	51	17	0,94	3,77	SM
Ponto 09	50	13	12	21	3	0,25	32,00	GP
Ponto 11	40	20	14	24	2	0,45	20,00	SP
Ponto 12	51	3	7	15	23	0,12	20,00	GM
Ponto 14	50	4	22	14	10	0,12	47,17	SP / SM
Ponto 15	22	2	8	26	43	*	*	-
Ponto 16	13	13	11	48	15	0,57	3,57	SC/SM
Ponto 17	1	6	26	56	12	0,94	3,77	SP/ SM-SC
Ponto 18	35	6	25	32	2	0,81	4,17	SP

cu - coeficiente de uniformidade / cc – coeficiente de curvatura / \*Não foi possível obter os coeficientes.

### 5.1.3. Limites de liquidez e plasticidade

A Tabela 8 e APÊNDICE A2 – ENSAIOS DE LIMITE DE LIQUIDEZ E PLASTICIDADE apresentam um resumo dos resultados dos ensaios de limite de liquidez e plasticidade executados nos pontos 1, 3, 4, 5, 6, 7, 12, 14, 15 e 18. Segundo a classificação de Caputo (1988), com exceção dos pontos 1 e 3 que são classificados como medianamente plásticos, os pontos são categorizados como pouco plásticos.

Tabela 8: Resumo dos resultados dos ensaios do limite de liquidez e plasticidade.

	Limite de Liquidez (%)	Limite de Plasticidade (%)	Índice de Plasticidade (%)	Plasticidade
Ponto 01	23,41	14,40	8,98	Moderada
Ponto 03	7,74	15,12	7,38	Moderada
Ponto 04	13,58	16,13	2,54	Baixa
Ponto 05	13,12	15,12	2,00	Baixa
Ponto 06	16,62	19,08	2,46	Baixa
Ponto 07	15,15	16,71	1,56	Baixa
Ponto 12	18,03	19,47	1,44	Baixa
Ponto 14	13,79	12,68	1,10	Baixa
Ponto 15	29,31	25,23	4,08	Baixa
Ponto 18	21,73	18,64	3,09	Baixa

## 5.2. CARTA DE SOLOS UTILIZANDO O SISTEMA UNIFICADO DE CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS - SUCS

Com base nos resultados dos ensaios e nos dados geomorfométricos foi elaborado o mapa de solos para engenharia (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**) na escala aproximada de 1:25.000.

A zona 1 que foi agrupada solos GP/GM que consiste em pedregulhos mal graduados (GP) ou pedregulhos com silte (GM). São solos de gradação aberta desuniformes (Coeficiente de curvatura  $< 0,5$  e coeficiente de uniformidade  $> 30$ ). Os finos são classificados como siltes de baixa plasticidade apresentando limite de liquidez de 19,47% e índice de plasticidade de 1,44.

Esta zona ocorre entre uma elevação de 200 a 210 metros, com predominância das classes de declividade plano e suave ondulado, de forma expressiva nordeste da poligonal, com ocorrências isoladas a sudoeste, abrangendo 21,84 % da área de estudo (5,39 km<sup>2</sup>). A zona é representada litologicamente por metasiltito, metarenito bege e cinza e lentes de metatilito. A zona se enquadra pedologicamente nos cambissolo háplico, neossolo litólico, plintossolo pétrico concrecionário e latossolo vermelho amarelo.

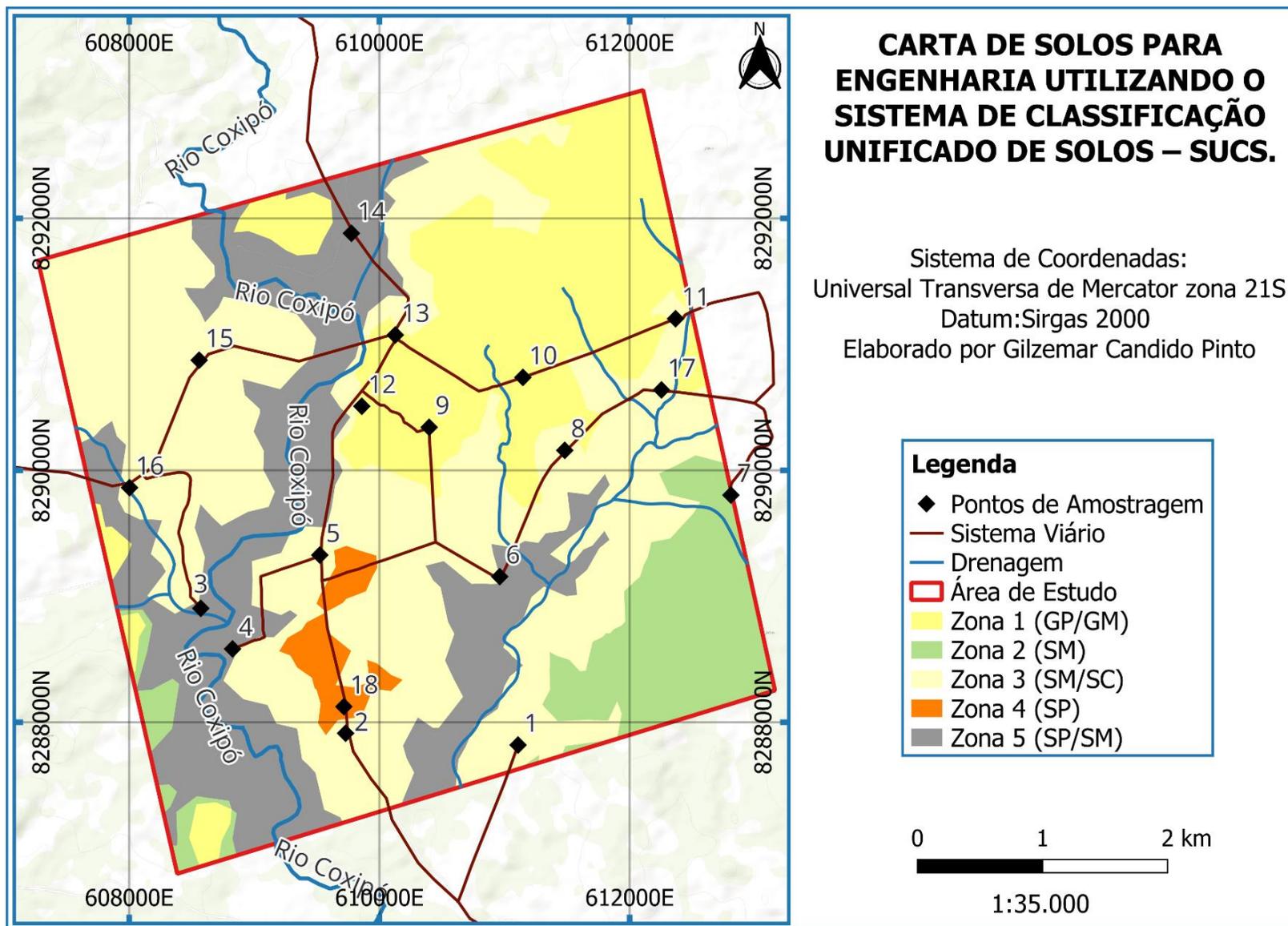
A zona 2 que corresponde classe SM que consistem em areia siltosa com uma ocorrência a sudoeste e sudeste da poligonal com aproximadamente 9,36 % da área de estudo (2,31 km<sup>2</sup>). Observa-se que as classes de declividades com mais ocorrência são as classes plano, com elevação predominantemente variando entre de 200 a 210 metros.

Pedologicamente a zona 2 apresenta a ocorrência de cambissolos e litologicamente está associada a ocorrência de metarenitos de cor bege. O ensaio de granulometria indica um solo de gradação aberta e muito uniforme (Coeficiente de uniformidade de 3,77 e Coeficiente de curvatura de 0,94).

A zona 3 engloba solos classificados como SM/SC que consiste em areia siltosa (SM) ou areia argilosa (SC). Essa zona se exhibe como a zona mais expressiva com ocorrência de 43,07% da área de estudo (10,63 km<sup>2</sup>). As classes de declividade predominantes são as classes plano e suave ondulado com elevação variando de 190 a 200 metros. A litologia observada consiste em um metarenito bege e cinza sotoposto a um Plintossolo Pétrico. No geral são solos de gradação aberta desuniformes (P05, P02) ou uniformes (P16 e P17). Os finos são classificados como siltes de baixa plasticidade apresentando limite de liquidez de 15,12% e índice de plasticidade de 2%.

A zona 4 apresentam solos classificados como SP que consistem e areias mal graduadas com coeficiente de uniformidade de 4,17 e coeficiente de curvatura de 0,81. Os finos são classificados como siltes de baixa plasticidade apresentando limite de liquidez de 21,7% e índice de plasticidade de 3,09.

Figura 36: Carta de solos para engenharia utilizando o Sistema Unificado de Classificação de Solos – SUCS.



A zona apresenta a menor ocorrência na poligonal, 1,90% da área de estudo (0,47 km<sup>2</sup>), com elevação entre 200 e 210 metros e declividade predominantemente plana. Na zona observam-se Plintossolo Pétrico e cambissolos sobrepostos a lentes metarenito branco e bege.

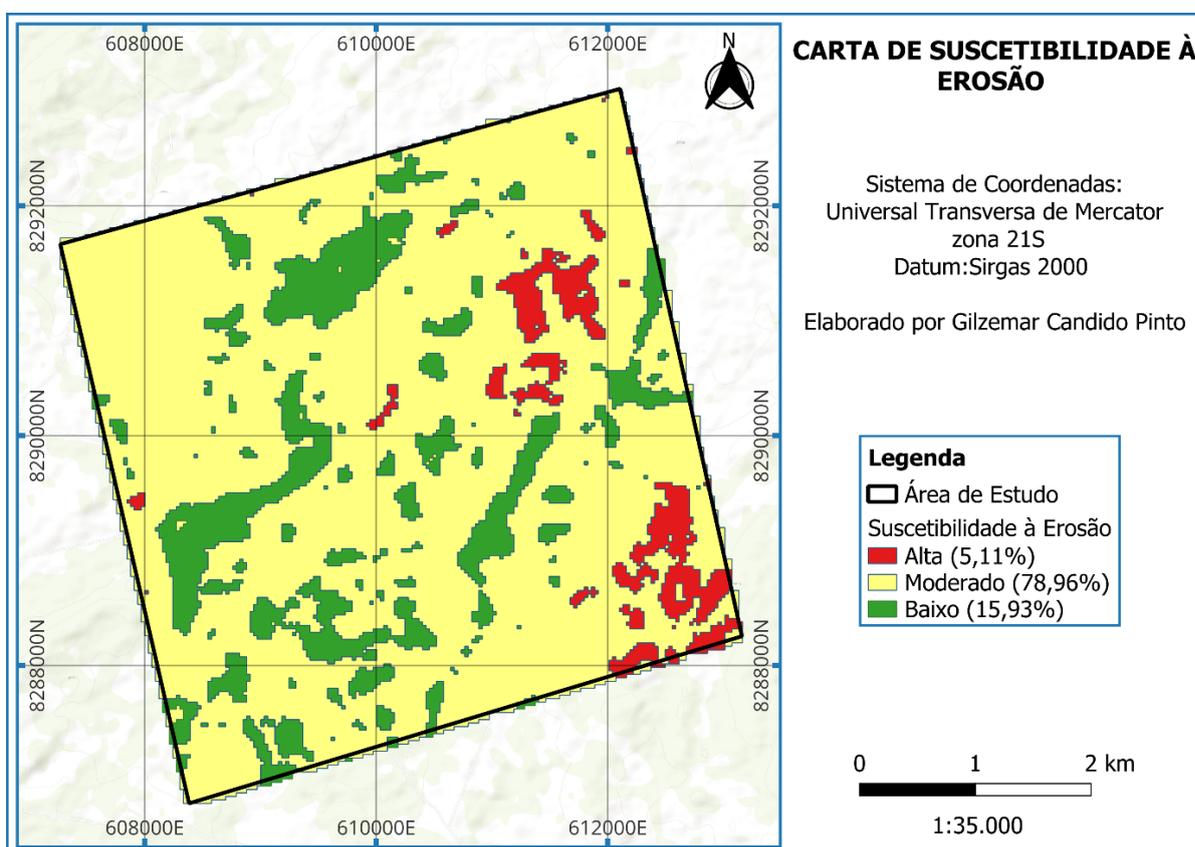
Na Zona 5 verifica-se a ocorrência de solos classificados como SP/SM que consistem em areia mal graduada (SP) e areia siltosa (SM). Predominantemente solos de gradação aberta desuniformes e baixa plasticidade com ocorrência isolada, de solos bem graduados e muito uniformes com alta plasticidade na planície de inundação do Rio Coxipó. A zona estende-se do sudoeste ao norte da poligonal, recobrando 23,83% da área de estudo (5,80 km<sup>2</sup>), com elevação entre 180 e 190 metros e declividade predominantemente plana. Litologicamente consiste em filito, metarenito bege e cinza sotopostos ao Plintossolo Pétrico.

De acordo com relatório (USDA, 2022), os solos da zona 2, 4 e 5 são classificados como solos com baixa resistência a erosão associada a um fluxo contínuo de água. A zona 3 é classificada como um solo com resistência a erosão variando de baixa a moderada enquanto na zona 1 a resistência varia de alta a moderada.

### 5.3. CARTA DE SUSCETIBILIDADE À EROSÃO

A partir dos métodos descritos no item 3.4.2, foi elaborada a carta de suscetibilidade a erosão apresentada na Figura 37.

Figura 37: Carta de suscetibilidade à erosão da área de estudo.



A zona de baixa suscetibilidade à erosão ocorre concentrada na Zona 5 do mapa de solos para engenharia com as demais ocorrências nas unidades 1, 3 e 4 com aproximadamente 15,93% da área de estudo (4,02 km<sup>2</sup>). A zona de moderada suscetibilidade à erosão ocorre bem distribuída na poligonal com aproximadamente 78,96% da área de estudo (19,93 km<sup>2</sup>) enquanto a zona de alta suscetibilidade ocorre com mais abundância na região nordeste e sudeste da poligonal com 5,11% da área de estudo (1,29 km<sup>2</sup>).

Com base na Figura 36, os solos observados na zona de baixa suscetibilidade são arenosos mal graduados ou solos arenosos com siltes e/ou argilas. Na zona de alta suscetibilidade os solos para engenharia são enquadrados como pedregulhos mal graduados, pedregulhos com siltes ou areias siltosas. Pedologicamente, áreas com grau o de suscetibilidade baixo e médio estão associadas com os plintossolos enquanto os cambissolos estão associados com as regiões de suscetibilidade alta.

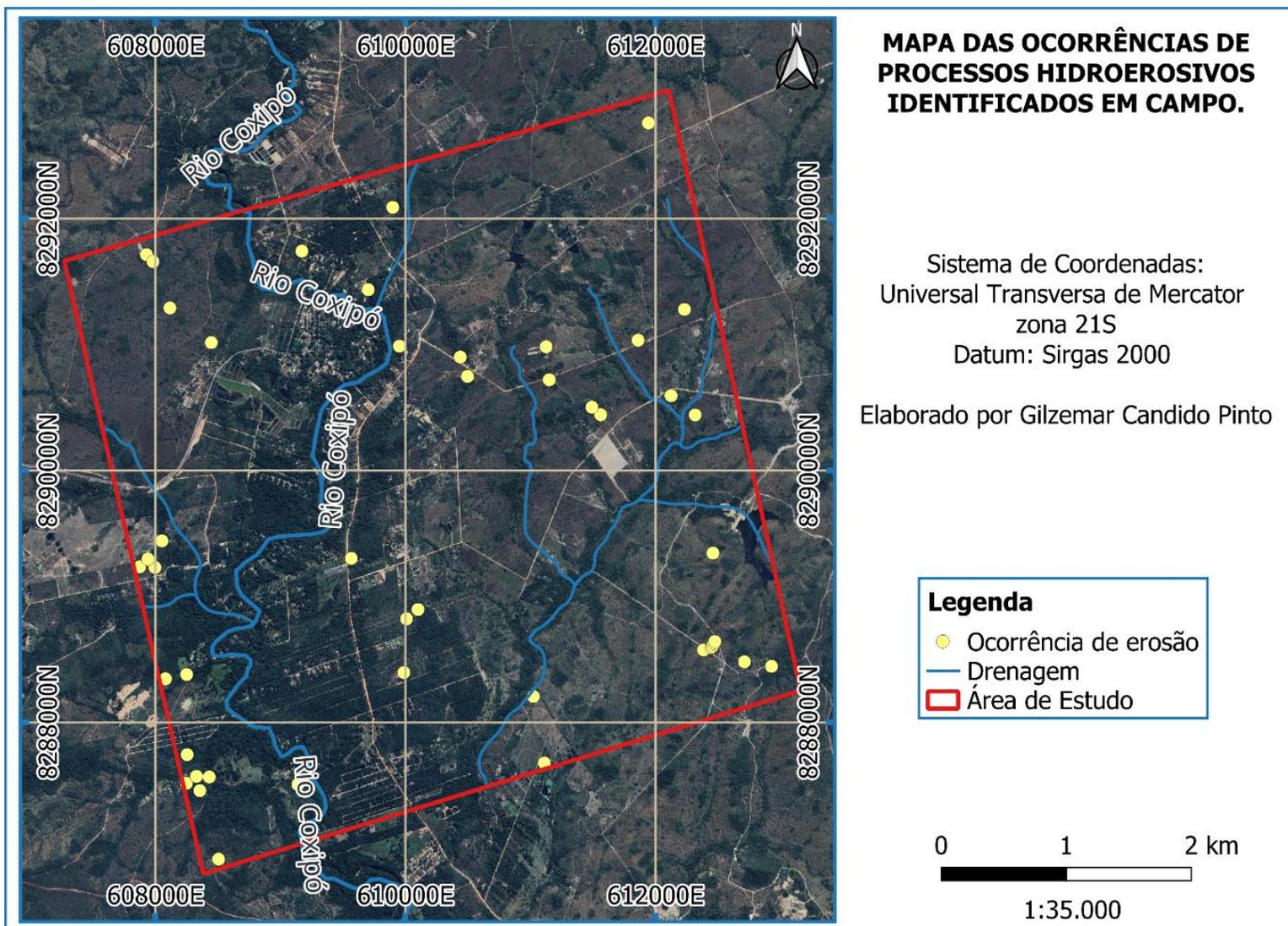
A litologia que ocorre em quase toda a área de zona de alta suscetibilidade são metarenito bege e uma pequena parte de depósitos aluvionares, enquanto na zona média suscetibilidade são observados metassiltito, metassiltito intercalado com metarenito, metarenito cinza, lentes de metatilito e lente de metarenito branco e na zona de baixa suscetibilidade são encontradas as litologias metapelito e filito.

O grau de suscetibilidade à erosão aumenta quanto maior a inclinação, ou seja, nos lugares que a suscetibilidade é baixa a declividade na sua maioria está em um intervalo de 0 a 3%. Nos casos da suscetibilidade média e alta, as faixas de declividade se apresentam predominante entre 3 e 8% e 8 a 20% respectivamente.

Em relação ao uso e ocupação do solo a zona de alta suscetibilidade, está associado com as áreas de solo exposto, vias pavimentadas e edificações, enquanto na zona de baixa suscetibilidade está vinculado com a vegetação de médio, grande porte e mata de galeria.

Foram observado um total de 46 ocorrências de processos hidroerosivos identificados em campo e com base na fotointerpretação. Com o cruzamento de dados da carta de suscetibilidade à erosão da área de estudo e do mapa das ocorrências de processos hidroerosivos (Figura 38), foram obtidos os seguintes resultados: Cinco ocorrências na zona de baixa suscetibilidade à erosão, 33 ocorrências na zona de moderada suscetibilidade e oito ocorrências na zona alta de suscetibilidade.

Figura 38: Mapa das ocorrências de processos hidroerosivos identificados em campo.



## CAPÍTULO 6. CARTA SÍNTESE E QUADRO LEGENDA

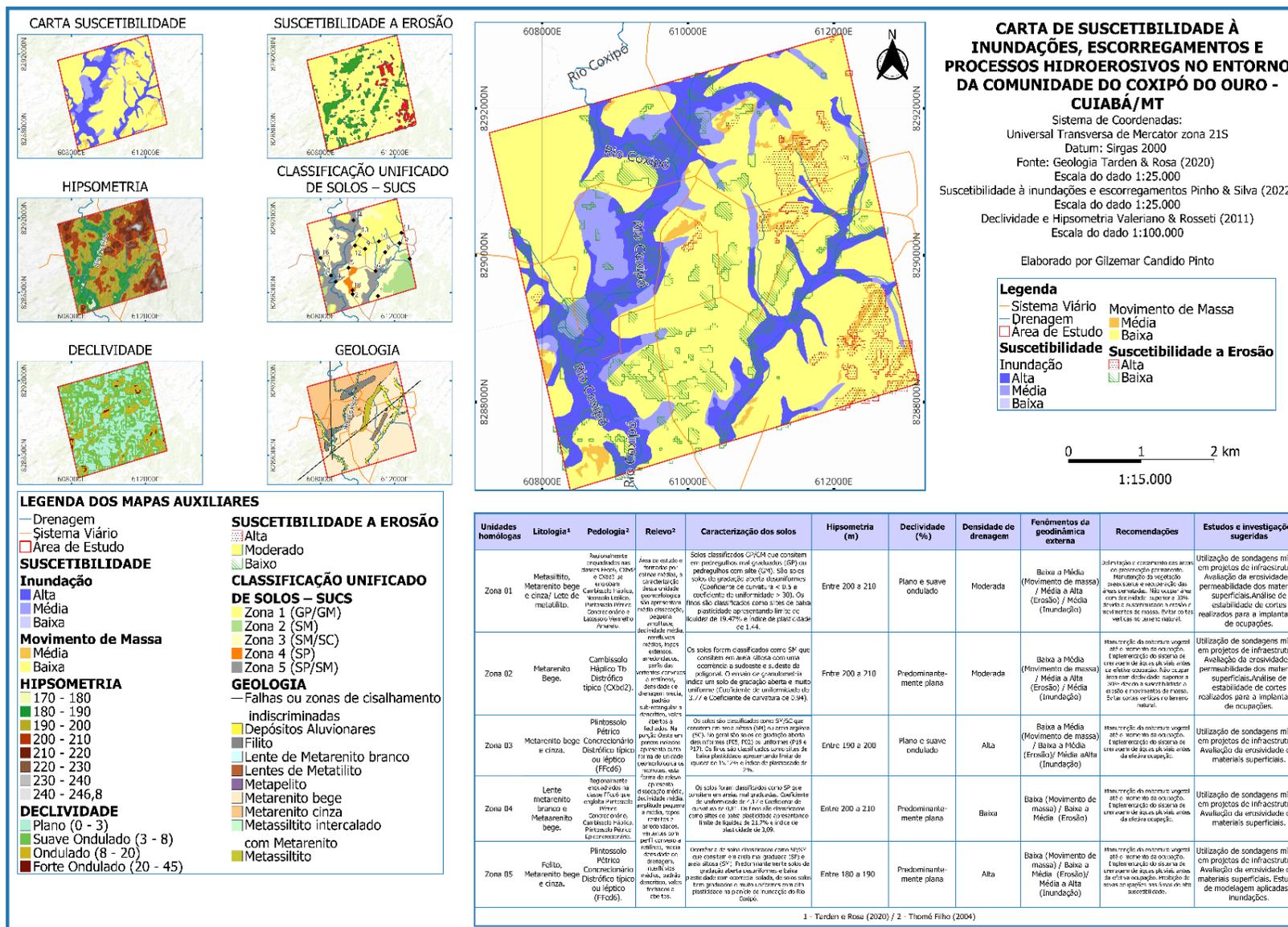
Nesta seção são apresentados os resultados obtidos a partir das informações produzidas durante os ensaios de campo e laboratório e da literatura na forma de uma carta síntese (Figura 39) **Erro! Fonte de referência não encontrada.** e APÊNDICE A4 - CARTA SÍNTESE E QUADRO LEGENDA).

A zona 1 ocorre de forma expressiva a nordeste da poligonal com ocorrências isoladas a sudoeste e apresenta suscetibilidade baixa a média à movimentos gravitacionais de massa, média a alta no tocante a erosão hídrica e média à inundação. Recomendações a serem adotadas nessa zona são, delimitação e cercamento das áreas de preservação permanente, manutenção da vegetação preexistente e recuperação das áreas desmatadas, evitar cortes verticais no terreno natural superiores a 3 m; e a não ocupação das áreas com declividade superior a 30% devido a suscetibilidade a erosão e movimentos gravitacionais de massa. Estudos e investigações sugeridas nesta zona são a utilização de sondagens mistas em projetos de infraestrutura e análise de permeabilidade e erodibilidade dos solos além da análise de estabilidade de cortes realizados para a implantação de ocupações.

A suscetibilidade à fenômenos da geodinâmica externa presente na zona 2 são baixa a média suscetibilidade à movimentos gravitacionais de massa, média a alta a erosão, média a inundação. Recomendações a serem seguidas são: a manutenção da cobertura vegetal até o momento da ocupação. implementação do sistema de drenagem de águas pluviais antes da efetiva ocupação. não ocupar área com declividade superior a 30% devido a suscetibilidade a erosão e movimentos gravitacionais de massa; e evitar cortes verticais no terreno natural. Estudos e investigações sugeridas são: a utilização de sondagens mistas em projetos de infraestrutura; retenção das águas pluviais em bacias de retenção e em reservatórios; avaliação da erosividade e permeabilidade dos materiais superficiais; e a análise de estabilidade de cortes realizados para a implantação de ocupações.

Na zona 3 é observada a suscetibilidade baixa a média à movimentos gravitacionais de massa, baixa a média suscetibilidade à erosão e média a alta suscetibilidade à inundação. Recomendações a ser aplicar são manutenção da cobertura vegetal até o momento da ocupação e implementação do sistema de drenagem de águas pluviais antes da efetiva ocupação e que favoreçam a infiltração da água. Estudos e investigações sugeridas utilização de sondagens mistas em projetos de infraestrutura e a avaliação da erosividade dos materiais superficiais.

Figura 39: Carta síntese dos solos para engenharia e da suscetibilidade à fenômenos da dinâmica superficial.



Unidades Homólogas	Litologia <sup>1</sup>	Pedologia <sup>2</sup>	Relevo <sup>2</sup>	Caracterização dos solos	Hipsometria (m)	Declividade (%)	Densidade de drenagem	Fenômenos da geodinâmica externa	Recomendações	Estudos e investigações sugeridas
Zona 01	Metassiltito, Metarenito bege e cinza/ Lote de maculadito.	Carbassilo Háptico Tb Distrito típico (CkOc2).	Área de mata e terreno pedregoso com alta declividade média.	Solos classificados GYCM que consistem em pedregulhos médios (GP) ou pedregulhos com alta (GPa). São solos de produção de baixa produtividade. (Coeficiente de curvatura < 1,0 e coeficiente de uniformidade < 30). Os solos são classificados como solos de baixa produtividade apresentando alto coeficiente de 19-47% e índice de plasticidade de 1-44.	Entre 200 a 210	Plano e suave ondulado	Moderada	Baixa a Média (Movimento de massa) / Média a Alta (Inundação)	Atenuação e controle das áreas com drenagem por meio de manutenção da vegetação arbustiva e recuperação das áreas sem mata. Não usar áreas com declividade superior a 20% para a construção de estradas e movimentação de massa. Evitar os trabalhos de aterro natural.	Utilização de sondagens mistas em projetos de infraestrutura. Avaliação da erosividade e permeabilidade dos materiais superficiais. Análise de estabilidade de cortes realizados para a implantação de ocupações.
Zona 02	Metarenito Bege.	Carbassilo Háptico Tb Distrito típico (CkOc2).	Área de mata e terreno pedregoso com alta declividade média.	Os solos foram classificados como SP e consistem em áreas silteosas com uma ocorrência a sudoeste e a leste do polígono. O coeficiente de curvatura indica um solo de graxação aberta e muito uniforme. O coeficiente de uniformidade é 2,7 e o coeficiente de curvatura é 0,36.	Entre 200 a 210	Predominantemente plana	Moderada	Baixa a Média (Movimento de massa) / Média a Alta (Inundação)	Atenuação da estrutura vegetal e controle do escoamento. Implementação do sistema de drenagem de águas pluviais com a efetiva ocupação. Não ocupar áreas com declividade superior a 20% e promover a erosão e movimentação de massa. Evitar os trabalhos de aterro natural.	Utilização de sondagens mistas em projetos de infraestrutura. Avaliação da erosividade e permeabilidade dos materiais superficiais. Análise de estabilidade de cortes realizados para a implantação de ocupações.
Zona 03	Metarenito bege e cinza.	Plintossolo Pétrico Condição típica ou léptico (FFC6)	Área de mata e terreno pedregoso com alta declividade média.	Os solos são classificados como SPSC que consistem em áreas silteosas (SP) e áreas argilosas (SC) com ocorrência de graxação aberta de 17 a 19%. Os solos são classificados como solos de baixa produtividade apresentando alto índice de plasticidade de 21-26 e índice de plasticidade de 2-7%.	Entre 190 a 200	Plano e suave ondulado	Alta	Baixa a Média (Movimento de massa) / Baixa a Média (Erosão) / Média a Alta (Inundação)	Atenuação da estrutura vegetal e controle do escoamento. Implementação do sistema de drenagem de águas pluviais com a efetiva ocupação.	Utilização de sondagens mistas em projetos de infraestrutura. Avaliação da erosividade dos materiais superficiais.
Zona 04	Lente metarenito laranja e Metarenito bege.	Regolito arenoso de classe FFC6 de classe FFC6 com matriz de classe FFC6. Planossolo Pétrico com matriz de classe FFC6.	Área de mata e terreno pedregoso com alta declividade média.	Os solos foram classificados como SP e consistem em áreas silteosas com uma ocorrência a sudoeste e a leste do polígono. O coeficiente de curvatura indica um solo de graxação aberta e muito uniforme. O coeficiente de uniformidade é 2,7 e o coeficiente de curvatura é 0,36.	Entre 200 a 210	Predominantemente plana	Baixa	Baixa (Movimento de massa) / Baixa a Média (Erosão)	Atenuação da estrutura vegetal e controle do escoamento. Implementação do sistema de drenagem de águas pluviais com a efetiva ocupação.	Utilização de sondagens mistas em projetos de infraestrutura. Avaliação da erosividade dos materiais superficiais.
Zona 05	Folito, Metarenito bege e cinza.	Plintossolo Pétrico Condição típica ou léptico (FFC6)	Área de mata e terreno pedregoso com alta declividade média.	Os solos foram classificados como SPSC que consistem em áreas silteosas (SP) e áreas argilosas (SC) com ocorrência de graxação aberta de 17 a 19%. Os solos são classificados como solos de baixa produtividade apresentando alto índice de plasticidade de 21-26 e índice de plasticidade de 2-7%.	Entre 180 a 190	Predominantemente plana	Alta	Baixa (Movimento de massa) / Baixa a Média (Erosão) / Média a Alta (Inundação)	Atenuação da estrutura vegetal e controle do escoamento. Implementação do sistema de drenagem de águas pluviais com a efetiva ocupação.	Utilização de sondagens mistas em projetos de infraestrutura. Avaliação da erosividade dos materiais superficiais. Estudos de modelagem aplicadas a inundações.

1 - Tarden e Rosa (2020) / 2 - Thomé Filho (2004)

A suscetibilidade à fenômenos da geodinâmica externa na zona 4 são baixa suscetibilidade à movimentos gravitacionais de massa e baixa a média suscetibilidade à erosão. Recomendações para essa zona são as manutenções da cobertura vegetal até o momento da ocupação e implementação do sistema de drenagem de águas pluviais antes da efetiva ocupação. Estudos e investigações sugeridas utilização de sondagens mistas em projetos de infraestrutura e a avaliação da erosividade dos materiais superficiais. A zona 4 apresenta a menor ocorrência na porção sul da poligonal.

A zona 5 exibe uma baixa suscetibilidade à movimentos gravitacionais de massa, baixa a média suscetibilidade à erosão e média a alta suscetibilidade à inundação. As recomendações para zona 5 são: manutenção da cobertura vegetal até o momento da ocupação; implementação do sistema de drenagem de águas pluviais e de esgotamento sanitário antes da efetiva ocupação; a proibição de novas ocupações nas áreas de alta suscetibilidade a inundação; monitorar a possibilidade de solapamento de margens; expandir a cobertura da mata ciliar; evitar lançamento de efluentes. Estudos e investigações sugeridas são utilização de sondagens mistas em projetos de infraestrutura, avaliação da erosividade e permeabilidade dos materiais superficiais, estudos de caracterização e modelagem de eventos hidrológicos aplicadas a inundações e análises periódicas da qualidade da água.

## **CAPÍTULO 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A região da comunidade do Coxipó do Ouro é constituída por pequenas chácaras e alguns restaurantes e uma escola municipal de educação básica na sua via principal. Em 2010 de acordo com IBGE (2010) a comunidade possuía 731 habitantes. Com base na visita de campo, não foram observadas novas ocupações ao longo das principais vias da comunidade o que pode indicar uma baixa pressão para o adensamento da ocupação da região.

A carta síntese de suscetibilidade a inundações, movimentos gravitacionais de massa e processos hidroerosivos se apresenta como um produto cartográfico de fácil compreensão, sendo capaz de fornecer informações pertinentes para o processo de planejamento urbano e gestão territorial de maneira que o desenvolvimento urbano ocorra mantendo a harmonia do homem com o meio ambiente.

O produto cartográfico indica as áreas de suscetibilidade alta, média e baixa a inundações, movimentos gravitacionais de massa e os processos hidroerosivos da comunidade do Coxipó do Ouro além estabelecer diretrizes de uso e ocupação e recomendações de estudos e investigações

complementares a serem realizadas na região.

Posteriormente, a carta pode subsidiar a escolha das áreas destinadas para o mapeamento de aptidão a urbanização. Locais com alta suscetibilidade deve ser excluídas deste mapeamento objetivando a não exposição da população a eventos perigosos enquanto os locais com baixa e média suscetibilidade devem ser melhor investigados. Cabe ressaltar que a suscetibilidade à erosão não impede a ocupação, mas indica a necessidade de maiores cuidados durante a ocupação como a manutenção da cobertura vegetal até o momento da ocupação, implementação do sistema de drenagem de águas pluviais antes da efetiva ocupação, avaliação da erosividade dos solos superficiais, entre outros.

Outra informação obtida a partir dos resultados do presente trabalho foi a classificação do solo para engenharia da comunidade do Coxipó do Ouro utilizando o SUCS. Com esse tipo de informações é possível estimar o uso mais apropriado dos solos além de subsidiar a elaboração de diretrizes de uso e ocupação.

#### 7.1. Recomendações de trabalhos futuras

- Repetir os ensaios de granulometria realizando a sedimentação para uma análise granulométrica mais detalhada.
- Classificar os solos utilizando sistemas de classificação para solos tropicais
- Utilização de investigações diretas complementares como por exemplo o penetrômetro dinâmico à energia variável (PANDA).
- Atualização da base dados temáticos na escala 1:10.000 ou maiores para viabilizar a elaboração de uma carta geotécnica de aptidão à urbanização; e
- Atualização da base cartográfica na escala 1:5.000 ou maiores para viabilizar a elaboração de uma carta de risco geológicos e hidrológicos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9813:2016 - Solo - Determinação de Massa Específica Aparente**. Rio de Janeiro. 2016a.
- \_\_\_\_\_. **NBR 7185:2016 Solo – Determinação da massa específica aparente, in situ com emprego do fraco de areia**. Rio de Janeiro. 2016b.
- \_\_\_\_\_. **NBR 6457:2016: Amostras de solo Preparação para ensaios de compactação e ensaios de Caracterização**. Rio de Janeiro. 2016c.
- \_\_\_\_\_. **NBR 6459:2016: Solo -Determinação do limite de liquidez**. Rio de Janeiro. 2016e.
- \_\_\_\_\_. **NBR 7181:2016: Solo - Análise granulométrica**. Rio de Janeiro. 2016d.
- \_\_\_\_\_. **NBR 7180:2016: Solo-Determinação do limite de plasticidade**. Rio de Janeiro. 2016f.
- \_\_\_\_\_. **NBR 9603:2015 - Sondagem a t r a d o** . Rio de Janeiro. 2015.
- \_\_\_\_\_. **NBR 16867:2020: Solo — Determinação da massa específica aparente de amostras indeformadas — Método da balança hidrostática**. Rio de Janeiro. 2020.
- \_\_\_\_\_. **NBR 6459:2016 - Versão corrigida 2017 - Determinação do limite de liquidez**. Rio de Janeiro. 2017.
- AVILA, J. S. DE. *et al.* **Diagnóstico de processos erosivos visando ações de recuperação e conservação do Rio Coxipó em trechos inseridos no perímetro urbano da capital matogrossense**. Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade. Vol. 9, No 22, p. 619-635 - 31 ago. 2022.
- BASTOS, C. A. B. **Estudo geotécnico sobre a erodibilidade de solos residuais não saturados**. 251f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.
- BELLO, A. X. S; BERTHOLINI, T. M. Caracterização e estudo dos impactos das ações antrópicas sobre a bacia do Rio Coxipó. In: II Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Londrina/PR, 06 a 09 de novembro/2011. **Anais do II Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Londrina/PR**.
- BITAR, O. Y. (Coord.). **Cartas de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações - 1:25.000: nota técnica explicativa**. São Paulo: IPT; Brasília: CPRM, 2014. 42 p.
- BRITO, W. D. L; GOMES, C. Fundação e Geotecnia: Métodos de investigação geológica e geotécnica da fundação de barragens de concreto. **Revista do CEDS**. Nº 9. 2018. Disponível em: [http://sou.undb.edu.br/ceds/revista?utm\\_source=direto](http://sou.undb.edu.br/ceds/revista?utm_source=direto). Acesso em: 8 ago. de 2023.
- BRASIL. **Lei Nº 12608/2012** ,10 de abril de 2012. Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC). Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2012.
- CABRAL DE SOUZA, C. V.; DE SOUSA MORETTI, R. I.: Carta Geotécnica de Aptidão à

Urbanização e planejamento municipal. **Diálogos Socioambientais**, [S. l.], v. 4, n. 12, p. 20–24, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufabc.edu.br/index.php/dialogossocioambientais/article/view/589>. Acesso em: 8 ago. 2023.

CAPUTO, H. P. **Mecânica dos solos e suas aplicações**. 6.Ed. Rio de Janeiro, Brasil. LTC, 1987-1988. 244 p.

CUNHA, M. K. R. **Mapeamento geológico-geotécnico para fins de análise de risco e planejamento urbano no município de Caçapava do Sul-RS**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) – Universidade Federal do Pampa, Caçapava do Sul, 2022.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **DNER-ME 088/94: Solos - determinação da umidade pelo método expedito do álcool**. Rio de Janeiro, 1994.

DINIZ, N. C.; FREITAS, C. G. (coord.). Cartografia geotécnica. In: COUTINHO, R.Q. (org.). **Parâmetros para a cartografia geotécnica e diretrizes para medidas de intervenção de áreas sujeitas a desastres naturais**. Brasília, Ministério das Cidades/GEGEP/UFPE. 2013.

HIDROSUL AMBIENTAL SERVIÇOS GEOLÓGICOS, 2019. **Revisão e atualização da carta geotécnica de Campo Grande**. Disponível em: [PRODUTO-1 Diagnóstico-e-Constituição-de-Banco-de-Dados.pdf \(pgsskroton.com\)](#). Acesso em: 26 set. 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Catálogo de Imagens**. Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>. Acesso em: 12 jun. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Malha de Setores Censitários 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/26565-malhas-de-setores-censitarios-divisoes-intramunicipais.html>. Acesso em 28 jun. 2023.

\_\_\_\_\_. **Informação Ambiental 2021**. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Disponível em: [IBGE | Portal do IBGE | IBGE](#). Acesso em 28 jun. 2023.

\_\_\_\_\_. **Censo 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: [IBGE | Censo 2010](#). Acesso em 26 set. 2023.

MARINHO, F. **Classificação dos solos**. Guia da engenharia. Disponível em: **Classificação dos solos – Guia da Engenharia**. Acesso em 09 set. 2023.

NESI FRANCISCHETT, M.; BIZ, A. C. . (2020). O mapa hipsométrico no estudo dos continentes. *Revista Signos Geográficos*, 2, 1–25. Recuperado de <https://revistas.ufg.br/signos/article/view/62428>

NETO, E. **Formado por várias nascentes, o Rio Coxipó é um dos responsáveis pela construção de Cuiabá**. G1. Disponível em: <https://g1.globo.com/mt/mato-grosso/noticia/2019/04/04/formando-por-varias-nascentes-o-rio-coxipo-e-um-dos-responsaveis-pela-construcao-de-cuiaba.ghtml>. Acesso em: 15 fev. 2023.

NOGUEIRA, J. B. **Mecânica dos solos ensaios de laboratório**. São Carlos. Serviço Gráfico (EESC-USP), 2005.

OLIVEIRA, B.R. (2018). **Cartografia geotécnica de grande escala: estudo de caso setor habitacional Asa Taquari [Distrito Federal]**. Dissertação de Mestrado, Publicação G.DM-305/2018, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 144 p.

OLIVEIRA, E. Midia News. **Moradores relatam "maior cheia dos últimos 22 anos"**. Disponível em: <Midia News>. Acesso em: 24 jul. 2023.

PASCOTO, T. V.; FUREGATTI, S. A.; PEIXOTO, A. S. P. **Classificação das Erosões da Área Urbana de São Manuel – SP**. XIX Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica Geotecnia e Desenvolvimento Urbano COBRAMSEG 2018 – 28 de Agosto a 01 de Setembro, Salvador, Bahia, Brasil.

PINHO, D.; SILVA, J. A. da S. **Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações do Município de Cuiabá**. Cuiabá: [s. n.], CPRM, 2022. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/22635>. Acesso em: 24 fev. 2023.

PINTO, C. S. **Curso básico de mecânica dos solos**. 3.Ed. São Paulo: Oficina de Texto, 2006.

PORTAL MATOGROSSO. **Coxipó da Ponte**. Disponível em: <https://portalmatogrosso.com.br/coxipo-da-ponte/>. 2020. Acesso em: 15 fev. 2023.

\_\_\_\_\_. **Enchente atinge Coxipó do ouro e deixa desabrigados**. Disponível em: <https://portalmatogrosso.com.br/enchente-atinge-coxipo-do-ouro-e-deixa-desabrigados-veja-video/>. 2021. Acesso em: 05 Jun. 2023.

RAMOS, Y. S.; RIBEIRO, G. N.; ROCHA, R. N. R. Erosão laminar e atributos físico-químicos de solos próximos a Usina Hidrelétrica Luiz Gonzaga/PE. **Agropecuária Científica no Semiárido**, [Campina Grande], v. 8, n. 3, p. 74-84, 2012.

RIBEIRO, K. D.; SOUZA, L. K. Limites de atterberg e sua correlação com a granulometria e matéria orgânica dos solos. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 12, n. 2, p. 185–196, 2018.

SANTOS, J.N.B. **Fluxograma de Classificação de solos SUCS**. 2017. Disponível em: [https://www.udesc.br/arquivos/cct/id\\_cpmenu/1036/classificacao\\_sucs\\_2017\\_151681148878\\_87\\_1036.pdf](https://www.udesc.br/arquivos/cct/id_cpmenu/1036/classificacao_sucs_2017_151681148878_87_1036.pdf). Acesso em: 23 Out. 2023.

SANTOS, A. S. R. M.; MAURO, T.L.; SOUZA, L. SENIGALIA, R. L. C.; CASTRO, D.A.; SANTOS, E.S. Métodos de classificação supervisionada aplicados no uso e ocupação do solo no município de Presidente Médice – RO. **Biodiversidade** - V.18, N1, 2019 - pág. 150

SANTOS, F. M. M.; OLIVEIRA, A.S. de; NOGUEIRA. M.C. de J.A.; MUSIS, C. R. de; NOGUEIRA, J. de S. Análise do clima urbano de Cuiabá-MT-Brasil por meio de transectos móveis. **Paranoá**, Brasília, no 11, p. 45-54, 2014.

SILVA, J. A. SOUZA, A. A. **Setorização de áreas em alto e muito alto risco a movimentos de massa, enchentes e inundações: Várzea Grande, MT**. [S. l.]: CPRM, 2018.

SILVA, W. C. DA. **Mapeamento geoambiental da bacia hidrográfica do Rio Coxipó-MT, escala 1:100.000**. Dissertação de mestrado em Recurso Hídricos, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2009.

SILVA, W. A.; JUNIOR, C. S.; SILVA, M. A. Modelagem de carta geotécnica de erodibilidade do município de Chapada dos Guimarães no Mato Grosso. **Anais 6º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal**, Cuiabá, MT, 22 a 26 de outubro 2016 Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p. 539-548

SOBREIRA, F. G.; SOUZA, L. A. de. Cartografia geotécnica aplicada ao planejamento urbano. **Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental**, v. 2, n. 1, p. 79-97, 2012.

TARDEN, L. F.; ROSA, S. A. **Mapeamento geoambiental e qualidade hidrológica na região do Coxipó do Ouro, Cuiabá-MT**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) – Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, 2020.

THOMÉ FILHO, Jamilo José (Org.) **Sistema de Informação Geoambiental de Cuiabá, Várzea Grande e Entorno – SIG CUIABÁ**. Org. Jamilo J. Thomé Fo, Gilberto Scislewski, Edgar Shinzato, Gustavo A. Rocha, Marcelo Dantas, Prudêncio R. Castro Jr., Eric S. Araújo, Denise C. R. Melo, Regina Célia Gimenez Armesto, Lígia Maria Nascimento de Araújo. Goiânia: CPRM, 2004. (Convênio CPRM/SICME). 2 v. il. + mapas.

UEMURA, M. R. F. RD News. **A importância do Coxipó do Ouro**. Disponível em: <[A importância do Coxipó do Ouro | RDNEWS - Portal de notícias de MT](#)>. Acesso em: 24 Jul. 2023.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). Part 631 Geology National Engineering Handbook. **Engineering Classification of Earth Materials**. Jun 2022.

VALERIANO, M. M. Modelo digital de variáveis morfométricas com dados SRTM para o território nacional: o projeto TOPODATA. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2005, Goiânia, GO. **Anais do XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 2005. p. 1-8.

## APÊNDICE A1 – ENSAIOS DE GRANULOMETRIA POR PENEIRAMENTO

Tabela 9: Resumo dos ensaios de limite de liquidez.

Ponto	Massa total (g)	Massa para peneiramento fino (g)	Massa retida na peneira 2,0 mm (g)	Umidade higroscópica (%)	Abertura (mm)												Coeficientes	
					50	38	25	19	4,75	4	2	1	0,425	0,25	0,125	0,053	cu	cc
1	1016,9	125,52	89,70	0	0	0	0	0	73,07	4,63	12,00	1,88	8,66	38,32	40,09	27,6	4,58	1,36
2	1016,9	120,72	89,70	0	0	0	0	0	0,00	0,00	89,70	0,57	6,34	31,95	32,33	31,48	3,13	0,50
3	1000,0	122,73	182,40	0	0	0	0	0	139,94	14,76	27,70	2,40	3,86	46,23	45,08	23,52	3,56	1,13
4	2631,6	120,40	1076,00	0	0	0	0	0	593,96	49,17	432,90	2,20	4,47	31,33	28,78	19,39	37,74	0,21
5	1072,4	126,43	10,90	0	0	0	0	0	2,74	1,19	7,00	0,87	4,04	41,71	41,37	8,76	4,72	1,18
6	2578,5	189,00	1404,90	0	0	0	0	0	885,45	107,81	411,60	5,25	7,85	31,88	44,27	38,77	4,72	2,72
7	1000,0	122,00	30,00	0	0	0	0	0	20,06	2,31	7,70	1,36	4,38	30,28	42,18	42,18	3,77	0,94
9	1007,5	120,23	508,70	0	0	0	0	0	326,79	69,35	112,60	15,52	16,00	30,09	32,4	18,94	32,00	0,25
11	907,0	120,12	362,50	0	0	0	0	0	7,14	88,06	267,30	18,72	20,78	28,59	28,24	20,33	20,00	0,45
12	1000,0	121,73	508,30	0	0	0	0	0	0,00	0,00	508,30	2,42	6,04	17,97	20,28	17,00	47,17	0,12
14	1009,8	123,95	505,00	0	0	0	0	0	400,89	92,91	11,20	4,50	4,52	55,58	31,47	2,03	47,17	0,12
15	812,0	172,93	179,68	0	0	0	0	0	108,7	11,53	59,50	1,28	2,98	17,19	28,67	28,30	-	-
16	996,9	120,34	132,40	0	0	0	0	0	22,76	25,03	84,70	9,50	8,17	15,61	30,17	36,61	3,57	0,57
17	870,6	120,72	5,70	0	0	0	0	0	0,00	0,00	5,70	0,57	6,34	31,95	32,33	35,48	3,77	0,94
18	1785,9	120,26	627,60	0	0	0	0	0	432,19	55,2	140,30	4,55	7,00	45,82	41,4	18,50	4,17	0,81

cu - coeficiente de uniformidade / cc – coeficiente de curvatura

## APÊNDICE A2 – ENSAIOS DE LIMITE DE LIQUIDEZ E PLASTICIDADE

Tabela 10: Resumo dos ensaios de limite de liquidez.

Ponto de amostragem	Ponto do ensaio	Nº da cápsula	Cápsula (g)	Cápsula + Solo úmido (g)	Cápsula + Solo seco (g)	Número de golpes	Umidade (%)
1	1	3	8,02	27,00	24,50	50	15,2%
	2	22	9,98	25,03	22,88	32	16,7%
	3	33	7,71	27,80	24,93	31	16,7%
	4	9	8,31	26,86	23,22	26	24,4%
	5	23	7,59	33,67	27,89	15	28,5%
3	1	101	16,57	26,26	24,45	07	23,0%
	2	108	16,25	26,26	24,63	30	19,5%
	3	109	16,03	22,09	21,22	17	16,8%
	4	100	16,37	24,01	22,71	10	20,5
	5	102	15,83	22,46	21,25	15	22,3%
4	1	37	12,43	34,43	31,08	20	18,0%
	2	39	12,29	19,68	18,30	3	23,0%
	3	40	12,27	29,48	26,56	10	20,4%
	4	42	12,27	31,64	28,40	16	20,1%
	5	48	12,21	31,21	28,10	10	19,6%
5	1	101	16,57	26,26	24,45	7	23,0%
	2	108	16,25	26,26	24,63	30	19,5%
	3	109	16,03	22,09	21,22	17	16,8%
	4	100	16,37	24,01	22,71	10	20,5%
	5	102	15,83	22,46	21,25	15	22,3%
	6	18	7,670	19,98	18,07	9	18,4%
	7	16	7,63	24,56	22,18	38	16,4%
	8	20	8,83	22,62	20,58	31	16,3%
	9	34	7,62	24,31	22,1	20	14,7%
	10	32	7,65	24,31	21,78	10	17,9%
6	1	106	16,83	40,73	36,91	26	19,0%
	2	107	17,78	43,80	39,57	29	19,4%
	3	108	16,32	58,16	53,33	60	13,1%
	4	104	16,45	32,48	29,67	09	21,0%
7	1	107	17,81	38,00	34,46	10	21,3%
	2	105	16,61	31,65	29,44	30	17,2%
	3	104	16,43	31,61	29,28	14	18,1%
	4	100	16,40	32,98	30,35	12	18,9%
	5	103	15,53	30,02	27,34	6	22,7%
12	1	103	15,52	27,84	26,30	30	14,3%
	2	104	16,47	28,85	27,10	27	16,5%
	3	105	16,50	32,86	29,97	26	21,5%
	4	108	16,38	32,98	29,98	20	22,1%
	5	106	16,92	35,49	31,22	16	29,9%
14	1	43	12,17	29,93	28,35	50	9,8%
	2	44	12,34	36,00	33,78	34	10,4%
	3	37	12,41	20,00	18,93	17	16,4%
	4	40	12,36	29,87	27,31	9	17,1%
	5	41	12,39	23,64	22,13	14	15,5%

Tabela 10 (Continuação): Resumo dos ensaios de limite de liquidez.

Ponto de amostragem	Ponto do ensaio	Nº da cápsula	Cápsula (g)	Cápsula + Solo úmido (g)	Cápsula + Solo seco (g)	Número de golpes	Umidade (%)
15	1	38	12,33	22,45	19,98	10	32,3%
	2	45	12,35	22,26	20,00	15	29,5%
	3	44	12,36	21,41	19,37	20	29,1%
	4	39	12,28	26,33	23,23	330	28,3%
	5	41	12,39	26,44	23,45	45	27,0%
18	1	41	12,39	26,44	24,01	30	20,9%
	2	44	12,33	29,63	26,50	25	22,1%
	3	45	12,34	30,71	27,20	13	23,6%
	4	47	12,28	31,33	27,54	12	24,8%
	5	48	12,33	29,15	25,54	5	27,3%

Tabela 11: Resumo dos ensaios de limite de plasticidade.

Ponto de amostragem	Nº da cápsula	Cápsula (g)	Cápsula + Solo úmido (g)	Cápsula + Solo seco (g)	Umidade (%)
1	6	8,18	27,68	25,20	14,6%
	20	8,87	20,47	18,99	14,6%
	16	7,64	25,93	23,67	14,1%
3	103	19,79	26,20	25,71	8,3%
	106	16,25	30,49	29,50	7,5%
	108	16,25	30,49	29,50	7,5%
4	43	12,15	35,72	33,21	11,9%
	46	12,15	33,09	31,01	11,0%
	47	12,28	24,19	22,39	17,8%
5	103	19,79	26,20	25,11	20,5%
	106	16,25	30,49	28,60	15,3%
	108	16,25	30,49	30,00	3,6%
6	100	16,35	35,63	32,87	16,7%
	101	16,47	30,31	28,30	17,0%
	102	15,89	30,55	28,51	16,2%
7	102	15,84	27,25	25,66	16,2%
	45	12,39	24,75	23,14	15,0%
	39	12,30	23,50	22,10	14,3%
12	103	15,48	20,06	19,39	17,1%
	104	16,43	20,67	20,04	17,5%
	105	16,59	23,64	22,49	19,5%
14	45	12,36	17,75	16,93	17,9%
	46	12,24	22,60	21,38	13,3%
	47	12,20	22,00	21,38	6,8%
15	47	12,26	20,46	18,86	24,2%
	12	8,06	15,56	14,04	25,4%
	18	7,76	18,70	16,44	26,0%
18a	37	12,43	19,90	18,48	23,5%
	38	12,39	24,27	22,51	17,4%
	39	12,29	23,71	22,06	16,9%
18b	103	15,48	20,06	19,39	17,1%
	104	16,43	20,67	20,04	17,5%
	105	16,59	23,64	22,49	19,5%

## APÊNDICE A3 – MASSA ESPECÍFICA APARENTE NATURAL

Tabela 12: Resumo dos ensaios de massa específica aparente natural.

Código	Cilindro	Volume do cilindro (cm <sup>3</sup> )	Cilindro + solo úmido (g)	Peso do cilindro (g)	Peso do solo úmido (g)	Massa específica aparente (g/cm <sup>3</sup> )
DENS_APAR-P01	Cilindro 5	68,72	267,15	96,00	171,15	2,49
DENS_APAR-P01A	Cilindro 1	68,70	262,77	96,00	166,77	2,43
DENS_APAR-P02	Cilindro 4	68,72	244,64	96,00	148,64	2,16
DENS_APAR-P02A	Cilindro 5	68,72	190,00	96,00	94,00	1,66
DENS_APAR-P03	Cilindro 1	68,72	264,68	96,00	168,68	2,45
DENS_APAR-P03	Cilindro 1	68,72	250,94	96,00	154,94	2,25
DENS_APAR-P04	Cilindro 4	68,72	250,94	96,00	154,94	2,25
DENS_APAR-P05	Cilindro 5	68,72	252,37	96,00	156,37	2,28
DENS_APAR-P06	Cilindro 5	68,72	255,16	96,00	159,16	2,32
DENS_APAR-P07	Cilindro 2	68,72	259,61	96,00	163,61	2,38
DENS_APAR-P09	Cilindro 2	68,72	266,90	96,00	170,90	2,49
DENS_APAR-P09A	Cilindro 3	68,72	255,54	96,00	159,54	2,32
DENS_APAR-P10	Cilindro 5	68,72	181,80	96,00	85,80	1,25
DENS_APAR-P11	Cilindro 5	68,72	181,30	96,00	85,30	1,24
DENS_APAR-P12A	Cilindro 2	68,72	216,14	96,00	120,14	1,75
DENS_APAR-P14	Cilindro 1	68,72	248,32	96,00	152,32	2,22
DENS_APAR-P16	Cilindro 5	68,72	223,45	96,00	127,45	1,85
DENS_APAR-P16A	Cilindro 2	68,72	241,50	96,00	145,50	2,12
DENS_APAR-P17	Cilindro 5	68,72	233,00	96,00	137,00	1,99
DENS_APAR-P17A	Cilindro 1	68,7	250,10	96,00	154,10	2,24

## APÊNDICE A4 - CARTA SÍNTESE E QUADRO LEGENDA

Tabela 13: Quadro síntese das informações compiladas sobre as zonas delimitadas.

Zona	Geologia	Pedologia	Elevação (m)	Declividade (%)	Suscetibilidade	Geomorfologia
	Tarden & Rosa (2020)	Thomé Filho (2004)	Valeriano & Rosseti (2011)	Valeriano & Rosseti (2011)	Pinho & Silva (2022)	Thomé Filho (2004)
Zona 1	Metasiltito, metarenito bege e cinza e lentes de metatilito	Cambissolo háplico, neossolo litólico, plintossolo pétrico concrecionário e latossolo vermelho amarelo	200 a 210	0 - 8	Baixa a média à movimentos gravitacionais de massa e média à inundação	Área de estudo e formadas por colinas médias. Na porção Oeste em pontos isolados apresenta outra forma de unidade geomorfológica que são os morrotes.
Zona 2	Metarenitos de cor bege	Cambissolos	200 a 210	0 - 8	Baixa a média suscetibilidade à movimentos gravitacionais de massa e a média a inundação	
Zona 3	Metarenito bege e cinza	Plintossolo Pétrico	190 a 200	0 - 3	Baixa a média à movimentos gravitacionais de massa, média a alta suscetibilidade à inundação	
Zona 4	Lentes metarenito branco e bege	Plintossolo Pétrico e cambissolos	200 a 210	0 - 3	Baixa suscetibilidade à movimentos gravitacionais	
Zona 5	Filito, metarenito bege e cinza	Plintossolo Pétrico	180 e 190	0 - 3	Baixa a movimento de massa e média a alta a inundação	

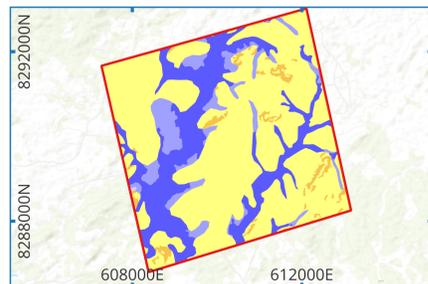
Tabela 14: Quadro as informações produzidas e diretrizes e recomendações para as zonas delimitadas.

Zona	Suscetibilidade a Erosão	Descrição dos solos	Recomendações	
			Diretrizes de uso e ocupação	Estudos e investigações complementares
Zona 1	Média a alta	Solos classificados GP/GM que consistem em pedregulhos mal graduados (GP) ou pedregulhos com silte (GM). São solos de gradação aberta desuniformes (Coeficiente de curvatura < 0.5 e coeficiente de uniformidade > 30). Os finos são classificados como siltes de baixa plasticidade apresentando limite de liquidez de 19.47% e índice de plasticidade de 1,44.	Delimitação e cercamento das áreas de preservação permanente. Manutenção da vegetação preexistente e recuperação das áreas desmatadas. Não ocupar área com declividade superior a 30% devido a suscetibilidade a erosão e movimentos de massa. Evitar cortes verticais no terreno natural.	Utilização de sondagens mistas em projetos de infraestrutura. Avaliação da erosividade e permeabilidade dos materiais superficiais. Análise de estabilidade de cortes realizados para a implantação de ocupações.
Zona 2	Média a alta	Os solos foram classificados como SM que consistem em areia siltosa com uma ocorrência a sudoeste e sudeste da poligonal. O ensaio de granulometria indica um solo de gradação aberta e muito uniforme (Coeficiente de uniformidade de 3.77 e Coeficiente de curvatura de 0.94)	Manutenção da cobertura vegetal até o momento da ocupação. Implementação do sistema de drenagem de águas pluviais antes da efetiva ocupação. Não ocupar área com declividade superior a 30% devido a suscetibilidade a erosão e movimentos de massa. Evitar cortes verticais no terreno natural.	Utilização de sondagens mistas em projetos de infraestrutura. Avaliação da erosividade e permeabilidade dos materiais superficiais. Análise de estabilidade de cortes realizados para a implantação de ocupações.
Zona 3	Baixa a média	Os solos são classificados como SM/SC que consistem em areia siltosa (SM) ou areia argilosa (SC). No geral são solos de gradação aberta desuniformes (P05, P02) ou uniformes (P16 e P17). Os finos são classificados como siltes de baixa plasticidade apresentando limite de liquidez de 15.12% e índice de plasticidade de 2%.	Manutenção da cobertura vegetal até o momento da ocupação. Implementação do sistema de drenagem de águas pluviais antes da efetiva ocupação.	Utilização de sondagens mistas em projetos de infraestrutura. Avaliação da erosividade dos materiais superficiais.
Zona 4	Baixa a média	Os solos foram classificados como SP que consistem em areias mal graduadas. Coeficiente de uniformidade de 4,17 e Coeficiente de curvatura de 0,81. Os finos são classificados como siltes de baixa plasticidade apresentando limite de liquidez de 21,7% e índice de plasticidade de 3,09.		

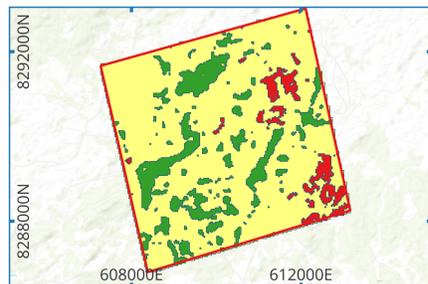
Tabela 14 (Continuação): Quadro as informações produzidas e diretrizes e recomendações para as zonas delimitadas.

Zona	Suscetibilidade a Erosão	Descrição dos solos	Recomendações	
			Diretrizes de uso e ocupação	Estudos e investigações complementares
Zona 5	Baixa a média	Ocorrência de solos classificados como SP/SM que consistem em areia mal graduada (SP) e areia siltosa (SM). Predominantemente solos de gradação aberta desuniformes e baixa plasticidade com ocorrência isolada, de solos bem graduados e muito uniformes com alta plasticidade na planície de inundação do Rio Coxipó.	Manutenção da cobertura vegetal até o momento da ocupação. Implementação do sistema de drenagem de águas pluviais antes da efetiva ocupação. Proibição de novas ocupações nas áreas de alta suscetibilidade.	Utilização de sondagens mistas em projetos de infraestrutura. Avaliação da erosividade dos materiais superficiais. Estudos de modelagem aplicadas a inundações.

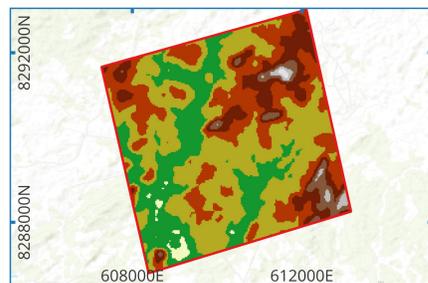
**CARTA SUSCETIBILIDADE**



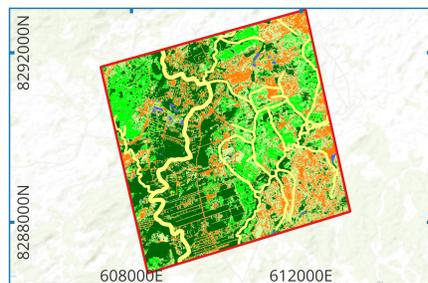
**SUSCETIBILIDADE A EROÇÃO**



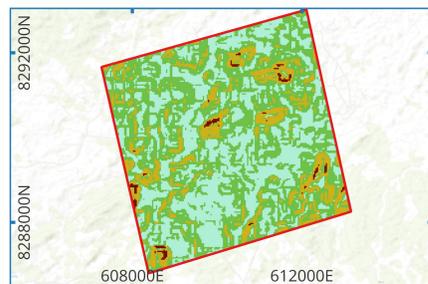
**HIPSOMETRIA**



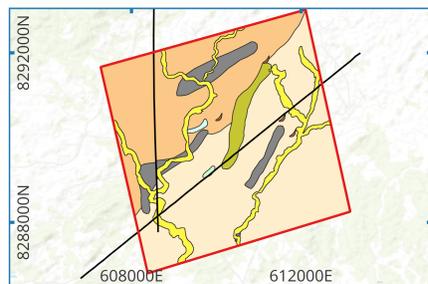
**USO E OCUPAÇÃO DO SOLO**



**DECLIVIDADE**

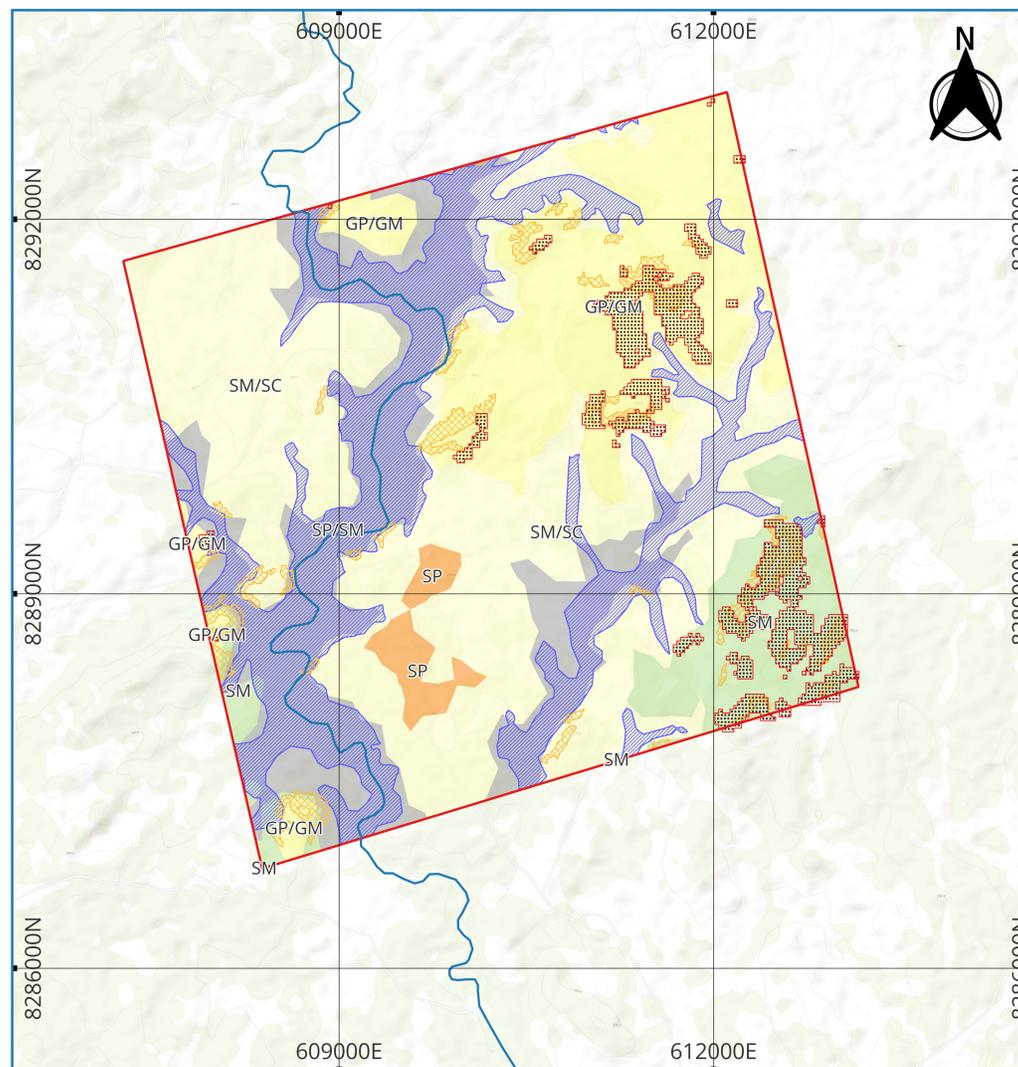


**GEOLOGIA**



**CARTA DE SUSCETIBILIDADE À INUNDAÇÕES, ESCORREGAMENTOS E PROCESSOS HIDROEROSIVOS NO ENTORNO DA COMUNIDADE DO COXIPÓ DO OURO - CUIABÁ/MT**

Sistema de Coordenadas:  
 Universal Transversa de Mercator zona 21S  
 Datum: Sirgas 2000  
 Fonte: Geologia Tarden & Rosa (2020)  
 Escala do dado 1:25.000  
 Suscetibilidade à inundações e escorregamentos Pinho & Silva (2022)  
 Escala do dado 1:25.000  
 Declividade e Hipsometria Valeriano & Rosseti (2011)  
 Escala do dado 1:100.000  
 Elaborado por Gilzemar Candido Pinto

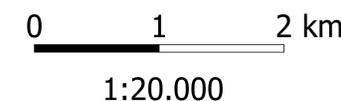


**Legenda**

- Rio Coxipó
- Área de Estudo
- Suscetibilidade**
- Movimento de Massa
- Média
- Inundação
- Alta
- Suscetibilidade a Erosão**
- Alta

**Classificação Unificada de Solos – SUCS**

- Zona 1 (GP/GM)
- Zona 2 (SM)
- Zona 3 (SM/SC)
- Zona 4 (SP)
- Zona 5 (SP/SM)



**LEGENDA DOS MAPAS AUXILIARES**

□ Área de Estudo  
**SUSCETIBILIDADE**

- Inundação
- Alta
  - Média
  - Baixa
- Movimento de Massa
- Média
  - Baixa

**HIPSOMETRIA**

- 170 - 180
- 180 - 190
- 190 - 200
- 200 - 210
- 210 - 220
- 220 - 230
- 230 - 240
- 240 - 246,8

**DECLIVIDADE**

- Plano ( 0 - 3)
- Suave Ondulado (3 - 8)
- Ondulado (8 - 20)
- Forte Ondulado (20 - 45)

**SUSCETIBILIDADE A EROÇÃO**

- Alta
- Moderado
- Baixo

**USO E OCUPAÇÃO DO SOLO**

- Áreas de preservação permanente (APP)
- Água
- Solo exposto, vias pavimentadas e edificações
- Campo
- Vegetação de pequeno porte
- Vegetação de médio, grande porte e mata de galeria

**GEOLOGIA**

- Falhas ou zonas de cisalhamento indiscriminadas
- Depósitos Aluvionares
- GEOLOGIA**
- Fiito
- Filito
- Lente de Metarenito branco
- Lentes de Metatilito
- Metapelito
- Metarenito bege
- Metarenito cinza
- Metassilito intercalado com Metarenito
- Metassilito

Unidades homólogas	Litologia <sup>1</sup>	Pedologia <sup>2</sup>	Relevo <sup>2</sup>	Caracterização dos solos	Hipsometria (m)	Declividade (%)	Densidade de drenagem	Fenômenos da geodinâmica externa	Recomendações	Estudos e investigações sugeridas
Zona 01	Metasilito, Metarenito bege e cinza/ Lete de metatilito.	Regionalmente enquadrados nas classes FFcd6, CXbd2 e CXbd3 ue englobam Cambissolo Háptico, Neossolo Litólico, Plintossolo Pétrico Concrecionário e Latossolo Vermelho Amarelo.	Área de estudo e formadas por colinas médias, a caracterização dessa unidade geomorfológica são apresentam média dissecação, pequena amplitude, declividade média, interflúvios médios, topos extensos, arredondados, perfis das vertentes convexas a retilíneas, densidade de drenagem média, padrão sub-retangular a dendrítico, vales abertos a fechados. Na porção Oeste em pontos isolados apresenta outra forma de unidade geomorfológica os morrotes, esta forma de relevo apresenta dissecação média, declividade média, amplitude pequena a média, topos restritos e arredondados, vertentes com perfil convexo a retilíneo, média densidade de drenagem, interflúvios médios, padrão dendrítico, vales abertos.	Solos classificados GP/GM que consistem em pedregulhos mal graduados (GP) ou pedregulhos com silte (GM). São solos de gradação aberta desuniformes (Coeficiente de curvatura < 0.5 e coeficiente de uniformidade > 30). Os finos são classificados como siltes de baixa plasticidade apresentando limite de liquidez de 19.47% e índice de plasticidade de 1.44.	Entre 200 a 210	Plano e suave ondulado	Moderada	Baixa a Média (Movimento de massa) / Média a Alta (Erosão) / Média (Inundação)	Delimitação e cercamento das áreas de preservação permanente. Manutenção da vegetação preexistente e recuperação das áreas dematadas. Não ocupar área com declividade superior a 30% devido a suscetibilidade a erosão e movimentos de massa. Evitar cortes verticais no terreno natural.	Utilização de sondagens mistas em projetos de infraestrutura. Avaliação da erosividade e permeabilidade dos materiais superficiais. Análise de estabilidade de cortes realizados para a implantação de ocupações.
Zona 02	Metarenito Bege.	Cambissolo Háptico Tb Distrófico típico (CXbd2).	Os solos foram classificados como SM que consistem em areia siltosa com uma ocorrência a sudoeste e sudeste da poligonal. O ensaio de granulometria indica um solo de gradação aberta e muito uniforme (Coeficiente de uniformidade de 3.77 e Coeficiente de curvatura de 0.94).	Os solos foram classificados como SM que consistem em areia siltosa (SM) ou areia argilosa (SC). No geral são solos de gradação aberta desuniformes (P05, P02) ou uniformes (P16 e P17). Os finos são classificados como siltes de baixa plasticidade apresentando limite de liquidez de 15.12% e índice de plasticidade de 2%.	Entre 200 a 210	Predominante-mente plana	Moderada	Baixa a Média (Movimento de massa) / Média a Alta (Erosão) / Média (Inundação)	Manutenção da cobertura vegetal até o momento da ocupação. Implementação do sistema de drenagem de águas pluviais antes da efetiva ocupação. Não ocupar área com declividade superior a 30% devido a suscetibilidade a erosão e movimentos de massa. Evitar cortes verticais no terreno natural.	Utilização de sondagens mistas em projetos de infraestrutura. Avaliação da erosividade e permeabilidade dos materiais superficiais. Análise de estabilidade de cortes realizados para a implantação de ocupações.
Zona 03	Metarenito bege e cinza.	Plintossolo Pétrico Concrecionário Distrófico típico ou léptico (FFcd6)	Os solos são classificados como SM/SC que consistem em areia siltosa (SM) ou areia argilosa (SC). No geral são solos de gradação aberta desuniformes (P05, P02) ou uniformes (P16 e P17). Os finos são classificados como siltes de baixa plasticidade apresentando limite de liquidez de 15.12% e índice de plasticidade de 2%.	Os solos foram classificados como SP que consistem em areias mal graduadas. Coeficiente de uniformidade de 4,17 e Coeficiente de curvatura de 0,81. Os finos são classificados como siltes de baixa plasticidade apresentando limite de liquidez de 21,7% e índice de plasticidade de 3,09.	Entre 190 a 200	Plano e suave ondulado	Alta	Baixa a Média (Movimento de massa) / Baixa a Média (Erosão) / Média a Alta (Inundação)	Manutenção da cobertura vegetal até o momento da ocupação. Implementação do sistema de drenagem de águas pluviais antes da efetiva ocupação.	Utilização de sondagens mistas em projetos de infraestrutura. Avaliação da erosividade dos materiais superficiais.
Zona 04	Lente metarenito branco e Metaarenito bege.	Regionalmente enquadrados na classe FFcd6 que engloba Plintossolo Pétrico Concrecionário, Cambissolo Háptico. Plintossolo Pétrico Epiconcrecionário.	Os solos foram classificados como SP que consistem em areias mal graduadas. Coeficiente de uniformidade de 4,17 e Coeficiente de curvatura de 0,81. Os finos são classificados como siltes de baixa plasticidade apresentando limite de liquidez de 21,7% e índice de plasticidade de 3,09.	Os solos foram classificados como SP que consistem em areias mal graduadas. Coeficiente de uniformidade de 4,17 e Coeficiente de curvatura de 0,81. Os finos são classificados como siltes de baixa plasticidade apresentando limite de liquidez de 21,7% e índice de plasticidade de 3,09.	Entre 200 a 210	Predominante-mente plana	Baixa	Baixa (Movimento de massa) / Baixa a Média (Erosão)	Manutenção da cobertura vegetal até o momento da ocupação. Implementação do sistema de drenagem de águas pluviais antes da efetiva ocupação.	Utilização de sondagens mistas em projetos de infraestrutura. Avaliação da erosividade dos materiais superficiais.
Zona 05	Felito, Metarenito bege e cinza.	Plintossolo Pétrico Concrecionário Distrófico típico ou léptico (FFcd6).	Ocorrência de solos classificados como SP/SM que consistem em areia mal graduada (SP) e areia siltosa (SM). Predominantemente solos de gradação aberta desuniformes e baixa plasticidade com ocorrência isolada, de solos solos bem graduados e muito uniformes com alta plasticidade na planície de inundação do Rio Coxipó.	Ocorrência de solos classificados como SP/SM que consistem em areia mal graduada (SP) e areia siltosa (SM). Predominantemente solos de gradação aberta desuniformes e baixa plasticidade com ocorrência isolada, de solos solos bem graduados e muito uniformes com alta plasticidade na planície de inundação do Rio Coxipó.	Entre 180 a 190	Predominante-mente plana	Alta	Baixa (Movimento de massa) / Baixa a Média (Erosão) / Média a Alta (Inundação)	Manutenção da cobertura vegetal até o momento da ocupação. Implementação do sistema de drenagem de águas pluviais antes da efetiva ocupação. Proibição de novas ocupações nas áreas de alta suscetibilidade.	Utilização de sondagens mistas em projetos de infraestrutura. Avaliação da erosividade dos materiais superficiais. Estudos de modelagem aplicadas a inundações.