



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

INSTITUTO DE GEOGRAFIA

CURSO DE GEOLOGIA

*CAMPUS MONTE CARMELO*



**CARACTERÍSTICAS PEDOLÓGICAS DOS MATERIAIS DE COBERTURA NO  
DISTRITO DE ALTINHO – COROMANDEL, REGIÃO DO ALTO PARANAÍBA**

Monte Carmelo – MG

Janeiro – 2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE GEOGRAFIA  
CURSO DE GEOLOGIA  
*CAMPUS MONTE CARMELO*

VANESSA SILVA DOS SANTOS

**CARACTERÍSTICAS PEDOLÓGICAS DOS MATERIAIS DE COBERTURA NO  
DISTRITO DE ALTINHO – COROMANDEL, REGIÃO DO ALTO PARANAÍBA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
ao Curso de Geologia da Universidade Federal  
de Uberlândia, para obtenção do grau de  
Bacharel em Geologia.

Orientadora: Profa. Dra. Liliane Ibrahim

Monte Carmelo – MG

Janeiro – 2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE GEOGRAFIA  
CURSO DE GEOLOGIA  
*CAMPUS MONTE CARMELO*

VANESSA SILVA DOS SANTOS

**CARACTERÍSTICAS PEDOLÓGICAS DOS MATERIAIS DE COBERTURA NO  
DISTRITO DE ALTINHO – COROMANDEL, REGIÃO DO ALTO PARANAÍBA**

Trabalho Final de Graduação para obtenção do grau de Bacharel em Geologia

Monte Carmelo, 03 de março de 2023.

**Banca Examinadora**

---

Orientadora: Profa. Dra. Liliane Ibrahim  
Universidade Federal de Uberlândia

---

Prof. Dr. Alan Silveira  
Universidade Federal de Uberlândia

---

Prof. Dr. Filipe Goulart Lima  
Universidade Federal de Uberlândia

Monte Carmelo – MG  
Janeiro – 2023

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente minha mãe, Marcia, e ao meu pai, Bento, que nunca mediram esforços para apoiar e incentivar minha vida acadêmica. Apesar das divergências, sempre deram o melhor de si para me ensinar sobre o caminho da humildade, honestidade e responsabilidade. Ao meu irmão, que mesmo sem dizer uma palavra, me ensina algo novo todos os dias através de olhares e expressões que me impulsionam a continuar lutando as guerras mais difíceis.

Agradeço ao Leandro, mais conhecido como “amor da vida” ou “vidinha”, que apareceu na minha vida durante um período difícil, estendeu a mão e me acolheu com um abraço o qual permaneço até hoje. Obrigada por não desistir de mim e despertar no meu coração a vontade de oferecer o meu melhor todos os dias. É um prazer imenso partilhar a vida com você e cultivar momentos (bons e ruins) que nos fortalecem a cada vez mais.

Agradeço a minha madrinha, Mirlene, que durante todo o período de graduação, mesmo a distância sempre se manteve presente, se preocupando, aconselhando ou apenas ligando para falar “Deus te abençoe! amo você, estou com saudades”. Você, com certeza, fez toda a diferença nessa caminhada e tornou as cargas pesadas um pouco mais leves.

Agradeço a minha orientadora, Liliane Ibrahim, pelas idas em campo, pelos direcionamentos e ensinamentos durante o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço ao técnico Paulo Magalhães do Laboratório de Ciências do Solo (LCSOL) por todo auxílio, atenção e disponibilidade durante os períodos de análise das amostras.

Agradeço, em memória, a todos entes queridos que partilhariam desse momento comigo, mas infelizmente não estão mais presentes nessa vida. A minha primeira e única avó Antônia Soares que me acompanhou durante todo trajeto mesmo com a distância. Ao meu casal de avós adotados, Ana Venância e Affonso Martins que sempre me acolheram com muito carinho. E aos meus amigos, Gustavo Chaves e Marcelo Amim, que sempre alegravam o ambiente de forma única e compartilhavam o amor pela geologia.



## RESUMO

A região do Alto Paranaíba é reconhecida pela grande diversidade geológica e pedológica e conta com poucas análises e mapeamentos de solos em detalhe. A baixa exposição de afloramentos em razão da alta intensidade do intemperismo característico dos climas tropicais, resulta em espessos mantos de alteração e diversas classes de solo. A identificação dos materiais de cobertura fornece subsídio para mapeamentos geológicos de detalhe e contribui para levantamentos pedológicos para fins de gênese e classificação. A partir do mapeamento geológico realizado pela equipe do Curso de Graduação em Geologia, da Universidade Federal de Uberlândia na região, foi selecionada uma área que representasse essa diversidade litológica, para a realização do mapeamento pedológico de detalhe, em escala 1:30.000. Foram realizadas descrições morfológicas em seis perfis de solos e análises granulométricas em 15 amostras de camadas e horizontes, que forneceram dados para a identificação de processos pedogenéticos e reconhecimento dos materiais de origem (alóctones e autóctones). Foi identificado o processo pedogenético de brunificação/rubeificação através da coloração do solo, que ocorre pela liberação de  $Fe^{2+}$  de minerais primários e o processo de pedalização, reconhecido pelo desenvolvimento de agregados estruturais (peds). Foram classificadas seis classes de solos até o segundo nível categórico: Cambissolo Háptico, Neossolo Regolítico, Latossolo Vermelho, Argissolo Amarelo, Argissolo Vermelho-Amarelo e Neossolo Litólico. O Cambissolo Háptico e Neossolo Regolítico são perfis típicos de solos derivados das rochas graníticas do Complexo Monte Carmelo e apresentam textura franca a franca siltosa. O Latossolo Vermelho é derivado do muscovita-xisto do Grupo Araxá e apresenta estreita relação com o material de origem autóctone com textura argilo-siltosa. O Argissolo Amarelo e Argissolo Vermelho-Amarelo são derivados de sedimentos transportados (alóctones), mas possuem filiação genética com a geologia local. Por fim, o Neossolo Litólico é desenvolvido do filito do Complexo Abadia dos Dourados e apresenta textura franco argilo-siltosa comumente encontrada em solos originados deste tipo de rocha. Constatou-se que o reconhecimento dos materiais de origem a partir da caracterização dos mantos intempéricos e dos solos formados demonstrou-se uma ferramenta imprescindível para mapeamentos geológicos e pedológicos de detalhe em regiões de clima tropical.

Palavras-chave: Alto Paranaíba. Intemperismo. Pedogênese. Análise Granulométrica. Clima Tropical.

## ABSTRACT

The region of Alto Paranaíba is recognized for its geological and pedological diversity. The area contains few detailed soils analyzes and mappings. The low exposure of outcrops due to the high intensity of weathering in tropical climates results in thick mantles of alteration and diverse soil classes. Identification of cover materials provides subsidy for detailed geological mapping and contributes to pedological surveys for genesis and classification. From the geological mapping carried out by the team of the Graduation Course in Geology, of the Federal University of Uberlândia in the region, an area was selected that represented this lithological diversity, to carry out the detailed pedological mapping, in scale 1:30.000. Morphological descriptions were carried out in six soil profiles and granulometric analyzes were carried out in 15 samples of layers and horizons, which provided data for the identification of pedogenetic processes and recognition of source materials (allochthonous and autochthonous). The pedogenetic process of brunification/rubeification was identified through soil coloration, which occurs by the release of  $Fe^{2+}$  from primary minerals, and the pedalization process, recognized by the development of structural aggregates (peds). Therefore, six soil classes were classified up to the second categorical level: Haplic Cambisol, Regolithic Neosol, Red Latosol, Yellow Argisol, Red-Yellow Argisol and Litholic Neosol. The Haplic Cambisol and the Regolithic Neosol are typical profiles of soils derived from the granitic rocks of the Monte Carmelo Complex and have a frank to silty frank texture. The Red Latosol is derived from the muscovite-schist of the Araxá Group and is closely related to the material of autochthonous origin with clayey-silty texture. Yellow Argisol and Red-Yellow Argisol are derived from transported sediments (alochthonous), but have genetic affiliation with the local geology. Finally, the Litholic Neosol is developed from the phyllite of the Abadia dos Dourados Complex and has a silty clay frank texture commonly found in soils originating from this type of rock. It was found that the recognition of parent materials from the characterization of weathered mantles and formed soils proved to be an essential tool for detailed geological and pedological mapping in regions with a tropical climate.

Keywords: Alto Paranaiba. Weathering. Pedogenesis. Granulometric Analysis. Tropical Weather.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
1.1 Localização e vias de acesso.....	13
1.2 Objetivos.....	14
2 MÉTODOS.....	14
2.1 Levantamento bibliográfico.....	15
2.2 Aquisição de dados.....	15
2.3. Descrição dos perfis de alteração.....	16
2.4. Análise Granulométrica.....	17
2.5 Análise dos resultados.....	23
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	23
3.1 Conceitos básicos em pedologia.....	23
3.2. Fatores de formação dos solos.....	29
3.2.1. Materiais de origem.....	29
3.2.2. Relevo.....	31
3.3.3 Clima.....	32
3.3 Processos Pedogenéticos.....	33
3.3.1. Pedalização: desenvolvimento de estrutura.....	34
3.3.2. Lessivagem: eluviação e iluviação de argila.....	35
3.3.3. Brunificação e Rubeificação.....	35
3.4 Mapeamento pedológico.....	36
4 GEOLOGIA REGIONAL.....	40
4.1. Faixa Móvel Brasília.....	41
4.2. Grupo Araxá.....	41
4.3. Complexo Abadia dos Dourados.....	42
4.4. Complexo Monte Carmelo.....	43
5 ASPECTOS FISIAGRÁFICOS.....	43

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	45
6.1. Atributos morfológicos e físicos dos solos.....	46
6.1.1. Ponto G1.....	46
6.1.2. Ponto G2.....	50
6.1.3. Ponto G3.....	54
6.1.4. Ponto G4.....	58
6.1.5. Ponto G5.....	62
6.1.6. Ponto G6.....	66
6.2. A cor do solo como indicador de pedoambientes.....	69
6.3. Análise dos solos e materiais de origem.....	71
7 CONCLUSÕES.....	72
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75
APÊNDICES.....	78

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: O Tipo E A Intensidade Do Intemperismo Podem Ser Relacionados Com A Temperatura E Precipitação.....	12
Figura 2: Mapa Vias De Acesso Para Área De Estudo A Partir Do Município Referência Uberlândia – Mg.....	14
Figura 3: Mapa Pedológico Atingindo 1º Nível Taxonômico Elaborado Durante Projeto De Mapeamento Geológico Ii Com Destaque Aos Perfis G1, G2, G3, G4, G5 E G6 Escolhidos Para Descrição No Presente Trabalho. ....	17
Figura 4: Amostras De Solo Passadas Na Peneira De 2 Mm Sobre Papel Pardo Para Secagem Ao Ar Livre De 72h.....	18
Figura 5: (A) Pesagem Do Hidróxido De Sódio Para Preparo Da Solução (Naoh). (B) Solução De Hidróxido De Sódio (Naoh).....	19
Figura 6: (A) Amost Ras De 20 G Pesadas Para Terra Fina Seca Em Estufa (Tfse). (B) Amostras Diluídas Em Hidróxido De Sódio No Agitado De Wagner.....	19
Figura 7: (A) E (B) Amostras Colocadas Em Estufa A $\cong 105^{\circ}\text{C}$ . ....	20
Figura 8: Provetas Com Argila E Silte Em Solução Após A Lavagem Das Amostras.....	21
Figura 9: (A) Cadinhos Contendo As Amostras Dentro Do Dessecador. (B) Amostras Secas E Resfriadas De Areia (Ar), Silte (S) E Argila (Ag), Respectivamente. ....	22
Figura 10: (A) Conjunto De Peneiras 0,500 Mm E 0,250 Mm. (B) Agitador De Peneiras. (C) Amostras De Areia Grossa (Ag); Areia Média (Am); Areia Fina (Af).....	22
Figura 11: Esquema Do Perfil De Solo Composto Por Solum E Saprolito Que Constituem O Regolito. ....	24
Figura 12: Esquema De Hierarquia Organizada.....	26
Figura 13: Esquema Representativo Do Corpo Do Solo, Pedon, Perfil Do Solo E Respetivos Horizontes.....	27
Figura 14: Esquema De Um Pedon, Perfil E Horizontes Genéticos. ....	28
Figura 15: Condições De Movimentos De Água No Solo .....	32
Figura 16:Esquema Representativo De Processos Pedogenéticos De Adição, Remoção, Transformação E Translocação Segundo O Modelo De Simonson (1959).....	34
Figura 17: Esquema De Níveis Categóricos Dos Solos Segundo O Sistema Brasileiro De Classificação Dos Solos. ....	38
Figura 18: Mapa Geológico Da Faixa Móvel Brasília. ....	42

Figura 19: Mapa De Hipsometria Da Área De Estudo.....	44
Figura 20: Mapa De Declividade Da Área De Estudo Relacionando As Classes De Declividade Aos Padrões De Relevô. ....	45
Figura 21: Mapa De Localização Dos Perfis Selecionados.....	46
Figura 22: Localização Do Ponto G1 Na Paisagem .....	47
Figura 23: Perfil G1 Com Seus Respective Horizontes E Profundidades Em Destaque.....	48
Figura 24: Triângulo Textural Classificando As Amostras De Solo Do Perfil G1 Como Franca. .....	49
Figura 25: Localização Do Ponto G2 Na Paisagem .....	51
Figura 26: Perfil G2 Representado Em Esquema. As Cores Utilizadas Seguem O Padrão Determinado Pela Carta De Munsell Para Solos. ....	52
Figura 27: Triângulo Textural Classificando Horizonte C Como Textura Franco-Siltosa. ....	54
Figura 28: Localização Do Ponto G3 Na Paisagem. ....	55
Figura 29: Perfil Do Ponto G3.....	56
Figura 30: Triângulo Textural Classificado Como Textura Argilosiltosa Ponto G3. ....	57
Figura 31: Localização Do Ponto G4. ....	58
Figura 32: (A) Perfil G4 Ilustrado Conforme Seus Horizontes. As Cores Utilizadas São Úmidas E Seguem A Carta De Cores Munsell Para Solos. (B) Paisagem Do Córrego Do Tamborete, Perfil Localizado A Direita Da Imagem. ....	60
Figura 33: Triângulo Textural Classificado Como Textura Franco Argilosa Ponto G4. ....	62
Figura 34: Localização Do Ponto G5 Na Paisagem. ....	63
Figura 35: Perfil G5 Com Seus Respective Horizontes Representados. As Cores Úmidas Seguem O Padrão De Cores Para Solos Munsell. ....	64
Figura 36: Triângulo Textural Mostrando A Classificação Como Franco Argiloso Arenosa No Horizonte A e Como Argila Nos Demais.....	65
Figura 37: Localização Do Ponto G6. ....	67
Figura 38: (A) Representação Do Perfil G6; (B) Posição Na Vertente; (C)Visão Do Perfil. ..	68
Figura 39: Triângulo Textural Classificando O Ponto G6 Como Franco Argilo Siltosa. ....	69

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Características Morfológicas Do Perfil G1. ....	48
Tabela 2: Distribuição Granulométrica Dos Horizontes De Solo Do Perfil G1.....	49
Tabela 3: Características Morfológicas Do Perfil G2. ....	53
Tabela 4: Distribuição Granulométrica Dos Horizontes De Solo Do Perfil G2.....	53
Tabela 5: Características Morfológicas Da Amostra G3, Possível Bw. ....	56
Tabela 6: Distribuição Granulométrica Do Possível Horizonte Bw (Amostra G3). ....	57
Tabela 7: Características Morfológicas Do Perfil G4. ....	61
Tabela 8: Distribuição Granulométrica Dos Horizontes De Solo Do Perfil G4.....	61
Tabela 9: Características Morfológicas Do Perfil G5. ....	65
Tabela 10: Distribuição Granulométrica Dos Horizontes De Solo Do Perfil G5.....	65
Tabela 11: Descrição Morfológica Da Amostra G6.....	67
Tabela 12: Distribuição Granulométrica Do Horizonte C Referente Ao Perfil G6.....	68

## 1 INTRODUÇÃO

O Sistema Terra é composto pela litosfera, hidrosfera, biosfera e atmosfera, que coexistem em complexas transformações desde a formação do planeta. A crosta, porção mais externa da litosfera, é dividida em crosta oceânica e crosta continental, com grande predomínio da primeira (OLIVEIRA et al., 2009).

Os materiais geológicos na superfície da Terra são, em sua maior parte, produtos das transformações que ocorrem na crosta continental em interação com a atmosfera, hidrosfera e biosfera, ou seja, são produtos resultantes do intemperismo e podem ser agrupados na porção denominada pedosfera. Estes produtos são compostos pelas rochas alteradas e os solos, sendo que os diferentes graus de intemperismo são controlados pelo clima, relevo, fauna/flora, material de origem e tempo (OLIVEIRA et al., 2009).

Para compreender o tipo e a intensidade da ação do intemperismo nas regiões tropicais brasileiras é preciso estabelecer uma importante relação com o clima, atribuindo uma interdependência com as temperaturas e precipitações regionais. De modo geral, o clima tropical é caracterizado por duas estações bem definidas, com o inverno seco e o verão úmido. onde a atuação do intemperismo pode variar de moderada a forte (KÄMPF; CURI, 2012).

A intensidade do intemperismo desempenha um papel de importância na desagregação do material de origem e na velocidade que esse processo ocorre em zona tropical. Como consequência, há o espessamento do manto intempérico e a formação de solos (Figura 1) (OLIVEIRA et al., 2009).

Segundo Melfi (1967), em regiões de climas tropicais, os espessos pacotes de material intemperizado ou pedogenizado impede a visualização direta do substrato rochoso e dessa forma, a necessidade de adquirir informações sobre os solos é um recurso imprescindível para os mapeamentos geológicos.

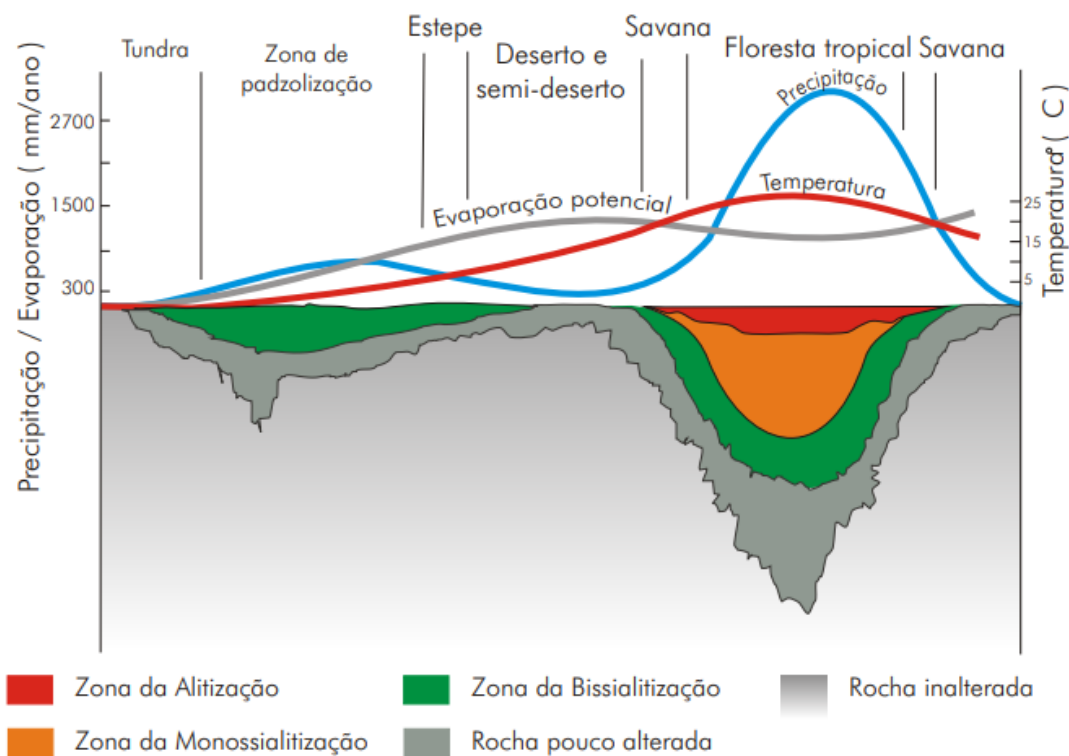
Quando as rochas são remobilizadas do seu ambiente de formação e expostas à superfície terrestre, os minerais que as constituem estão sujeitos a alterações químicas e/ou físicas. Desse modo, cada litotipo irá reagir de uma forma aos processos intempéricos, de acordo com suas propriedades intrínsecas como: mineralogia, cor, estrutura e textura (FONTES, 2012).

A região do Alto Paranaíba possui uma ampla diversidade geológica que abrange rochas pré-cambrianas a coberturas quaternárias e as principais ocorrências estão



associadas às unidades da Faixa Brasília, Bacia do Paraná, Bacia Sanfranciscana e intrusões associadas. (ROLIM NETO, 2009; SEER; MORAES, 2013; FÉBOLI, 2017; UHLEIN et al., 2012).

Figura 1: O tipo e a intensidade do intemperismo podem ser relacionados com a temperatura e precipitação.



Retirado de OLIVEIRA et al., 2009.

Comparando os mapas geológicos existentes para a região, elaborados pela CODEMIG (2014) e CPRM (2015), ambos na escala 1:100.000, utilizados como mapas bases do Projeto de Mapeamento Geológico II, na escala 1:30.000, desenvolvido pelos discentes e docentes do curso de Geologia da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), foi observado que a região do Alto Paranaíba apresenta uma diversidade geológica muito mais complexa.

Por vezes, a ausência de rochas aflorantes acarreta a identificação destes materiais por meio de seus mantos intemperizados, assim como o reconhecimento de contatos litológicos. Portanto, o conhecimento destes materiais em superfície torna-se uma ferramenta imprescindível para o levantamento geológico em uma região que carece de análises específicas voltadas para mantos intempéricos ou coberturas pedológicas que

devido à ação moderada a forte do intemperismo, dificulta o reconhecimento dos respectivos materiais de origem.

Segundo Kämpf; Curi (2012), nos perfis mais desenvolvidos, a interação dos fatores de formação (material de origem, clima, tempo, organismos e relevo) estimula os processos pedogenéticos. Os processos pedogenéticos são identificados através das feições morfológicas e da composição do solo, dessa forma, a interação diferenciada dos processos com os fatores formadores resulta em solos constituídos por conjunto de horizontes com características e composições específicas. A interpretação da gênese e evolução dos solos demanda a compreensão de processos atuantes no passado baseado em características preservadas, no reconhecimento de processos atuais e a tendência para o futuro (KÄMPF; CURI, 2012).

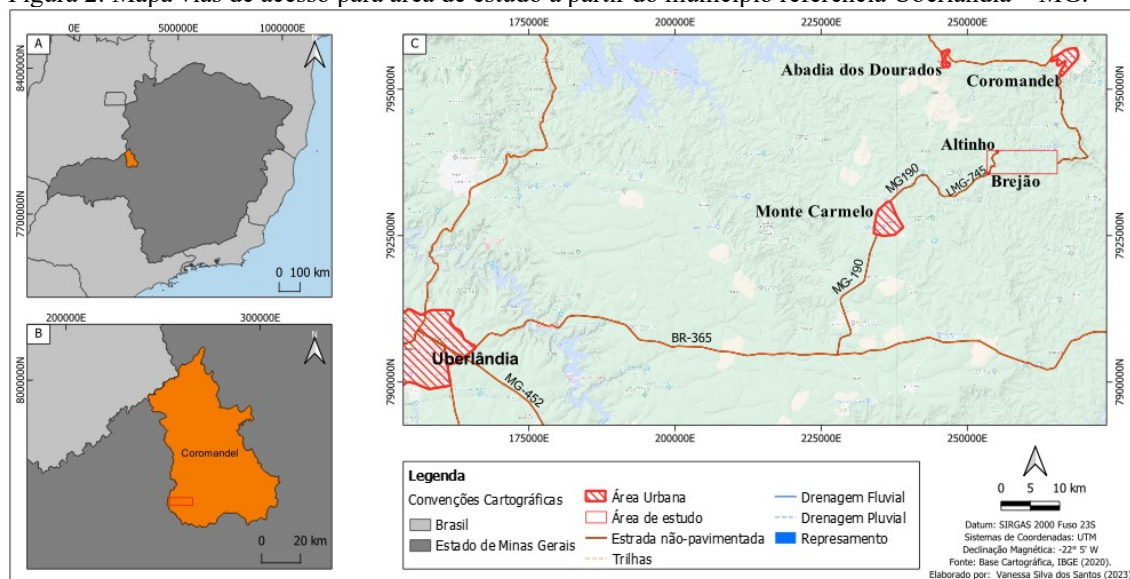
Desse modo, a caracterização dos materiais da pedosfera fornece subsídio para futuros mapeamentos geológicos de detalhe na região, além de contribuir com investigações para levantamentos pedológicos com fins de gênese e classificação.

### ***1.1 Localização e vias de acesso***

A área de estudo localiza-se no limite entre os distritos de Altinho e Brejão no município de Coromandel – MG, na Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Alto Paranaíba e foi escolhida pela diversidade dos solos e rochas alteradas (Figura 2).

O acesso se dá a partir do município de Monte Carmelo, na Rodovia MG 190, 14 km após a rotatória principal da cidade e entrada à direita para o distrito de Brejão na LMG-745. Após, seguir por 20 km até o distrito de Altinho no município de Coromandel – MG. Cada perfil está localizado com as respectivas coordenadas UTM.

Figura 2: Mapa vias de acesso para área de estudo a partir do município referência Uberlândia – MG.



Fonte: Autora (2023).

## 1.2 Objetivos

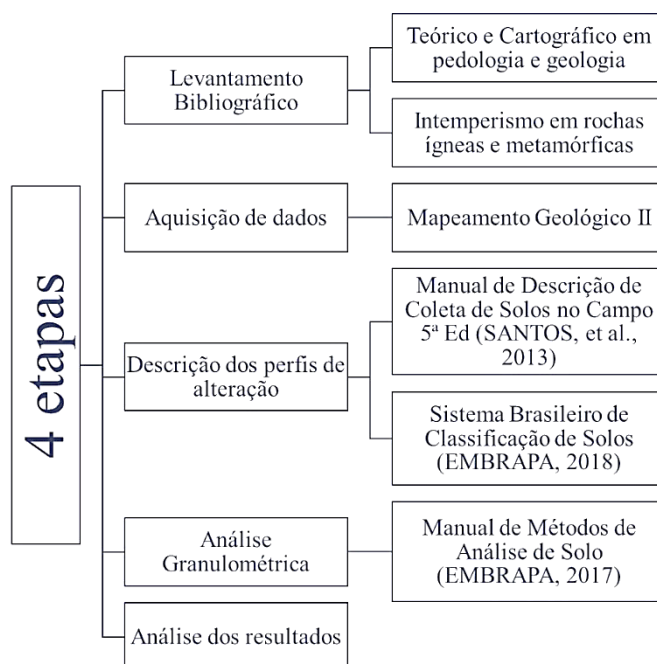
Este trabalho teve como objetivo específico a identificação da origem dos materiais de cobertura relacionados às diferentes unidades litológicas existentes na área de estudo através da análise morfológica e granulométrica dos perfis de alteração.

Os objetivos secundários foram:

- a classificação até o segundo nível categórico dos solos identificados;
- contribuir para o mapeamento pedológico e geológico de detalhe do Alto Paranaíba.

## 2 MÉTODOS

Os métodos utilizados neste trabalho para atingir os objetivos traçados são descritos nos tópicos a seguir, de acordo com o fluxograma abaixo.



### **2.1 Levantamento bibliográfico**

Foram considerados relevantes os trabalhos que abordam temas associados a pedologia, manto de intemperismo desenvolvido sobre rochas ígneas e metamórficas em climas tropicais, levantamento teórico e cartográfico da geologia.

### **2.2 Aquisição de dados**

A área de estudo foi selecionada a partir do interesse em detalhar a área onde foi realizado o levantamento geológico e pedológico ao longo do Projeto de Mapeamento Geológico II, realizado pelos estudantes da Graduação de Geologia da UFU, em conjunto com o corpo docente no ano de 2022 na região do Alto Paranaíba, entre as cidades de Abadia dos Dourados, Coromandel e Monte Carmelo.

Foram reaproveitados os mapas pedológico, geológico e de unidades morfológicas gerados pelo Grupo 7, no segundo semestre de 2021, durante o Projeto de Mapeamento Geológico II, onde a correlação entre eles propiciou a escolha dos pontos (Apêndices A, B e C).

Vale ressaltar que o mapa pedológico produzido no Projeto de Mapeamento Geológico II atingiu o 1º nível categórico dos solos, e ao final deste trabalho, os solos foram classificados até o 2º nível categórico.

Também foram gerados os mapas hipsométrico e de declividade pela autora, com auxílio do software QGIS versão 3.26.1 utilizando imagens Alos Palsar DEM com escala 1:100.000 disponível na base de dados do IBGE para melhor caracterização do relevo local nos perfis estudados, conforme item 5.

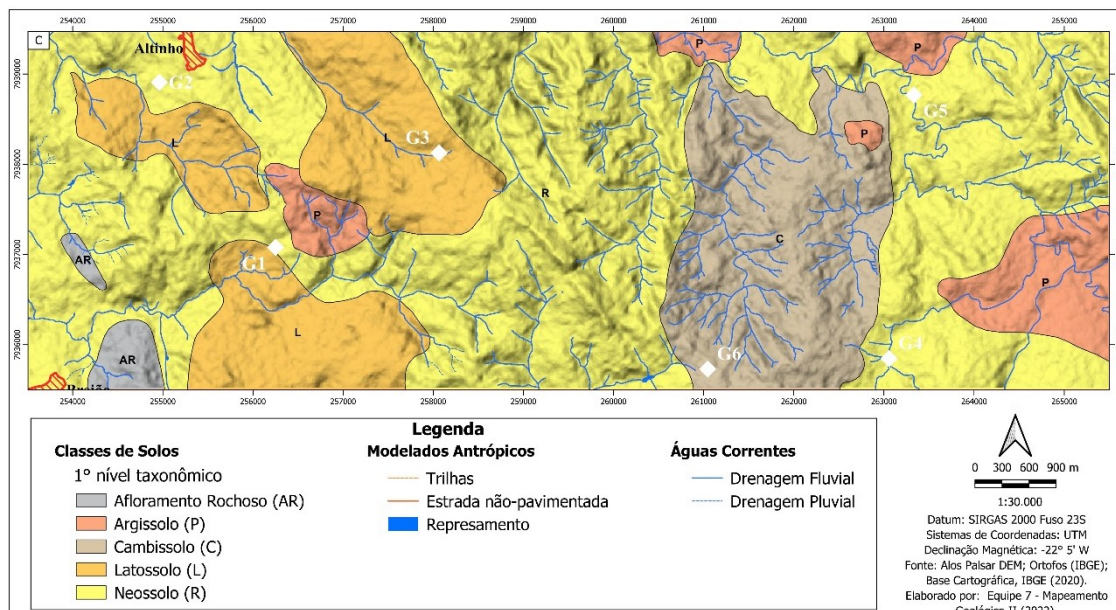
### ***2.3. Descrição dos perfis de alteração***

As propriedades morfológicas dos perfis de alteração foram descritas conforme o Manual de Descrição de Coleta de Solos no Campo 5ª Ed. (SANTOS et al., 2013) e classificados de acordo com a Classificação Brasileira de Solos (EMBRAPA, 2018). Neste trabalho, a descrição e caracterização dos materiais visaram a classificação até o segundo nível categórico.

As descrições morfológicas dos perfis foram feitas em campo a partir da diferenciação dos horizontes ou camadas, caracterizados pela sua cor, textura, estrutura, consistência, transição entre os horizontes, tamanho e porosidade (SANTOS et al., 2013). A cor foi definida por meio da Carta de Cores Munsell para Solos (MUNSELL SOIL COLOR COMPANY, 1975) feita pela leitura do matiz valor/croma.

Neste trabalho foi realizado um levantamento de detalhe em escala 1:30.000 utilizando o método de prospecção de caminhamento livre a partir dos dados reaproveitados do mapa pedológico e geológico gerado ao final do Projeto de Mapeamento Geológico II. Os pontos selecionados foram escolhidos por representarem as diferentes litologias identificadas no mapeamento anterior e demonstrarem maior representatividade para descrição e amostragem. No total, foram selecionados 6 perfis de alteração descritos em campo (Figura 3).

Figura 3: Mapa pedológico atingindo 1º nível taxonômico elaborado durante Projeto de Mapeamento Geológico II com destaque aos perfis G1, G2, G3, G4, G5 e G6 escolhidos para descrição no presente trabalho.



#### 2.4. Análise Granulométrica

Para a realização dos ensaios de análise granulométrica foram coletadas 15 amostras de horizontes e camadas dos perfis selecionados. Estes ensaios foram realizados de acordo com o Manual de Métodos de Análise de Solo (EMBRAPA, 2017) e executados no Laboratório de Ciência do Solo (LCSOL) do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) no campus Monte Carmelo.

O método visa quantificar os diferentes tamanhos de partículas minerais existentes no solo ou camadas por meio da desagregação do material e separação das partículas, empregando métodos de dispersão química e mecânica.

As partículas foram separadas e quantificadas nas frações areia, silte e argila em uma quantidade específica de terra fina seca ao ar (TFSA). Desse modo, o solo foi classificado quanto à sua textura utilizando o triângulo textural. A partir do volume total de areia obtido, foram ainda individualizadas as frações areia grossa, média e fina (EMBRAPA, 2017).

Os procedimentos preparatórios iniciaram-se a partir da devida identificação das amostras e dos recipientes utilizados, de forma clara e objetiva. Para facilitar o peneiramento, as amostras foram destorroadas em um almofariz de porcelana com o auxílio de um pistilo (pilão) que realizou a moagem do material aplicando uma leve



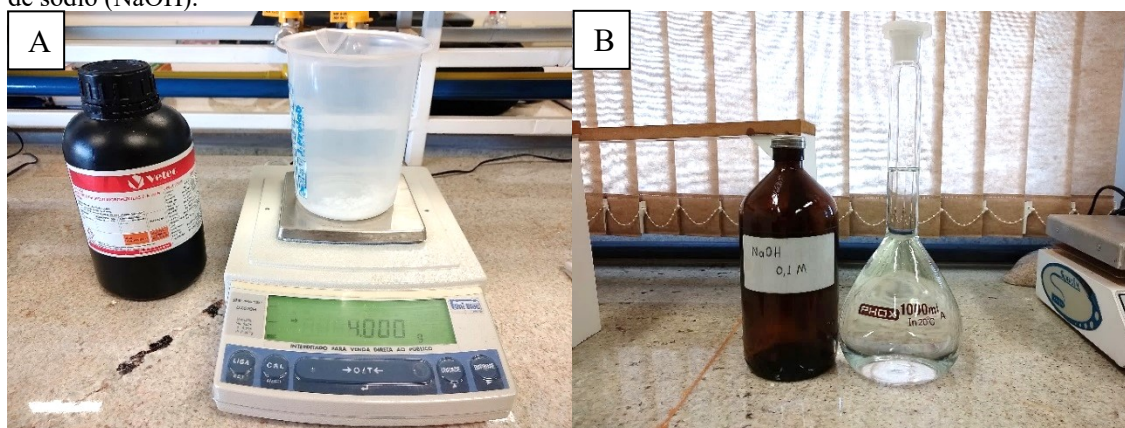
pressão para evitar que as partículas na fração areia fossem quebradas. Após o destorroamento, o peneiramento ocorreu em peneira de malha com abertura de 2 mm. Na sequência, as amostras foram colocadas para secar ao ar livre sobre um papel pardo por cerca de 72h (Figura 4) (EMBRAPA, 2017).

Figura 4: Amostras de solo passadas na peneira de 2 mm sobre papel pardo para secagem ao ar livre de 72h.



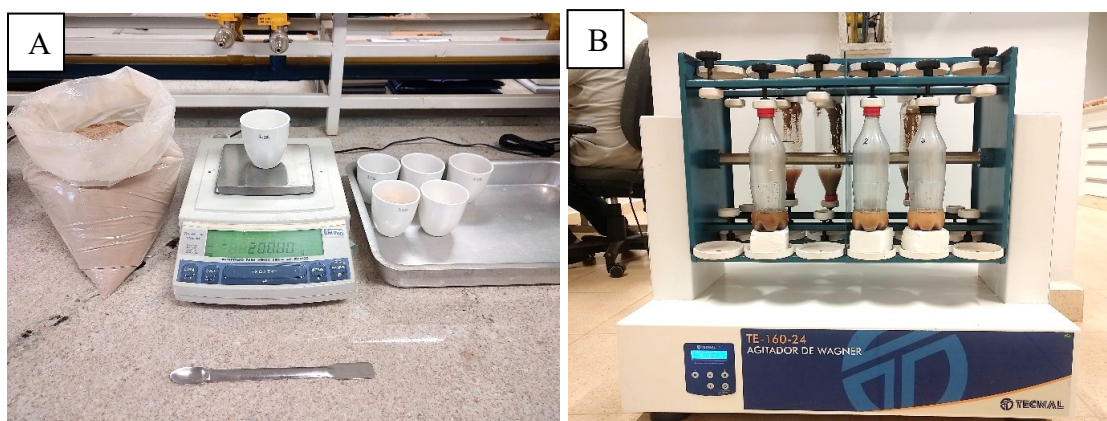
O material passante na peneira de 2 mm foi submetido a dispersão química para a quantificação da fração fina. Foi preparado uma solução de 4 g ( $0,1\text{mol/L}$ ) de hidróxido de sódio que foi diluído em cerca de 200 ml de água destilada com o auxílio de um bastão de vidro até homogeneizar a solução. A diluição desse material gera uma reação que libera calor, ou seja, causa o aquecimento do recipiente e uma pequena liberação de gases, portanto, foi praticada no interior da capela com o béquer dentro de uma bandeja com água. Com o material totalmente dissolvido, a solução foi transferida para um balão volumétrico de 1 L e com ajuda de uma pisseta com água destilada, o béquer foi lavado e a água utilizada transferida para o balão volumétrico e completado até a marca de 1 L com água destilada (Figura 5).

Figura 5: (A) Pesagem do hidróxido de sódio para preparo da solução (NaOH). (B) Solução de hidróxido de sódio (NaOH).



O procedimento de dispersão das amostras iniciou-se pela separação, identificação e tara dos cadinhos utilizados. Antes de pesar a porção amostrada, o saco de amostra foi homogeneizado para evitar segregação do material. Primeiramente, após a tara dos cadinhos, foram pesados 20 g de cada amostra (Figura 6A) para determinar a terra fina seca em estufa (TFSE), e assim, calcular a umidade do solo. Para a dispersão foram pesados mais 20 g de cada amostra, a seguir, adicionadas em uma garrafa de plástico adaptada juntamente com mais 100 ml da solução de hidróxido de sódio anteriormente preparada. As garrafas foram inseridas no agitador do tipo Wagner de modo adaptado, e ficaram em rotação máxima de 60 RPM por cerca de 16 h (Figura 6B).

Figura 6: (A) Amostras de 20 g pesadas para terra fina seca em estufa (TFSE). (B) Amostras diluídas em hidróxido de sódio no agitador de Wagner.



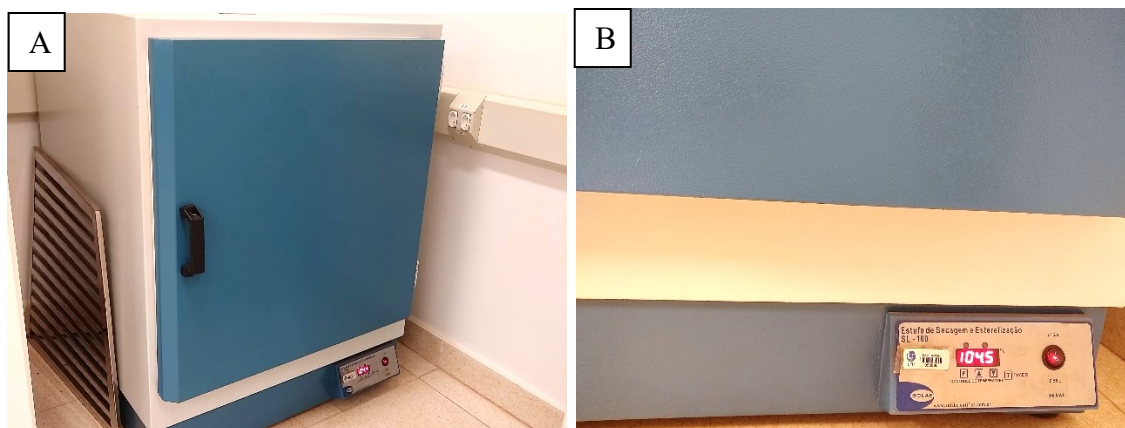
Logo após as 16 h de agitação, as garrafas foram para o processo de lavagem. Para a lavagem, foram utilizados uma proveta de 1 L, uma pisseta com água destilada, um funil



e uma peneira de 0,053 mm. A montagem dos utensílios seguiu a seguinte ordem: a proveta foi posicionada dentro de um tanque; o funil e a peneira foram montados sobre a proveta. As amostras foram retiradas das garrafas por meio de agitação manual e auxílio da pisseta para retirada de resquícios, evitando-se respingos para que não houvesse a perda do material. Em seguida, ao sair da garrafa, passaram para a peneira onde foram lavadas individualmente com água destilada até que não houvesse mais resíduo de sedimentos finos como silte e argila, apenas água transparente passando pela peneira. Toda água utilizada para a lavagem, ficou retida na proveta e não ultrapassou o limite de 1 L; já na peneira, restou apenas as partículas na fração areia.

Depois de finalizada a lavagem, a fração areia de cada amostra foi retirada da peneira com auxílio de uma pisseta com água destilada, transferidas para seus respectivos cadinhos previamente identificados e colocadas em estufa a  $\cong 105^{\circ}\text{C}$  por 48 h (Figura 7), até atingirem peso constante.

Figura 7: (A) e (B) Amostras colocadas em estufa a  $\cong 105^{\circ}\text{C}$ .



Enquanto isso, as provetas com argila e silte em solução (Figura 8), a  $25^{\circ}\text{C}$  de temperatura, na sequência foram agitadas vigorosamente de maneira manual às 10h11 da manhã, após às 16 horas de agitação. Seguidamente a agitação, com uma pipeta volumétrica de 25 ml e uma pera de sucção de três vias, foi realizada a coleta de uma alíquota de argila e silte, que foi transferida para um cadinho. Após 3h33m, tempo estimado para a sedimentação da menor partícula de silte em  $25^{\circ}\text{C}$  de temperatura, a pipeta foi inserida na proveta, em 5 cm de profundidade e uma alíquota de 25 ml foi coletada, com somente argila em suspensão. Posteriormente, a alíquota foi transferida

para um cadinho e colocada em estufa  $\cong 105^{\circ}\text{C}$  por 48 h, juntamente com as outras amostras.

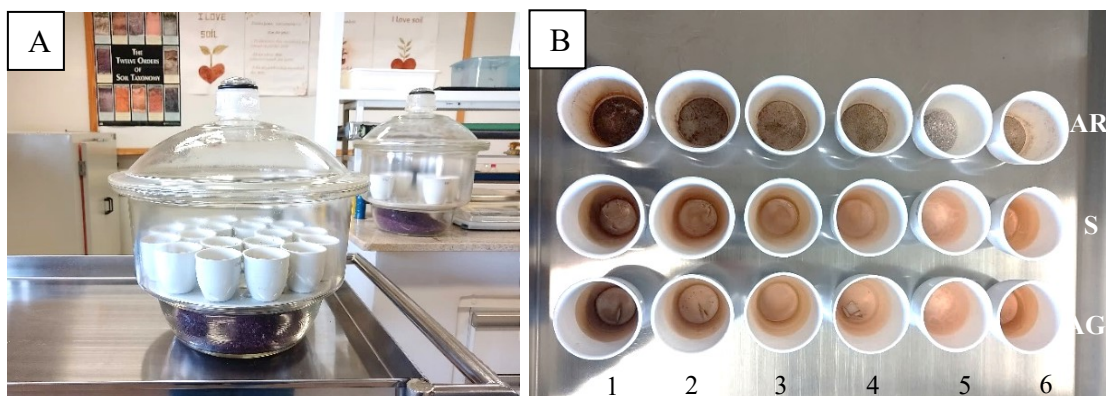
Figura 8: Provetas com argila e silte em solução após a lavagem das amostras.



Concluídas as 48 h em estufa, as amostras foram retiradas e colocadas em um dessecador para serem resfriadas por 1 hora (Figura 9). Após esse período, cada amostra seca foi novamente pesada em uma balança de precisão e realizado o cálculo da porcentagem da fração argila e do fator de umidade do solo.

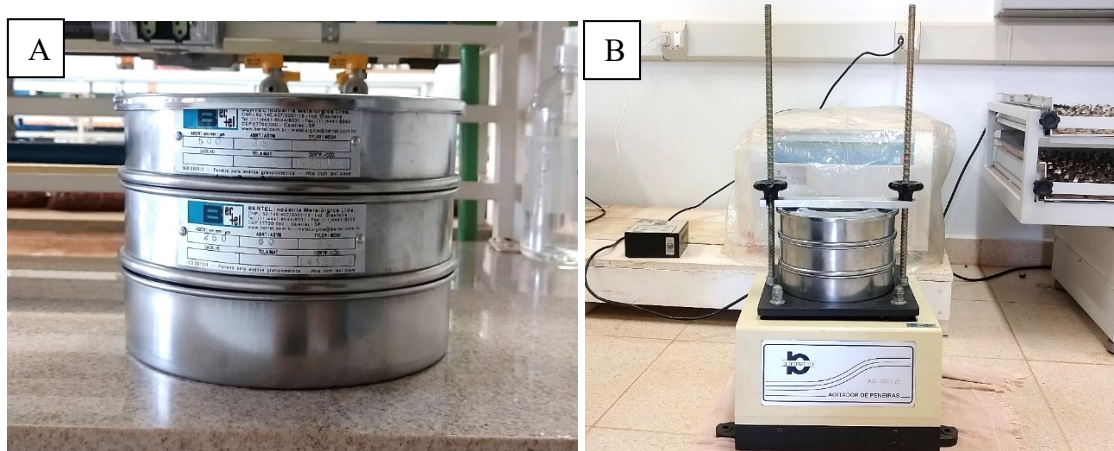
A fração silte foi calculada pela diferença entre as frações areia e argila. As porcentagens calculadas de cada amostra foram plotadas no triângulo textural para classificação.

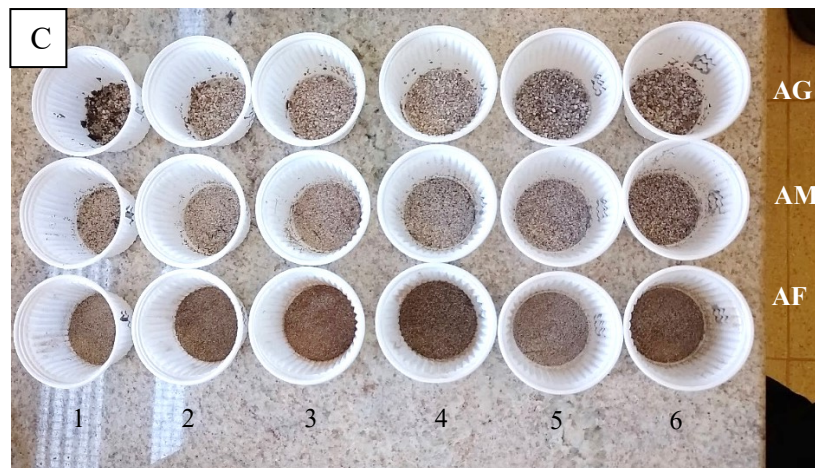
Figura 9: (A) Cadinhos contendo as amostras dentro do dessecador. (B) Amostras secas e resfriadas de areia (AR), silte (S) e argila (AG), respectivamente.



A partir do volume total das frações areia de cada amostra (passantes na peneira 2 mm), estas foram peneiradas utilizando as peneiras de 0,500 mm e 0,250 mm. Durante esse procedimento, montou-se o conjunto de peneiras (Figura 10), em seguida a amostra foi retirada do cadinho e colocada no conjunto de peneiras. O conjunto foi levado para o agitador de peneiras (Figura 10) por um período de 5 minutos em uma frequência de 3 Hz. Após os 5 minutos de agitação, o material retido foi retirado das peneiras com o auxílio de um pincel e depositado sobre uma folha de papel A4. Na sequência, foram pesadas as frações retidas nas peneiras 0,500 mm e 0,250 mm e reservadas em um pequeno copo de plástico previamente identificado (Figura 10). Esse processo se repetiu para todas as amostras.

Figura 10: (A) Conjunto de peneiras 0,500 mm e 0,250 mm. (B) Agitador de peneiras. (C) Amostras de areia grossa (AG); areia média (AM); areia fina (AF).





### ***2.5 Análise dos resultados***

Após as descrições gerais e morfológicas realizadas em campo e análise dos resultados dos ensaios granulométricos, foi possível determinar os materiais encontrados em relação aos materiais de origem, identificar processos pedogenéticos e classificar os solos até o segundo nível categórico.

## **3 REFERENCIAL TEÓRICO**

Priorizou-se iniciar a revisão bibliográfica pelas conceituações básicas de pedologia, definindo solo, perfil, horizonte e camada, que implicam no entendimento de fatores de formação que condicionam diferentes processos pedogenéticos. Também foram abordados neste capítulo, a geologia regional e aspectos fisiográficos da área de estudo.

### ***3.1 Conceitos básicos em pedologia***

A definição de solo vem evoluindo desde a sua utilização apenas como substrato para o cultivo de alimentos que, historicamente, contribuiu com o desenvolvimento econômico e social de diversas civilizações. Atualmente, cada área de conhecimento faz uso do solo conforme o seu objetivo. Para a Agronomia, solo é todo meio capaz de armazenar e distribuir nutrientes para sustento das plantas; para a Engenharia o solo é avaliado pelas suas propriedades mecânicas, ou seja, sua capacidade em suportar cargas e edificações; enquanto para os pedólogos, o solo é um corpo natural tridimensional



formado na superfície terrestre devido a ação dos fatores de formação: material de origem, clima, tempo, organismos e relevo (KÄMPF; CURI, 2012).

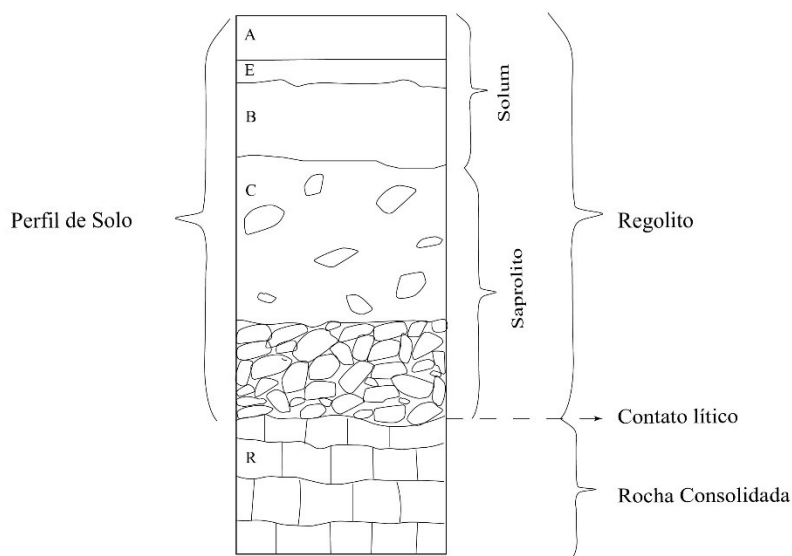
Dentre todos os conceitos do termo solo, destaca-se a definição de Santos et al. (2013) que é empregada mundialmente em estudos pedológicos:

Corpos naturais independentes constituídos de materiais minerais e orgânicos, organizados em camadas e, ou, horizontes resultantes da ação de fatores de formação, com destaque para a ação biológica e climática sobre um determinado material de origem (rocha, sedimentos orgânicos etc.) e numa determinada condição de relevo, através do tempo (p.1).

No geral, o solo consiste na porção superior da litosfera, mais especificamente, na porção superior do regolito. Considera-se regolito o material solto composto por rocha alterada (saprolito) e solo (solum), que ocorrem acima da rocha sã (Figura 11) (KÄMPF; CURI, 2012).

A matriz do solo é composta por partículas sólidas orgânicas e minerais; dessa estrutura origina-se os espaços vazios (poros), que são preenchidos pela solução do solo (água e sais) e pelo ar (gases), que podem variar em diferentes proporções dependendo das condições ambientais e antrópicas a qual é exposta (KÄMPF; CURI, 2012).

Figura 11: Esquema do perfil de solo composto por solum e saprolito que constituem o regolito.



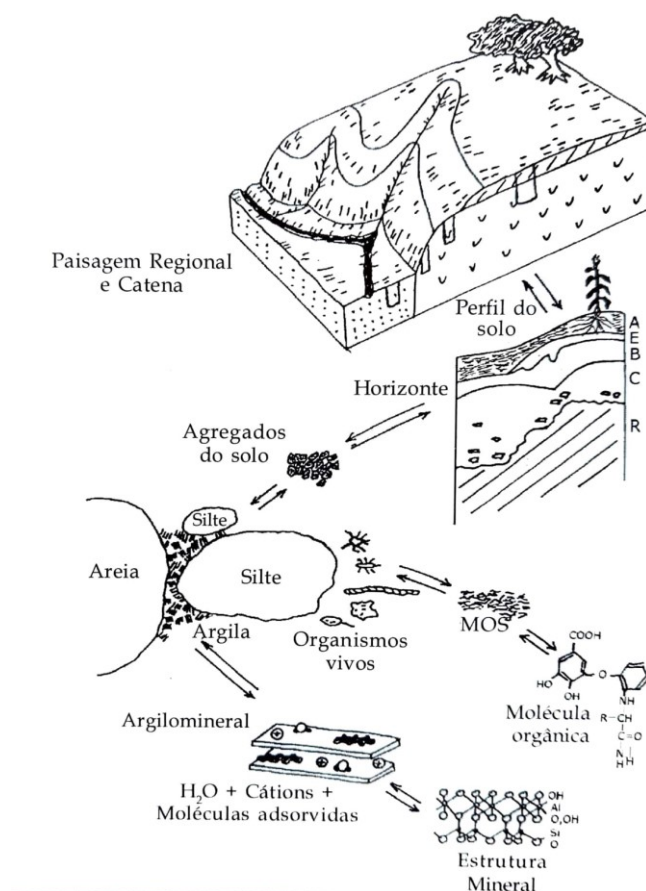
Modificado de Kämpf; Curi (2012).

Ainda de acordo com Kämpf; Curi (2012), a totalidade dos solos na crosta terrestre constitui a pedosfera, que varia de milímetros a metros de espessura recobrando todo o continente, exceto nas porções com corpos d'água ou afloramentos rochosos. A pedosfera é fruto de interação entre a hidrosfera, atmosfera, litosfera, toposfera e biosfera. Conseqüentemente, uma grande variedade de solos é desenvolvida conforme a ação dos fatores ambientais, que em combinações diversas, acarretam em características distintas coerente com a intensidade da pedogênese. Por isso, o solo é considerado um sistema aberto e é constantemente alterado pela interrelação das esferas e seu ambiente de formação (KÄMPF; CURI, 2012).

O solo, como um sistema aberto, é representado por uma hierarquia de subsistemas, abrangendo do nível mais amplo ao nível de detalhe. A hierarquia organizada é representada, respectivamente, pelos termos pedosfera; paisagem; catena; polipedon; pedon; perfil; horizonte; ped; minerais e solução do solo (DIJKERMAN, 1974).

Segundo Dijkerman, (1974 apud KÄMPF; CURI, 2012), a paisagem é subsistema da pedosfera, que varia em formas de relevo, hidrografia, geologia e clima, de forma a favorecer os processos pedogenéticos e a organização dos solos em catenas. De acordo com Sposito; Reginato (1992 apud KÄMPF; CURI, 2012), a catena possui diferentes tipos de solos (polipedon) em posições e distribuições geográficas diversas. O polipedon é um grupo de pedons adjacentes e são caracterizados pelas propriedades do pedon ou do perfil de solo. O pedon e o perfil de solo, por sua vez, são constituídos pelo conjunto de horizontes do solo, derivados de processos pedogenéticos. Já os horizontes do solo, são compostos pelos peds, que são constituídos por minerais e compostos orgânicos que interagem com a solução do solo (Figura 12) (DIJKERMAN, 1974; SPOSITO; REGINATO, 1992 apud KÄMPF; CURI, 2012).

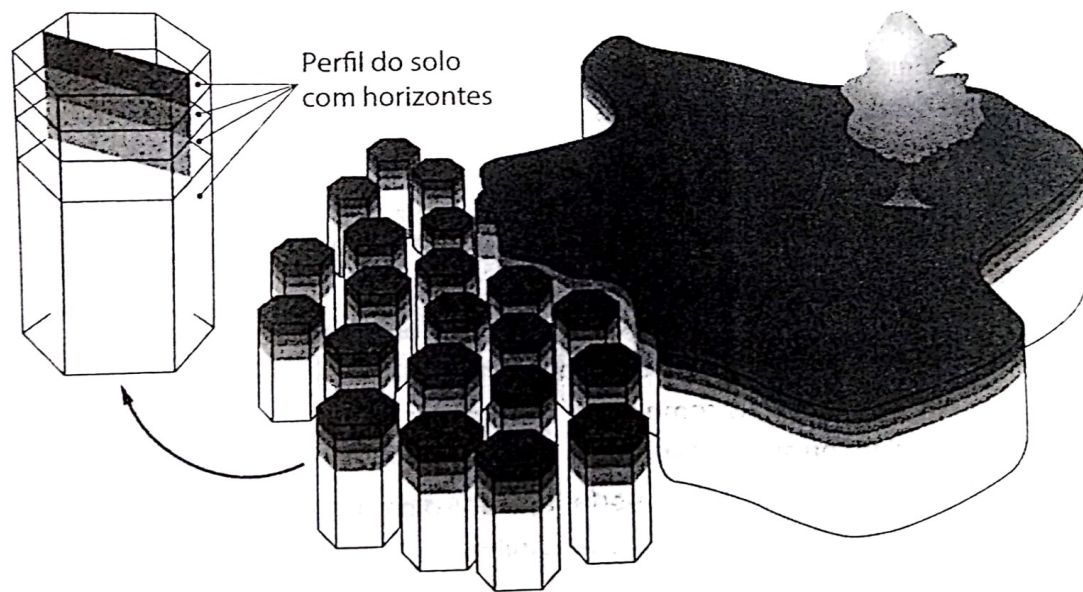
Figura 12: Esquema de hierarquia organizada.



Modificado de Sposito; Reginato (1992).

Segundo LEPSCH (2011), para compreender o corpo do solo é preciso analisar os diferentes elementos que fazem parte da sua constituição. O corpo do solo é definido pela porção individualizada da paisagem, a qual possui um tipo de solo representativo, assim, é caracterizado como uma unidade tridimensional denominada pedon ou perfil de solo. O pedon possui três dimensões e é o pilar para as amostragens, enquanto o perfil de solo possui apenas duas dimensões e é utilizado para as ilustrações e descrições morfológicas (Figura 13).

Figura 13: Esquema representativo do corpo do solo, pedon, perfil do solo e respectivos horizontes.

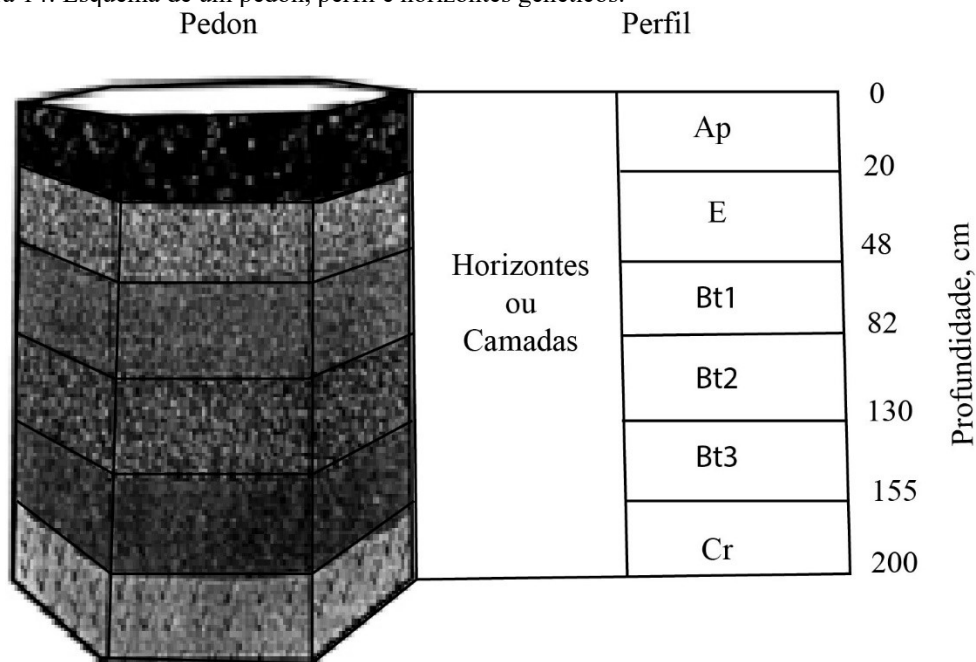


Retirado de Lepsch, (2011)

Santos et al. (2013) referem-se ao pedon como o corpo tridimensional que representa o solo. O perfil é considerado como a face do pedon que vai da superfície até o material de origem e é utilizado como unidade básica para análise, descrição e coleta de solo. Ainda para este autor, são denominados como horizontes e/ou camadas as seções parcialmente paralelas à superfície, que organizam o perfil de solo. Os horizontes são produtos da atuação dos processos de formação, conservando uma relação genética no interior do perfil, enquanto as camadas possuem pouca ou nenhuma influência desses processos (Figura 14).



Figura 14: Esquema de um pedon, perfil e horizontes genéticos.



Adaptado de Santos et al. (2013)

Para Ribeiro et al. (2012 apud KÄMPF; CURI, 2012), o perfil de solo é formado por seções quase paralelas à superfície, que se diferem de seções próximas em atributos físicos, mineralógicos, morfológicos, químicos e biológicos. Se há interação entre essas seções e ação de processos pedogenéticos, são consideradas como horizontes. Na ausência de interações pedogenéticas, são denominadas camadas e derivam de processo de deposição de outros materiais. Um perfil de solo pode ser constituído por horizontes e/ou camadas.

O saprolito é produto da desagregação e decomposição de rochas pela ação do intemperismo que pode evoluir por meio de reorganizações estruturais através dos processos pedogenéticos que darão origem aos solos. O desenvolvimento dos solos depende dos fatores de formação e podem apresentar características físicas, químicas e mineralógicas diferenciadas. Isto é, demonstram variações em textura, cor, estrutura e profundidade, podendo ainda serem homogêneos ou diferenciados em horizontes dependendo do processo pedogenético específico predominante. (OLIVEIRA et al., 2009).

### 3.2. Fatores de formação dos solos

Inicialmente, os princípios da Pedologia estabelecidos por Dokuchaev (1883 apud BUOL et al., 2011) e seus discípulos, promoveram a caracterização e descrição de solos como corpos naturais organizados, diferenciando-os do manto de intemperismo das rochas (FANNING; FANNING, 1989 apud KÄMPF; CURI, 2012). Dokuchaev desenvolveu a primeira classificação científica de solos e seu método de mapeamento, aplicando o princípio da morfologia (BUOL et al., 2011).

Trabalhos desenvolvidos na Rússia por Dokuchaev e Hilgard (1883;1882 apud BOUL et al., 2011), evidenciaram que dependendo das condições ambientais, como clima e vegetação, o comportamento de diferentes materiais de origem pode dar origem a diversos tipos de solos. Conseqüentemente, o clima e os organismos foram admitidos como parte dos fatores de formação dos solos (JENNY, 1941). Posteriormente, as pesquisas de Dokuchaev passaram a considerar que o corpo do solo se modifica de acordo com o tempo em que o material de origem fica exposto aos processos de alteração, constatando assim, mais um fator de formação, o tempo (BIRKELAND, 1984).

Milne (1935) estabeleceu uma relação entre o solo e o relevo a partir da teoria das catenas, que discute a distribuição variada dos solos ao longo de uma vertente na paisagem (BUOL et al., 2011; KÄMPF; CURI, 2012). Com base no conceito de catena, outros trabalhos foram desenvolvidos discutindo a relação relevo-solo (GERRARD, 1981 apud KÄMPF; CURI, 2012). Além disso, questões como a movimentação da água no perfil e como a drenagem é influenciada pelo relevo, também foram discutidas a partir dessa teoria (BOCKHEIM et al. 2005).

Jenny (1941) sugeriu o relevo como uma variável dos principais fatores, e com isso, foram equacionados:

$$S = f(m.o, r, c, o, t)$$

Onde: S – solo, f – função, m.o – material de origem., r – relevo, c – clima, o – organismos, t – tempo.

#### 3.2.1. Materiais de origem

Segundo Jenny (1941), a definição do material de origem do solo é o estado inicial do sistema solo ou o estado do sistema solo ao tempo zero de sua formação. Essa definição

evita inferir o material abaixo do solo que pode ou não constituir o material de origem, isso possibilita a escolha entre rocha inalterada ou intemperizada como matéria prima do solo.

A rocha inalterada é encontrada em alguma profundidade abaixo do solo, o que significa que o mesmo tipo de rocha existia anteriormente no espaço em que o perfil de solo foi desenvolvido, ou seja, o material de origem do solo é semelhante à rocha subjacente. Contudo, é possível encontrar a rocha intemperizada (saprolito) entre o solo e a rocha inalterada subjacente. Em outras situações, o solo pode ser desenvolvido sobre um regolito constituído de materiais intemperizados transportados de outra área fonte sem qualquer relação com a rocha subjacente, como depósitos coluviais ou sedimentos aluviais (KÄMPF; CURI, 2012). Desse modo, deve-se considerar que devido à grande variedade de materiais de origem, alguns solos podem ser chamados de autóctones – por se desenvolverem acima da rocha correspondente; e outros podem ser alóctones – por se desenvolverem de materiais diferentes da rocha subjacente (LEPSCH, 2011). Na maior parte dos casos, o horizonte C ou camada R corresponde ao material de origem do solo, mas é importante observar a presença de descontinuidades no material de origem para a interpretação da gênese do solo (KÄMPF; CURI, 2012).

Ainda segundo Kämpf; Curi (2012), rochas ígneas ácidas, como granitos e gnaisses, podem apresentar diferenças mínimas em relação ao grau de intemperismo devido ao arranjo estrutural, mas dão origem a solos similares (Neossolos Litólicos ou Regolíticos, Cambissolos, Luvisolos, Argissolos e Latossolos). A granulometria desses solos pode variar de acordo com o tamanho dos grãos de quartzo na rocha, e podem ser muito argilosos e/ou muito cascalhentos. Rochas metamórficas foliadas, como os xistos e filitos, são ricas em mica ou clorita com teores variáveis de quartzo em conjunto com minerais mais suscetíveis ao intemperismo. Os micaxistos que apresentam baixo teor de quartzo, tendem a ser mais siltosos e menos arenosos do que os derivados de granitos, e tendem a comportamentos mais plásticos e argilosos (BOUL, 2011).

No Brasil, não é comum a ocorrência de solos com teores de silte iguais ou superiores a 50%, mas quando ocorrem, possuem estreita relação com o material de origem. Nesse caso, os solos derivados de filito sericítico e de xistos estão entre os litotipos que mais apresentam teores de silte (OLIVEIRA, 2011).

### 3.2.2. Relevo

O relevo refere-se à configuração do terreno em relação a altitude e declividade. As formas de terreno compõem a paisagem, que está associada a distribuição dos solos em todas as escalas, desde a subcontinental à vertente individual. A influência do relevo para o desenvolvimento do solo é refletida diretamente no clima e na estrutura geológica, e indiretamente no clima do solo e na dinâmica hidrológica (BOUL, 2011; OLIVEIRA, 2011).

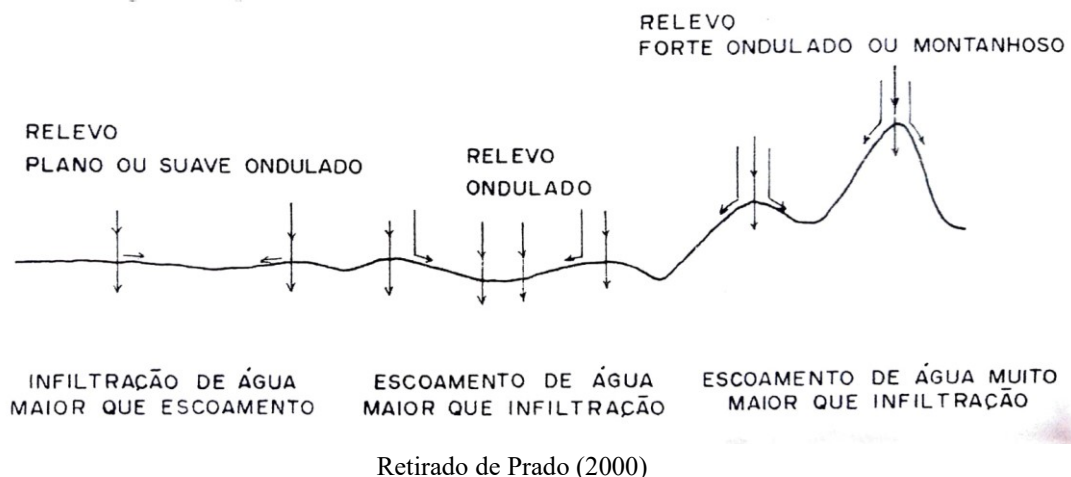
Prado (2000) afirma que existem várias formas de relevo que compõem a paisagem, onde nelas, os solos se distribuem de modo variado dependendo da ação combinada dos fatores de formação. Esses padrões de relevo são separados em classes, conforme Santos et al. (2013): a) plano; b) suave ondulado; c) ondulado; d) forte ondulado; e) montanhoso, e f) escarpado. Neste trabalho foram discutidos a seguir, os padrões de relevo mais observados em campo.

Determinados padrões de relevo tendem a apresentar classes específicas de solo, o que auxilia na identificação da distribuição dos solos na paisagem. Nos relevos plano ou suave ondulado, se bem drenados, a tendência é encontrar Latossolos, Neossolos Quartzarênicos, Vertissolos e/ou Espodossolos. Em contrapartida, se mal ou imperfeitamente drenados identifica-se a ocorrência de Gleissolos, Organossolos Vertissolos, Plintossolos e/ou Planossolos. Em relevo ondulado ou forte ondulado comumente destacam-se Argissolos, Cambissolos, Neossolos Litólicos ou Regolíticos, Luvisolos, Alissolos, Nitossolos ou Chernossolos (PRADO, 2000).

O relevo influencia a dinâmica da água no solo, tanto na sua movimentação vertical como na horizontal ao longo da vertente, visto que a topografia condiciona a quantidade de água que escoar ou penetra no solo. Além da dinâmica superficial, o relevo também regula a percolação interna da água no solo, que atua em processos como a lixiviação, hidrólise, hidratação e dissolução (OLIVEIRA, 2011).

Em relevo plano ou suave ondulado, a infiltração da água tende a ser maior do que o escoamento; em relevo ondulado, o escoamento da água é maior do que a infiltração, enquanto em relevo forte ondulado ou montanhoso, o escoamento de água é muito maior do que a infiltração (Figura 15). Ou seja, quanto maior o grau de declividade do terreno, menor a infiltração de água no solo e resultará em uma maior erosão hídrica (PRADO, 2000; OLIVEIRA, 2011).

Figura 15: Condições de movimentos de água no solo



Outro fator importante a ser considerado é a morfologia das vertentes em relação a sua concavidade e convexidade, que implicam diretamente na convergência ou dispersão do fluxo das águas superficiais e internas, que refletem na modelagem do relevo e na distribuição variada dos solos (VIDAL-TORRADO et al., 2005; OLIVEIRA, 2011).

### 3.3.3 Clima

O fator clima é uma das principais variáveis para se determinar as características dos solos (BIRKELAND, 1984). Os componentes mais significativos do clima que afetam o processo de formação do solo é a precipitação pluvial e temperatura (BUOL et al., 2011).

A água é o principal agente que atua na distribuição, adição e remoção de materiais no interior do solo, e ainda é responsável pelo intemperismo das rochas e transformação de minerais (KÄMPF; CURI, 2012). A temperatura influencia na velocidade e na intensidade que esses processos físicos e químicos atuam e como consequência disso, regiões de clima tropical quente e úmido apresentam os solos mais intemperizados do mundo (OLIVEIRA, 2011).

Outros elementos influenciados pelo clima são a concentração de matéria orgânica, o pH e a saturação por bases do solo, que também causa efeito na textura e profundidade. Com a queda de temperatura e aumento das chuvas, o teor de matéria orgânica aumenta

em virtude das chuvas que induzem o crescimento da vegetação, ao passo que a temperatura acelera a decomposição da matéria orgânica (KÄMPF; CURI, 2012).

Além do mais, outros atributos dos solos são indiretamente afetados pelo clima, como exemplo, as cores. Cores avermelhadas são comumente encontradas em solos de regiões tropicais que estabelecem um balanço entre as proporções de hematita e goethita (OLIVEIRA, 2011).

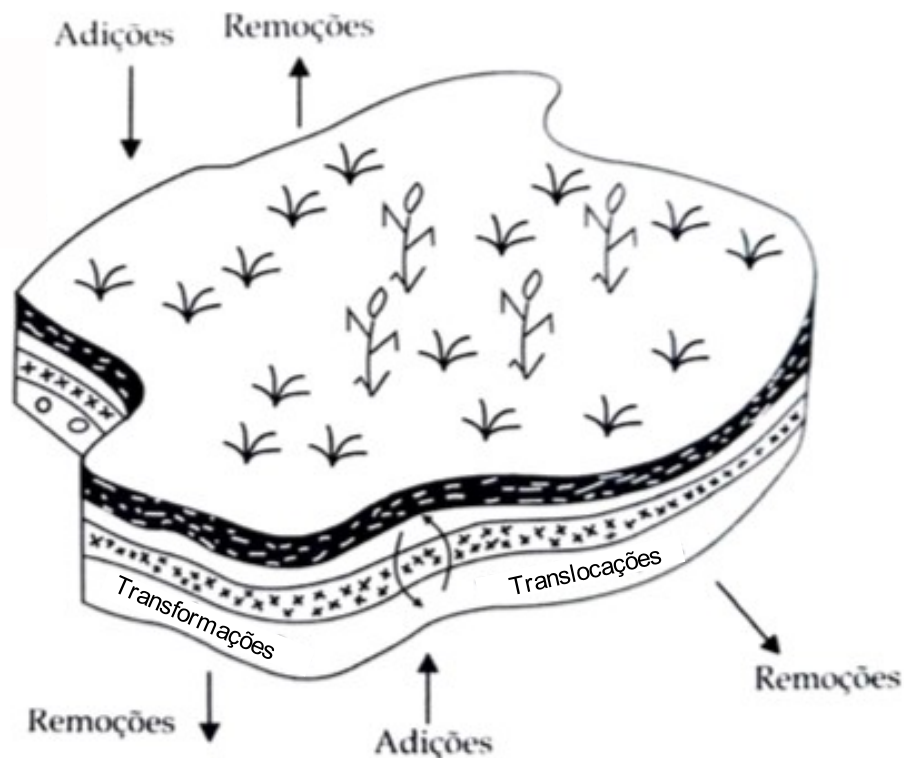
O Cerrado brasileiro apresenta um clima predominantemente tropical quente e subúmido caracterizado por duas estações bem definidas: uma estação seca com umidade relativa do ar baixa e ventos fortes, e outra chuvosa com precipitação média anual de 1.500 mm. A temperatura média anual varia entre 21,3 a 27,2°C. (ADÁMOLI et al., 1987 apud EMBRAPA, 1999; 2012; RESENDE et al., 2007).

### ***3.3 Processos Pedogenéticos***

Os processos pedogenéticos são os processos formadores do solo a partir da interação entre material de origem, clima, biota, relevo e tempo e podem ser agrupados em processos múltiplos ou processos específicos (KÄMPF; CURI, 2012).

Os processos múltiplos consideram que um solo é formado a partir de adições, remoções, translocações e transformações, que constitui o modelo dos processos múltiplos (SIMONSON, 1959 apud KÄMPF; CURI, 2012) (Figura 16) já os processos específicos são designados por termos que expressam feições atuais, mecanismos ou ambientes de solo, destacando-se melanização, leucinização, pedalização, silicificação, ferralitização, plintitização, laterização, lessivagem, podzolização, gleização, salinização, sodificação, ferrólise, carbonatação, sulfurização, paludização e pedoturbação, e constituem o modelo dos processos específicos (FANNING; FANNING, 1989; VAN BREEMEN; BUURMAN, 1998; APUD KÄMPF; CURI, 2012).

Figura 16: Esquema representativo de processos pedogenéticos de adição, remoção, transformação e translocação segundo o modelo de Simonson (1959).



Modificado de Kämpf; Curi (2012).

Neste trabalho os processos pedogenéticos foram abordados sob a ótica dos processos específicos e detalhados a seguir.

### 3.3.1. Pedalização: desenvolvimento de estrutura

O processo de pedalização consiste na formação de agregados estruturais (peds). Uma das evidências desse processo é a formação de peds (ou agregados) em substituição à estrutura do material de origem, ou seja, o desenvolvimento de solo no material do regolito. Esse processo está associado a processos pedogenéticos múltiplos de adição, transformação e translocação (KÄMPF; CURI, 2012).

Os peds apresentam estruturas diversas dependendo dos mecanismos atuantes para sua formação, sendo que as principais estruturas podem ser classificadas em relação ao tipo: laminar, prismática, colunar, blocos angulares, blocos subangulares, granular; em relação ao tamanho: muito pequenas, pequenas, médias, grandes e muito grandes; em relação ao grau de desenvolvimento: solta, fraca, moderada e forte (EMBRAPA, 2013).

A ação de agentes biológicos favorece a formação de estrutura granular no horizonte A. Agregados laminares são produzidos por compactação, contração e expansão de material de textura fina em condições de secamento lento e dá origem a estrutura prismática em horizontes B; já a formação da estrutura em blocos é favorecida quando há o conjunto de contração vertical e horizontal em condições de secamento rápido. A formação das estruturas microgranulares em solos como latossolos, é originada pela ação de agregação de óxidos de Fe e Al. (KÄMPF; CURI, 2012).

### 3.3.2. Lessivagem: eluviação e iluviação de argila

É caracterizada pela movimentação de argila, óxidos e matéria orgânica no interior do solo através da porosidade. Este processo é inibido pelos mecanismos que originam agregados estáveis, e inversamente, pode ser induzido por dois processos: esboroamento e dispersão (KÄMPF; CURI, 2012).

O esboroamento das partículas dos agregados ocorre através do reumedecimento do solo e deslocamento das partículas soltas em suspensão; a dispersão acontece através da repulsão química entre os argilominerais expansivos em solos saturados em sódio, por meio da expansão da camada difusa, e ainda, a dispersão também ocorre em pHs elevados que provocam cargas negativas nos minerais de carga variável (óxidos, caulinita), que se repelem entre si e entre os argilominerais de carga negativa permanente (KÄMPF; CURI, 2012).

Portanto, a deposição das argilas pode se dar através da deposição em grãos maiores, originando os cutans ou através de flocculação. O horizonte que perdeu argila é o horizonte eluvial e o que recebeu é denominado iluvial (BUOL et al., 2011). Esse processo pedogenético específico está relacionado com o processo múltiplo de translocação no solo.

### 3.3.3. Brunificação e Rubeificação

Os processos de brunificação e rubeificação consistem na liberação de Fe ( $Fe^{2+}$ ) dos minerais primários, e sua oxidação e dispersão na forma de óxido em quantidades crescentes corresponde a colorações brunadas e avermelhadas à matriz do solo (BOUL et al., 2011). A coloração também está relacionada com a razão entre goethita e hematita



que dependem das condições de umidade e teores de matéria orgânica no solo. Esse processo está associado a processos pedogenéticos múltiplos de transformação e translocação (KÄMPF; CURI, 2012).

Os minerais primários (principalmente silicatos) que liberam  $Fe^{2+}$  na solução do solo são: olivina, piroxênio, anfibólio, biotita e muscovita. Esses minerais estão susceptíveis ao intemperismo dependendo das condições do ambiente, desse modo, a intemperização dos minerais ferromagnesianos dão origem a óxidos de Fe, assim como as micas, que podem formar goethita e hematita (KÄMPF et al., 2016). Desse ponto de vista, solos derivados de rochas máficas apresentam cores vermelho-escuro transparecendo o teor elevado de óxidos de Fe na forma de hematita, o que evidencia a ausência da mesma em solos amarelos (RESENDE et al., 2007).

O Fe pode demonstrar-se em forma reduzida ( $Fe^{2+}$  cinzento), oxidada hidratada ( $Fe^{3+}$  amarelo) e oxidada desidratada ( $Fe^{3+}$  vermelho) (RESENDE et al., 2007). Essas modificações ocorrem conforme o pedoambiente em que se desenvolve o óxido de ferro pedogenético.

O modelo pedogênico de formação de óxido de ferro consiste em dois tipos de ambientes: o aeróbico e o anaeróbico. A goethita e hematita predominam em pedoambientes aeróbicos, porém, as condições que favorecem a formação de uma são contrárias a outra. Em regiões tropicais a formação da hematita está relacionada com altas temperaturas ou pouca umidade do solo, ao inverso da goethita, que é favorecida em temperaturas baixas e alta umidade do solo (KÄMPF et al., 2012).

Em ambientes anaeróbicos, isto é, que alternam entre condições de redução e oxidação, é comum a ocorrência de goethita, ao mesmo tempo, a hematita se restringe a mosqueados, nódulos e concreções. Com excesso de água, a coloração do solo tende a ser cinzenta devido à ausência de  $Fe^{3+}$  oxidado (RESENDE et al., 2007).

### ***3.4 Mapeamento pedológico***

O levantamento pedológico é uma aplicação que sintetiza informações relevantes a descrição, classificação e mapeamento de solos como corpos naturais em determinada área a partir do conjunto de relações na natureza. Estabelecer a correlação de solos durante um levantamento é garantir que estes solos sejam devidamente definidos, nomeados e mapeados. As informações coletadas são expressas em produtos cartográficos, onde a

distribuição espacial dos solos é demonstrada e a legenda refere-se as unidades de mapeamento em classes taxonômicas; junto ao mapa, é produzido um relatório do levantamento que contém explicações detalhadas (LEPSCH, 2011; EMBRAPA, 1995).

Ainda segundo Lepsch (2011), a partir de um sistema de classificação natural, os mapas gerados mostram a distribuição dos solos de acordo com a sua localidade através de delineamentos. Os mapas contêm uma base cartográfica com estradas, localidades e drenagens principais. Para a produzir esses mapas, os pedólogos identificam os solos e as formas da paisagem de determinada área, feito isso, por meio de descrições morfológicas em cortes de estradas, trincheiras ou tradagem, verificam se há semelhantes ou diferenças entre os perfis de solos encontrados e as formas de relevo. Geralmente, tipos de paisagens similares são acompanhadas de pedons semelhantes, assim, é possível inferir uma legenda para o futuro mapa e dar início ao mapeamento de modo detalhado, observando seus limites laterais dos solos e demarcando em um mapa-base. Quando finalizado, o mapa de solos irá conter os delineamentos dos tipos de solos mais predominantes. Para uma legenda definitiva, os perfis de solos representativos são levados para análises em laboratório onde são nomeados de acordo com o táxon.

Para a classificação dos solos, os mesmos devem ser enquadrados em um sistema taxonômico organizado com base em suas propriedades diagnósticas. No Brasil, o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS se desenvolve para atender as condições de clima tropical predominante em grande parte do País, que atualmente, se encontra bem estruturado até o quinto nível categórico (IBGE, 2015).

O SiBCS é dividido em níveis categóricos, ou seja, um conjunto de classes definidas conforme as propriedades diagnósticas em um mesmo nível de generalização ou abstração que inclui os solos que correspondem a essa definição. Para a determinação de um nível categórico, as propriedades diagnósticas devem ser reconhecidas ou inferidas em campo, enquanto características diferenciais para níveis categóricos mais altos da classificação de solos, devem apresentar mais propriedades acessórias que estejam diretamente relacionadas com os processos de gênese do solo. Atualmente, o Sistema Brasileiro de Solos – SiBCS conta com 13 classes de solos de 1º nível categórico (ordens): Argissolos, Cambissolos, Chernossolos, Espodossolos, Gleissolos, Latossolos, Luvisolos, Neossolos, Nitossolos, Organossolos, Planossolos, Plintossolos e Vertissolos. Além deste, mais cinco níveis categóricos: a) 2º nível categórico (subordem); b) 3º nível categórico (grande grupo); c) 4º nível categórico (subgrupo); d) 5º nível categórico

(família); e) 6º nível categórico (série), ainda em desenvolvimento (EMBRAPA, 2018) (Figura 17).

Figura 17: Esquema de níveis categóricos dos solos segundo o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos.



Adaptado de Sibcs, (2018).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2015) e o Centro Nacional de Pesquisa de Solos (1995), diferentes tipos de levantamento pedológico podem ser exercidos dependendo do objetivo a ser alcançado e a extensão da área a ser compreendida. Cada tipo de levantamento resulta em diferentes produtos cartográficos e atualmente, são reconhecidos cinco tipos principais em ordem crescente de tamanho da escala: a) o exploratório; b) de reconhecimento; c) semidetalhado; d) detalhado; e e) ultradetalhado.

Cada tipo de levantamento de solos faz uso de um método específico de prospecção, os mais usuais compreendem investigações por meio de topossequências, transeptos e caminhada livre. O método das transeções é baseado em observar mudanças na paisagem e os aspectos fisiográficos como a vegetação, geologia, geomorfologia, drenagem e uso do solo. As observações são realizadas em intervalos definidos ou conforme as variações de classes de solo ou aspectos relevantes. Na investigação por topossequências, os solos são avaliados pelas suas variações de acordo com a forma de relevo que ocorrem. As correlações são estabelecidas entre os tipos de solos, textura, drenagem, profundidade, declive, posição e exposição em relação as encostas. O método de caminhada livre faz uso de fotointerpretação e a correlação para localizar os pontos

mais representativos para observação e amostragem, de modo que cada observação e amostra coletada forneça o maior número de informações para o mapeamento e classificação dos solos (EMBRAPA, 1995).

Os mapas de caráter exploratório são levantamentos realizados em áreas de grande extensão territorial e que necessitam de informações qualitativas do recurso do solo. Nesse caso, os mapas gerados são apresentados em escalas entre 1:750.000 e 1:2.500.000. A prospecção mais adequada é a partir da extrapolação de imagens, generalização, correlações e poucas observações de campo. As classes de solos reconhecidas devem ser definidas a partir das propriedades diagnósticas estabelecidas pelo sistema de classificação de solos e deve corresponder, no mínimo, aos níveis taxonômicos de “Ordem” e “Subordem”, ou seja, primeiro e segundo nível categórico (IBGE, 2015; EMBRAPA, 1995).

Os levantamentos em nível de reconhecimento são executados em três níveis escalares diferentes: a) baixa intensidade entre 1:250.000 e 1:750.000; b) média intensidade entre 1:100.000 e 1:250.000; e c) alta intensidade entre 1:50.000 e 1:100.000. São executados a fim de adquirir dados preliminares qualitativos e quantitativos dos solos para avaliar o potencial de uso agrícola ou não agrícola em determinada região. O método de prospecção utiliza as verificações em campo, correlações solo-paisagem e extrapolação de padrões de imagem. Assim como nos levantamentos exploratórios, as classes de solo são reconhecidas pelas propriedades diagnósticas que correspondem aos níveis categóricos “Ordem” e “Subordem”, mais as características dos níveis de “Grande Grupo” e “Subgrupo”, ou seja, são classificados até o quarto nível taxonômico (IBGE, 2015; LEPSCH, 2011; EMBRAPA, 1995).

Para a elaboração de um levantamento semidetalhado a escala desejada deve ser igual ou maior que 1:50.000 podendo atingir até 1:100.000 em casos específicos. Esse nível de detalhe é utilizado para conseguir dados básicos para projetos de loteamentos, pastoris e florestais, uso e conservação do solo, além de projetos para a engenharia civil e estudos de microbacias. Nesse tipo de levantamento, o método de prospecção utilizado é através de transeptos naturais ou planejados, topossequências ou caminhamento livre estabelecendo as correlações solo-paisagem. Já os solos, devem ser classificados até alcançar o quinto nível categórico “Família” (IBGE, 2015; EMBRAPA, 1995).

De acordo com Lepsch (2011), o levantamento detalhado e ultradetalhado são designados para obter o maior número de informações para ser usado em atividades

específicas, como, projetos de uso intensivo do solo, planejamento de aterro sanitário e projetos de irrigação. O nível de detalhe é utilizado em escalas iguais ou maiores que 1:20.000, enquanto o nível ultradetalhado em escalas grandes entre 1:500 e 1:5.000. A prospecção é feita com verificações de campo em transeptos planejados, topossequências ou caminhamento livre também estabelecendo a relação solo-paisagem, além do mais, nos levantamentos ultradetalhado é comum o uso de malhas rígidas. Nesses casos, os solos são classificados até o nível categórico mais alto “Série” (IBGE, 2015; EMBRAPA, 1995).

De acordo com Lepsch (2011), a prática de levantamentos de solos é utilizada em diversas áreas de conhecimento para determinar o potencial agrícola, geotécnico ou ambiental. Também é aplicada para avaliar a capacidade do solo em diversos usos e progredir com a classificação e taxonomia dos solos. No Brasil, os primeiros mapas foram elaborados a partir da metade do século XX, e os métodos de prospecção comumente utilizados durante os levantamentos eram do tipo exploratório ou de reconhecimento. Os solos eram classificados por nomes popularmente conhecidos ou pelo nome das formações geológicas correspondentes, como por exemplo, o Mapa de Solos do Brasil em escala 1:5.000.000 elaborado pelo IBGE e pela Embrapa (2001) a partir dos levantamentos de solos realizado pelo Projeto RADAMBRASIL.

A região do Alto Paranaíba possui dois levantamentos pedológicos importantes: um levantamento de reconhecimento de média intensidade em escala 1:250.000 confeccionados pela EMBRAPA (2004) e um levantamento de baixa intensidade em escala 1:750.000 (ROLIM-NETO et al., 2006). O mapeamento realizado pela EMBRAPA (2004) visa a identificação de áreas com aptidão agrícola das terras, para assim fazer uso e manejo de modo adequado. Rolim-Neto et al. (2006) desenvolveram o projeto para identificar as relações geopedológicas da bacia hidrográfica do Alto Paranaíba.

#### **4 GEOLOGIA REGIONAL**

A área de estudo está situada no setor meridional da Faixa Móvel Brasília, a qual faz parte da Província Estrutural Tocantins e é caracterizada por rochas do Grupo Araxá e intrusões ígneas do Complexo Monte Carmelo (Santos, 2021). Encontra-se também, em uma faixa central, rochas do Complexo Abadia dos Dourados.

#### **4.1. Faixa Móvel Brasília**

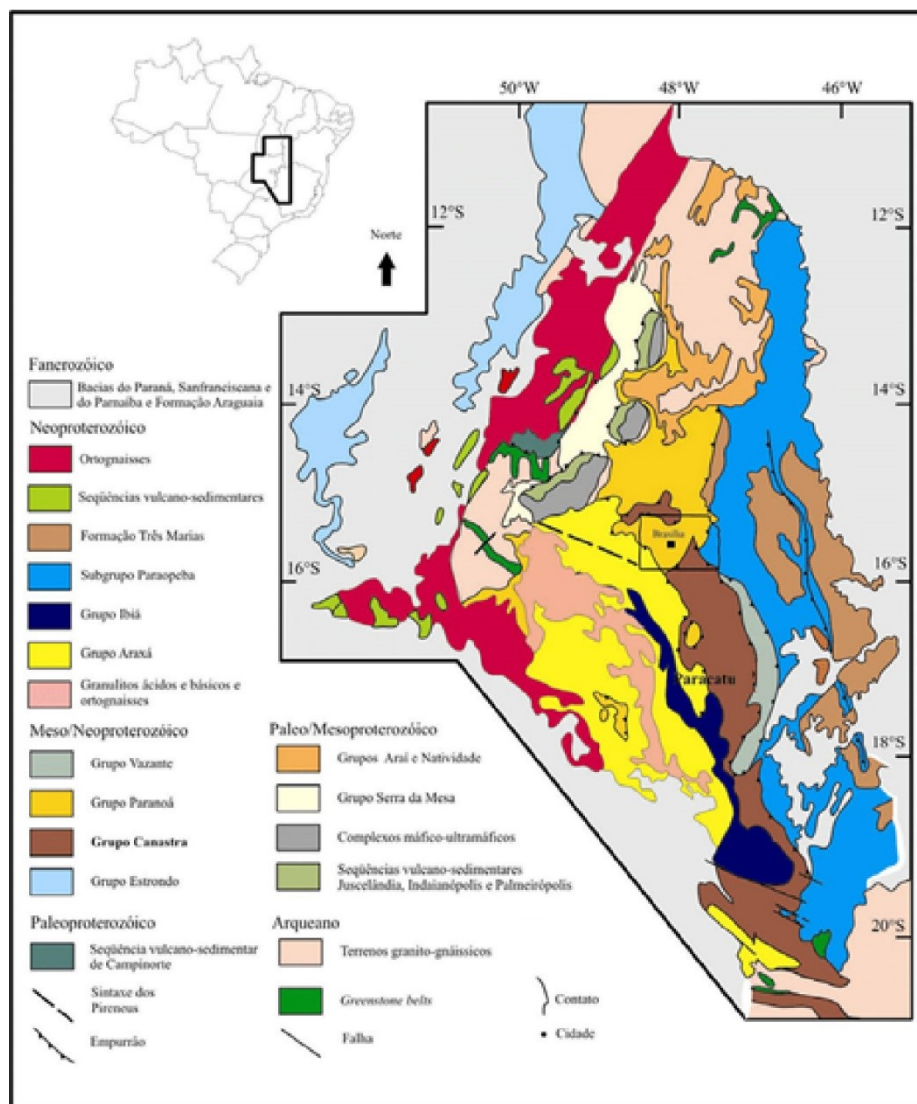
A Faixa Móvel Brasília (FMB) é definida como um cinturão orogênico Neoproterozoico derivado de um evento colisional entre 600 e 640 Ma entre as paleoplacas tectônicas São Francisco, Parapanema e Amazônica. Estruturalmente, é dividida em dois domínios: Meridional e Setentrional (Figura 18) (UHLEIN, 2012).

O setor meridional é representado pelos Grupos Bambuí, Vazante, Canastra, Araxá, Ibiá e intrusões ígneas, como o Complexo Monte Carmelo (CMC). Enquanto a porção setentrional é determinada pela sequência sedimentar de margem passiva paleoproterozoica do Grupo Paranoá (COELHO, 2010). Dito isso, este trabalho dará enfoque, preferencialmente, as rochas metamórficas do Grupo Araxá e Complexo Abadia dos Dourados, e as intrusões ígneas do Complexo Monte Carmelo, devido ao setor de estudo estar incluso na porção meridional da FMB.

#### **4.2. Grupo Araxá**

O Grupo Araxá foi definido por Barbosa (1955) como micaxistos que ocorriam exclusivamente no município de Araxá, posteriormente sendo prolongado até o estado de Tocantins. Ainda, Barbosa et al. (1970) comprovaram que o Grupo Araxá não é homogêneo e sugeriram a sua subdivisão em unidades A e B para o sudoeste de Goiás, a qual é empregada por alguns autores, como Lacerda Filho et al. (2000) e Klein (2008); porém, em Minas Gerais essa subdivisão não foi adotada. A unidade A é caracterizada por quartzitos, micaxistos com granada, cordierita e/ou turmalina, além de rochas feldspáticas; enquanto a unidade B é composta por micaxistos, lentes de calcários micáceos marmorizados com intercalações de quartzitos, granada-clorita xistos, além de lentes métricas a decimétricas de anfíbolitos (LACERDA FILHO et al. 2000)

Figura 18: Mapa geológico da Faixa Móvel Brasília.



Retirado de Fuck et al., (1994).

### 4.3. Complexo Abadia dos Dourados

A unidade do Complexo Abadia dos Dourados foi determinada por Brod et al. (1991), como uma seqüência vulcano-sedimentar a qual é associada ao Grupo Araxá. Essa unidade apresenta litotipos como micaxistos, anfíbolitos, metacherts ferruginosos (quartzitos hematíticos), metatufos e xistos carbonosos intrudidos por biotita granito. Féboli (2017) considera essa seqüência independente do Grupo Araxá, sugerindo que o Complexo Abadia dos Dourados compreenda apenas os anfíbolitos, rochas metavulcânicas ácidas e filitos.

#### **4.4. Complexo Monte Carmelo**

Uma das representações do setor meridional da FMB é o Complexo Monte Carmelo (CMC) situado nos arredores do município homônimo. O CMC é composto por intrusões ígneas derivadas de três eventos neoproterozoicos de granitogênese, que estão relacionadas com o Grupo Araxá. Segundo Seer e Morais (2013), o episódio mais antigo ocorreu em 833 Ma, formado em ambiente intraplaca e são representados pelo granito peralcalino Quebra Anzol. O segundo evento ocorreu em cerca de 790 Ma e é resultado de pré colisão e posterior retrabalhamento a 630 Ma, que deu origem aos granitos metaluminosos a peraluminosos do Complexo Monte Carmelo.

O Complexo Monte Carmelo está intrudido no Grupo Araxá e possui uma diversidade de fácies graníticas entre os municípios de Abadia dos Dourados e Monte Carmelo, desse modo alguns autores descreveram as rochas desse Complexo. Segundo Barbosa (1970), o CMC é constituído de granito-gnaiss de composição granodiorítica; Santos (2020) considerou ortognaisses com veios pegmatíticos e intercalações de anfíbolito com a presença de texturas representativas de zona de cisalhamento, como a cataclástica e/ou milonítica.

## **5 ASPECTOS FISIAGRÁFICOS**

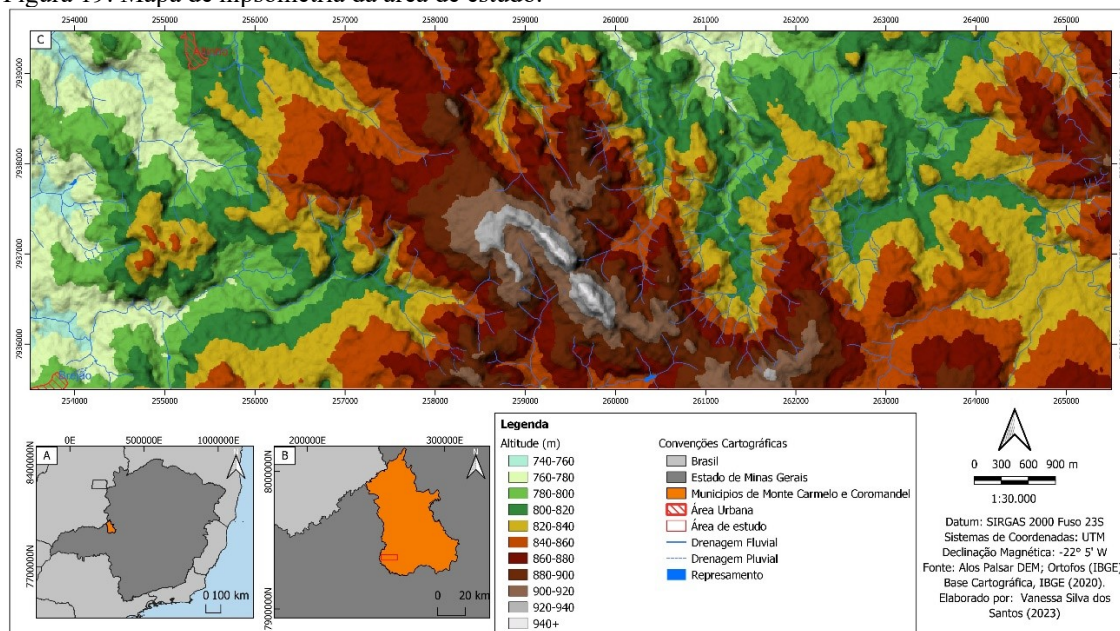
O padrão morfológico do relevo é caracterizado pela interação entre diversos fatores como a compartimentação tectônica, fatores climáticos e padrões erosivos diferenciados de acordo com o litotipo. A área é definida por porções arrasadas com a presença de morros ondulados, vales abertos e geralmente assoreados (PINHO et al., 2017). As variações topográficas local estão entre 740 – 940 m (Figura 19), enquanto as declividades giram em torno de 1 – 56% caracterizando relevos suave ondulados a montanhosos (Figura 20). Os padrões de relevo refletem diretamente na distribuição das classes de solo na paisagem e na dinâmica interna e externa da água no perfil, facilitando ou dificultando o desenvolvimento dos solos (BOUL, 2011; OLIVEIRA, 2011).

O clima é semelhante em toda região, definido como “Aw” segundo a classificação de Köppen descrito como clima tropical de inverno seco e verão úmido. Os níveis de precipitação acumulada anual entre os períodos de 1991-2020 foram em torno de 1.400 a 1.600 mm e temperaturas médias anuais entre 22-24 graus. Os meses mais



chuvosos são dezembro e janeiro com precipitações médias de 220 e 300 mm, enquanto os mais secos são entre junho e julho com cerca de 20 e 10 mm, respectivamente (INMET, 2020).

Figura 19: Mapa de hipsometria da área de estudo.

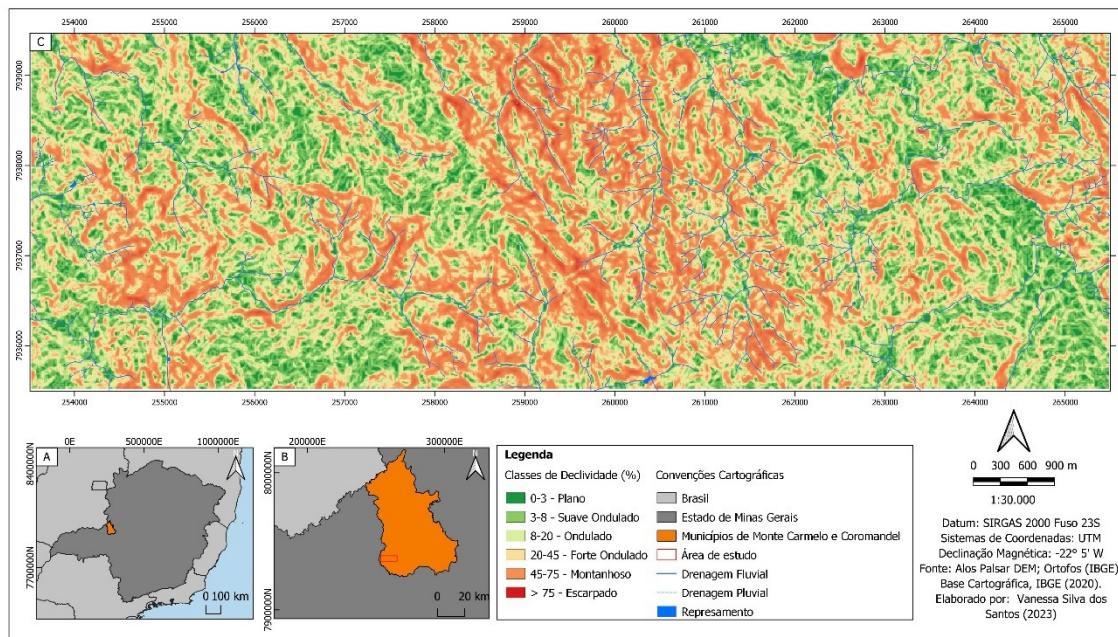


Fonte: Autora (2023)

A vegetação típica do cerrado, é definida por uma cobertura vegetal composta por árvores e arbustos de tamanhos diversos com aspecto tortuoso. Nesse domínio, é comum a ocorrência de veredas com uma vegetação arbórea-arbustiva, destacando a palmeira buriti presente em áreas rebaixadas e alagadas. Por toda extensão das drenagens desenvolvem as matas ciliares constituídas de cobertura vegetal densa e úmida (RESENDE et al., 2007).

Hidrograficamente, a área é compreendida pela bacia do Rio Paranaíba grande divisor de águas, que divide as bacias hidrográficas do Rio São Francisco e do Rio Paraná. As principais microbacias são a do Rio Dourados à esquerda e o Rio Douradinhos que atravessa a área de estudo.

Figura 20: Mapa de declividade da área de estudo relacionando as classes de declividade aos padrões de relevo.



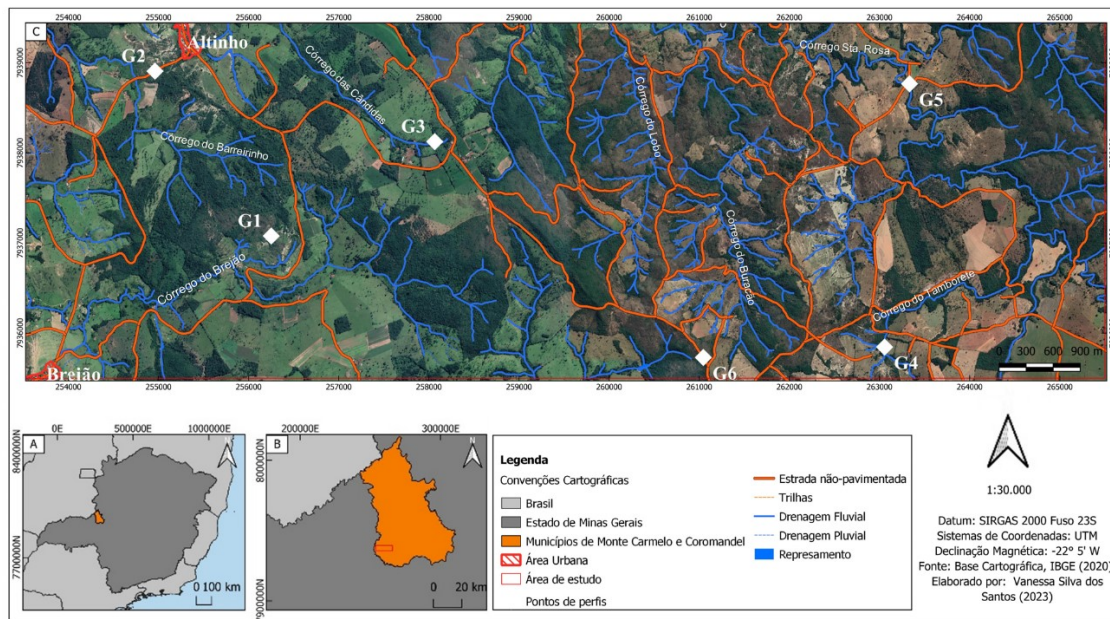
Fonte: Autora (2023)

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram coletadas amostras em diferentes pontos da área que estão expostas as mesmas condições de clima e vegetação durante o mesmo período de tempo, mas desenvolvidos sobre diferentes materiais de origem e posição no relevo.

Os perfis apresentados estão localizados na região adjacente aos distritos de Brejão e Altinho, entre os municípios de Monte Carmelo e Coromandel. A seguir são apresentadas as descrições morfológicas e análises granulométricas dos horizontes e/ou camadas coletadas nos seguintes pontos e respectivas coordenadas UTM: G1 (256251 E/ 7937078 N), G2 (254961 E/ 7938907 N), G3 (258262 E/ 7938010 N), G4 (263056 E/ 7935845 N), G5 (263332 E/ 7938766 N) e G6 (261045 E/ 7935730 N) (Figura 21).

Figura 21: Mapa de localização dos perfis selecionados.



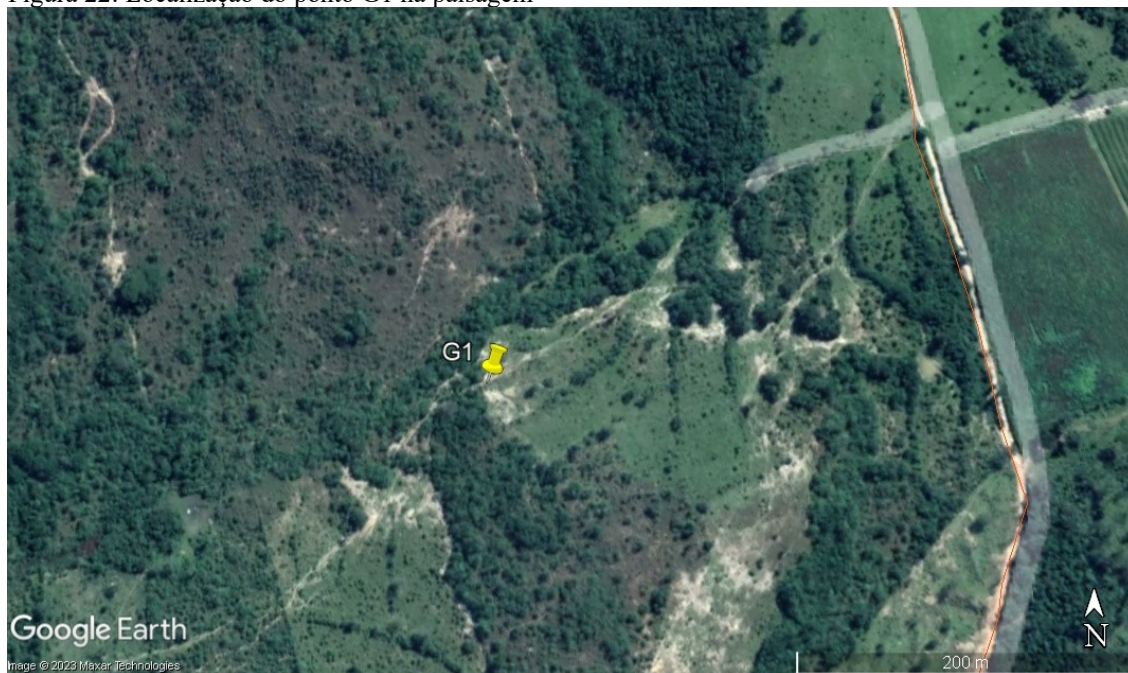
## 6.1. Atributos morfológicos e físicos dos solos

### 6.1.1. Ponto G1

O perfil G1 está localizado no distrito de Brejão, município de Coromandel – MG, aproximadamente 4 km a leste do Rio Dourados e 700 m ao norte do Córrego do Brejão. A área apresenta uma paisagem de morros e uma vegetação típica do cerrado. Topograficamente, está a 802 m de altitude com declividade de aproximadamente 11% e cobertura vegetal local rasteira sem uso específico atualmente (Figura 22).



Figura 22: Localização do ponto G1 na paisagem



A litologia está associada as rochas graníticas do Complexo Monte Carmelo. Essas rochas afloram próximas ao local de abertura do perfil e sugere a origem autóctone do material. Localizado no terço médio da vertente, em relevo local ondulado, o perfil não apresenta pedregosidade em suas camadas, mas a paisagem é ligeiramente rochosa, com a presença de blocos. O terreno é bem drenado e apresenta uma erosão moderada demonstrada em formas de sulcos e ravinas.

Foram identificados neste perfil, quatro horizontes de solo (Tabela 1) e em função das rochas aflorantes nas adjacências, é comum encontrar horizontes C e Cr. O horizonte Ap tem cor bruno (7,5 YR 5/3, úmida), horizonte Bi bruno-claro (7,5 YR 6/4, úmida), o horizonte C apresenta mosqueado comum médio com predomínio da cor bruno (7,5 YR 5/4, úmida), manchas rosadas (7,5 YR 7/3, seca) e brancas nas porções reliquiares, enquanto no horizonte Cr, encontra-se uma coloração variegada de branco, rosa e cinza claro (Figura 22). No geral, os pedrs apresentam blocos subangulares de tamanho muito pequeno (< 5 mm) a pequeno (de 5 a 10 mm) e os agregados no horizonte Bi são pouco desenvolvidos.

Tabela 1: Características morfológicas do perfil G1.

PERFIL G1											
HORIZONTES		COR Úmida	ESTRUTURA <sup>1</sup>			CONSISTÊNCIA <sup>2</sup>				TRANSIÇÃO <sup>3</sup>	
Símbolo	Prof. (cm)		Tipo	Tamanho	Desenv	Seca	Úmida	Molhada		Topografia	Nitidez
<b>Ap</b>	0-40	7,5 YR 5/3	BSa	P	Fc	So	Fr	LP	NPe	Ond	Gr
<b>Bi</b>	40-68	7,5 YR 6/4	BSa	MP	Fc	So	Fr	P	NPe	Irreg	Gr
<b>C</b>	68-138	7,5 YR 5/4	BSa	P	Fc	So	Fr	LP	NPe	Irreg	Gr
<b>Cr</b>	138-200+	Variegada	-	-	Fc	So	Fr	NP	NPe	Ond	Gr

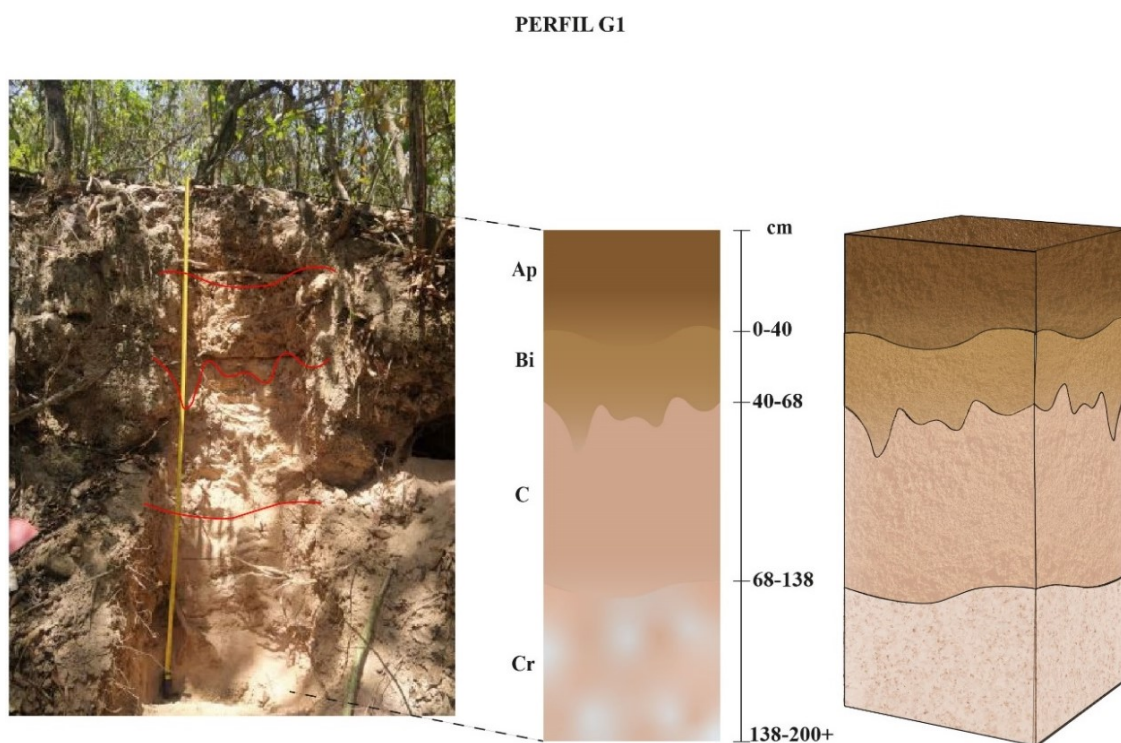
<sup>1</sup>**Estrutura:** tipo (BSa – Bloco subangular); tamanho (MP – muito pequeno, P – pequeno); e desenvolvimento (Fc – fraco).

<sup>2</sup>**Consistência:** seca (So – solta); úmida (Fr – friável); e molhada (LP – ligeiramente plástica, P – plástica, NP – não plástica, NPe – não pegajosa).

<sup>3</sup>**Transição:** topografia (Ond – ondulada, Irreg – irregular); e nitidez (Gr – gradual).

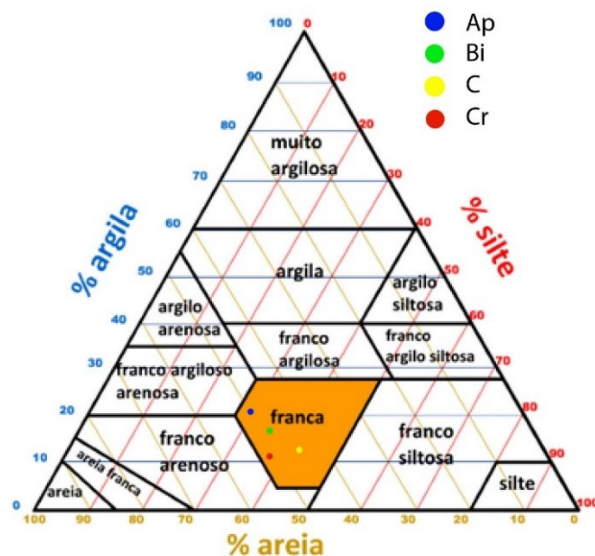
Os horizontes apresentam consistência solta quando seca e friável quando úmida. Quando molhada, os horizontes Ap e C demonstram consistência ligeiramente plástica, enquanto os horizontes Bi e Cr, apresentam comportamento plástico e não plástico, respectivamente. Em relação a transição entre os horizontes, a topografia entre o horizonte Ap e Bi é ondulada, entre Bi e C irregulares, seguida por topografia ondulada para horizonte Cr. A nitidez gradual acompanha os horizontes superficiais e subsuperficiais (Figura 23).

Figura 23: Perfil G1 com seus respectivos horizontes e profundidades em destaque.



A distribuição granulométrica das partículas de solo neste perfil demonstra o predomínio da fração areia e silte. Os teores de areia variam entre 45% e 51%, com o domínio da fração areia fina, enquanto a fração silte varia de 29% a 42%. Todos os horizontes deste perfil são classificados como textura franca (Figura 24).

Figura 24: Triângulo textural classificando as amostras de solo do perfil G1 como franca.



Nos horizontes Ap, Bi e Cr há maior concentração da fração areia fina, 21%, 20% e 20%, respectivamente. O oposto ocorre com a fração areia grossa que é menor no horizonte superficial e diagnóstico, e aumenta à medida que se aprofunda nos horizontes subsuperficiais atingindo 19% da fração areia grossa no volume total no horizonte Cr como observado na Tabela 2.

Tabela 2: Distribuição granulométrica dos horizontes de solo do Perfil G1.

PERFIL G1							
Horizonte	Profundidade	Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Areia total	Silte	Argila
	cm	%					
<b>Ap</b>	0-40	17,66	10,37	21,27	49,29	28,93	22,25
<b>Bi</b>	40-68	15,68	9,46	20,63	45,77	36,18	18,80
<b>C</b>	68-138	17,37	10,95	18,63	46,95	42,00	11,31
<b>Cr</b>	138-200+	19,59	11,05	20,79	51,42	38,11	11,09

Os teores de silte variam entre 28% e 42%, porém, são mais expressivos nos horizontes subsuperficiais, principalmente no horizonte C com 42%. Por outro lado, os teores de argila são baixos, variando entre 11% e 22%, com maior concentração no horizonte Ap (22%) e no horizonte Bi (18%).

Portanto, observa-se diminuição no teor de argila com o avanço da profundidade, e aumento nos teores de areia e silte.

Os horizontes Bi, Cr e C apresentam feições reliquiares da rocha e as frações areia são constituídas pelos minerais primários quartzo, muscovita, feldspatos e biotita em menores proporções.

Segundo a Classificação Brasileira de Solos – SIBCS (2018), este solo foi definido no 1º nível categórico como Cambissolo através da identificação do horizonte diagnóstico B incipiente. No 2º nível categórico, foi classificado como Háplico por não se enquadrar nas classes de Cambissolos hísticos ou húmicos.

#### 6.1.2. Ponto G2

O perfil G2 está localizado à 500 m do distrito de Altinho no Município de Coromandel – MG, em corte na LMG-745, cerca de 2 km a leste do Rio Dourados e 125 m do Córrego Ribeirinho. A área possui uma paisagem de morros, a altitude do corte está em 781 m com declividade por volta de 10% e cobertura vegetal rasteira com a presença de pequenas árvores com galhos retorcidos ligeiramente espaçadas. O local não apresenta indícios de uso atual específico (Figura 25).



Figura 25: Localização do ponto G2 na paisagem



Não é observado exposição de rochas ao em torno, porém, o perfil de saprolito deixa evidente que o material de origem é autóctone, por preservar vestígios da rocha de origem, como estrutura maciça e textura fanerítica, além dos minerais primários quartzo, muscovita e pequena quantidade de biotita. A estrutura reliquiar é nitidamente de rochas graníticas do Complexo Monte Carmelo que ocorrem na região. O perfil está posicionado no terço médio da vertente, em relevo ondulado e não apresenta pedregosidade ou rochiosidade. O terreno é bem drenado, com alguns processos de erosão aparente, como sulcos.

Neste perfil, foram identificados os horizontes A fraco sobre C. O horizonte A encontra-se pouco representado, com espessura menor que 5 cm, apresentando coloração bruno e pouca matéria orgânica.

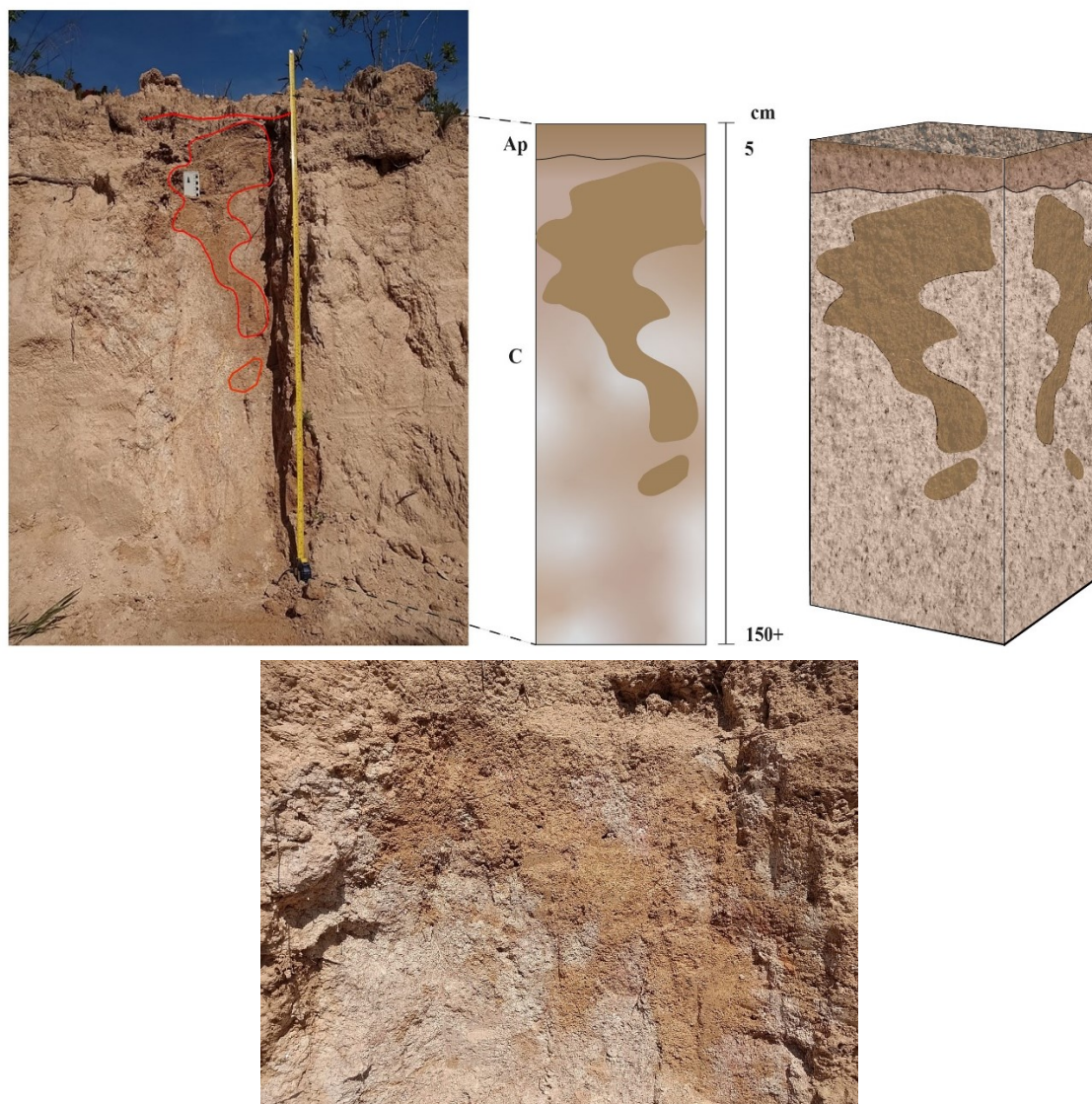
Foi identificado o horizonte C neste perfil, com cor mosqueada cinzento-rosado a branco (7,5 YR 7/2, úmida; 5 YR 8/1, seco), estrutura tipo grão simples e tamanho muito pequeno (< 5 mm). Ao longo de toda exposição deste horizonte, ocorrem grandes manchas dispersas de cor bruno-claro-acinzentado (10 YR 6/3, úmida), com estrutura em blocos subangulares pequenos (de 5 a 10 mm) com grau de desenvolvimento moderado, porém, a estrutura do material pode ter sido modificada por estar em estado úmido. (Figura 26). Este material foi interpretado como material iluviado do horizonte A em



início do processo pedogenético, onde o horizonte eluvial ainda se encontra em desenvolvimento, pois apresenta um incremento de 10% da fração argilosa.

Figura 26: Perfil G2 representado em esquema. As cores utilizadas seguem o padrão determinado pela Carta de Munsell para Solos.

PERFIL G2



As consistências do horizonte C quando seca, úmida e molhada apresentam comportamento solto, muito friável, não plástica e não pegajosa. Enquanto o material iluviado apresenta nestes mesmos estados, consistência macia, friável, plástica e ligeiramente pegajosa (Tabela 3).

Tabela 3: Características Morfológicas do perfil G2.

PERFIL G2										
HORIZONTES		COR	ESTRUTURA <sup>1</sup>			CONSISTÊNCIA <sup>2</sup>			TRANSIÇÃO <sup>3</sup>	
Símbolo	Prof. (cm)	Úmido	Tipo	Tamanho	Desenv.	Seca	Úmida	Molhada	Topografia	Nitidez
<b>C</b>	0-150+	7,5 YR 7/2	GrS	MP	-	So	MF	NP NPe	-	-
<b>Mat. Iluv.</b>	-	10 YR 6/3	BSa	P	Md	Ma	Fr	P LPe	-	-

<sup>1</sup>**Estrutura:** tipo (GrS – Grão simples, Bsa – Blocos subangulares); tamanho (MP – muito pequeno, P – pequeno); e desenvolvimento (Md – moderado).

<sup>2</sup>**Consistência:** seca (So – solta; Ma – macia); úmida (MF – muito friável; Fr – friável); e molhada (LP – ligeiramente plástica, P – plástica, NP – não plástica).

A distribuição granulométrica do horizonte C demonstra predomínio das frações silte e areia grossa. Os teores da fração areia variam entre 24% e 7%, enquanto as frações silte e argila são de 50% e 8%, respectivamente, como observado na Tabela 4. Este horizonte C é classificado como textura franco-siltosa.

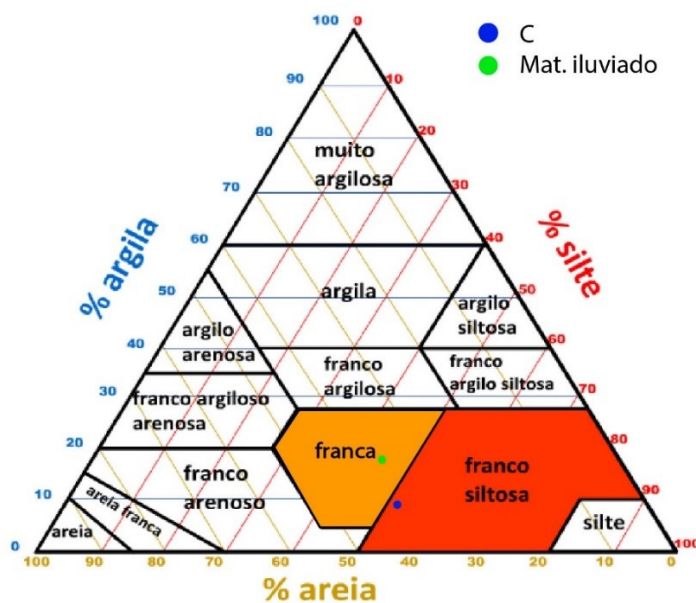
Tabela 4: Distribuição granulométrica dos horizontes de solo do Perfil G2.

PERFIL G2							
Horizonte	Profundidade	Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Areia total	Silte	Argila
	cm	%					
<b>Saprolito</b>	0-150+	24,48	7,91	8,75	41,14	50,79	8,260
<b>Material iluviado</b>	-	15,41	7,46	12,24	35,11	46,57	18,42

O material iluviado apresenta o domínio das frações silte e areia grossa, porém apresenta teor de 18% de argila, enquanto o horizonte C apresenta o teor de 8%. Esse material foi classificado como textura franca (Figura 27).

Em comparação, observa-se que os valores de areia total e silte são ligeiramente semelhantes, contudo, há uma notável diferença entre os teores de areia grossa entre o horizonte C e o material iluviado, de 24% e 15%.

Figura 27: Triângulo textural classificando horizonte C como textura franco-siltosa.

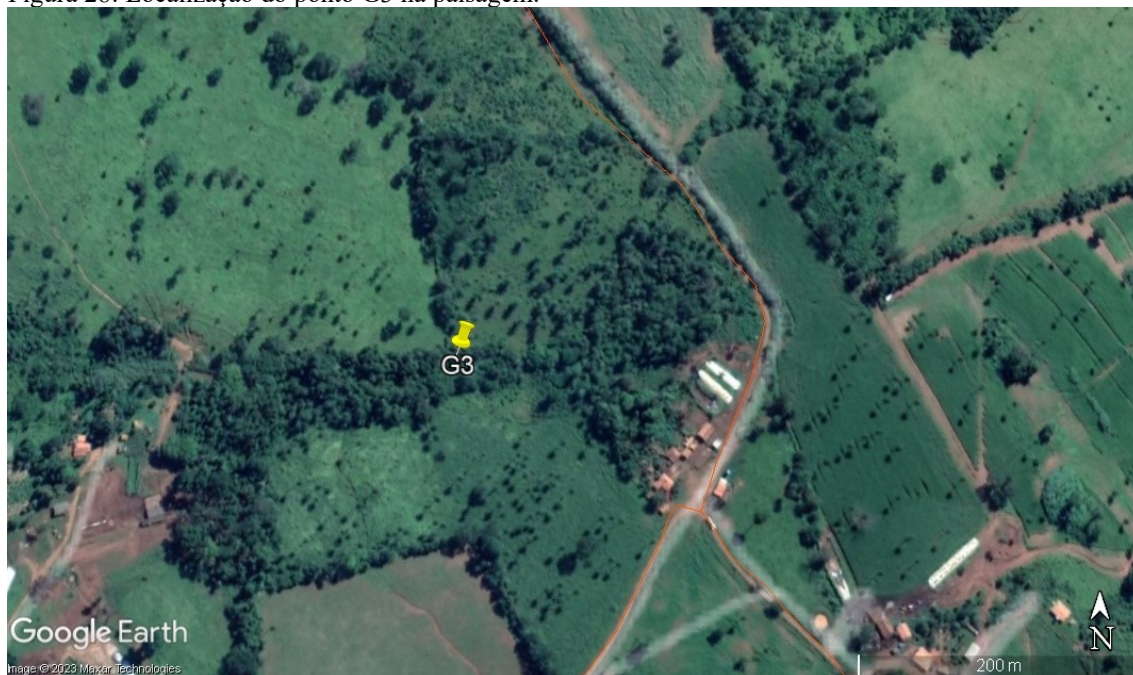


Segundo a Classificação Brasileira de Solos – SIBCS (2018), este solo foi definido no 1º nível categórico como Neossolo pela ausência do horizonte diagnóstico B. No 2º nível categórico, foi classificado como Neossolo Regolítico por não apresentar contato lítico nos primeiros 50 cm, apresentar horizonte C constituído de saprolito. Além disso, conta com a presença de minerais primários na fração areia como quartzo, muscovita e feldspato em menores proporções.

### 6.1.3. Ponto G3

O perfil G3 está localizado em corte na margem direita do Córrego das Cândidas por volta de 4 km do distrito de Altinho no município de Coromandel – MG, e aproximadamente 5 km a leste do Rio Dourados. A área apresenta uma paisagem plana e uma vegetação típica de Área de Proteção Permanente de nascente. A altitude do corte está em 880 m com declividade de aproximadamente 8% e cobertura vegetal do tipo mata ciliar. O uso do solo ao redor da área é predominantemente agrícola (soja) (Figura 28).

Figura 28: Localização do ponto G3 na paisagem.



O material se constitui em um pacote bem espesso, estimado em cerca de +8 m e isso dificultou a identificação do material de origem, porém, a área está mapeada como muscovita-xisto do Grupo Araxá. O ponto está posicionado no terço médio da vertente, em relevo local suave ondulado e não apresenta pedregosidade ou rochiosidade. O terreno é mal drenado, mas não possui erosão aparente.

Não foi possível identificar com exatidão a qual horizonte a amostra coletada pertence devido à dificuldade de observação do local, assim como foi dificultado o reconhecimento das características de transição, mas foi considerada a possibilidade de ser horizonte Bw subjacente à um horizonte Ap.

O horizonte Ap foi identificado através do desenvolvimento de uma vegetação rasteira em superfície, porém não teve amostra coletada ou descrita (Figura 29).



Figura 29: Perfil do ponto G3



No possível horizonte Bw foi identificado a cor bruno-avermelhado (5 YR 4/4, úmido) e estrutura em blocos subangulares de tamanho muito pequeno ( $< 5 \text{ mm}$ ) com grau de desenvolvimento moderado. As consistências deste material em estado seco, úmido e molhado apresentam comportamento ligeiramente duro, solta, não plástica e pegajosa. Não foram observadas as características de topografia e nitidez entre os horizontes (Tabela 5).

Tabela 5: Características morfológicas da amostra G3, possível Bw.

<b>PERFIL G3</b>											
<b>HORIZONTES</b>		<b>COR</b>	<b>ESTRUTURA<sup>1</sup></b>			<b>CONSISTÊNCIA<sup>2</sup></b>				<b>TRANSIÇÃO<sup>3</sup></b>	
Símbolo	Prof. (cm)	úmido	Tipo	Tamanho	Desenv	Seca	Úmida	Molhada	Pe	Topografia	Nitidez
<b>Amostra G3</b>	-	5 YR 4/4	BSa	MP	Md	LD	So	NP	Pe	-	-

<sup>1</sup>**Estrutura:** tipo (Bsa – Blocos subangulares); tamanho (MP – muito pequeno); e desenvolvimento (Md – moderado).

<sup>2</sup>**Consistência:** seca (LD – ligeiramente dura, So – solta); úmida (Fr – friável); e molhada (NP – não plástica, Pe – pegajosa).

A distribuição granulométrica desse material apresenta altos teores de silte e argila, sendo 42% e 41%, respectivamente. Em relação a fração areia predomina a fração areia fina com 11% do volume total de 16% de areia (Tabela 6).

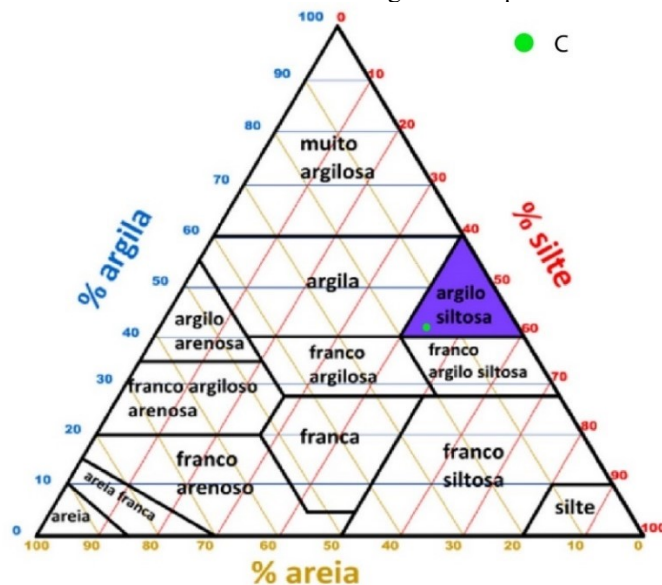
Tabela 6: Distribuição granulométrica do possível horizonte Bw (amostra G3).

PERFIL G3							
Horizonte	Profundidade	Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Areia total	Silte	Argila
	cm	%					
Perfil G3	-	3,38	1,63	11,54	16,56	42,05	41,23

O horizonte foi classificado como textura argilo-siltosa (Figura 30). O elevado teor de silte pode ser devido às argilas não terem se dispersado totalmente durante o procedimento de agitação, permanecendo aglutinadas na fração silte que reflete na porcentagem total. Levado isso em consideração, a análise granulométrica corresponde a valores típicos encontrados em amostras de latossolos, onde os teores de argila predominam sobre silte e areia.

Porém, os valores altos de silte podem refletir solos derivados de rochas como filitos e xistos, corroborando o mapeamento geológico da área onde se situa este perfil.

Figura 30: Triângulo textural classificado como textura argilosiltosa ponto G3.

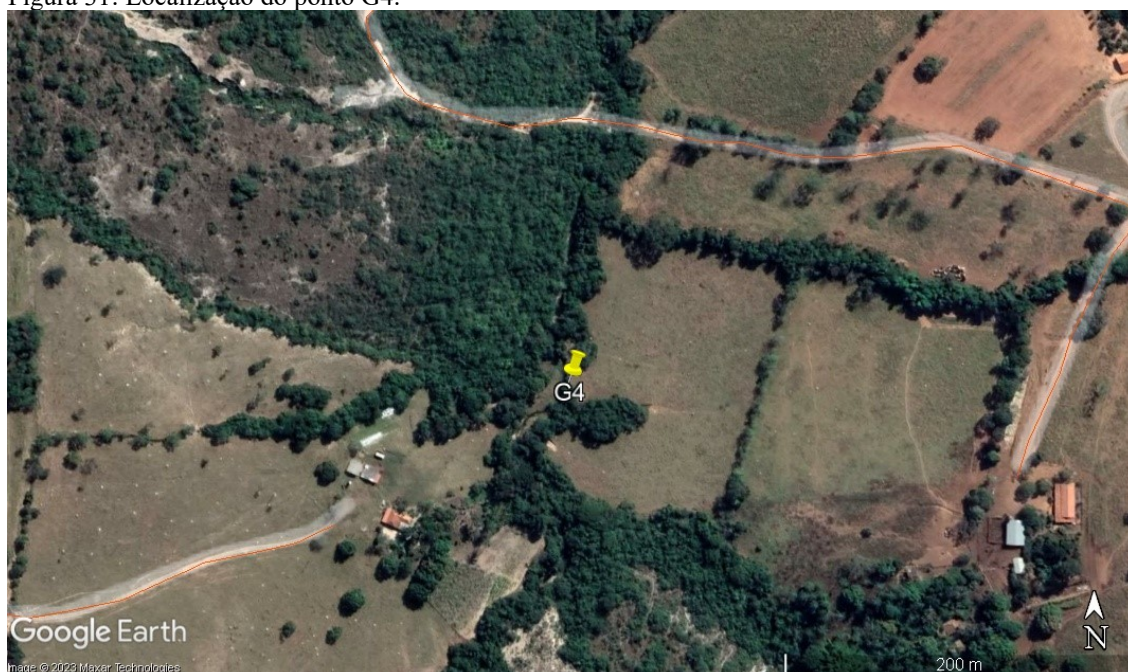


Segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SIBCs), o perfil é classificado no 1º nível categórico como Latossolo por enquadrar nos quesitos de espessura, grau de desenvolvimento dos agregados estruturais e presença de horizonte A. No 2º nível categórico é classificado como Latossolo Vermelho por possuir matiz 2,5 YR na maior parte do horizonte B.

#### 6.1.4. Ponto G4

O perfil G4 está localizado no distrito de Santa Rosa dos Dourados, município de Coromandel – MG, situado à aproximadamente 10 km a leste do Rio Dourados, no Córrego Tamborete (Figura 31). A área constitui um terraço fluvial e topograficamente, está a 855 m de altitude, com declividade de 4% e apresenta cobertura vegetal rasteira em campo amplo, com presença de algumas árvores com galhos retorcidos sobre parte do perfil. Aparentemente, o local é utilizado para pastagem de gado.

Figura 31: Localização do ponto G4.



A litologia é associada as rochas graníticas do Complexo Monte Carmelo, que afloram próximas ao local, na forma de pequenos blocos e de espessos mantos



intempéricos que apresentam textura reliquiar granítica. Porém este perfil foi identificado como de origem alóctone, conforme demonstrado a seguir.

O perfil está posicionado no terraço fluvial em relevo suave, é fortemente drenado e apresenta uma forte erosão evidenciada pelas formas de sulcos geradas. Localiza-se num meandro da margem esquerda do Córrego Tamborete, sendo que na margem direita, bem próximo ao perfil, ocorrem exposições do saprolito do granito.

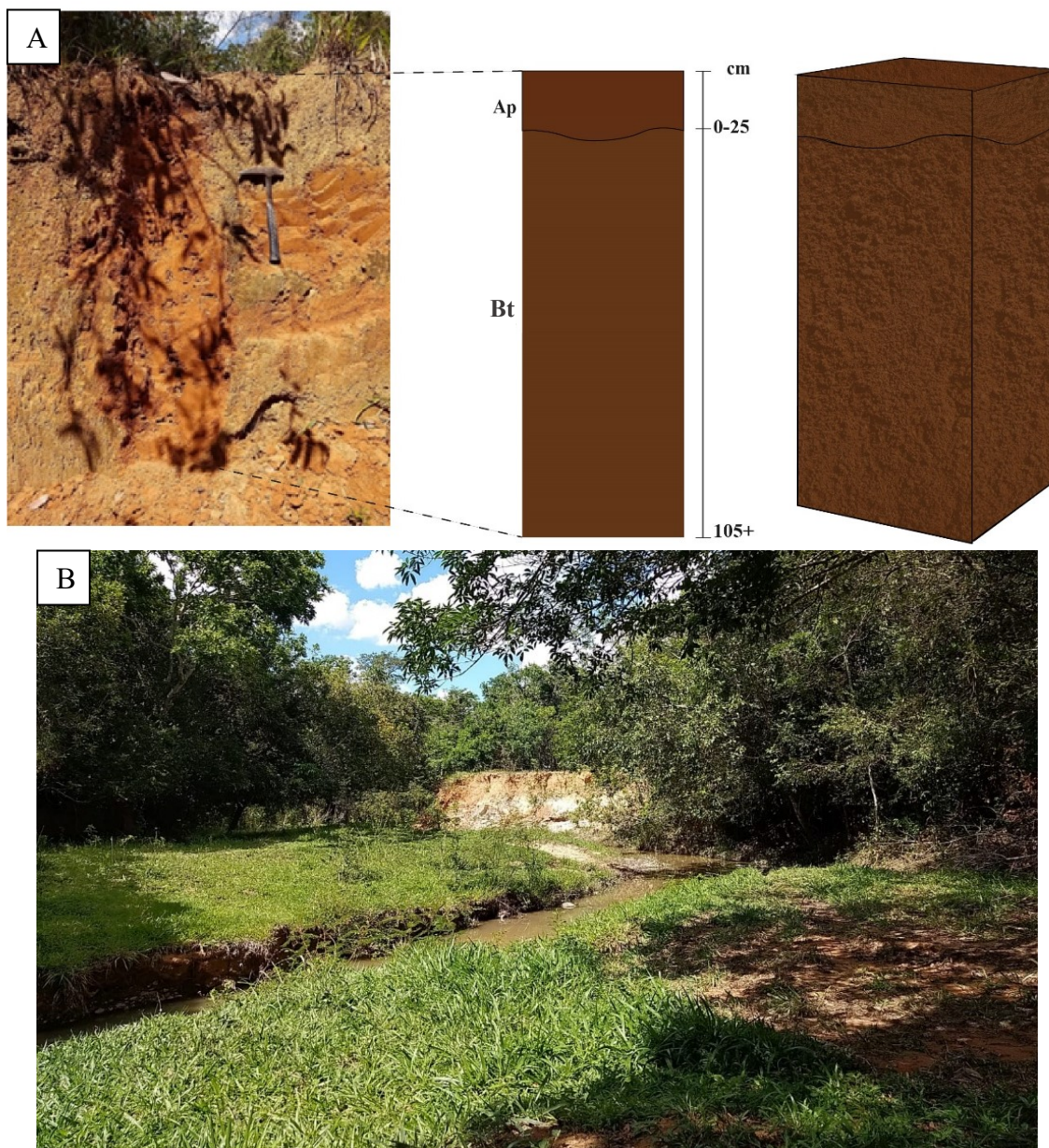
Foram diferenciados os horizontes A e Bt. O horizonte A tem cor bruno (7,5 YR 4/4, úmida), enquanto o horizonte Bt tem cor bruno-amarelado-escuro (10 YR 4/6, úmida). O horizonte A apresenta uma transição ondulada e gradual com diferença pouco nítida entre os horizontes e estrutura de tamanho pequeno (de 5 a 10 mm) na forma de blocos subangulares com grau de desenvolvimento fraco.

O Bt tem estrutura de tamanho muito pequeno ( $< 5$  mm) do tipo granular com grau de desenvolvimento fraco (Figura 32). A consistência desses horizontes quando seco, úmido e molhado é solta, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa, exceto pelo estado seco do horizonte A que apresenta estado ligeiramente duro (Tabela 7).



Figura 32: (A) Perfil G4 ilustrado conforme seus horizontes. As cores utilizadas são úmidas e seguem a Carta de Cores Munsell para Solos. (B) Paisagem do Córrego do Tamborete, perfil localizado a direita da imagem.

PERFIL G4



É observada grande interação de organismos com o solo por toda extensão do perfil, pela ação de formigas e cupins, assim como, uma grande influência de raízes no horizonte superficial (bioturbação).

Tabela 7: Características Morfológicas do perfil G4.

PERFIL G4											
HORIZONTES		COR	ESTRUTURA <sup>1</sup>			CONSISTÊNCIA <sup>2</sup>			TRANSIÇÃO <sup>3</sup>		
Símbolo	Prof. (cm)	Úmida	Tipo	Tamanho	Desenv.	Seca	Úmida	Molhada	Topografia	Nitidez	
<b>A</b>	0-25	7,5 YR 4/4	<u>B</u> Sa	MP/P	<u>Md</u>	LD	<u>Fr</u>	NP <u>NP</u> e	<u>Ond</u>	Gr	
<b>Bt</b>	25-105	10 YR 4/6	Gr	MP	<u>Fc</u>	<u>So</u>	<u>Fr</u>	LP <u>LP</u> e	<u>Ond</u>	<u>Dif</u>	

<sup>1</sup>**Estrutura:** tipo (Gr – Granular, Bsa – Blocos subangulares); tamanho (MP – muito pequeno, P – pequeno); e desenvolvimento (Fc – fraco, Md – moderado).

<sup>2</sup>**Consistência:** seca (LD – ligeiramente dura, So – solta); úmida (Fr – friável); e molhada (LP – ligeiramente plástica, LPe – ligeiramente pegajosa).

<sup>3</sup>**Transição:** topografia (Ond – ondulada); e nitidez (Gr – gradual, Dif – difusa).

A granulometria desse perfil tem predomínio da fração areia, 42% no horizonte A e 34% no horizonte Bt. Em ambos os horizontes a fração areia fina foi predominante em 31% e 27%, nessa ordem. Enquanto os teores de argila e silte ficaram entre 27% e 33% (Tabela 8). Esses horizontes foram classificados com textura franco argilosa (Figura 33).

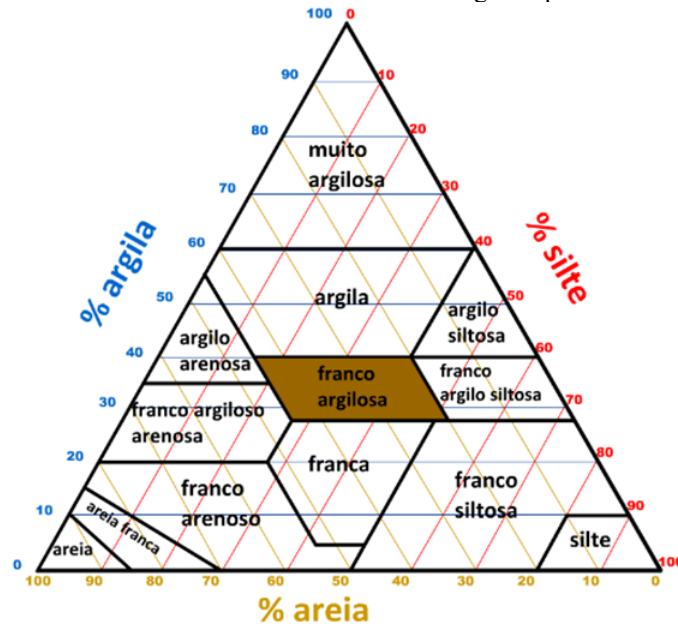
Tabela 8: Distribuição granulométrica dos horizontes de solo do Perfil G4.

PERFIL G4							
Horizonte	Profundidade	Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Areia total	Silte	Argila
	cm	%					
<b>A</b>	0-25	3,84	7,52	31,48	42,85	29,72	27,87
<b>Bt</b>	25-105	2,45	4,88	27,28	34,62	33,55	31,71

O perfil de solo foi classificado no 1º nível categórico como Argissolo pela identificação do horizonte diagnóstico Bt e apesar de não apresentar incremento de argila suficiente para enquadrar em horizonte B textural, o conjunto da paisagem com o diagnóstico feito em campo direciona para um horizonte Bt, caracterizando um argissolo, diferenciando assim da classe dos latossolos.

No 2º nível categórico, foi denominado como Argissolo Amarelo por apresentar matiz mais amarela do que 5 YR na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte diagnóstico.

Figura 33: Triângulo textural classificado como textura franco argilosa ponto G4.

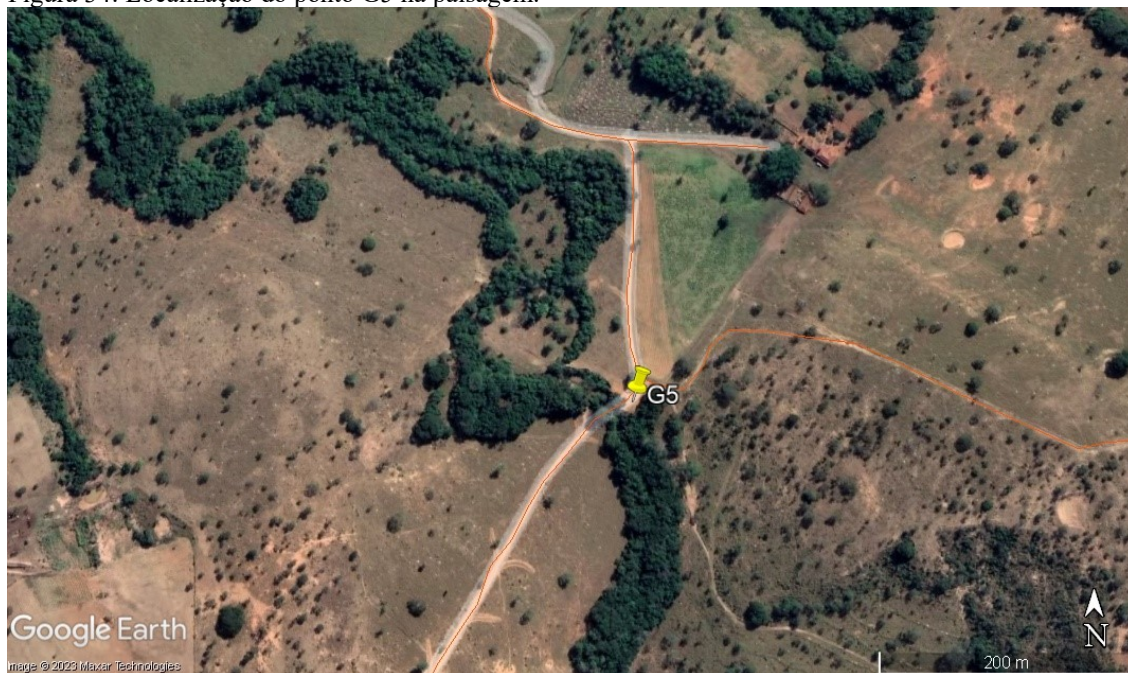


#### 6.1.5. Ponto G5

O perfil G5 está localizado em corte de estrada não pavimentada que cruza o Córrego Santa Rosa, no distrito de Santa Rosa dos Dourados, município de Coromandel, aproximadamente 10 km a leste do Rio Dourados (Figura 34). A área apresenta relevo de terraço fluvial do Córrego Santa Rosa e vegetação típica de mata ciliar. A altitude do corte está em 800 m com declividade em torno de 7% e cobertura vegetal rasteira, que atualmente é utilizada para pastagem de gado.



Figura 34: Localização do ponto G5 na paisagem.

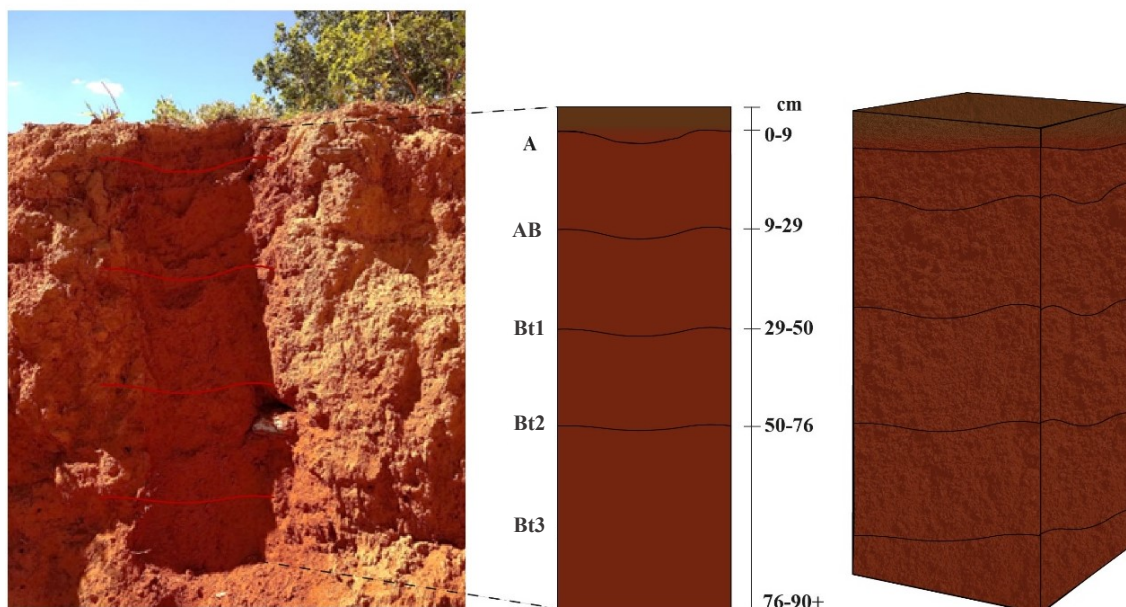


O material de origem é derivado de sedimentos aluvionares depositados sobre o terraço fluvial, evidenciando a origem alóctone. O perfil está posicionado no terço inferior da vertente, em relevo suave ondulado; o local não apresenta pedregosidade ou rochiosidade. O terreno é bem drenado e apresenta feições de erosão, como sulcos.

Foram identificados cinco horizontes de solo, sendo A, AB, Bt1, Bt2 e Bt3. Todos os horizontes tem cor vermelho-amarelado (5 YR, úmido), entretanto há uma pequena variação de cor entre os horizontes com torrão seco. No horizonte superficial A, identifica-se a cor amarelo-avermelhado (5 YR 6/6, seca); no transicional AB e diagnóstico Bt1, encontra-se a cor bruno forte (7,5 YR 5/6, seca), enquanto nos horizontes Bt2 e Bt3 a cor é vermelho-amarelado (5 YR 5/8, seca) (Figura 35).

Figura 35: Perfil G5 com seus respectivos horizontes representados. As cores úmidas seguem o padrão de cores para solos Munsell.

PERFIL G5



Os agregados destes horizontes são blocos subangulares e variam entre muito pequenos ( $< 5$  mm) e pequenos (de 5 a 10 mm), com exceção do horizonte AB que apresenta tamanho médio (de 10 a 20 mm). No geral o grau de desenvolvimento é moderado, porém, os horizontes Bt2 e Bt3 demonstram um fraco desenvolvimento de pedos ou unidades estruturais. A transição entre todos os horizontes identificados é ondulada e gradual.

No estado úmido, todos os horizontes amostrados apresentam consistência friável, enquanto secos demonstram-se ligeiramente duros, exceto pelos horizontes Bt1 e Bt3 que apresentam consistências dura e macia, respectivamente. No estado molhado, o horizonte A apresenta comportamento não plástico, os horizontes AB, Bt1 e Bt3 ligeiramente plásticos, enquanto o horizonte Bt2 é plástico. Todos os horizontes são ligeiramente pegajosos (Tabela 9).

Tabela 9: Características Morfológicas do perfil G5.

PERFIL G5											
HORIZONTES		COR	ESTRUTURA <sup>1</sup>			CONSISTÊNCIA <sup>2</sup>			TRANSIÇÃO <sup>3</sup>		
Símbolo	Prof. (cm)	úmida	Tipo	Tamanho	Desenv.	Seca	Úmida	Molhada	Topografia	Nitidez	
<b>A</b>	0-9	5 YR 4/6	<u>B</u> Sa	MP/P	<u>Md</u>	LD	<u>Fr</u>	NP <u>L</u> Pe	<u>Ond</u>	Gr	
<b>AB</b>	9-29	5 YR 4/6	<u>B</u> Sa	M	<u>Md</u>	LD	<u>Fr</u>	LP <u>L</u> Pe	<u>Ond</u>	Gr	
<b>Bt1</b>	29-50	5 YR 4/6	<u>B</u> Sa	MP/P	<u>Md</u>	D	<u>Fr</u>	LP <u>L</u> Pe	<u>Ond</u>	Gr	
<b>Bt2</b>	50-76	5 YR 4/6	<u>B</u> Sa	MP	<u>Fc</u>	LD	<u>Fr</u>	P <u>L</u> Pe	<u>Ond</u>	Gr	
<b>Bt3</b>	76-90+	5 YR 5/6	<u>B</u> Sa	MP	<u>Fc</u>	Ma	<u>Fr</u>	LP <u>L</u> Pe	<u>Ond</u>	Gr	

<sup>1</sup>**Estrutura:** tipo (Bsa – Blocos subangulares); tamanho (MP – muito pequeno, P – pequeno, M - médio); e desenvolvimento (Fc – fraco, Md – moderado).

<sup>2</sup>**Consistência:** seca (Ma – macia, LD – ligeiramente dura, D – dura); úmida (Fr – friável); e molhada (LP – ligeiramente plástica, P – plástica, NP – não plástica, LPe – ligeiramente pegajosa).

<sup>3</sup>**Transição:** topografia (Ond – ondulada, Irreg – irregular); e nitidez (Gr – gradual).

A distribuição granulométrica dos horizontes, mostra o predomínio das frações areia e argila. Os teores de areia variam entre 31% e 47%, com destaque na fração areia fina que atinge o pico máximo de 30%. A fração argila, por outro lado, varia os teores entre 35% e 48%, enquanto a fração silte, não apresenta grandes variações, atingindo o teor máximo de 22% (Tabela 10).

Tabela 10: Distribuição granulométrica dos horizontes de solo do Perfil G5.

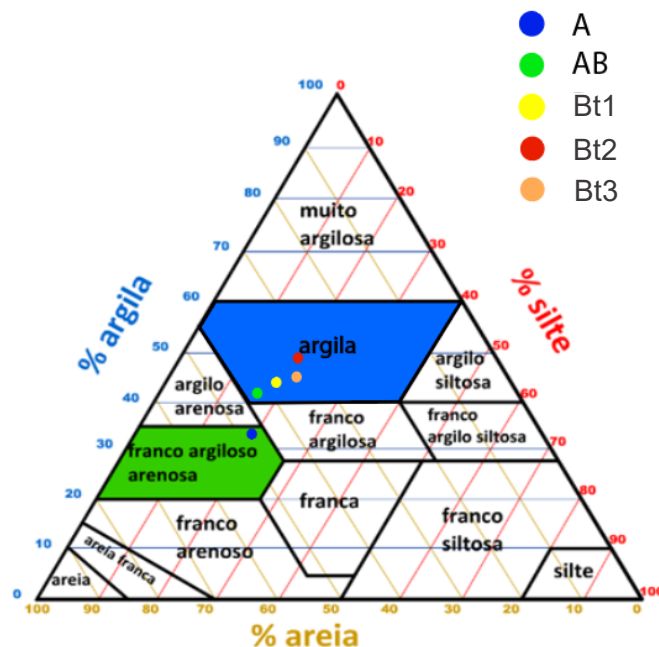
PERFIL G5							
Horizonte	Profundidade	Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Areia total	Silte	Argila
	cm				%		
<b>A</b>	0-9	7,14	9,72	30,39	47,25	18,18	35,14
<b>AB</b>	9-29	5,63	8,26	28,19	42,08	18,22	40,33
<b>Bt1</b>	29-50	5,58	5,97	25,86	37,40	19,10	44,17
<b>Bt2</b>	50-76	3,75	5,50	21,92	31,16	22,53	48,16
<b>Bt3</b>	76-90+	5,14	5,09	23,08	33,31	20,25	47,03

O horizonte superficial A, apresenta 47% do volume total de fração areia, sendo 30% fração areia fina, enquanto as frações argila e silte variam entre 35% e 18%, respectivamente. O horizonte transicional AB demonstra menores teores de areia total 42%, porém, maior concentração de argila, cerca de 40%.

A partir do horizonte transicional, os teores de argila aumentam gradualmente de 40% para 44% e 48% nos horizontes diagnósticos Bt1 e Bt2, conforme avança a profundidade, de modo oposto, os teores de areia total reduzem para 37% e 31%. Todos

os horizontes deste perfil são classificados como textura argila, exceto pelo horizonte superficial A, que é classificado como textura franco argiloso arenosa (Figura 36).

Figura 36: Triângulo textural mostrando a classificação como franco argiloso arenosa no horizonte A e como argila nos demais.



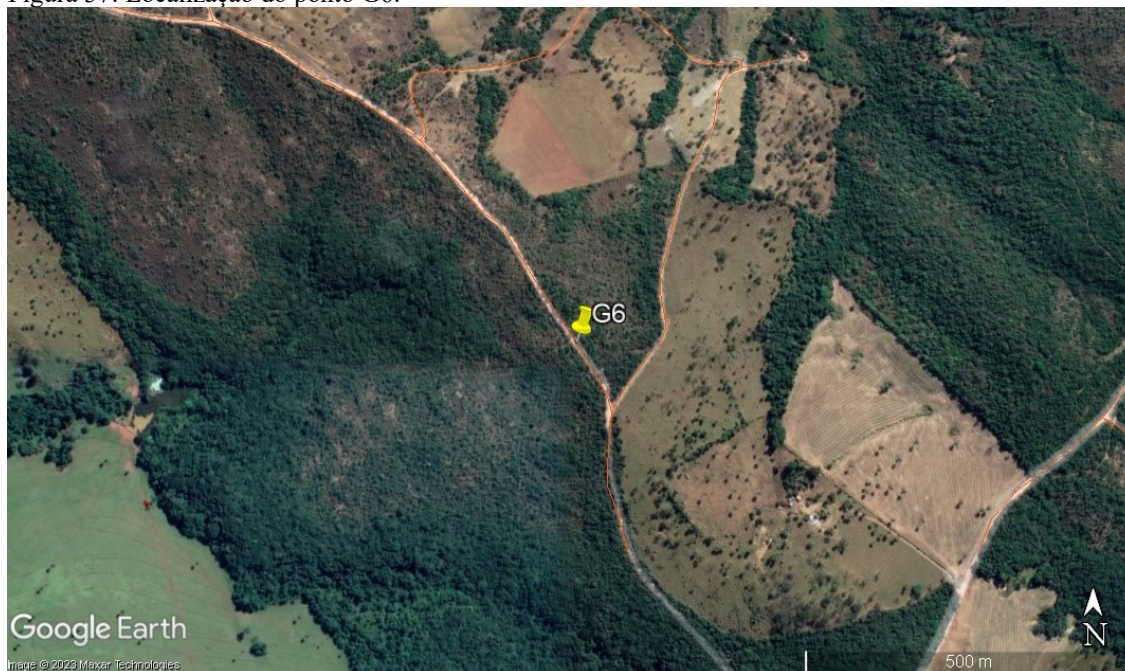
O solo foi classificado no 1º nível categórico como Argissolo pela identificação do horizonte diagnóstico B textural em campo, e de acordo com a granulometria, apresenta incremento de argila insuficiente para enquadrar em horizonte B textural, mas o gradiente da mudança textural abrupta é próximo a razão de 1,5 determinada pelo SIBCs. No 2º nível categórico, foi denominado como Argissolo Vermelho-Amarelo por apresentar matiz 5 YR ou mais vermelha e mais amarela do que 2,5 YR na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte diagnóstico.

#### 6.1.6. Ponto G6

O perfil G6 está localizado em corte de estrada à sudoeste do Córrego Buracão, aproximadamente 8 km a leste do Rio Dourados (Figura 37). A área apresenta paisagem de morros, e a altitude está em 911 m com declividade por volta de 15% e cobertura vegetal rasteira com pequenas árvores de galhos retorcidos. A área não aparenta ter uso específico atualmente.



Figura 37: Localização do ponto G6.



A litologia associada é referente aos filitos do Complexo Abadia dos Dourados, como identificado no mapeamento anterior. O ponto está posicionado no terço médio da vertente em relevo ondulado, e o perfil apresenta-se pedregoso e rochoso. O terreno é mal drenado e não apresenta processos de erosão aparente. Este perfil foi caracterizado como solo autóctone, conforme descrito a seguir.

Foi observado um horizonte superficial perturbado por ação antrópica de aspecto cascalhento com fragmentos de telhas e outras rochas. O horizonte C apresenta cor brunavermelhado-escuro (2,5 YR 3/4, úmido) e é seguido por uma camada R. Os agregados variam de tamanhos muito pequenos (< 5 mm) e pequenos (de 5 a 10 mm) na forma de blocos subangulares com desenvolvimento fraco. A transição entre o horizonte C e a rocha é ondulada e abrupta. No estado seco e úmido é solta e no estado molhado, não plástica e não pegajosa (Tabela 11) (Figura 38).

Tabela 11: Descrição morfológica da amostra G6.

PERFIL G6											
HORIZONTES		COR	ESTRUTURA <sup>1</sup>			CONSISTÊNCIA <sup>2</sup>			TRANSIÇÃO <sup>3</sup>		
Símbolo	Prof. (cm)	úmido	Tipo	Tamanho	Desenv	Seca	Úmida	Molhada	Topografia	Nitidez	
C	25-40	2,5 YR 3/4	BSa	MP/P	Fc	So	So	NP NPe	Ond	Abt	

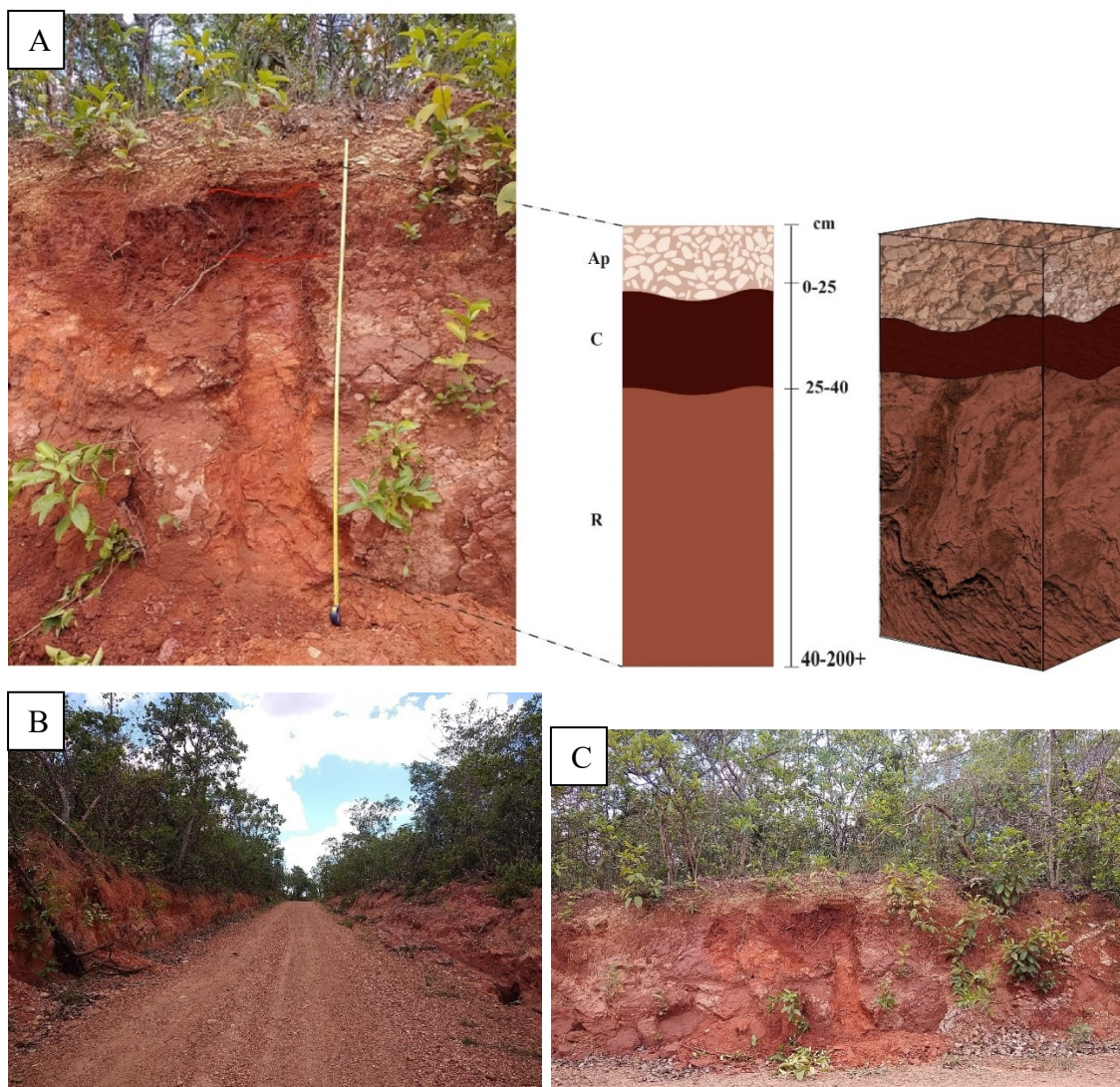
<sup>1</sup>**Estrutura:** tipo (BSa – Blocos subangulares); tamanho (MP – muito pequeno, P – pequeno); e desenvolvimento (Fc – fraco).

<sup>2</sup>**Consistência:** seca (So – solta); úmida (So – solta); e molhada (NP – não plástica, NPe – não pegajosa).



<sup>3</sup>**Transição:** topografia (Ond – ondulada); e nitidez (Abt – abrupta).

Figura 38: (A) Representação do perfil G6; (B) Posição na vertente; (C) Visão do perfil.  
PERFIL G6



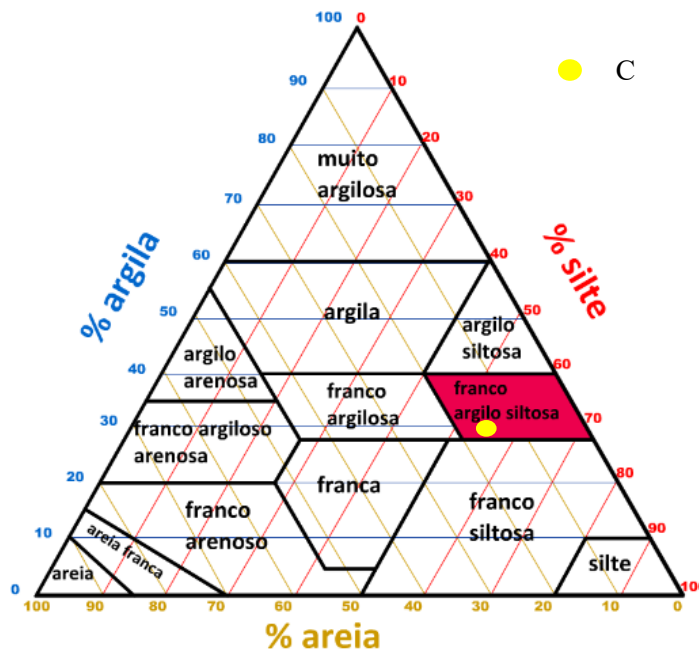
A distribuição granulométrica apresenta predominantemente a fração silte 56%, seguido pela fração argila 28% e areia 15% sendo 10% de areia fina (Tabela 12).

Tabela 12: Distribuição granulométrica do horizonte C referente ao perfil G6.

Amostra G6							
Horizonte	Profundidade	Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Areia total	Silte	Argila
	cm	% _____					
C	25-40	3,15	1,21	10,96	15,33	56,68	28,86

A proximidade do horizonte C com a rocha reflete diretamente nos teores de silte e argila, desse modo, é classificado texturalmente como franco argilo-siltosa (Figura 39).

Figura 39: Triângulo textural classificando o ponto G6 como franco argilo-siltosa.



O perfil de solo foi classificado no 1º nível categórico como Neossolo por apresentar contato lítico direto com o horizonte C. No 2º nível categórico, foi classificado como Neossolo Litólico, por apresentar horizonte A com menos de 40 cm de espessura seguido de horizonte C ou Cr.

## 6.2. A cor do solo como indicador de pedoambientes

Quando se refere a cor do solo, os principais óxidos de ferro responsáveis pela coloração amarelada e/ou avermelhada é a goethita e a hematita, respectivamente (BOUL, 2011). Os perfis de solos descritos foram identificados predominantemente nos matizes 5 YR, 7,5 YR e 10 YR nos horizontes B diagnósticos. Essa identificação reflete a presença de goethita e/ou ausência da hematita, além disso propõe que o pedoambiente atual ou pretérito tenha passado por condições de redução e/ou oxidação.

No Cambissolo Háptico, representado pelo perfil G1, que apresenta cor brunoclaro (7,5 YR 6/4, úmido) no horizonte Bi, é possível inferir a presença de matéria orgânica e óxido de ferro. Essa coloração pode estar relacionada com o processo

pedogenético específico de brunificação associado a processos múltiplos de transformação e translocação da matéria orgânica em conjunto com a liberação de  $\text{Fe}^{2+}$  de minerais primários através da intemperização e oxidação para  $\text{Fe}^{3+}$ . No horizonte diagnóstico Bi, a biotita é visivelmente identificada na fração areia fina e a muscovita é visível nas frações areia grossa e fina. Os horizontes C e Cr subjacentes apresentam um aumento nas proporções de biotita e muscovita devido à proximidade com rocha, enquanto o horizonte superficial apresenta o comportamento inverso. Ambos minerais primários possuem Fe em sua composição química, além disso, também estão presentes na composição mineralógica do granito (CMC). A posição do perfil no relevo ondulado permite maior escoamento do que infiltração da água, ainda assim, mesmo em menores proporções, ocorre a liberação de  $\text{Fe}^{2+}$  na solução do solo para oxidação e formação da goethita. A declividade do terreno ainda favorece o desenvolvimento de erosões hídricas como sulcos e ravinas dependendo da energia do fluxo. A composição granulométrica também tem influência sobre os processos erosivos, solos mais arenosos tendem a gerar feições erosivas mais facilmente do que solos argilosos.

O Neossolo Regolítico do perfil G2 é constituído por saprolito de granito com cor variegada cinzento-rosado a branco (7,5 YR 7/2, úmida; 5 YR 8/1, seca), e há ocorrência de manchas dispersas pelo perfil que apresentam uma cor bruno-claro-acinzentado (10 YR 6/3, úmida). As manchas apresentam evidências de processos múltiplos de adição, por possuir 10% a mais de teor de argila se comparado ao saprolito e podem representar um processo atual de mudança pedoclimática.

O Latossolo Vermelho do perfil G3 apresenta horizonte de cor bruno-avermelhado (5 YR 4/4, úmida) com grande interação de raízes e organismos. Os grãos na fração areia grossa e fina apresentam forte atração magnética e demonstram traços castanho-avermelhados típicos da hematita. A presença de hematita não significa a ausência de goethita, representa apenas o domínio do pigmento vermelho sobre o amarelo. Nesse caso, também pode refletir períodos mais secos e temperaturas mais elevadas que favorecem a liberação e oxidação de  $\text{Fe}^{3+}$  na solução do solo. O material é derivado de muscovita-xisto que quando alterado, também pode apresentar colorações avermelhadas devido a alteração de minerais ferromagnesianos, como a biotita, para óxidos de ferro.

O Argissolo Amarelo do perfil G4 apresenta cor bruno-amarelado-escuro (10 YR 3/6, úmida), essa coloração também reflete a possível ocorrência de goethita pedogênica derivada de minerais primários transportados, neste caso, a muscovita que é observada

predominantemente nas frações areia fina. O ambiente de planície de inundação expressa condições pedoclimáticas atuais ou pretéritas mais úmidas que refletem nas cores mais amareladas do solo.

O Argissolo Vermelho-Amarelo do perfil G5, nos horizontes Bt1 e Bt2, apresenta cor vermelho-amarelado (5 YR 4/6, úmida). Diferente do perfil anterior, este possui pigmento mais avermelhado, o que indica a presença de hematita somado a goethita. Outro fator importante, é a atração magnética de alguns grãos na fração areia grossa e fina, e o traço cor castanho-avermelhado. A presença de hematita em conjunto com a goethita indica que em algum momento houve uma mudança climática no ambiente, já que para a ocorrência de hematita pedogênica é necessário um ambiente quente e com baixa umidade relativa do solo. Outra alternativa, é a hematita ser originada de uma rocha máfica que teria sido intemperizada e carregada pelas águas do Córrego Santa Rosa e foram depositadas sob o terraço fluvial que é a antiga planície de inundação e atualmente constitui um nível mais alto composto por sedimentos aluvionares.

O perfil G6 representa um Neossolo Litólico de cor bruno-avermelhado-escuro (2,5 YR 3/4, úmido) no horizonte C, o material é derivado de um filito do Complexo Abadia dos Dourados e apresenta cor avermelhada devido a alteração de minerais como clorita e muscovita fina (sericita). Os grãos na fração areia grossa e fina apresentam atração magnética e traço com coloração castanho-avermelhado. Neste caso, a hematita pode ocorrer como mineral acessório em filitos, mas também ser de origem pedogênica em período quente e de umidade relativa baixa.

### ***6.3. Análise dos solos e materiais de origem***

A gênese dos solos desenvolvidos na área possui forte contribuição de material autóctone e alóctone, mesmo quando alóctone apresenta filiação genética com rochas locais. A posição no relevo permite inferir relação entre a dinâmica da água e a presença ou ausência de horizontes diagnósticos nos perfis de solo.

Um dos principais litotipos da área são os granitoides do Complexo Monte Carmelo que se distinguem em textura e/ou estrutura. Os granitoides maciços variam de granulação média (1- 5 mm) a grossa (> 5 mm), são leucocráticos a mesocráticos, compostos principalmente por plagioclásio, quartzo, muscovita, k-feldspato podendo ocorrer ou não, turmalina e/ou granada em diferentes proporções. Enquanto os granitoides cisalhados,

variam de granulação fina (<1 mm) a média (1-5 mm), leucocráticos, compostos por plagioclásio, quartzo, k-feldspato, além de biotita e muscovita em maiores proporções podendo ou não, ocorrer turmalina.

O Cambissolo Háplico (G1) e o Neossolo Regolítico (G2) são derivados deste litotipo e estão associados a processos intempéricos que liberaram no solo minerais máficos como a muscovita e a biotita responsáveis pelo desenvolvimento de óxidos de ferro.

O Latossolo Vermelho (G3) deriva do muscovita-xisto pertencente ao Grupo Araxá e é composto principalmente por muscovita, biotita, quartzo, feldspato e alguns minerais opacos. As colorações variam conforme o grau de alteração intempérica dessa rocha apresentando tons avermelhados, rosados e acinzentados. O relevo local apresenta-se aplainado, onde são desenvolvidos extensos campos de plantação de soja. Esta morfologia favorece o desenvolvimento pedogenético do material de origem.

O Argissolo Amarelo (G4) e o Argissolo Vermelho-Amarelo (G5) são solos alóctones (derivados de sedimentos transportados) apesar disso, a mineralogia das areias apresenta filiação genética com as rochas graníticas predominantes na região. As areias são constituídas por quartzo, muscovita, k-feldspato e hematita em menores proporções, os grãos são subarredondados e subangulares o que evidencia um transporte desse material, diferente dos grãos de areia desenvolvidos em solos autóctones, que se demonstram angulosos e sem evidências de arredondamento.

O filito do Complexo Abadia dos Dourados é o material de origem do Neossolo Litólico do perfil G6. Essa rocha possui uma granulação fina e é constituída de argilominerais, sericita e quartzo. As colorações são variadas, de tons róseos, acinzentados a avermelhados quando intemperizados.

No geral, as relações estabelecidas demonstram que os solos evidenciam ligação com os materiais de origem o qual são derivados, sejam eles semelhantes a rocha subjacente ou desenvolvidos sobre material transportado.

## **7 CONCLUSÕES**

Os perfis de solos descritos estão localizados entre os distritos de Brejão e Altinho, no município de Coromandel – MG, no Alto Paranaíba. Esta região é composta por terrenos com grande diversidade geológica onde a identificação dos litotipos é dificultada

por estarem recobertos pelos materiais de cobertura. Portanto, a partir de descrições morfológicas e análises granulométricas, a caracterização dos materiais de cobertura forneceu subsídio para levantamentos pedológicos e consequente a identificação dos materiais de origem.

A correlação entre os atributos físicos e morfológicos dos solos contribuíram para estabelecer relações entre os fatores de formação de solos e os processos pedogenéticos, além de possibilitar a classificação sistemática dos mesmos. Os perfis completos de solos foram classificados até o segundo nível categórico sendo identificados Cambissolo Háplico (G1), Neossolo Regolítico (G2), Latossolo Vermelho (G3), Argissolo Amarelo (G4), Argissolo Vermelho-Amarelo (G5) e Neossolo Litólico (G6).

Os resultados das análises granulométricas em conjunto com as descrições morfológicas permitiram a identificação de processos pedogenéticos específicos que auxiliaram na interpretação da gênese e reconhecimento dos materiais de origem.

Conclui-se que o Cambissolo Háplico e Neossolo Regolítico são classes de solos típicas das rochas ígneas ácidas. No Cambissolo Háplico (G1) o relevo ondulado permite a infiltração de água favorecendo o desenvolvimento de um horizonte B incipiente. O material de origem é o granito do Complexo Monte Carmelo, assim como, do perfil de Neossolo Regolítico (G2) evidenciado pela estrutura reliquiar preservada.

O Latossolo Vermelho (G3) é desenvolvido em relevo plano e elevado onde ocorre maior infiltração de água que permite o espessamento do manto intempérico e avanço da pedogênese. Esse solo é derivado de muscovita-xisto do Grupo Araxá e apresenta comportamento esperado por ser mais siltoso e argiloso do que os solos derivados de rochas graníticas, que tendem a serem mais arenosos.

No Argissolo Amarelo (G4) e no Argissolo Vermelho-Amarelo (G5) o relevo é de terraços fluviais. A partir da análise granulométrica das areias foi possível identificar a presença de grãos subarredondados e subangulares típicos de sedimentos transportados. Esse fato indica origem alóctone do material, diferente dos grãos observados sobre material autóctone, que são angulosos e sem arredondamento.

O Neossolo Litólico (G6) apresenta contato lítico com o filito do Complexo Abadia dos Dourados e seu desenvolvimento intempérico é lento principalmente devido a composição do material de origem que atua como barreira para infiltração da água, além do relevo ondulado que favorece mais o escoamento.

A descrição das cores amareladas e avermelhadas dos solos permitiu a identificação do processo de brunificação e rubeificação, que foi intensificado em alguns horizontes pela disponibilidade de  $\text{Fe}^{2+}$  na solução do solo através da intemperização e oxidação de minerais primários dos materiais de origem. E também o processo de pedalização, onde o desenvolvimento de estrutura é comum a todos os perfis de solo.

Por fim, este trabalho demonstrou que o reconhecimento dos materiais de origem através dos mantos intemperizados ou dos solos formados em clima tropical são de grande relevância para mapeamentos geológicos em áreas com ampla diversidade de litotipos e alto grau de intemperismo, que acarreta na ausência de rochas aflorantes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIRKELAND, Peter W. et al. **Soils and geomorphology**. Oxford university press, 1984.  
BOCKHEIM, James G. et al. Historical development of key concepts in pedology. *Geoderma*, v. 124, n. 1-2, p. 23-36, 2005.

BROD, J. A. et al. Tectono-estratigrafia da Faixa Brasília na região do Alto Paranaíba. *Simpósio de Geologia do Centro-Oeste*, v. 3, p. 155-168, 1991.

BUOL, Stanley W. et al. **Soil genesis and classification**. John Wiley & Sons, 2011.  
CODEMIG, Companhia de Desenvolvimento Econômico de; GERAIS, Minas. Mapa Geológico MG. Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais, Escala, v. 1, n. 1.000, p. 000, 2014.

COELHO, Fernando de Mattos. Aspectos geológicos e mineralógicos da Mina de diamantes de Romaria, Minas Gerais. 2010. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

DA MOTTA, P. E. F.; BARUQUI, A. M.; DOS SANTOS, H. G. Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos da região do Alto Paranaíba, Minas Gerais. 2004.

DIJKERMAN, J. C. (1974). Pedology as a science: The role of data, models and theories in the study of natural soil systems. *Geoderma*, 11(2), 73–93. doi:10.1016/0016-7061(74)90009-3.

DOKUCHAEV, V.V., The Russian Chernozem Report to the Free Economic Society (in Russian). Imperial Univ. of St. Petersburg, St. Petersburg, Russia, 1883. In: KER, J.C.; SHAEFER, C.E.G.R; VIDAL-TORRADO, P. Pedologia: fundamentos. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa-MG, 2012.

DOS SANTOS, Raphael David. Manual de descrição e coleta de solo no campo. 2013. EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Procedimentos normativos para levantamentos pedológicos. Brasília. 101 p.1995.

FÉBOLI, W. L. 2017. Complexo Monte Carmelo. In: Pinho, J. M. M.; Feboli, W. L.; Signorelli, N. (Eds). *Geologia e Recursos minerais Das Folhas Cabeceira Grande, Unáí, Ribeirão Arrojado, Serra Da Aldeia, Serra Da Tiririca, Paracatu, Guarda-mor, Arrenegado, Coromandel, Lagamar, Monte Carmelo Patos De Minas. Projeto Vazante – Paracatu, Estado De Minas Gerais E Goiás*. Belo Horizonte: Cprm-bh, P. 60-67.

FONTES, M.P.F. Intemperismo de Rochas e Minerais. In: KER, J.C.; SHAEFER, C.E.G.R; VIDAL-TORRADO, P. Pedologia: fundamentos. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa-MG, 2012.

FUCK, R. A.; PIMENTEL, M. M.; SILVA, L. J. H. D. Compartimentação tectônica da porção oriental da Província Tocantins. In: Congresso Brasileiro de Geologia. SBG Balneário Camboriú, 1994. p. 215-216.



GERRARD, A. John et al. Soils and landforms. An integration of geomorphology and pedology. George Allen & Unwin (Publishers) Ltd, 1981. In: KER, J.C.; SHAEFER, C.E.G.R.; VIDAL-TORRADO, P. Pedologia: fundamentos. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa-MG, 2012.

HILGARD, Eugene Woldemar. A report on the relations of soil to climate. Weather Bureau, 1892. In: KER, J.C.; SHAEFER, C.E.G.R.; VIDAL-TORRADO, P. Pedologia: fundamentos. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa-MG, 2012.

JENNY, Hans. Factors of Soil Formation: A System of Quantitative Pedology. New York, Dover publications, 1941. 281p.

KÄMPF, N.; CURI, N. O Conceito de Solo e sua Evolução Histórica. In: KER, J.C.; SHAEFER, C.E.G.R.; VIDAL-TORRADO, P. Pedologia: fundamentos. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa-MG, 2012.

KLEIN, Percy Boris Wolf. Geoquímica de rocha total, geocronologia de u-pb e geologia isotópica de sm-nd das rochas ortognáissicas e unidades litológicas associadas da região ipameri-Catalão (Goiás). 2008.

LACERDA FILHO, Joffre Valmório de et al. Geologia e recursos minerais do estado de Goiás. 2000.

MELFI, Adolpho Jose. **Intemperismo de granitos e diabásios no município de Campinas e arredores, Estado de São Paulo**. 1967. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

MILNE, G. Some suggested units of classification and mapping, particularly for East African Soils. Soil Res., 4:183-198, 1935 In: KER, J.C.; SHAEFER, C.E.G.R.; VIDAL-TORRADO, P. Pedologia: fundamentos. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa-MG, 2012.

MUNSELL SOIL COLOR COMPANY, Munsell soil color chats, Munsell color, Macbeth Division of Kollmorgen Corporation, Baltimore, Maryland, USA. 1950, revised 1975.

OLIVEIRA, J. B., Pedologia aplicada. 4.ed. Piracicaba, FEALQ, 2011. 592 p.

OLIVEIRA, S.M.B.; CORDANI, U.G.; FAIRCHILD, T.R. Atmosfera, Clima e Mudanças Climáticas. In: TASSINARI, CCG et al. Decifrando a Terra. **Org. Teixeira, W. et. al. 2ª ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional**, 2009.

PINHO, Júlio Murilo Martino et al. Geologia e recursos minerais das folhas: Cabeceira Grande, Unaí, Ribeirão Arrojado, Serra da Aldeia, Serra da Tiririca, Paracatu, Guarda-Mor, Arrenegado, Coromandel, Lagamar, Monte Carmelo e Patos de Minas. 2017.

PINTO, C. P.; SILVA, MA da. Mapa geológico do estado de Minas Gerais, escala 1: 1.000. 000. **CPRM-CODEMIG**, Belo Horizonte, MG, 2014.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S.B. & CORRÊA, G.F. Pedologia: base para distinção de ambientes. 3.ed. Viçosa, NEPUT, 2002. 338 p.

RESENDE, Mauro. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. Neput, 2007.

ROLIM NETO, Fernando Cartaxo et al. Topolitossequências de solos do Alto Paranaíba: atributos físicos, químicos e mineralógicos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 1795-1809, 2009.

SANTOS, Bruna Letícia; SIMOES, Luiz Sérgio Amarante; SEER, Hildor José. Evolução estrutural do domínio interno da faixa Brasília meridional na região de Estrela do Sul, Minas Gerais, Brasil. *Geosciences=Geociências*, v. 40, n. 02, p. 287-305, 2021.

SEER H.J. & MORAES L.C. 2017. Projeto Triângulo Mineiro. Geologia regional do Triângulo Mineiro. Minas Gerais, contrato CODEMIG-UFMG. 2017. 123 p.

SEER, Hildor; MORAES, Lúcia. Within plate, arc, and collisional Neoproterozoic granitic magmatism in the Araxá Group, Southern Brasília belt, Minas Gerais, Brazil. **Brazilian Journal of Geology**, v. 43, n. 2, p. 333-354, 2013.

SOLOS, Embrapa. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2018.

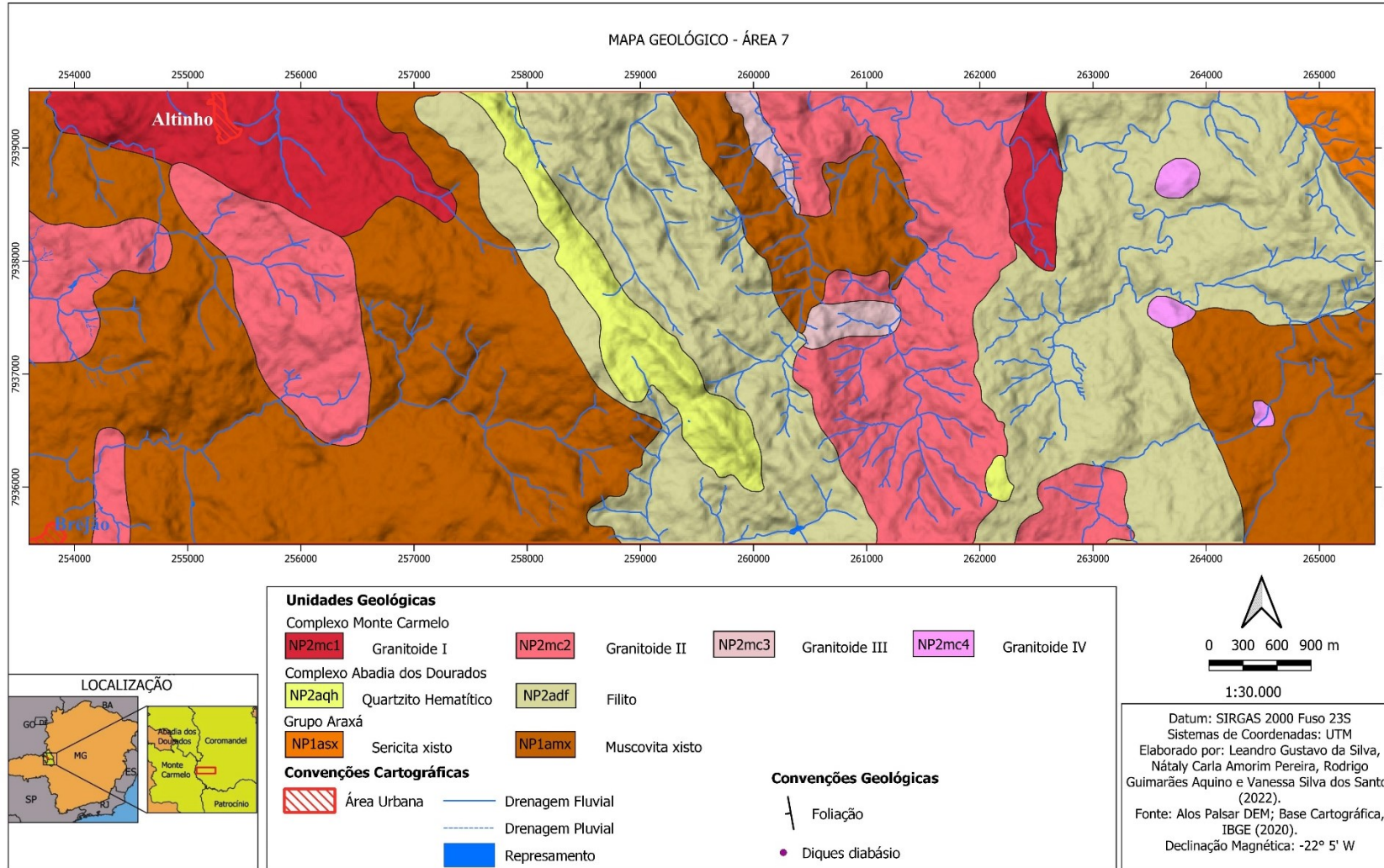
TEIXEIRA, Paulo César et al. Manual de métodos de análise de solo. 2017.

TOLEDO, M.C.M.; OLIVEIRA, S.M.B.; MELFI, A.J. Da Rocha ao Solo: intemperismo e pedogênese. TASSINARI, CCG et al. Decifrando a Terra. **Org. Teixeira, W. et. al. 2ª ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional**, 2009.

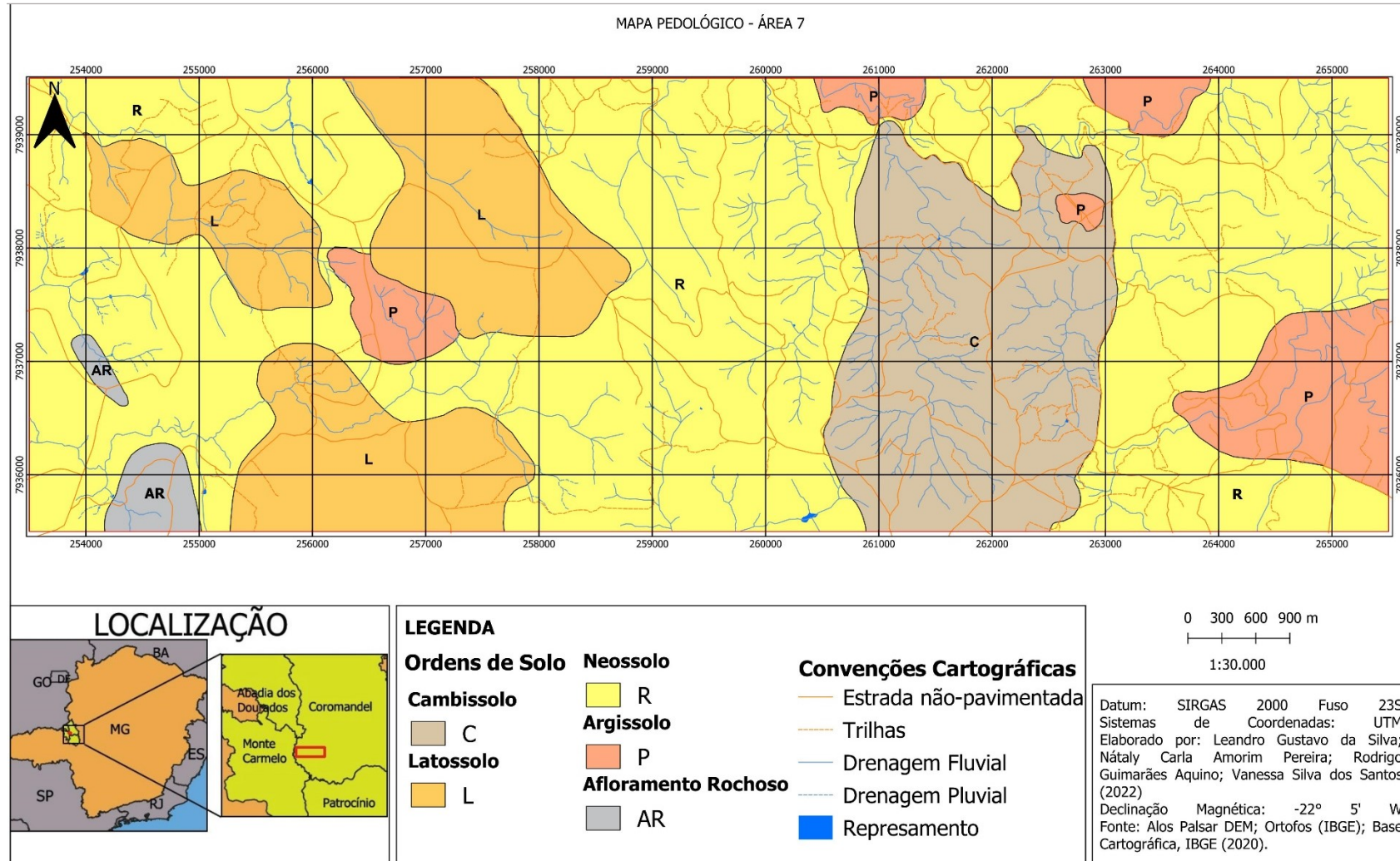
UHLEIN, Alexandre et al. Tectônica da faixa de dobramentosbrasilíia–setores setentrional e meridional. **Geonomos**, 2012.

## APÊNDICES

APÊNDICE A – Mapa Geológico área 7 do Projeto de Mapeamento Geológico II.



APÊNDICE B – Mapa Pedológico área 7 do Projeto de Mapeamento Geológico II.





APÊNDICE C – Mapa Unidades Morfológicas área 7 do Projeto de Mapeamento Geológico II.

