



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS



Trabalho de Formatura
Curso de Graduação em Geologia

MAPEAMENTO GEOLÓGICO-GEOMORFOLÓGICO DO MORRO AZUL NA
REGIÃO DE LIMEIRA, SP, NA ESCALA 1:10 000.

Larissa Gomes Lobo

Prof. Dr. José Eduardo Zaine

Rio Claro (SP)

2012

UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Campus de Rio Claro (SP)

**MAPEAMENTO GEOLÓGICO- GEOMORFOLÓGICO
DO MORRO AZUL NA REGIÃO DE LIMEIRA, SP, NA
ESCALA 1:10 000.**

LARISSA GOMES LOBO

Orientador: Prof. Dr. José Eduardo Zaine

*“Monografia apresentada à Comissão do
Trabalho de Conclusão do Curso de Geologia
do Instituto de Geociências e Ciências Exatas –
UNESP, campus de Rio Claro, como parte das
exigências para o cumprimento da disciplina
Trabalho de Conclusão de Curso no ano letivo
de 2012”*

Rio Claro – SP

2012

550 Lobo, Larissa Gomes
L799m Mapeamento geológico-geomorfológico do Morro Azul na região de Limeira, SP, na escala 1: 10 000 / Larissa Gomes Lobo. - Rio Claro : [s.n.], 2012
46 f. : il., figs., mapas + 2 mapas + 1 CD-ROM

Trabalho de conclusão de curso (Geologia) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Orientador: José Eduardo Zaine

1. Geologia. 2. Mapeamento geológico-geomorfológico. 3. Fotogeologia. 4. Compartimentação fisiográfica. 5. Geomorfologia. I. Título.

LARISSA GOMES LOBO

MAPEAMENTO GEOLÓGICO- GEOMORFOLÓGICO DO
MORRO AZUL NA REGIÃO DE LIMEIRA, SP, NA ESCALA
1: 10 000.

Trabalho de Formatura apresentado ao
Instituto de Geociências e Ciências
Exatas - Câmpus de Rio Claro, da
Universidade Estadual Paulista Júlio de
Mesquita Filho, para obtenção do grau de
Geólogo.

Comissão Examinadora

Prof. Dr. José Eduardo Zaine (orientador)

Prof(a). Dr.(a) Paulina Setti Riedel

Msc. Fabiano do Nascimento Pupim

Rio Claro, 30 de novembro de 2012.

Assinatura do(a) aluno(a)

assinatura do(a) orientador(a)

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todas as pessoas que de uma forma ou outra contribuíram, não apenas para a realização deste trabalho, mas que estiveram presentes em várias etapas da minha vida, contribuindo de forma direta ou indireta para a construção do que sou hoje:

Aos primeiros amores da minha vida, minha mãe Arlete e meu pai Ricardo (infelizmente longe de nós) por todo carinho, conselho, amor incondicional, que me ensinaram a importância dos estudos, apoiando, incentivando. Se mais esta etapa da minha vida está realizada devo isso a vocês! Muito Obrigada!

Aos meus irmãos Lidiane e Rodrigo, pelas discussões, conselhos, silêncios, porque foi com vocês que eu aprendi muitos dos valores que carrego hoje.

Aos amados amigos de longuíssima data Rafael A. Galli e Larissa B. Zanardo, que durante 20 anos se mantiveram fiéis à nossa amizade, provando que ela é muito maior que o tempo e que a distância. Ao Danilo Barbosa, que mesmo em pouquíssimo tempo de amizade já tinha me cativado com sua personalidade, humor e carinho.

À Mariana S. Pagotti, por todos esses anos de amizade, por estar sempre disposta a me ajudar, a escutar as minhas tristezas e alegrias, pelas horas de ócio com cafés da tarde, filmes, conversas à toa, pelo companheirismo em trabalhos da faculdade, por essa amizade que nos tornou irmãs!

Alex Choupina (Rodox), por estar sempre disposto a dividir seus conhecimentos geológicos, com a ajuda na confecção do mapa deste trabalho, assim como à Carolina Matumoto (Caju), que emprestou seus conhecimentos computacionais, mas também agradeço pelas horas de bobearias, risadas.

A todos os companheiros da faculdade, que são muitos, mas em especial à Turma de Geologia de 2005 (os “geócio” Sari, Ju, Pepe, Mazinha, Zano, Mijo, Nhoque, Tropeço, Mamute, Dangola, e todos os outros) pelas horas de conversa à toa, discussões geológicas, festas... Vocês tornaram a faculdade um lugar muito especial!

À Elza, Pacheco, Leninha, Rafa e Fer, pessoas tão especiais com uma importância enorme em minha vida. Amo vocês!

Agradecer principalmente ao Renato, companheiro, amigo, confidente, amante. Sempre ao meu lado, me apoiando, me entendendo mesmo sem eu precisar dizer uma única palavra. Tenho a sorte de ter você na minha vida!! Te amo demais!

E finalmente ao Zaine, pela paciência e ajuda durante a realização deste trabalho.

"Se você não tem um cachorro - pelo menos um -, não há necessariamente alguma coisa errada em você, mas pode haver alguma coisa errada na sua vida."

Vincent Van Gogh

"Cães e gatos são animais mais sábios que os homens. Eles não desperdiçam seus dias acumulando propriedades, nem perdem o sono se preocupando em como manter os bens que possuem, ou como obter coisas que não tenham. Eles não têm nada de valor para deixar em testamento, somente amor incondicional e verdadeiro e sua lealdade."

Eugene o'Neil



("Meu" Charlie)

ÍNDICE

1.INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Objetivos.....	1
1.2 Justificativa.....	1
1.3 Localização da área de estudo e vias de acesso.....	2
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	4
2.1 Mapeamento Geomorfológico.....	4
2.2 Fotointerpretação.....	5
2.3 Compartimentação Fisiográfica.....	10
2.4 Perfis de Alteração.....	10
3. METODOLOGIA E ETAPAS DE TRABALHO.....	17
3.1 Etapas de Trabalho.....	17
3.2 Contextualização e pesquisa bibliográfica.....	18
3.3 Caracterização e análise integrada das unidades.....	18
3.4 Interpretação dos dados.....	19
4.CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA.....	20
4.1 Aspectos geológicos.....	20
4.2 Aspectos geomorfológicos.....	22
4.3 Pedologia.....	24
4.4 Aspectos fisiográficos.....	25
4.4.1Clima	25
4.4.2 Vegetação.....	25
4.4.3Hidrografia.....	25
5. RESULTADOS.....	28
5.1 Unidade1- Arenitos em Relevo Colinoso.....	28
5.2 Unidade2- Diabásio em Morro com Encosta Suave.....	30
5.3 Unidade3- Diabásio em Vertente Retilínea.....	32
5.4Unidade4- Depósito de Tálus no Sopé de Encosta.....	34

5.5 Unidade5- Siltito em Vertente Convexa.....	36
5.6 Unidade6- Depósito Coluvionar em Relevo Colinoso.....	38
5.7 Unidade7- Planíceies Aluvionares.....	40
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	42
BIBLIOGRAFIA.....	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Localização do Morro Azul e Rodovia dos Bandeirantes, em destaques.....	3
Figura 2.2.1 Quadros de análise e interpretação fotogeológica (Zaine, 2011).....	8
Figura 2.2.2. Quadros de análise e interpretação fotogeológica. (Zaine, 2011).....	9
Figura 2.4.1 Fluxograma para a identificação dos tipos de solo (Vaz, 1996).....	11
Figura 2.4.2 Tipos de solo conforme sua origem (Vaz, 1996).....	11
Figura 2.4.3 Perfil de alteração típico de rochas basálticas em regiões de relevo suave (Pastore & Fontes, 1998).....	13
Figura 2.4.4 Perfil de alteração típico de rochas basálticas em regiões de serra (Pastore & Fontes, 1998)	13
Figura 2.4.5 Perfil de alteração típico de rochas areníticas de relevo suave (Pastore & Fontes, 1998)	14
Figura 2.4.6 Perfil de intemperismo para regiões tropicais (Vaz, 1996).....	15
Figura 3.1.1 Fluxograma de trabalho	17
Figura 4.1.1 Coluna Estratigráfica da Bacia do Paraná na região de Rio Claro/Limeira/Piracicaba (SP) (Perinotto & Zaine et al., 2008).....	21
Figura 4.2.1. Geomorfologia do Estado de São Paulo, divisão proposta por Almeida (1974) (modificado de http://www.abagrp.cnpm.embrapa.br/areas/geomorfologia.htm).....	23
Figura 4.2.1 Mapa pedológico do Estado de São Paulo, com destaque para o Morro Azul (modificado de Oliveira et al., 1999).....	24
Figura 4.4.3.1 Mapa do Estado de São Paulo-UGRHIs (Junqueira et al, 2011).....	26
Figura 4.4.3.2 Mapa das Bacias PCJ.(Comitê das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (PCJ), 2008).....	27
Figura 5.1.1 Prancha com características da Unidade 1.....	29
Figura 5.2.1 Prancha com características da Unidade 2.....	31
Figura 5.3.1 Prancha com características da Unidade 3.....	33
Figura 5.4.1 Prancha com características da Unidade 4.....	35

Figura 5.5.1 Prancha com características da Unidade 5.....	37
Figura 5.6.1 Prancha com características da Unidade 6.....	39
Figura 5.7.1 Prancha com características da Unidade 7.....	41

ANEXOS

ANEXO I- MAPA GEOLÓGICO-GEOMORFOLÓGICO

ANEXO II- MAPA DE DECLIVIDADE

ANEXO III- TABELA COM LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS

RESUMO

Mapeamentos geológicos e geomorfológicos são importantes para a caracterização do meio físico, pois procuram descrever e diagnosticar as formas de relevo, identificando e compreendendo os processos morfogenéticos, tornando possível o entendimento da dinâmica da paisagem. Este trabalho teve como objetivo a elaboração de um mapa geológico-geomorfológico em escala 1:10 000 do Morro Azul, principal elevação do município de Limeira-SP, com a aplicação de métodos de fotogeologia e descrição de campo. Como produtos finais são apresentados um mapa geológico-geomorfológico, um perfil topográfico, um mapa de declividade, além das principais características das unidades geológico-geomorfológicas da área. Este trabalho apresenta-se apenas como um trabalho preliminar, que pode vir a servir de subsídio a trabalhos mais específicos, como a geotecnia, problemas ambientais, entre outros.

Palavras-chave: Fotogeologia; Compartimentação Fisiográfica; Geomorfologia.

ABSTRACT

Geologic and geomorphologic mapping are important ways to characterize the environment, because they look to describe and diagnose landforms, identifying and understanding the morphogenetic processes, making it possible to comprehend the landscape dynamic. This work aimed to make a geological and geomorphological map, in a 1:10.000 scale, of the *Morro Azul*, the main elevation in the city of *Limeira – SP*, with the application of photogeological techniques and field descriptions. As final products are presented a geological-geomorphological map, a topographical profile, a slope map, beyond the main characteristics of the geological-geomorphological units of the area. This study presents itself as a preliminary work, and can serve as a subsidy to more specific works, such as geotechnics, environmental problems, among others.

Key-words: Photogeology; Physiographic subdivision; Geomorphology.

1 INTRODUÇÃO

O estudo da geomorfologia está relacionado à caracterização do ambiente, possuindo uma grande importância para as geociências, pois procura descrever e diagnosticar as formas de relevo, identificando e compreendendo os processos morfogenéticos, tornando possível o entendimento da dinâmica da paisagem (DUARTE et al., 2008)

Para Tomazzoli & Pellerin (2004) os mapas geológicos e geomorfológicos são importantes ferramentas na caracterização do meio físico. A integração das informações destes documentos cartográficos permite a sua utilização em diferentes estudos aplicados, tais como, trabalhos de planejamento rural e urbano, de avaliação de suscetibilidade a processos geológicos, de análise de áreas de risco, assim como de sensibilidade ambiental (CAMARGO et al, 2011). Para a construção desses mapas, é necessário levantar as informações e descrições das litologias, estruturas geológicas, formas de relevo e processos associados para a área estudada.

Neste trabalho são apresentados os resultados de um mapeamento geológico-geomorfológico em escala 1:10.000, realizado na área de 11 km² do Morro Azul, situada no município de Limeira, a partir do qual foram delimitadas diversas unidades com semelhanças texturais, geológicas e de relevo.

O Morro Azul, unidade de relevo de destaque na região, é uma forma de relevo residual, sendo a principal elevação do município de Limeira, com 831 metros, situado na divisa com Cordeirópolis e está inserida no Plano Diretor do Município de Limeira, na "Macrozona Rural de Potencial Turístico", assim denominada devido à importância dos recursos hídricos, do patrimônio histórico e de destacadas áreas de vegetação natural associadas às áreas de maior declividade e ao longo dos cursos d'água (www.gazetainfo.com.br/site/index.)

1.1 Objetivo

Este trabalho teve como objetivo integrar as características do relevo e do substrato geológico para a elaboração de um mapa geológico-geomorfológico na escala 1: 10000 do Morro Azul, na região de Limeira (SP) com a aplicação de métodos de fotogeologia e descrição em campo.

1.2 Justificativa

Com a crescente urbanização das últimas décadas, há uma necessidade de se conhecer melhor as limitações de uso de cada porção do espaço, por isso, os estudos que caracterizam o

meio físico natural, como o mapeamento geológico-geomorfológico, com escala que possibilite uma análise local, se tornam importantes ferramentas para a caracterização, pois ajudam a definir a fragilidade/vulnerabilidade do meio e no estabelecimento de legislação para sua ocupação e proteção.

O Morro Azul é uma área de grande importância histórica e natural, inserido como Patrimônio Histórico no Plano Diretor do Município de Limeira, e está localizado em uma região de grande desenvolvimento urbano, às margens de umas das rodovias mais importantes do país, a Rodovia dos Bandeirantes, que junto com a Rodovia Anhanguera, formam o maior corredor financeiro do país, pois ligam as duas regiões metropolitanas mais ricas do estado e do Brasil. Apesar da sua importância, são escassos os estudos que o caracterizam, justificando a necessidade de um mapeamento detalhado nesta área.

1.3 Localização da Área e Vias de Acesso

O Morro Azul está situado na região noroeste do município de Limeira, na divisa com o município de Cordeirópolis (Figura 1.1). Limeira está localizada na região leste do Estado de São Paulo, a 154 km a noroeste da capital do Estado. Faz divisa ao norte com os municípios de Cordeirópolis e Araras; a leste com Engenheiro Coelho, Arthur Nogueira e Cosmópolis; ao sul com Americana e Santa Barbara D'Oeste e Piracicaba e Iracemápolis a oeste. As principais vias de acesso são as rodovias Anhanguera (SP-330) e a Rodovia dos Bandeirantes (SP-348), mas também há acesso ao município por rodovias menores como a Rodovia Dep. Laércio Corte (SP – 147), que liga Limeira a Piracicaba; a rodovia Dr. Cássio de Freitas Levy (SP – 017), que liga Limeira a Cordeirópolis, rodovia Eng. João Tosello (SP – 147), ligando Limeira ao município de Engenheiro Coelho, e a rodovia Dr. João Mendes da Silva Jr. (SP – 151), ligando Limeira à Iracemápolis.

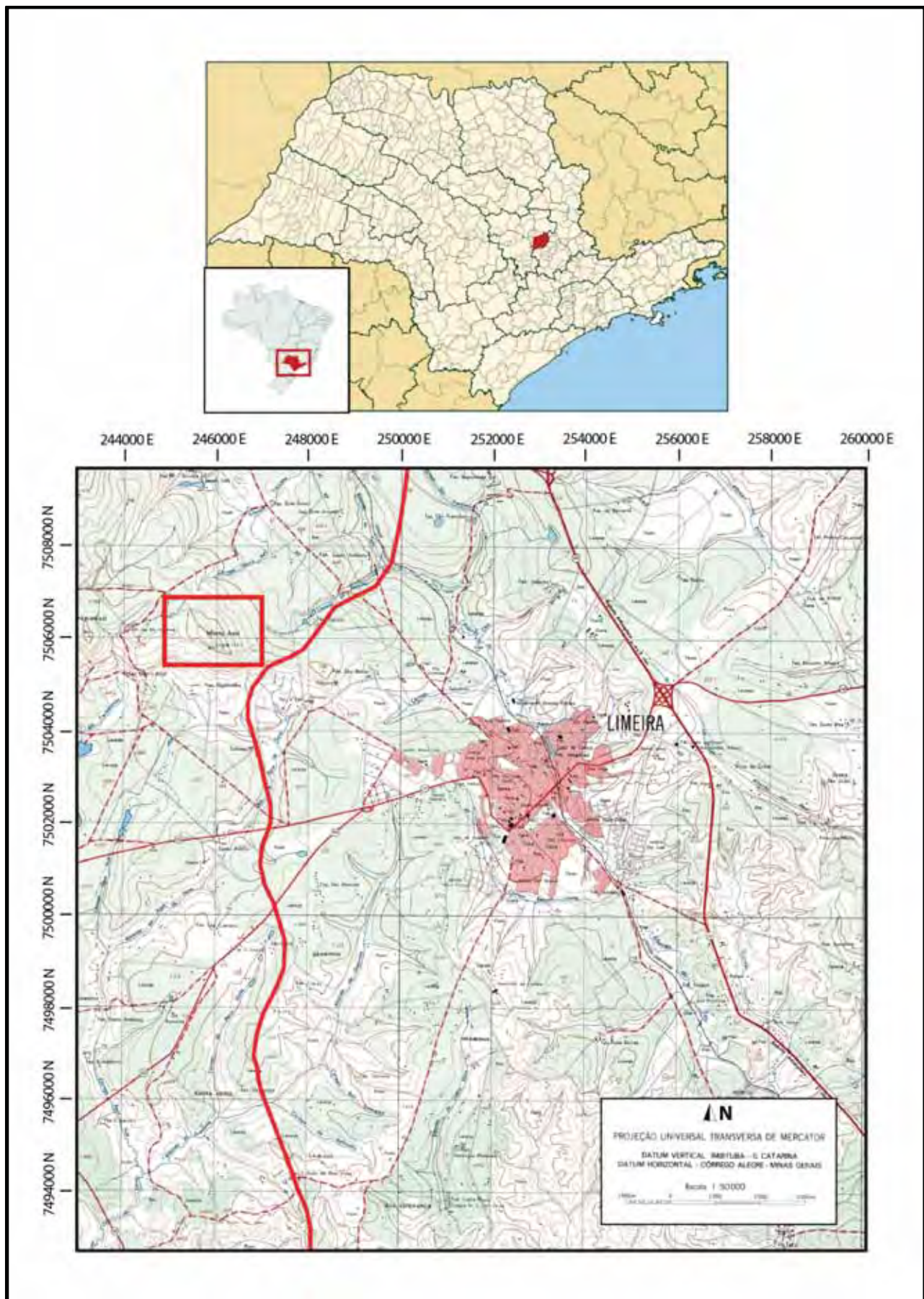


Figura 1.1. Mapa de Localização do Morro Azul e Rodovia Bandeirantes, em destaques.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Mapeamento Geomorfológico

A Geomorfologia é uma ciência que busca analisar as formas de relevo e compreender os processos pretéritos e atuais. A natureza e estrutura das rochas, o clima da região e as forças endógenas e exógenas são fatores modificadores do relevo, este que tem importância fundamental no processo de ocupação do espaço, através da avaliação das potencialidades e fragilidades da paisagem.

Assim, para Casseti (2001), a cartografia geomorfológica é um importante instrumento na espacialização dos fatos geomorfológicos, que permite representar a gênese das formas de relevo e suas relações com a estrutura e processos. Para Tricart (1965 apud CASSETI, 2001), o mapa geomorfológico refere-se à base da pesquisa, para melhor compreensão das relações espaciais permitindo abordagens como a vulnerabilidade e potencialidade dos recursos do relevo. Para Ross (1996), uma carta geomorfológica deve fornecer elementos de descrição de relevo, a natureza geomorfológica de todos os elementos e datar as formas.

Segundo Ross (1990), a padronização da representação cartográfica geomorfológica é a mais problemática, pois ainda não se conseguiu chegar a um modelo que satisfaça todos os diferentes interesses de estudos geomorfológicos. Ross (op.cit.) ainda ressalta a importância da escala de representação do relevo tanto no grau de detalhamento ou generalização da informação, como por exemplo, escalas grandes permitem mapear as formas de relevo em nível local, assim como os processos atuais e pequenas escalas permitem mapear unidades morfoestruturais e unidades morfoesculturais. Os conceitos de morfoestrutura e morfoescultura foram desenvolvidos por Guerasimov & Mercejakov (1968) (Ross, 1996).

O relevo terrestre pertence a uma determinada estrutura que o sustenta e mostra um aspecto escultural que é decorrente da ação do tipo climático atual e pretérito que atuou e atua nessa estrutura. deste modo a morfoestrutura e a morfoescultura definem situações estáticas, produtos da ação dinâmica dos processos endógenos e exógenos.
(Ross, 1992)

Ross (1996) cita como exemplos de morfoestruturas as plataformas ou crátons (primeira categoria), os cinturões orogênicos (segunda categoria) e as bacias sedimentares (terceira categoria). Para Ross (op.cit.), o conceito de morfoescultura esta associado aos produtos morfológicos de influência climática tanto atual como pretérita. A morfoescultura é marcada por padrões de fisionomias de relevo desenvolvidas ao longo do tempo por atividades climáticas que deixaram e continuam a deixar no relevo suas marcas. Assim, a

morfoescultura é decorrente de um processo natural de esculturação por diferentes climas (quente e úmido, quente e seco, frio, temperado, entre outros) e refletem a influência da diversidade de resistência de litologia e o respectivo arranjo estrutural sobre a qual foi esculpida, deste modo, uma unidade morfoestrutural pode ter uma ou mais unidades morfoesculturais (Ross, 1992).

Uma proposta de Ross (op.cit.) estabelece uma ordem de taxonômica com seis táxons distintos para o relevo terrestre:

1º táxon: *Unidades Morfoestruturais*- representadas pelas plataformas ou crátons, cinturões orogênicos e bacias sedimentares.

2º táxon: *Unidades Morfoesculturais*- representadas por planaltos, serras e depressões.

3º táxon: *Unidades dos Padrões de Formas Semelhantes de Relevo ou Padrões de Tipos de Relevo*- representadas por diferentes formas menores de relevo que em função da rugosidade topográfica, são semelhantes entre si, bem como formato dos topos, vertentes e vales, dimensões interfluviais e entalhamento dos canais de drenagem (Ross, 1996). Pode existir mais de uma Unidade dos Padrões de Formas de Relevo em uma Unidade Morfoescultural.

4º táxon: É representado pelas unidades de relevo individualizadas do 3º táxon, podendo ser formas de relevo de agradação como planícies fluviais, terraços fluviais ou marinhos, planícies marinhas, planícies lacustres; formas de relevo de denudação resultante da erosão como colinas, morros, formas de topos aplainados, arredondados ou angulosos.

5º táxon: Este táxon é representado pelos tipos de vertentes como as vertentes côncavas, convexas e retilíneas. Essas vertentes podem ser bastante diversificadas entre si pela diferença de declividade.

6º táxon: Representado pelas formas de relevo menores que podem ser produzidas por processos atuais ou pela ação antrópica. Estão neste táxon as ravinas, sulcos, voçorocas, cicatrizes de deslizamentos, depósitos coluviais, pluviais, fluviais, movimentos de massa, cortes e aterros.

Enquanto os três primeiros táxons são mapeáveis apenas em escalas pequenas, os 4º, 5º e 6º táxons, só são possíveis de representação cartográfica em escalas grandes como 1:25000, 1:10 000 e 1:5 000.

As unidades de relevo deste trabalho estão relacionadas com os três últimos táxons proposto por Ross.

2.2 Fotointerpretação

A fotointerpretação é um método de examinar as imagens dos objetos na fotografia e deduzir seu significado, muito importante e muito utilizado para a elaboração de mapas temáticos, como mapas geológicos, geomorfológicos, uso de solo, etc.

Para Soares & Fiori (1976), a fotointerpretação tem como processo inicial a identificação dos elementos da imagem com os objetos e a análise das relações entre as imagens e no fim, a descoberta ou avaliação do significado e função dos objetos e suas relações. O reconhecimento dos elementos da imagem depende do conhecimento prévio do fotointérprete e como Zaine (2011) salienta, é importante a utilização de um procedimento sistemático para a realização da fotointerpretação, pois desse modo é possível para outro fotointérprete a aplicação deste procedimento para outras áreas.

Soares & Fiori (1976), basearam-se nos trabalhos de Guy e Riverau e sistematizaram o processo de fotointerpretação em três etapas:

- **fotoleitura:** reconhecimento e identificação dos elementos das imagens com os objetos correspondentes e sua repartição;
- **foto-análise:** estudo das relações entre as imagens, associação e ordenação das partes de imagens;
- **fotointerpretação:** estudo da imagem fotográfica visando à descoberta e avaliação, por métodos indutivos, dedutivos e comparativos do significado, função e relação dos objetos correspondentes às imagens.

Soares & Fiori (1976), conceituam os elementos texturais e estruturais da imagem aérea, para o processo de fotoanálise e fotointerpretação. O relevo e a drenagem constituem os objetos principais da avaliação da imagem fotográfica para a obtenção de informações geológicas, assim, a partir destes elementos é possível definir formas, zonas de repartição dos elementos e seus limites, que é o que define as zonas homólogas, formadas pela repetição dos mesmos elementos texturais e a mesma estrutura. (SOARES & FIORE, 1976). Para Zaine (2011), a definição das zonas homólogas é feita a partir das diferenças de homogeneidade, de tropia e de assimetria das texturas e estruturas na imagem.

Para a etapa da fotoanálise e fotointerpretação, Soares & Fiori consideram algumas propriedades de relevo e de drenagem a serem analisadas e a possível interpretação dos fatores que controlam a textura e a estrutura da imagem (Zaine, 2011). As propriedades de drenagem são a densidade, sinuosidade, angularidade, tropia, assimetria e lineações de drenagem, enquanto que os elementos de relevo são densidade, rupturas de declive (quebras positivas e negativas), assimetria, lineações, alinhamentos e formas das encostas. Para os fatores que controlam a textura e a estrutura da imagem, Soares & Fiori (1976), levaram em

consideração apenas os relacionados com as formas de relevo e com a drenagem. Estes fatores são:

- Morfogenéticos: clima, tectônica, nível base, descarga de água e sedimento.
- Litológicos: resistência à erosão, permeabilidade, plasticidade, ruptibilidade, solubilidade e tropia.
- Deformacionais: atitude das camadas, fraturas, falhas e dobras.

Para a caracterização da área de estudo deste trabalho, durante a etapa de fotointerpretação, além dos conceitos de Soares & Fiori, foram utilizados os quadros propostos por Zaine (2011) (Figura 2.2.1 e Figura 2.2.2), que ajudou a delimitação das zonas homólogas preliminares.

1. Análise da densidade textural		CLASSES		
Elementos de análise	Elementos de drenagem e relevo			
Critérios de análise	Densidade dos elementos de drenagem	Baixa (0 a 5/10 km²) 	Média (5 a 30/10 km²) 	Alta (> 30/ km²) 
	Densidade dos elementos do relevo (dissecação e rugosidade do terreno)	Baixa (mais lisa) 	Média 	Alta (mais rugosa) 
Propriedade a ser interpretada	PERMEABILIDADE (intergranular)	Alta (Permeável)	Média	Baixa (Pouco permeável a impermeável)
APLICAÇÕES Informações interpretadas por esta análise	Relação escoamento superficial/infiltração	Baixa	Média	Alta
	Espessura e características do manto de alteração	Grande (Espesso; > 5m)	Média	Pequena (Raso/rocha aflorante)

2. Análise das formas e características do relevo		CLASSES		
Elementos de análise	Declives, vertentes, topos, vales, rupturas de declive (quebras de relevo), cristas e escarpas			
Critérios de análise	a) Amplitude local (variações de cotas na unidade)	Pequena (0 a 100 m) 	Média (100 a 300 m) 	Grande(> 300 m) 
	b) Declividade	Baixa (0 - 15%) 	Média (15 - 30%) 	Alta (> 30%) 
	c) Forma de encosta / vertente (* representação em planta)	Convexa  	Côncava  	Retilínea  
	d) Forma do vale (* representação em planta)	Aberto  		Fechado  
	e) Forma do topo	Aplainados 	Arredondados 	Angulosos 
	f) Feições particulares de relevo	Identificar e descrever. Associar modelos geológicos já conhecidos *Consultar quadros Howard (1967); Soares e Fioni (1976); Nunes et. al. (1995)		
Propriedades a serem interpretadas	Solubilidade	Não solúvel		Solúvel
	Resistência à erosão natural (dureza)	Baixa (Pouco resistente)	Média (Resistência média)	Alta (Muito resistente)
APLICAÇÕES Informações interpretadas por esta análise	Profundidade do topo rochoso	Profundo	Intermediário	Raso a sub aflorante
	Espessura de materiais inconsolidados	Espesso	Intermediário	Delgado a inexistente
	Grau de escavabilidade	Pouco resistente	Resistência média	Muito resistente
	Potencial a erosão linear (induzida)	Médio a alto	Médio a alto	Médio a baixo
Registros de processos geológicos	Potencial a movimentos gravitacionais de massa	Baixo	Médio a Alto	Alto

Figura 2.2.1 Quadros de análise e interpretação fotogeológica (Zaine, 2011).

3. Análise das estruturas geológicas		CLASSES			
Elementos de análise	Linhas de rupturas de declive (positivas = proeminentes; negativas = reentrâncias) Lineações e alinhamentos de relevo (traços de foliação e camadas), drenagem e traços de fratura				
Critérios de análise	a) Tropa	Não orientada 	Pouco orientada 	Orientada 	Muito orientada 
	b) Assimetria de relevo e drenagem (geometria das camadas)	Muito assimétrico 	Assimétrico 	Pouco assimétrico 	Simétrico 
	c) Regra dos Vs	Horizontal a sub 	Mergulho p/ montante 	Mergulho p/ jusante 	Vertical a sub 
	d) Sinuosidade* (drenagem)	Curvos/dendríticos 	Mistos 	Retilíneos não paralelos/espçados 	Retilíneos paralelos/adensados 
	e) Padrões reconhecidos e anomalias	Identificar e descrever. Associar à modelos geológicos já conhecidos. *Consultar quadros Howard (1967); Soares e Fiori (1976); Nunes et. al. (1995)			
Propriedades a serem interpretadas	Planos de estratificação e foliação metamórfica	Ausentes a pouco marcantes	Espçados	Adensados	
	Composição e estrutura	Homogênea	Mista	Heterogênea	
	Plasticidade/ruptibilidade (foliação x fraturas)	-	Rúptil	Dúctil	
	Grau de faturamento	Baixo	Médio	Alto	
	Permeabilidade Fissural	Baixa	Média	Alta	
APLICAÇÕES	Partição em blocos: possibilidade de queda de blocos	Baixa	Média	Alta	

4. Análise complementar		CLASSES		
Elementos de análise	Tons de cinza ou coloração; vegetação e uso do solo; feições de processos geológicos			
Critérios de análise	Tons de cinza *	branco a cinza claro	cinza médio	cinza escuro a preto
	Coloração*	Claros, amarelados, róseos		Verdes escuros a pretos
Propriedades a serem interpretadas	Solos derivados de rochas básicas/ácidas ou arenosas/argilosas	Solos ácidos/ arenosos	Solos básicos/argilosos	
	Presença de água/umidade no solo	Solos secos	Solos úmidos	Corpos d'água**
	Cobertura vegetal	Sem vegetação a pastagem	Rasteiras e arbustivas	Arbóreas (florestas e reflorestamento)
APLICAÇÕES	Solo exposto	Presente		Ausente
	Afloramentos e blocos rochosos	Presente		Ausente
	Presença de N.A. raso/aflorante	Profundo (> 5m)	Variável	Raso (aflorante < 2m)

* A análise deve considerar os diferentes tipos de uso do solo.

** Corpos d'água podem apresentar tons claros quando ocorre a reflexão da luz.

Figura 2.2.2. Quadros de análise e interpretação fotogeológica (Zaine, 2011).

2.3 Compartimentação Fisiográfica

A compartimentação consiste na divisão de uma determinada região em áreas que apresentem internamente características fisiográficas homogêneas e que sejam distintas das de áreas adjacentes (TINÓS, 2011). Este método pode ser realizado em diferentes escalas e Vedovello (1993), afirma que a classificação de classes de unidades pode ser referida como taxonomia ou hierarquia. Com relação à taxonomia, a classificação é determinada por uma relação natural específica, enquanto a hierarquia é determinada por uma classificação baseada na escala e finalidade. Dependendo do nível hierárquico ou taxonômico considerado, haverá predomínio de determinados elementos fisiográficos sobre outros, como critério de compartimentação. Para Vedovello & Mattos (1998) isto se justifica, pois, as variações fisiográficas significativas podem estar associadas às variações na forma de ocorrência de um ou alguns determinados elementos fisiográficos.

Embora a compartimentação fisiográfica seja realizada a partir da análise de todos os elementos do meio físico, para Vedovello (1993), a compartimentação é realizada, na prática, analisando-se uns ou alguns dos elementos responsáveis pelas variações significativas em um nível hierárquico. Isto é aceitável uma vez que as propostas de compartimentação partem do princípio de que há uma correlação natural entre os elementos constituintes do meio físico (MARETTI, 1989).

2.4 Perfis de alteração

A classificação geológica ou classificação genética dos solos é feita a partir da rocha de origem e do processo de formação do solo. São dois os processos geológicos de formação de solo: o mais comum é o processo de intemperismo que dá origem ao solo residual ou solo in situ, através da desagregação e da decomposição in situ da rocha, e o segundo processo que envolve a erosão, transporte e deposição de materiais existentes na superfície, que dá origem aos solos transportados (Vaz, 1996). A Figura 2.4.1 exemplifica a classificação dos tipos de solo.

A espessura e o número de horizontes existentes do solo residual são definidos pelo clima, enquanto a rocha matriz define a composição mineralógica deste solo. A intensidade da sua decomposição é decrescente com a profundidade, gerando um perfil de intemperismo, que mostra uma menor alteração da rocha em profundidade até uma rocha totalmente alterada e transformada em solo na superfície do terreno (Vaz, 1996).

O material que dá origem aos solos transportados são os grãos minerais dos solos residuais, blocos de rochas e fragmentos de minerais mais resistentes. A variedade destes

solos se dá pelo material de origem, as condições de acumulação, mas o fator principal de diferenciação é o tipo de transporte, como é mostrado na Figura 2.4.1.

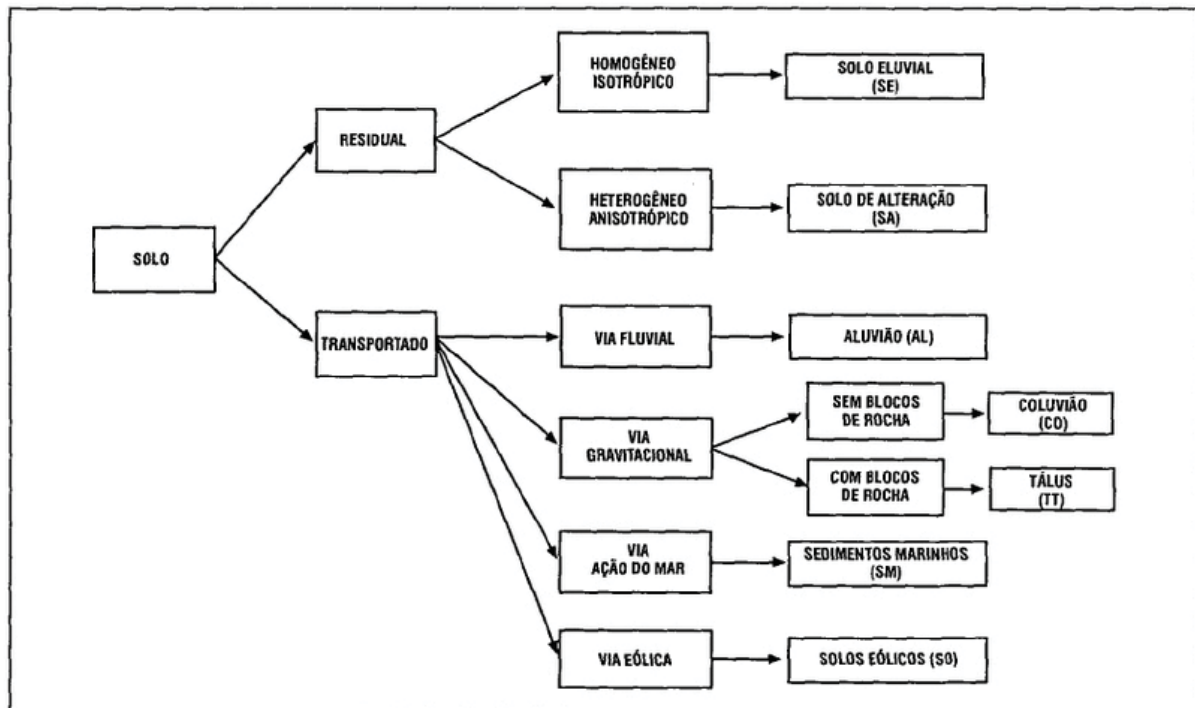


Figura 2.4.1. Fluxograma para a identificação dos tipos de solo (Vaz, 1996).

A Figura 2.4.2, mostra os tipos de solo conforme a sua origem.

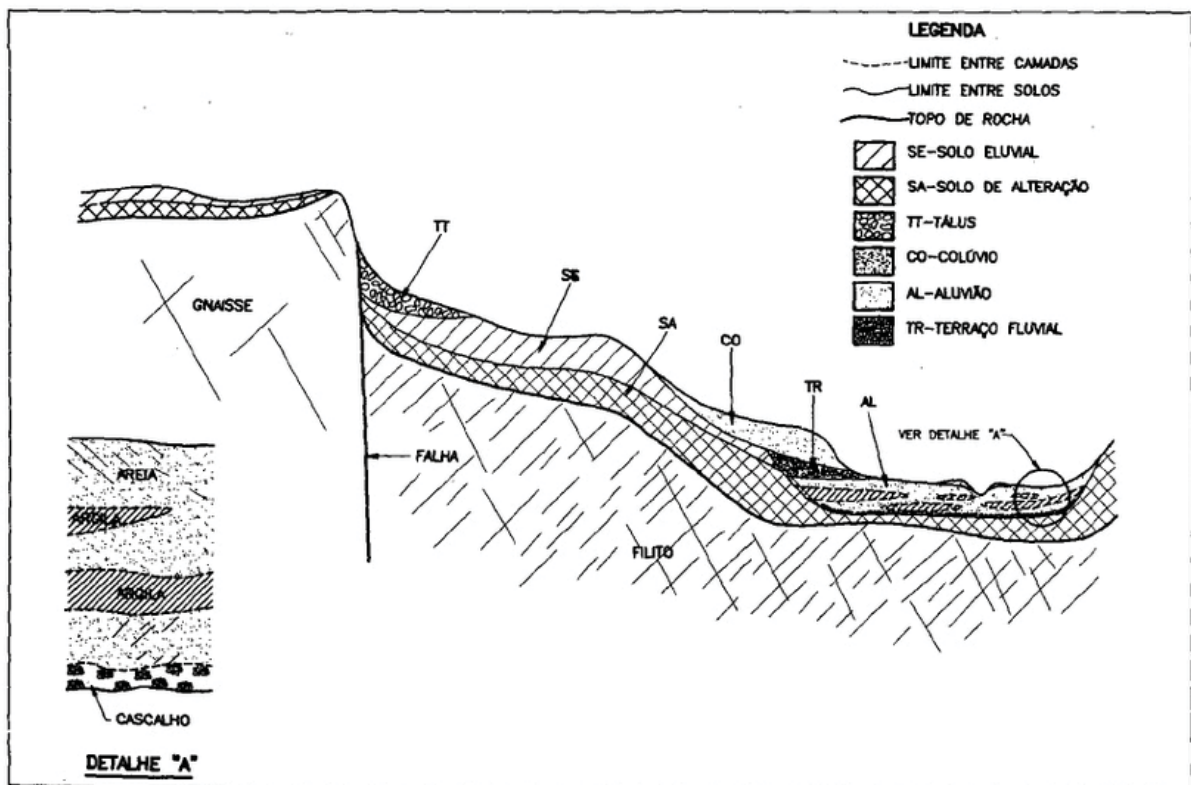


Figura 2.4.2. Tipos de solo conforme sua origem (Vaz, 1996).

Pastore & Fontes (1998), apresentam três tipos de perfis de alteração típicos para os tipos de rochas mais comuns em diferentes tipos de relevo (Figuras 2.4.4-2.4.5), com as denominações e as características dos horizontes de acordo com Pastore (1995) (apud PASTORE & FONTES, 1998):

- Horizonte de solo orgânico (I): contém além de areia, silte e argila em diferentes proporções, matéria orgânica decomposta. Tem pequena espessura e está praticamente em todos os perfis.
- Horizonte laterítico (II): este horizonte pode ser formado tanto por solo residual como por solo transportado. Sua espessura depende da sua posição no relevo e da rocha matriz. Contém quartzo, argilas cauliníticas, óxidos de ferro e alumínio hidratados que formam agregados instáveis em estruturas porosas. Suas cores predominantes são tons avermelhados e amarelados.
- Horizonte de solo saprolítico (III): é composto por solo residual e apresenta estrutura reliquiar da rocha matriz, podendo conter até 10% de blocos de rocha. Sua composição granulométrica e espessura dependem da rocha de origem e da posição no relevo, mas é comum conter areias siltsas pouco argilosas e siltes arenosos pouco argilosos, quartzo, caolinita e mica. Sua coloração predominante branco, creme, roxo e amarelo claro.
- Horizonte saprolítico ou saprolito (IV): este horizonte é uma transição ente maciço de solo e maciço rochoso, composto por blocos ou camadas de rochas em vários estágios de alteração. A quantidade de blocos varia de 10 a 90%.
- Horizonte de rocha muito alterada (V): representa o topo do maciço rochoso onde o estágio de alteração dos minerais já é adiantado, sem brilho e com resistência menor que a rocha sã.
- Horizonte de rocha alterada (VI): neste horizonte a rocha apresenta minerais descoloridos devido ao início do processo de alteração.
- Horizonte de rocha sã (VII): neste horizonte encontra-se a rocha sã, sem sinais evidentes de alteração.

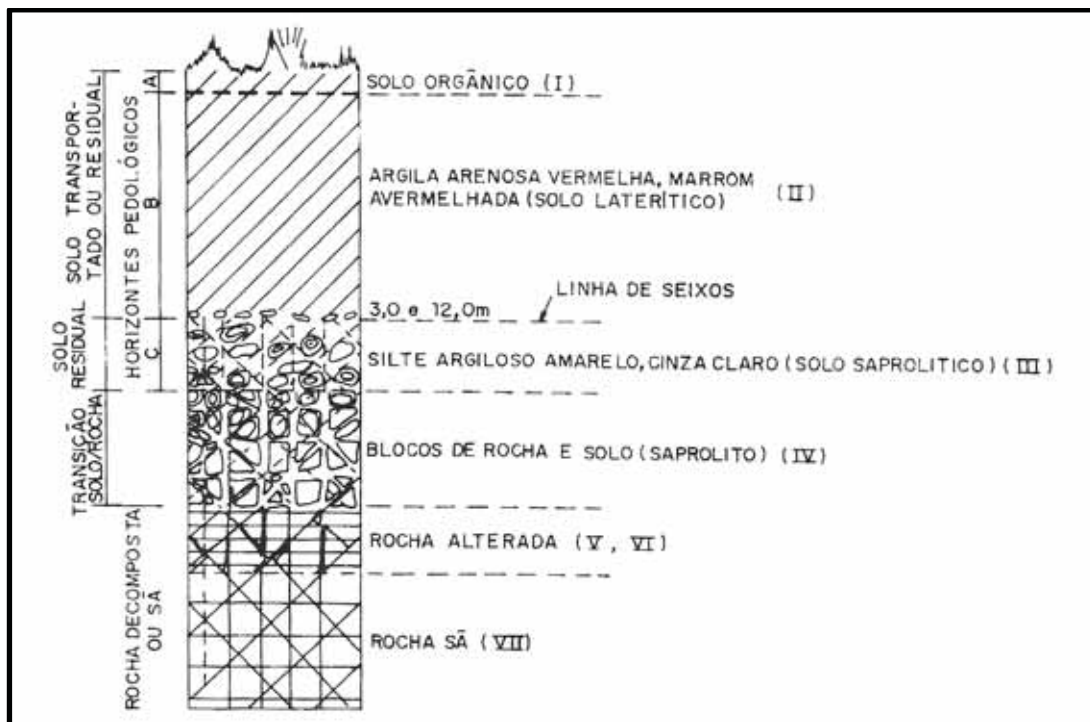


Figura 2.4.3. Perfil de alteração típico de rochas basálticas em regiões de relevo suave (Pastore & Fontes, 1998).

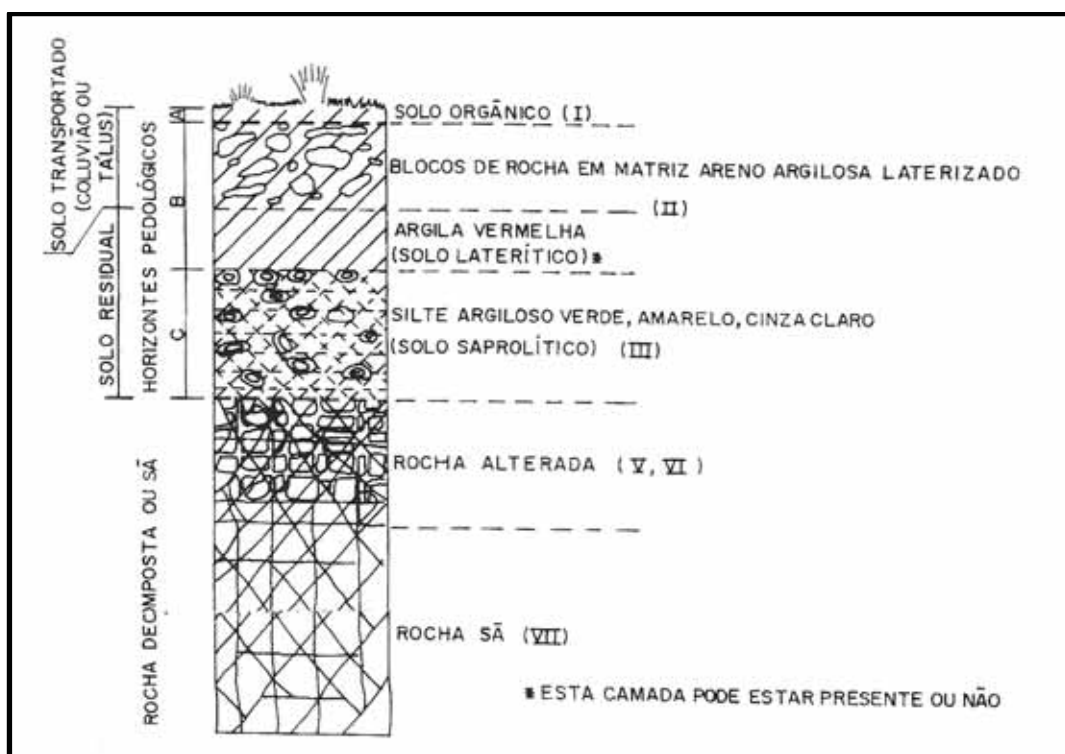


Figura 2.4.4. Perfil de alteração típico de rochas basálticas em regiões de serra (Pastore & Fontes, 1998).

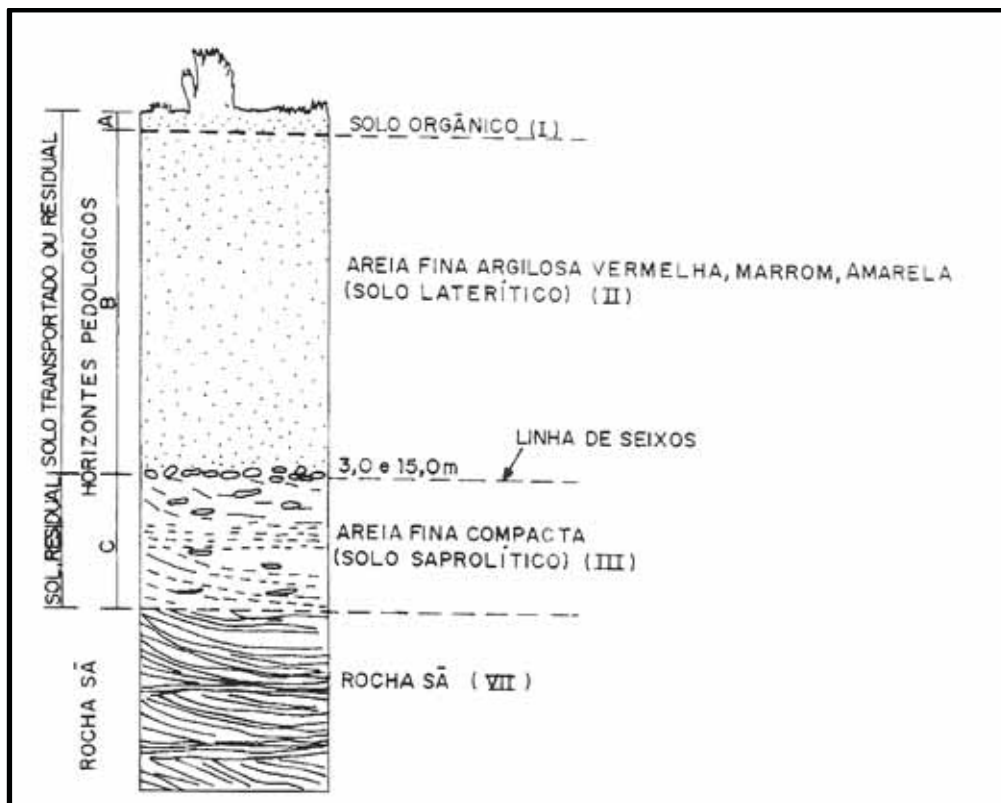


Figura 2.4.5. Perfil de alteração típico de rochas areníticas de relevo suave (Pastore & Fontes, 1998).

Vaz (1996) também apresenta um perfil de intemperismo com definição de duas classes de solo e três de rocha (Figura 2.4.6). Neste perfil os horizontes são definidos em função dos processos de perfuração e escavação.

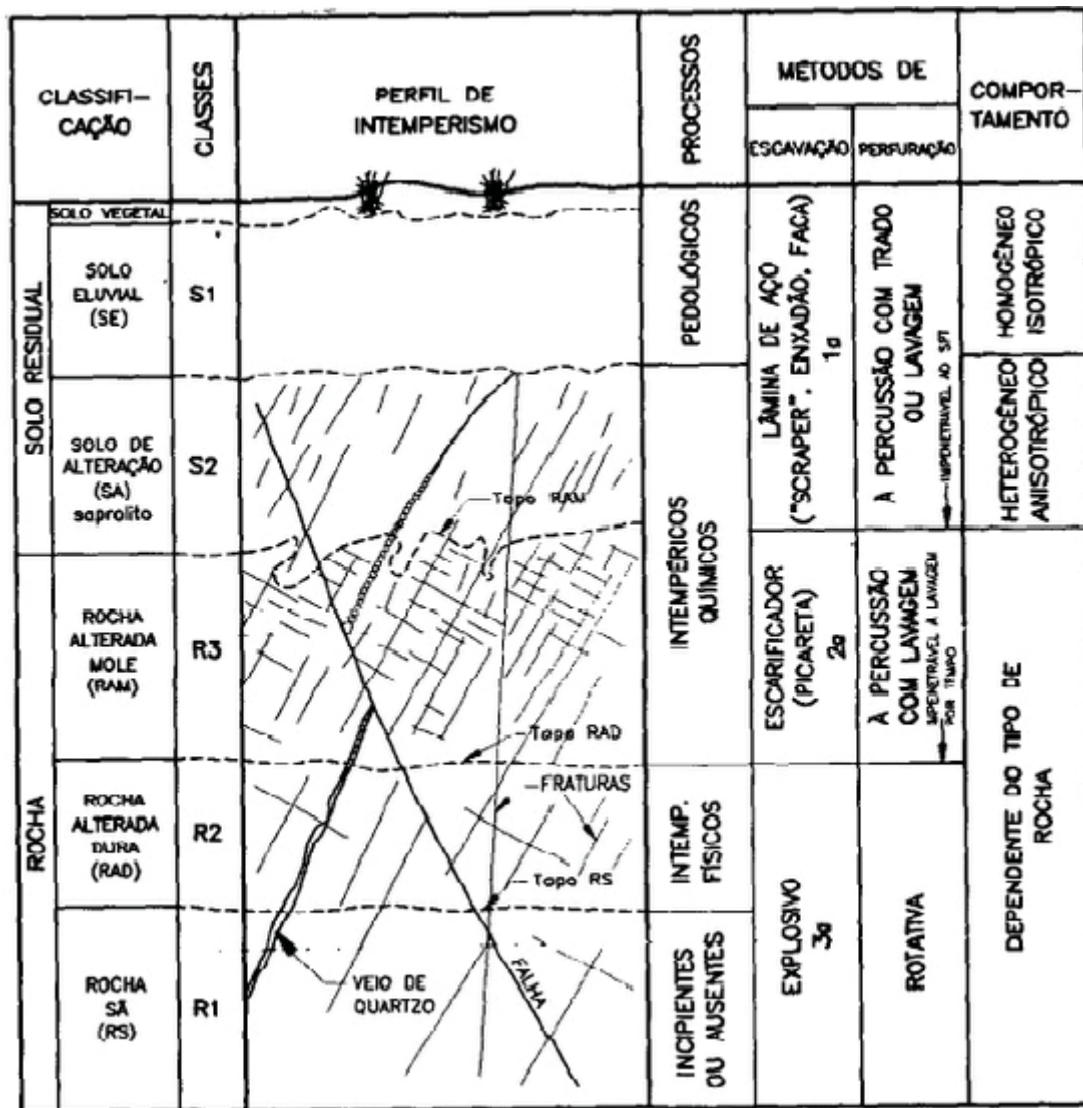


Figura 2.4.6. Perfil de intemperismo para regiões tropicais (Vaz, 1996).

A seguir, uma breve descrição das classes apresentadas por Vaz (1996):

- Classe S1: este horizonte que é chamado por alguns autores de solo residual maduro ou de solo laterítico por outros, apresenta homogeneidade em relação a cor, granulometria e composição mineralógica, por estar ausente a textura e estrutura da rocha matriz. É composta essencialmente por argilo-minerais e minerais de rocha quimicamente inerte, sendo o mais comum quartzo.
- Classe S2: este horizonte denominado de solo de alteração, opostamente ao horizonte superior, é heterogêneo em relação a cor, granulometria e composição mineralógica, apresentando a estrutura da rocha matriz.

- Classe R3: este horizonte denominado de rocha alterada mole pode estar ausente quando se trata de um solo pouco evoluído, mas pode chegar a 10 metros de espessura. Pode ser escavado manualmente com o auxílio de picareta.
- Classe R2: neste horizonte os minerais apresentam-se levemente descoloridos sendo mais fácil a percepção ao longo de fraturas onde há percolação de água.
- Classe R1: este horizonte pertence a rocha sã, com os minerais não alterados, com seu brilho, cor e resistência não afetados.

3 METODOLOGIA E ETAPAS DE TRABALHO

3.1 Etapas de trabalho

O presente trabalho foi realizado seguindo as etapas determinadas no fluxograma da Figura 3.1.1:

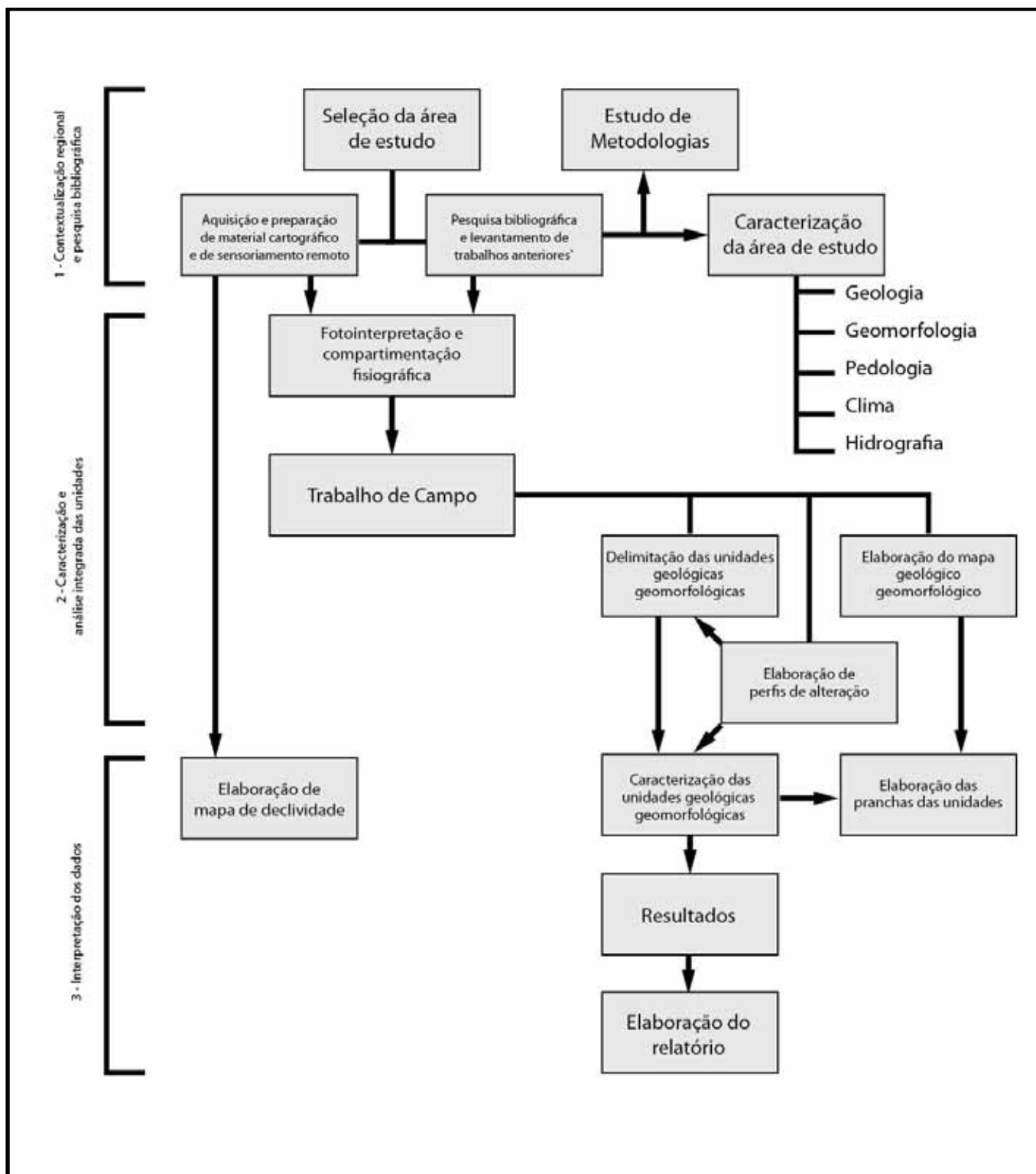


Figura 3.1.1. Fluxograma de trabalho

3.2 Contextualização e pesquisa bibliográfica

Nesta primeira etapa, após a seleção da área de estudo, foram reunidas informações sobre a região de Limeira, SP, como suas características geológicas e geomorfológicas, hidrologia, pedologia, dados sobre a cidade e seu entorno, meios de acesso, áreas de urbanização, etc. O levantamento foi feito através de consulta em livros, dissertações, teses, mapas geomorfológico e geológico, encontrados em Bibliotecas virtuais (Unesp de Rio Claro, USP, Unicamp, IPT, CETESB), e sites de busca na Internet (Google, Google acadêmico, entre outros).

Ainda nesta etapa foi realizada compilação de duas folhas topográficas Fazenda Ibicaba (SF23-Y-A-V-I-NO-A) e Limeira II (SF23-Y-A-V-I-NO-C) de 1979, para a geração de uma base topográfica em escala 1:10.000, utilizando o software ArcGis 9.3. Esta base topográfica, georreferenciada, com curvas de nível de 5 metros, foi utilizada como base durante os trabalhos de campo e para a geração do mapa geológico-geomorfológico final e do mapa de declividade.

3.3 Caracterização e análise integrada das unidades

Com utilização de fotografias aéreas do IBC-GERCA (SP- 10- 31452, 31453, 31454), de 1972, em escala 1:25.000, foi realizada a etapa de fotointerpretação. A região foi dividida em áreas (unidades) com fisiografia homogênea (zonas homólogas) de acordo com as características observadas em foto (densidade de drenagens, amplitude local, declividade, formas de encosta, de topo). As tabelas de Zaine (2011) expostas nas Figura 2.2.1 e Figura 2.2.2, serviram de auxílio para a confecção de uma tabela de classificação de cada unidade da área mapeada. Para isto, foram analisadas as características de densidade textural através da observação da rede de drenagem e dos elementos de relevo. Com esta análise é possível identificar e separar rochas e materiais com diferente permeabilidade intergranular, assim como também pode ser compreendida a relação entre escoamento infiltração das águas de chuvas nos diferentes terrenos (Zaine, 2011). Foram analisadas também, as formas e características de relevo como amplitude, declividade, forma de encosta, forma de topo e algumas feições particulares que algumas unidades apresentam. Para Zaine (2011), as propriedades interpretadas nesta análise são a solubilidade das rochas, e resistência à erosão natural, e com estas informações é possível avaliar profundidade de topo rochoso, espessura de materiais inconsolidados, grau de escavabilidade e a ocorrência e potencial da unidade a processos geológicos exógenos.

Após a interpretação das fotos, foi planejado o trabalho de campo, que foi realizado durante o mês de abril, nos dias 18, 19, 21 e 23, onde foram coletados os dados necessários

para a caracterização geológico-geomorfológica da área. Durante o mapeamento foram verificados os limites das zonas homólogas definidas na fotointerpretação, além da coleta de dados como litologia, relevo, solo, ocupação do solo. Os materiais que auxiliaram a etapa de mapeamento foram a base topográfica gerada na primeira etapa Contextualização e pesquisa bibliográfica, bussolas do tipo Clar e tipo Brunton e aparelho de GPS fornecidos pela UNESP. O deslocamento até o local foi feito de automóvel e as áreas de difícil acesso foram visitadas a pé. Com os dados obtidos com o mapeamento, foi possível delimitar as Unidades geológicas-geomorfológicas finais da área de estudo, elaborar os perfis de alteração e o mapa geológico-geomorfológico de escala 1:10 000, da área, com o auxílio do software ArcGis 9.3.

3.4 Interpretação dos dados

Nesta última etapa, a partir da base topográfica gerada na primeira etapa, foi elaborado um mapa de declividade com o auxílio do software ArcGis 9.3 que, juntamente com os quadros propostos por Zaine (2011) (Figura 2.2.1 e Figura 2.2.2), auxiliou a caracterização da área de estudo. Além do mapa de declividade, foram elaboradas pranchas com fotos, perfis de alteração e tabela com a caracterização das Unidades geológicas-geomorfológicas, com auxílio do software Adobe Illustrator.

Todas as informações obtidas nas fases anteriores e nesta fase foram analisadas, interpretadas para que fosse possível a realização deste relatório final com a caracterização geológica-geomorfológica da área de estudo.

4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

4.1 Aspectos geológicos

A área de estudo localiza-se, geologicamente, na Bacia do Paraná, uma bacia sedimentar intracratônica de forma ovalada com eixo maior N-S, com acumulação de rochas sedimentares e vulcânicas, localizada no continente sul-americano, com uma área de aproximadamente 1 600 000 km², sendo destes, 1.000.000 km² em território brasileiro, 400.000 km², na Argentina, 100.000 km² em terras paraguaias e 100.000 km² no Uruguai. Possui pacote sedimentar com espessura de até 7 km e, segundo Assine et al. (2004) , sua idade varia entre o neo-Ordoviciano ao neo-Cretáceo.

Na borda leste da bacia encontra-se o Arco de Ponta Grossa, um anticlinal que expressa antigas e profundas falhas, associadas ao soerguimento crustal resultante do rifte do Atlântico-Sul; o flanco oeste é delimitado pelo Arco de Assunção, uma flexura relacionada ao cinturão andino e as outras bordas delimitam áreas onde os estratos sobrepõem-se a rochas cristalinas de províncias cratônicas ou de faixas móveis do embasamento Pré-Cambriano.

Estruturalmente, a bacia apresenta camadas com mergulho abaixo de 1° para W e padrão de deformação baixo, associado à tectônica rúptil intraplaca. É afetada por falhamentos normais e transcorrentes, localmente, que podem gerar estruturas dômicas que imprimem maior complexidade ao padrão estrutural, com camadas que podem atingir 10° de mergulho (RICCOMINI, 1995).

Na região dos municípios de Limeira, Rio Claro e Piracicaba, no interior do estado de São Paulo, a bacia do Paraná é composta pelas seguintes unidades geológicas: Grupo Itararé, Formação Tatuí, Formação Irati, Formação Corumbataí, Formação Piramboia, Formação Botucatu, Formação Serra Geral, Formação Itaqueri e Formação Rio Claro. A Figura 4.1.1 apresenta a coluna estratigráfica da bacia do Paraná na região citada.

COLUNA ESTRATIGRÁFICA DA BACIA DO PARANÁ NA REGIÃO DE RIO CLARO/LIMEIRA/PIRACICABA (SP)							
ERA	PERÍODOS	GRUPO	FORMAÇÃO	LITOLOGIA	Espes. Aprox. (metros)	DESCRIÇÃO SUCINTA	AMBIENTE DE DEPOSIÇÃO
CENOZÓICA	QUATERNÁRIO		RIO CLARO		30	ARENITOS POUCO CONSOLIDADOS COM LENTES DE ARGILAS E NÍVEIS CONGLOMERÁTICOS NA BASE <i>(Arenitos - reservatório de água subterrânea em poços rasos da região de Rio Claro)</i>	CONTINENTAL: PLANÍCIE ALUVIAL E LACUSTRE. COLUVIÕES
	TERCIÁRIO		ITAQUERI		100	ARENITOS CONGLOMERÁTICOS E ARENITOS SILICIFICADOS / FERRICRETES	CONTINENTAL: LEQUES ALUVIAIS, FLUVIAL E LACUSTRE
MESOZÓICA	CRETÁCEO	SÃO BENTO	SERRA GERAL		100	DERRAMES DE BASALTOS COM LENTES DE ARENITO NA BASE. DIQUES E SOLEIRAS DE DIABÁSIO <i>(Basalto e diabásio - matéria-prima para brita)</i>	MAGMATISMO FISSURAL
			BOTUCATU		100	ARENITOS BEM SELECIONADOS COM GRÃOS BEM ARREDONDADOS E BEM ESFÉRICOS, POUCO ARGILA	CONTINENTAL: DESÉRTICO
	JURÁSSICO		PIRAMBÓIA		150	ARENITOS COM GRÃOS ARREDONDADOS E ESFÉRICOS. DIVERSOS NÍVEIS DE LAMITOS	CONTINENTAL: FLUVIAL E DESÉRTICO
	TRIÁSSICO					<i>Aquífero Guarani</i>	
PALEOZÓICA	PERMIANO	PASSA DOIS	CORUMBATAÍ		100	SILTITOS CONTENDO LENTES DE ARENITOS FINOS ARGILITOS, SILTITOS, ARENITOS FINOS, NÍVEIS DE CALCÁRIOS DOLOMÍTICOS E COQUINAS <i>(Argilitos - matéria-prima para a indústria cerâmica da região de Rio Claro)</i>	CONTINENTAL: LACUSTRE TRANSICIONAL: PLANÍCIE DE MARÉ
			IRATI Mb. Assistência Mb. Taquaral		40	FOLHELHOS, SILTITOS, FOLHELHOS PROBETUMINOSOS, CALCÁRIOS DOLOMÍTICOS <i>(pequenas de calcário na região de Assistência, Quatzen e Piracicaba/Sulbrito)</i>	TRANSICIONAL: LAGUNA MARINHO RASO: PLATAFORMA
			TATUI		50	SILTITOS E SILTITOS ARENOSOS	TRANSICIONAL: PLANÍCIE COSTEIRA MARINHO RASO: PLATAFORMA
		ITARARÉ	Grupo ITARARÉ (dividido no Estado de São Paulo)		900	ARENITOS, SILTITOS, VARVITOS E DIAMICTITOS (ALGUNS VERDADEIROS TILITOS) <i>(Arenitos - reservatórios de água subterrânea em poços profundos da região)</i>	CONTINENTAL (GLACIAL): ALUVIAL - LEQUES E FLUVIAL; LACUSTRE TRANSICIONAL: DELTAS MARINHO (GLÁCIO-MARINHO): PLATAFORMAL
	CARBONIFERO						
Pré-Cambriano			EMBASAMENTO			GRANITOS, MIGMATITOS, GNAISSES, XISTOS, QUARTZITOS	

Figura 4.1.1. Coluna Estratigráfica da Bacia do Paraná na região de Rio Claro/Limeira/Piracicaba (SP) (PERINOTTO & ZAINÉ et al., 2008).

A seguir, uma breve descrição, da base para o topo, das principais características das unidades pertencentes à área mapeada:

Formação Corumbataí

Composta por argilitos, siltitos e folhelhos de colorações arroxeada, marrom-avermelhada e por vezes esverdeada, a Formação Corumbataí, com espessura da ordem de 130 m no território paulista, apresenta também intercalações de arenitos, leitos carbonáticos e coquinas. Os fósseis desta formação são lamelibrânquios ou bivalves, conchostráceos, ostracodes, peixes cartilaginosos e ósseos, vegetais como licófitas *Lepidodendrales* (*Lycopodiopsis derbyi*), gimnospermas *Glossopteridales* (*Glossopteris* sp) e megásporos (SIMÕES & FITTIPALDI, 1992 apud ZAINÉ, 1994).

Formação Pirambóia

A Formação Pirambóia é litologicamente constituída por espessos corpos de arenitos esbranquiçados, amarelados e avermelhados, de granulometria fina a média, com intercalações de finas camadas de argilitos e siltitos, ocorrendo, localmente, níveis conglomeráticos (Zaine, 1994). Apresenta estratificações cruzadas de grande e médio porte e poucos fósseis como conchostráceos e ostracodes de água doce. Brighetti & Caetano-Chang (1995) apontaram uma dominância eólica na sedimentação da formação Pirambóia com associações de fácies de dunas, interdunas e lençóis de areia, cortadas por fácies de canais fluviais temporários compondo uma sucessão de subambientes interrelacionados lateral e verticalmente.

Formação Serra Geral

Esta formação compreende rochas vulcânicas, compostas predominantemente por lavas basálticas, de coloração cinza a preta, com amigdalas no topo dos derrames e presença de intercalações de lentes de arenitos com os basaltos. Há ainda a presença de rochas intrusivas associadas ao evento de vulcanismo da Bacia do Paraná, constituídas por diques e expressivas soleiras de diabásio. Esta formação tem seus afloramentos na faixa de cuestras, às quais se associa pela relação litologia/erosão/relevo, e também em algumas faixas ao longo dos principais rios (Zaine, 1994).

4.2 Aspectos Geomorfológicos

Geomorfologicamente, a área de estudo localiza-se na Depressão Periférica Paulista, uma área deprimida entre as Cuestras Basálticas, a oeste, e o Planalto Atlântico, a leste, com desníveis entre 200-300 metros, caracterizando relevo sob forma de colinas, com altitudes que oscilam entre 600 e 750 metros. Esta Província geomorfológica possui, aproximadamente, 450 km de comprimento e 100 km de largura, localizada quase que totalmente nos sedimentos Paleo-mesozóicos da bacia do Paraná.

Almeida (1974) adotou a divisão tríplice dessa província, proposta por Deffontaines (1935), em Zona do Médio Tietê, Zona do Paranapanema e Zona do Mogi Guaçu (Figura 4.2.1). Para facilitar a divisão cartográfica, Almeida (1974) delimitou essas zonas segundo os divisores de águas dos rios homônimos às zonas. O município de Limeira está inserido na Zona do Médio Tietê, que compreende cerca de 2/5 da área total da Depressão Periférica, perfazendo 15 200 km², a maior parte constituída de sedimentos e importantes áreas de derrames e intrusões de rochas basálticas, com papel saliente em sua topografia (ALMEIDA, 1964). São presentes na bacia do Médio Tietê sucessão de camadas de litologias menos resistentes à erosão com outras camadas de maior resistência, que se destacam na topografia,

oferecendo à esta zona feições distintivas, relevos assimétricos e as típicas cuestas (ALMEIDA, 1974).

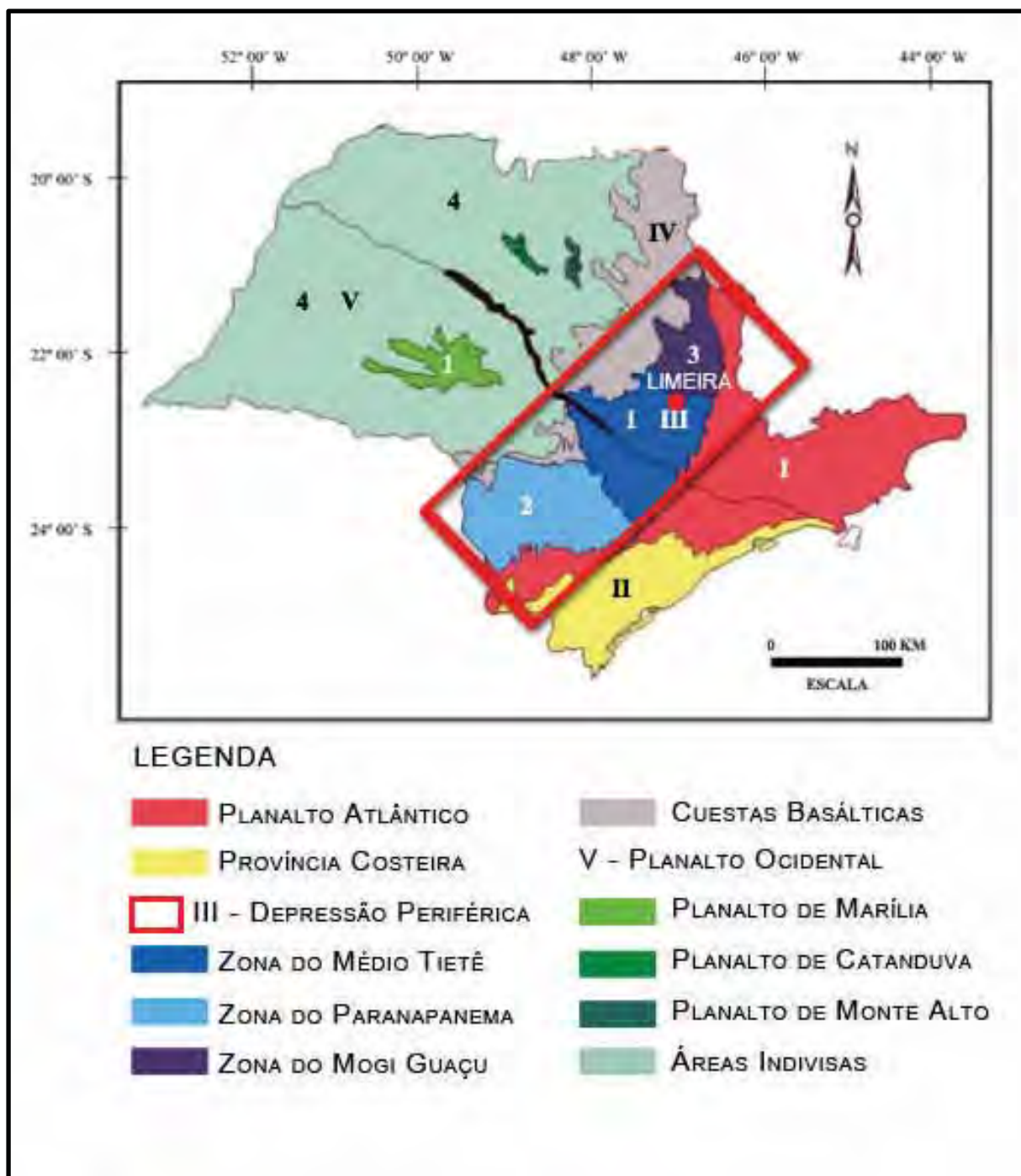


Figura 4.2.1. Geomorfologia do Estado de São Paulo, divisão proposta por Almeida (1964) (modificado de <http://www.abagrp.cnpem.embrapa.br/areas/geomorfologia.htm>).

Nunes et al (1994), citam feições associadas à Depressão Periférica, como, por exemplo, as cuestas, citadas já por Almeida (1974), e as formas de relevos residuais: os morros testemunhos e os inselbergues, uma forma residual que apresenta feições variadas-crista, cúpula, domo, “dorso de baleia”.

4.3 Pedologia

Segundo Oliveira et. al (1999), na região da área de estudo, Morro Azul em Limeira, são encontrados Latossolos Vermelhos com Nitossolos Vermelhos e Latossolos Vermelhos com Neossolos Litólicos, como mostra a Figura 4.3.1, com a área de estudo em destaque.

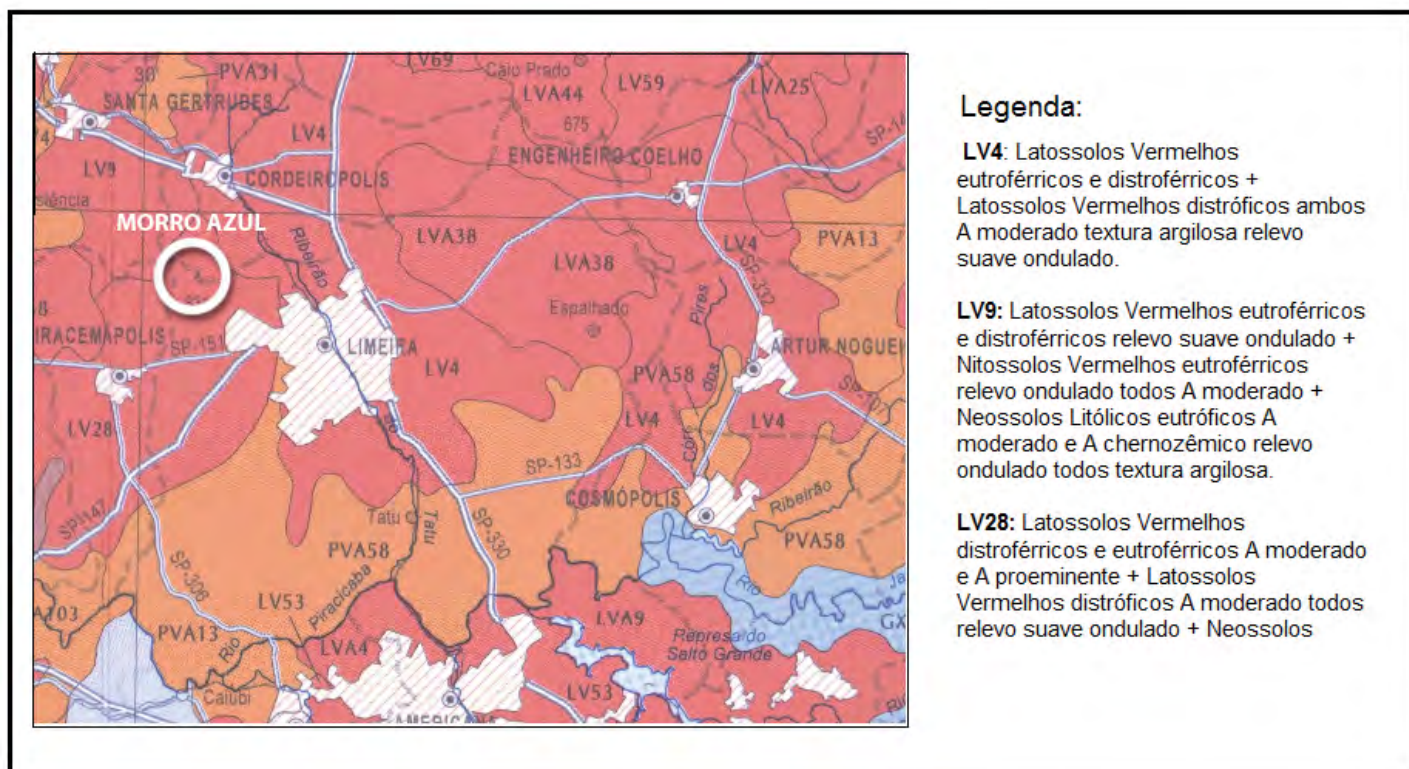


Figura 4.3.1. Mapa pedológico do Estado de São Paulo, com destaque para o Morro Azul. (modificado de OLIVEIRA et.al ,1999).

Abaixo uma breve descrição dos solos encontrados na área de estudo.

Latossolo Vermelho: Solos minerais, não hidromórficos com horizontes B latossólico e com cores mais avermelhadas devido ao alto teor de Fe₂O₃. São solos profundos, acentuadamente drenados, com pouca diferenciação entre os horizontes, com texturas predominantemente argilosas, ocorrendo pequenas áreas de textura média. Apresentam relevos ondulados, suaves ondulado a plano. São solos de baixa fertilidade natural e seu aproveitamento racional requer adubação e calagem (CBH – PCJ, 2008).

Neossolo Litólico: Solos minerais, pouco desenvolvidos, com horizonte A ou O hístico com menos de 40 cm de espessura sobre rocha ou sobre horizonte C ou Cr ou sobre material constituído por fragmentos de rocha.

São solos com muito nutrientes, especialmente os que derivam de rochas básicas (basaltos e diabásios), mas por apresentarem profundidade efetiva reduzida, o seu uso para a

agricultura é limitado, pois o volume de material para a fixação de plantas e a retenção de umidade são baixos (CBH – PCJ, 2008).

Nitossolos vermelhos: Solos minerais não hidromórficos com horizonte B textural, profundos, com argila de atividade baixa e apresentam sempre estrutura em blocos ou prismática bem desenvolvida no horizonte B. Possuem uma erodibilidade relativamente alta, com um discreto aumento de argila em profundidade, apresentando boa drenagem interna. Apresentam espessa zona de aeração, podendo ser utilizados para a deposição de resíduos, aterros sanitários, quando o declive não ultrapassar 10%, mas também tem bom potencial agrícola, sendo este seu uso preferível (CBH – PCJ, 2008).

4.4 Aspectos fisiográficos

4.4.1 Clima

O clima da região do município de Limeira, segundo a classificação climática de Koeppen, baseada em dados mensais pluviométricos e termométricos, é considerado como Cwa: clima tropical de altitude com inverno seco, tendo uma temperatura média anual de 22° C, no verão essa média pode chegar a 31°C, e uma precipitação média anual de 1311,6 mm.

4.4.2 Vegetação

Segundo Rodrigues (1998), na região predomina o bioma do Cerrado, que é constituído por vegetação caducifólia (ou estacional), predominantemente arbustiva, de raízes profundas, galhos retorcidos e casca grossa. É uma formação plenamente adaptada ao clima tropical típico, com chuvas abundantes no verão e inverno seco, desenvolvendo-se, sobretudo, no Centro-Oeste brasileiro e na região Sudeste, o cerrado se apresenta como enclave. A área mapeada apresenta uma pequena formação de floresta estacional semidecidual, esta formação se torna mais densa e com árvores maiores, caracterizada em regiões mais altas como Cerradão, porém com grandes alterações antrópicas, com a introdução de pinus e eucaliptos para extrativismo. Nas áreas mais baixas também se desenvolvem os capões, formações arbóreas geralmente arredondadas em meio à vegetação mais rala ou rasteira, utilizadas como pastagens.

4.4.3 Hidrografia

De acordo o site da Prefeitura de Limeira, o município de está inserido Unidade de Gerenciamento dos Recursos Hídricos nº. 5 — Piracicaba, Capivari e Jundiaí. Através da Lei Estadual n.7.663 de dezembro de 1991, o Estado de São Paulo foi dividido em 22 Unidades

de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (UGRHIs) (Figura 4.4.3.1), onde a UGRHI 05 compreende as bacias dos rios Piracicaba (11.313 km²), Capivari (1.665 km²), e Jundiaí (1.150 km²).

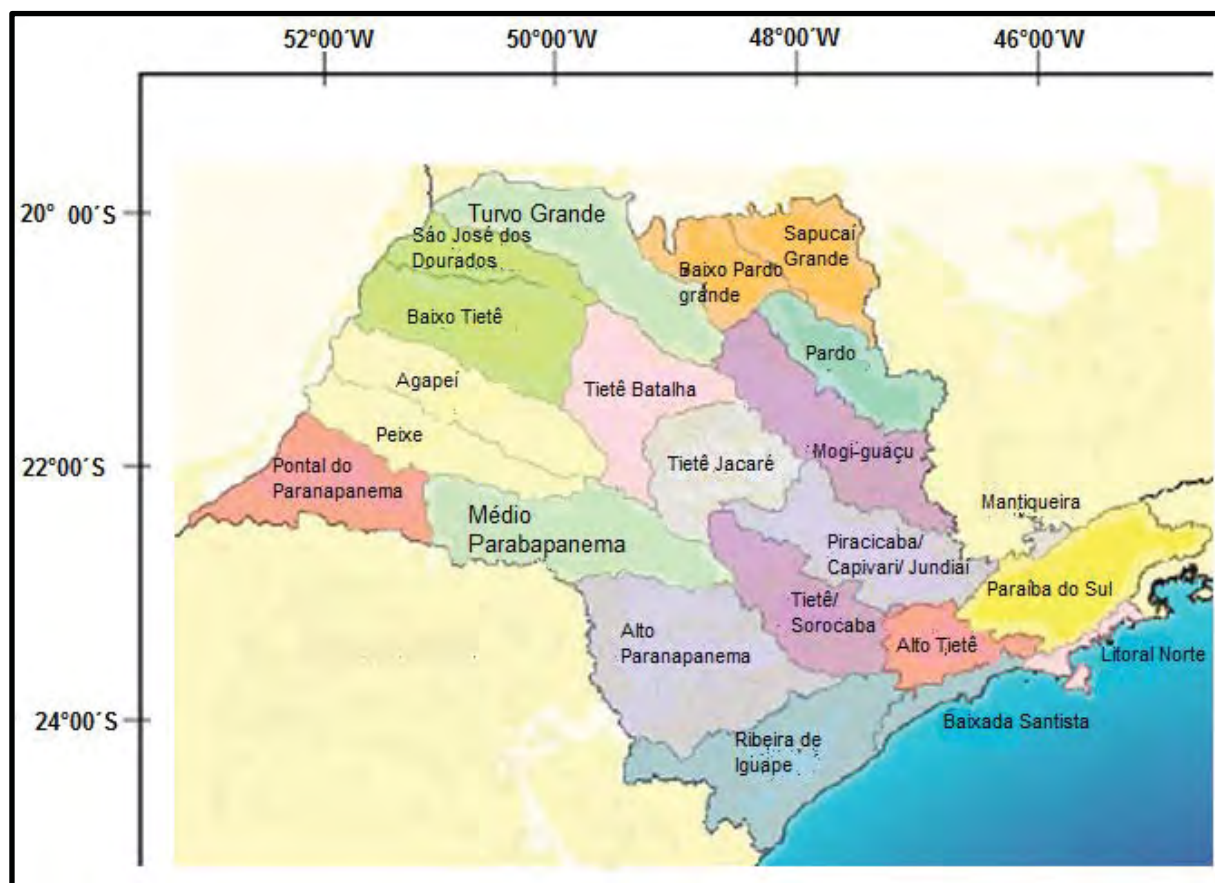


Figura 4.4.3.1. Mapa do Estado de São Paulo-UGRHIs (Junqueira et. al, 2011).

Segundo o Comitê das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (PCJ), há sete unidades (sub-bacias) principais, sendo cinco pertencentes ao Piracicaba (Piracicaba, Corumbataí, Jaguari, Camanducaia e Atibaia), além das sub-bacias dos rios Capivari e Jundiaí. O município de Limeira está inserido na Bacia hidrográfica do rio Piracicaba, e nas Sub-bacia do Rio Piracicaba e Sub-bacia do Rio Jaguari.

Além destes rios, Limeira também é abastecida pelo Ribeirão Pinhal, manancial alternativo de abastecimento de alta qualidade, ele nasce na divisa de Araras com Limeira e pelo ribeirão do Tatu, que nasce na zona rural de Cordeirópolis e desagua no rio Piracicaba (www.aguasdelimeira.com.br).

Na Figura 4.4.3.2, um detalhe das bacias PCJ com destaque para o município de Limeira.

5 RESULTADOS

Os resultados gerados a partir das características apresentadas em fotointerpretação e mapeamento foram um Mapa Geológico-Geomorfológico na escala de 1: 10 000, com 7 unidades delimitadas, uma tabela com as descrições das unidades e um Perfil Geológico-Geomorfológico da área de estudo.

A seguir, as descrições das Unidades reconhecidas na área estudada e as pranchas correspondentes com perfis de alteração, perfis esquemáticos do relevo e a tabela de característica das unidades.

5.1 Unidade 1- Arenito em Relevo Colinoso

A unidade geológico-geomorfológica 1 está localizada em uma pequena parte ao norte da área estudada e tem como substrato rochoso o arenito da Formação Pirambóia.

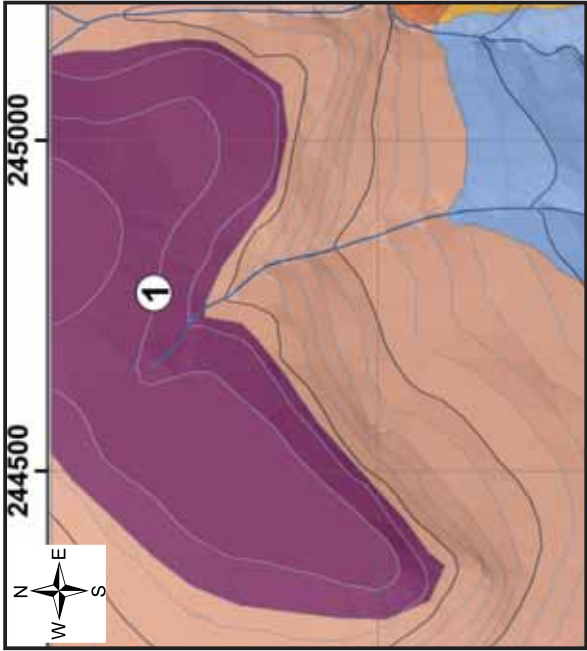
Em campo foi reconhecido em seu domínio, apenas uma areia de coloração branca-amarelada, de granulometria fina, bem selecionada.

Em fotointerpretação esta unidade apresentou baixas densidades de relevo e de drenagem, com amplitude (780-795 metros) e declividade (no máximo 15%) também baixas.

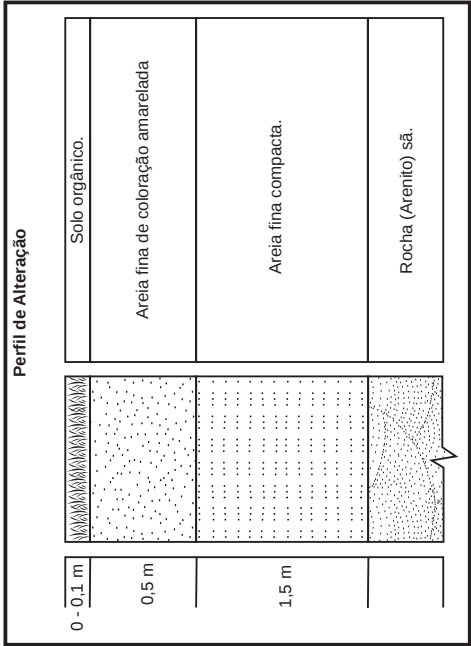
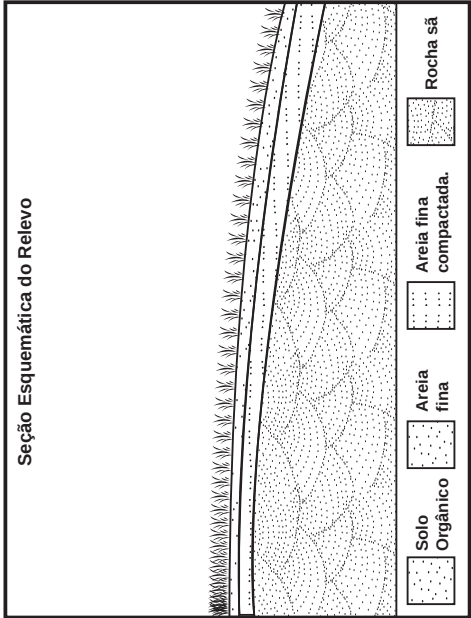
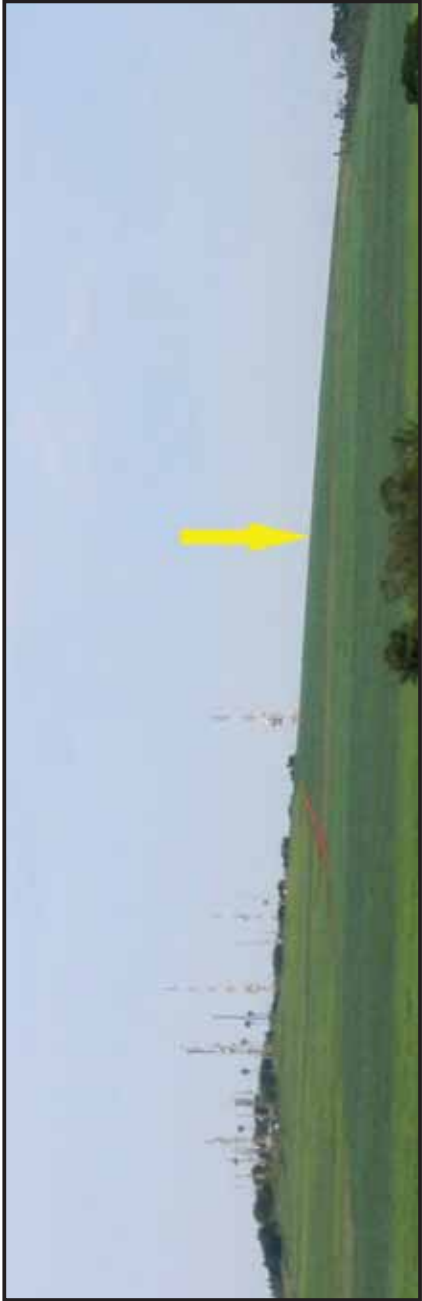
A forma de encosta é convexa com topo aplainado.

A Ficha 1 apresenta uma seção esquemática do relevo da unidade, seu perfil de alteração, uma tabela síntese de suas características e imagens da área.

Detalhe da unidade 1 no
Mapa Geológico-geomorfológico



Vista panorâmica - Arenito em relevo colinoso.



UNIDADE GEOLÓGICA GEOMORFOLÓGICA	GEOLOGIA	RELEVO	DENSIDADE DE DRENAGENS	DENSIDADE DE RELEVO	AMPLITUDE DE RELEVO	DECLIVIDADE MÉDIA	PERFIL DE ENCOSTA	FORMA DE TOPO	FEIÇÕES PARTICULARES
UNIDADE 01 Arenito em relevo colinoso.	ARENITO	COLINA	BAIXA	BAIXA	PEQUENA (~15 M)	BAIXA (0 - 5%)	CONVEXA	APLAINADO	-

5.2 Unidade 2- Diabásio em Morro com Encosta Suave.

A unidade geológico-geomorfológica 2, localizada em toda parte norte do mapa, tem como substrato rochoso os diabásios de idade mesozóica, que apresentam uma coloração verde escuro a preta, quando não alterada, devido à abundância de minerais ferromagnesianos.

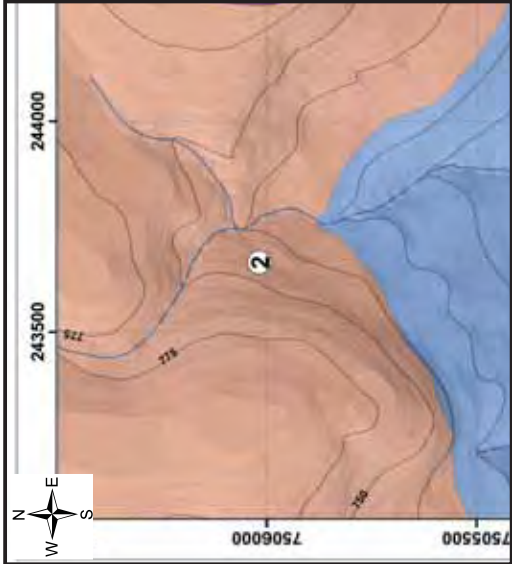
Durante o mapeamento, foi possível identificar nessa área, um solo argiloso, de coloração vermelha, que ocorre em praticamente 95% da unidade. Apenas em alguns locais foram encontrados blocos decimétricos de diabásio no meio desse solo, apresentando esfoliação esferoidal. O material dessa cobertura é referente à alteração das rochas básicas intrusivas, os diabásios. No contato entre esta unidade e a unidade 3, está o ponto mais alto da área mapeada, chegando aos 830 metros de altitude.

Na etapa de fotointerpretação, essa unidade apresentou baixa densidade de relevo e de drenagem, a amplitude é média (cotas entre 650-830 metros) com declividade baixa (15%), com formas de encosta convexa e topo arredondado.

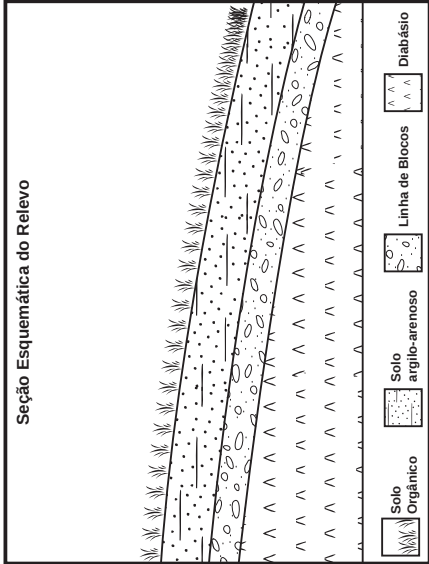
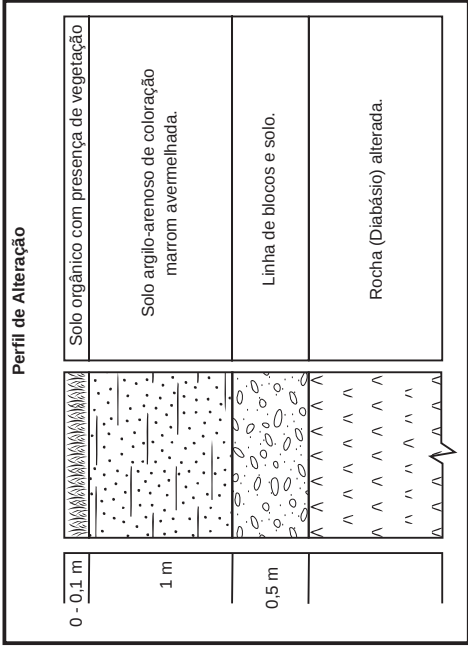
Esta unidade é intensamente ocupada por plantio de cana-de-açúcar.

A Prancha 2 apresenta uma seção esquemática do relevo da unidade, seu perfil de alteração, uma tabela síntese de suas características e imagens da área.

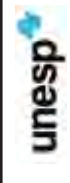
Detalhe da unidade 2 no
Mapa Geológico-geomorfológico



Vista panorâmica - Diabásio em morro com encosta suave.



UNIDADE GEOLÓGICA GEOMORFOLÓGICA	GEOLOGIA	RELEVO	DENSIDADE DE DRENAGENS	DENSIDADE DE RELEVO	AMPLITUDE DE RELEVO	DECLIVIDADE MÉDIA	PERFIL DE ENCOSTA	FORMA DE TOPO	FEIÇÕES PARTICULARES
UNIDADE 02 Diabásio em morro com encosta suave.	DIABÁSIO	ENCOSTA SUAVE	BAIXA	BAIXA	MÉDIA (~180 M)	BAIXA (0 - 15 %)	CONVEXA	ARREDONDADO	-



5.3 Unidade 3- Diabásio em Vertente Retilínea.

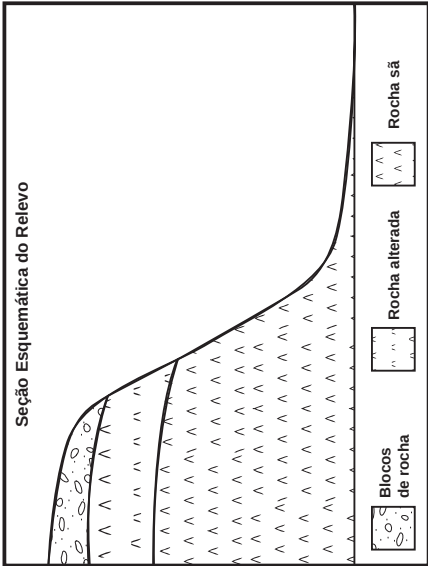
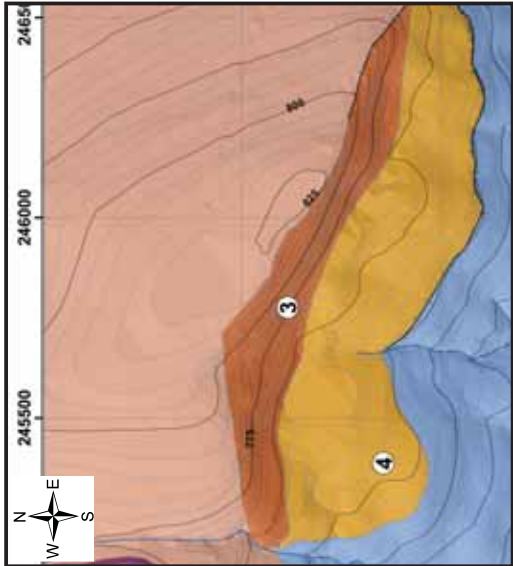
A unidade geológico-geomorfológica 3, localizada na parte central do mapa e pertencente ao domínio do diabásio como substrato rochoso, é o local de mais difícil acesso de toda a área mapeada, pois apresenta uma declividade alta, em alguns pontos com declividade 100%, como mostra o mapa de declividade, e uma vegetação muito densa.

A densidade de relevo e de drenagem são baixas e amplitude pequena (750-825 metros). Apresenta forma de encosta retilínea e topo anguloso, uma feição que se mostra em fotointerpretação é quebra positiva.

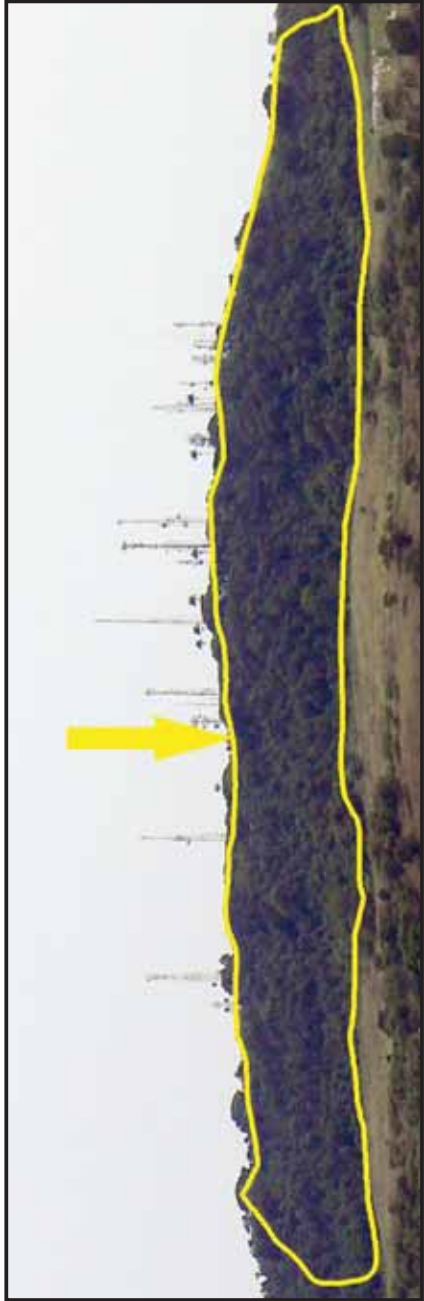
No contato entre esta unidade e a Unidade 2, a ocorrência de blocos métricos de diabásio começa a se tornar frequente, e há diminuição da espessura do solo vermelho associado a alta declividade.

A Prancha 3 apresenta uma seção esquemática do relevo da unidade, seu perfil de alteração, uma tabela síntese de suas características e imagens da área.

Detalhe da unidade 3 no
Mapa Geológico-geomorfológico



Vista panorâmica - Diabásio em vertente retilínea



Perfil de Alteração		
?		Blocos de rocha em solo areno-argiloso de coloração avermelhada.
?		Rocha (Diabásio) alterada.
		Rocha (Diabásio) sã.

UNIDADE GEOLÓGICA GEOMORFOLÓGICA	GEOLOGIA	RELEVO	DENSIDADE DE DRENAGENS	DENSIDADE DE RELEVO	AMPLITUDE DE RELEVO	DECLIVIDADE MÉDIA	PERFIL DE ENCOSTA	FORMA DE TOPO	FEIÇÕES PARTICULARES
UNIDADE 03 Diabásio em vertente retilínea.	DIABÁSIO	VERTENTE RETILÍNEA	BAIXA	BAIXA	PEQUENA (~80 M)	ALTA (60 - 100%)	RETILÍNEO	ANGULOSO	QUEBRA POSITIVA

5.4 Unidade 4- Depósito de Tálus no Sopé de Encosta

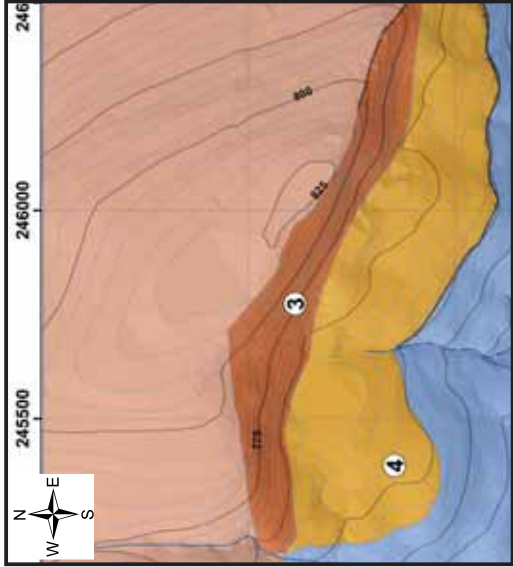
A unidade geológico-geomorfológica 4, localizada na parte central do mapa é resultado direto dos processos que atuam na Unidade 3, como escorregamento e queda de blocos. O depósito de tálus em sopé de encosta é caracterizado pela grande quantidade de blocos e matações de diabásio de dimensões variadas, desde centimétricos até métricos, angulosos a sub-angulosos envoltos por solo areno-siltoso de coloração avermelhada.

Nesta unidade as densidades de relevo e de drenagem são baixas, topograficamente, tem uma variação de 50m de altitude, entre as cota de 775m, na sua região mais elevada, e a cota de 725, na região de menor elevação. A declividade é baixa não ultrapassando os 15%. O perfil da encosta nesta unidade é convexa.

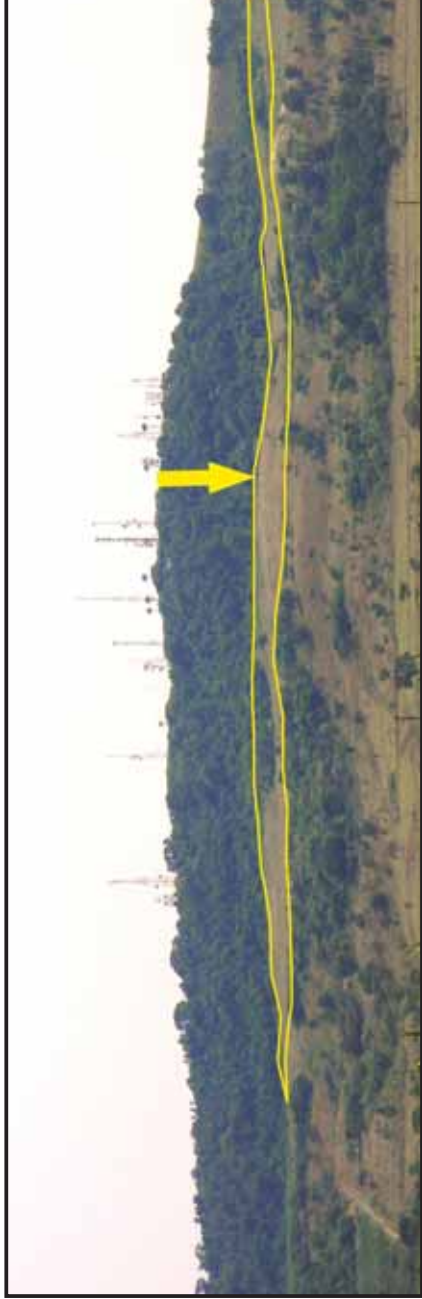
Nesta unidade foi observado o uso do solo para agricultura, mais especificamente, por plantações de café.

A Prancha 4 apresenta uma seção esquemática do relevo da unidade, seu perfil de alteração, uma tabela síntese de suas características e imagens da área.

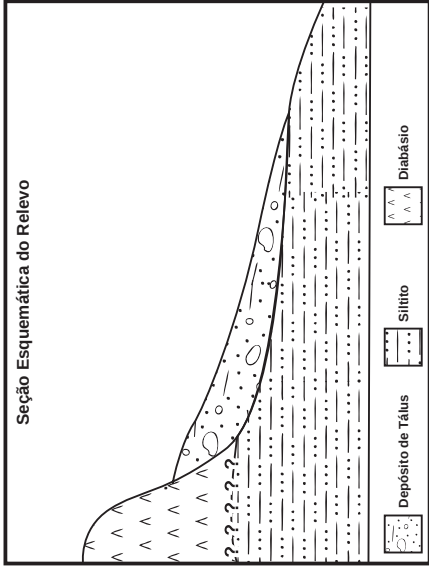
Detalhe da unidade 4 no
Mapa Geológico-geomorfológico



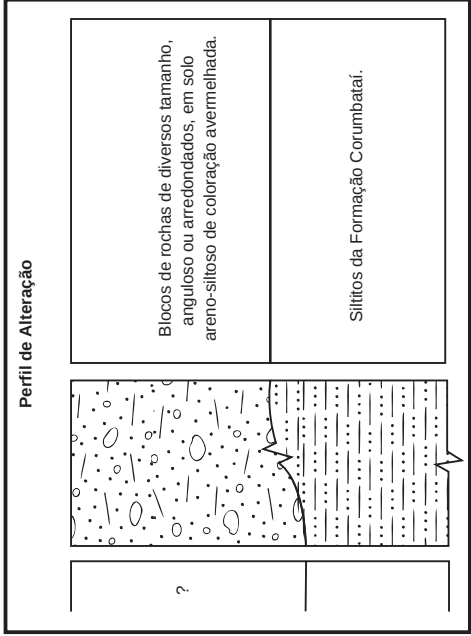
Vista panorâmica - Depósito de Tálus



Seção Esquemática do Relevo



Perfil de Alteração



UNIDADE GEOLÓGICA GEOMORFOLÓGICA	GEOLOGIA	RELEVO	DENSIDADE DE DRENAGENS	DENSIDADE DE RELEVO	AMPLITUDE DE RELEVO	DECLIVIDADE MÉDIA	PERFIL DE ENCOSTA	FORMA DE TOPO	FEIÇÕES PARTICULARES
UNIDADE 04 Depósito de Tálus no sopé de encosta.	TÁLUS	MEIA ENCOSTA	BAIXA	BAIXA	PEQUENA (~50 M)	BAIXA (0 - 15 %)	CONVEXA	ARREDONDADO	-

5.5 Unidade 5- Silito em Vertente Convexa.

A unidade geológico-geomorfológica 5 ocorre em uma faixa de direção E-W, na parte central do mapa. Nesta unidade foram reconhecidos silitos pertencentes à Formação Corumbataí, de idade permiana, caracterizada por argilitos, folhelhos e silitos de coloração cinza a preta em sua porção inferior e argilitos de coloração roxa e vermelha com intercalações de arenitos finos na sua porção superior.

Na área mapeada, os silitos apresentam coloração roxeada, muito fraturados, com fratura conchoidal, e em alguns locais ocorre intercalação do silito com arenitos de granulometria fina a média, bem selecionados de coloração branco-amarelada. Ainda nesta unidade ocorrem locais com silitos vermelhos, ocre e um nível de silito esverdeado, todos sempre muito fraturados.

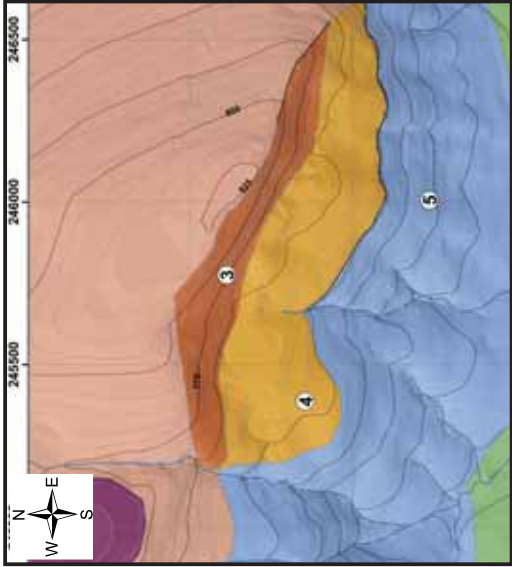
Os solos desta unidade apresentam espessuras variáveis, de 10- 50 centímetros. São solos silte-argilosos de coloração marrom.

Em fotointerpretação, a unidade apresentou densidade de relevo e densidade de drenagens médias, a amplitude apesar de variar 100 metros (das cotas 625-725) ela ainda é considerada pequena. A declividade desta unidade é considerada de média a alta, como pode ser observado no mapa de declividade da área, com regiões onde a declividade alcança os patamares de 31-60%. Os vales desta unidade são vale fechados.

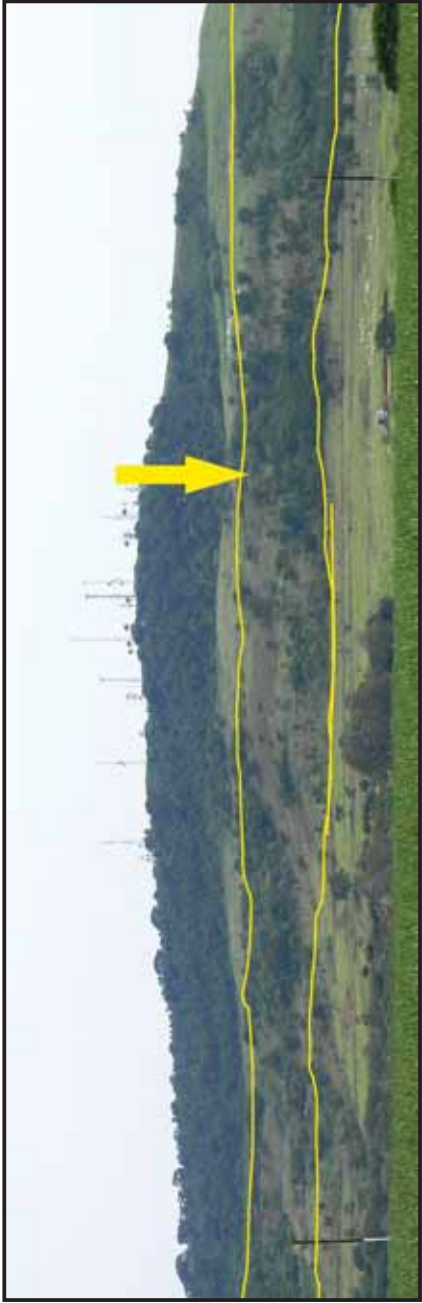
A ocupação de solo se tem apenas onde o relevo se torna mais suave (próximo ao contato com a Unidade 6), ocorrendo seu uso para pasto para a criação de gado.

A Prancha 5 apresenta uma seção esquemática do relevo da unidade, seu perfil de alteração, uma tabela síntese de suas características e imagens da área.

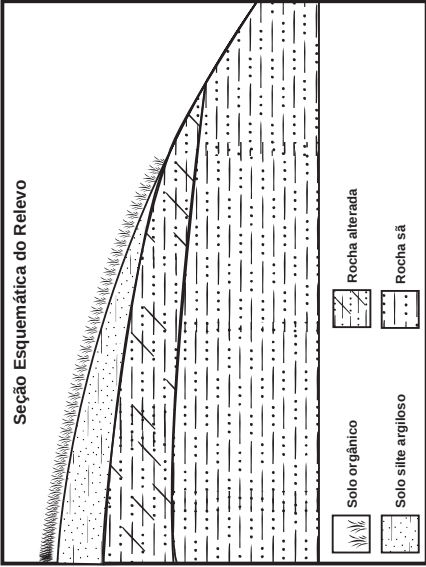
Detalhe da unidade 5 no
Mapa Geológico-geomorfológico



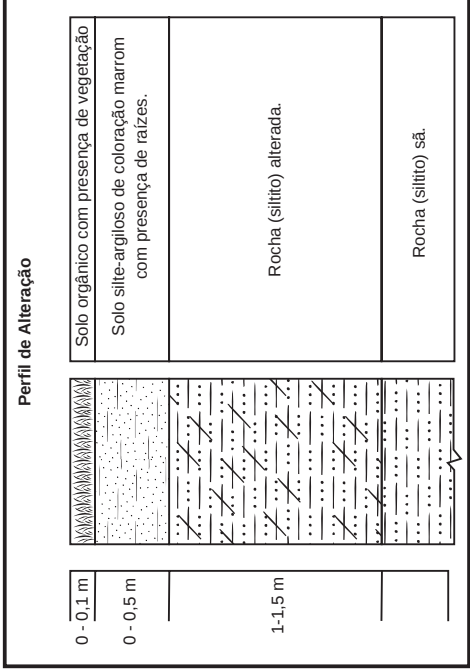
Vista panorâmica - Siltito em vertente convexa



Seção Esquemática do Relevo



Perfil de Alteração



UNIDADE GEOLÓGICA GEOMORFOLÓGICA	GEOLOGIA	RELEVO	DENSIDADE DE DRENAGENS	DENSIDADE DE RELEVO	AMPLITUDE DE RELEVO	DECLIVIDADE MÉDIA	PERFIL DE ENCOSTA	FORMA DE TOPO	FEIÇÕES PARTICULARES
UNIDADE 05 Siltito em vertente convexa	SILTITOS DA FORMAÇÃO CORUMBATAÍ	VERTENTE	MÉDIA	MÉDIA	PEQUENA (~100 M)	MÉDIA A ALTA (16 - 60 %)	CONVEXA	ARREDONDADO	QUEBRAS POSITIVA

5.6 Unidade 6- Depósito Coluvionar em Relevo Colinoso.

A unidade geológico-geomorfológica 6 ocorre como uma faixa de direção E-W na parte sul do mapa, tem como substrato rochoso o siltito da Formação Corumbataí.

Apresenta solo arenoso de granulometria fina a média, mal selecionado de coloração marrom avermelhado sobre um solo argiloso vermelho amarelado em alguns pontos e em outros apenas o solo arenoso sobre siltitos alterados.

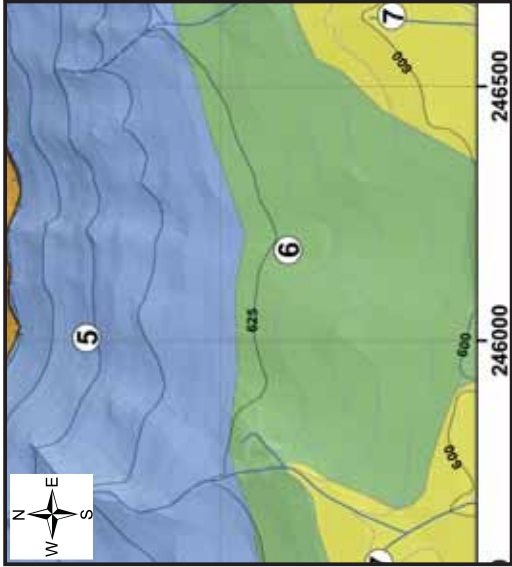
Na etapa de fotointerpretação a unidade apresentou densidade de relevo e de drenagem baixa, amplitude pequena (30 metros) e declividade baixa (0- 15%).

Apresenta forma de encosta convexa com topo arredondado

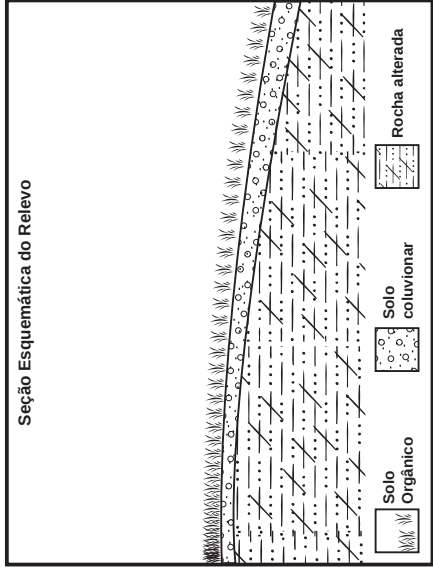
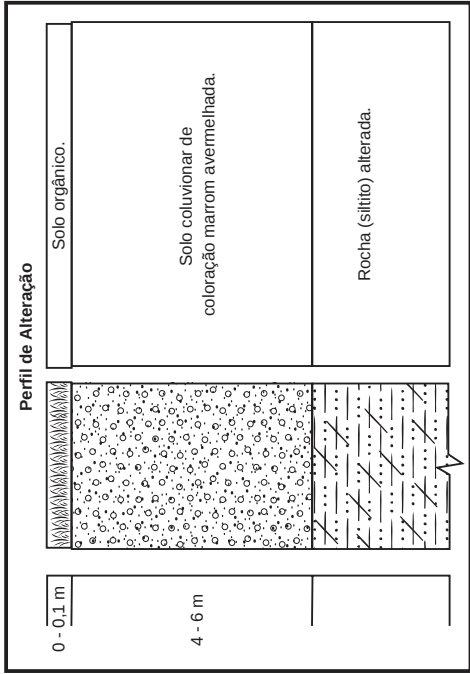
Próximo ao contato com a Unidade 5, o solo dessa unidade tem sido utilizado como pasto para criação de gado e equinos. Nas regiões mais ao sul desta unidade, ocorre a utilização do solo para o plantio da cana-de-açúcar.

A Prancha 6 apresenta uma seção esquemática do relevo da unidade, seu perfil de alteração, uma tabela síntese de suas características e imagens da área.

Detalhe da unidade 6 no
Mapa Geológico-geomorfológico



Vista panorâmica - Depósito Colúvionar em relevo colinoso.



UNIDADE GEOLÓGICA GEOMORFOLÓGICA	GEOLOGIA	RELEVO	DENSIDADE DE DRENAGENS	DENSIDADE DE RELEVO	AMPLITUDE DE RELEVO	DECLIVIDADE MÉDIA	PERFIL DE ENCOSTA	FORMA DE TOPO	FEIÇÕES PARTICULARES
UNIDADE 06 DEPÓSITO COLÚVIONAR EM RELEVO COLINOSO	COLÚVIO	MEIA ENCOSTA	BAIXA	BAIXA	PEQUENA (~30 M)	BAIXA (0 - 15%)	CONVEXA	ARREDONDADO	-



5.7 Unidade 7- Planícies Aluvionares

A unidade geológico-geomorfológica 7, que se localiza na parte sul do mapa, corresponde às planícies aluvionares, que são depósitos quaternários, originados da decomposição e erosão das rochas, no caso da área de estudo arenitos, diabásios e siltitos, e do retrabalhamento e transporte de sedimentos por meio das drenagens. Estes depósitos apresentam solos silte-arenosos de coloração marrom avermelhado em alguns pontos e em outros solos argilosos de coloração vermelho ocre.

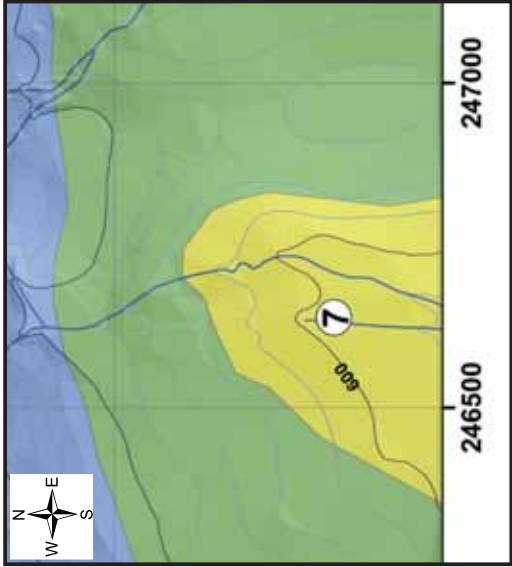
Na etapa de fotointerpretação, essa unidade apresentou baixa densidade de drenagem e de elementos de relevo. A amplitude local é pequena, variando entre as cotas 595 e 610 metros, a declividade é baixa, ficando abaixo dos 5 %. Apresenta vales abertos.

Os processos geológicos que atuam em planícies aluvionares são a erosão fluvial, que atua nas margens do canal e o assoreamento.

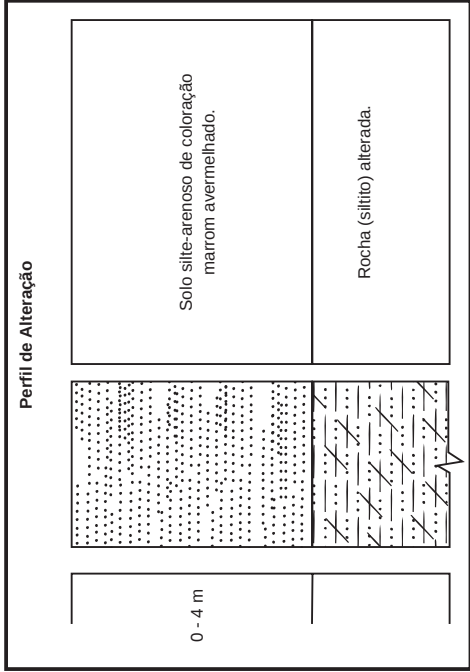
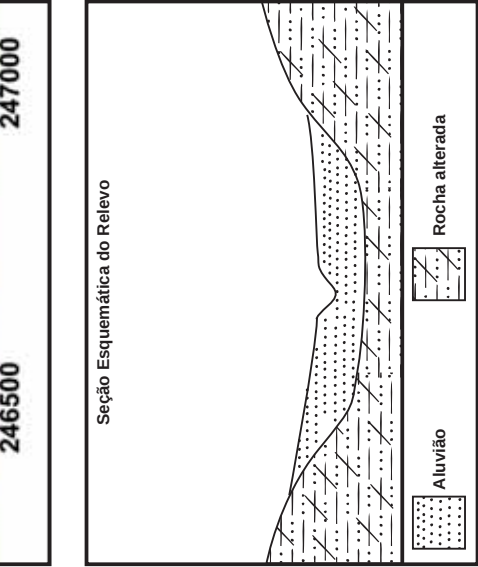
A unidade 7 apresenta áreas com atividade agrícola e nas proximidades da periferia da cidade de Limeira apresenta ocupação humana, com a construção de moradias.

A Prancha 7 apresenta uma seção esquemática do relevo da unidade, seu perfil de alteração, uma tabela síntese de suas características e imagens da área.

Detalhe da unidade 7 no
Mapa Geológico-geomorfológico



Vista panorâmica - Planícies Aluvionárias



UNIDADE GEOLÓGICA GEOMORFOLÓGICA	GEOLOGIA	RELEVO	DENSIDADE DE DRENAGENS	DENSIDADE DE RELEVO	AMPLITUDE DE RELEVO	DECLIVIDADE MÉDIA	PERFIL DE ENCOSTA	FORMA DE TOPO	FEIÇÕES PARTICULARES
UNIDADE 07 PLANÍCIES ALUVIONÁRIAS	ALUVIÃO	PLANÍCIE ALUVIONAR	BAIXA	BAIXA	PEQUENA (~15 M)	BAIXA (0 - 2 %)	-	-	-



6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Morro Azul, localizado no município de Limeira, SP, é um relevo residual, sustentado pelos diabásios, cuja evolução se deu através da erosão das litologias menos competentes, através da instalação de redes de drenagens.

Litologicamente, apresenta siltitos da Formação Corumbataí, diabásios sincrônicos à Formação Serra Geral, sedimentos da Formação Pirambóia, sedimentos quaternários nas planícies aluvionares, oriundos do intemperismo, erosão e transporte das rochas. Apresenta também depósitos de talus e coluvionares.

A partir da fotointerpretação e do mapeamento de campo, foi possível dividir a área em sete unidades geológico-geomorfológicas, com diferenças litológicas, de declividade, forma de encosta, forma de topo, amplitude e densidade textural. Os quadros propostos por Zaine (2011) contribuíram para a delimitação das zonas homólogas na etapa de fotointerpretação e para a caracterização geológica-geomorfológica.

As sete unidades geológico-geomorfológicas foram caracterizadas da seguinte forma:

Unidade 1 apresentou solo arenoso proveniente da alteração dos arenitos da Formação Pirambóia, apresentando baixa densidade de drenagem e relevo, baixas amplitudes e declividades, como encosta convexa e topo aplainado.

As Unidades 2, 3, apesar de apresentarem a mesma litologia, no caso os diabásios sincrônicos à Formação Serra Geral, apresentam diferenças quanto a declividade, forma de encosta, material de cobertura e a sua espessura. Desse modo, existem diferenças quanto ao uso e ocupação, como é possível observar, que na Unidade 2, caracterizada por baixa amplitude e declividade, apresenta solo argiloso avermelhado, e predominam as plantações de cana-de-açúcar. A Unidade 3, por causa da alta declividade e pela presença da floresta semidecidual, sua utilização pelo homem é inexistente.

A unidade 4, caracterizada por um depósito de tálus, tem como substrato rochoso os siltitos da Formação Corumbataí, mas seus sedimentos são provenientes de processos como erosão, queda de blocos, escorregamentos que afetaram os diabásios da unidade 3. A ocupação do solo se dá por plantação de café.

Unidade 5, 6 e 7 também apresentam como substrato rochoso os siltitos da Formação Corumbataí, mas por terem características de relevo e solo diferentes, pertencem à unidades geológico-geomorfológicas diferentes.

A unidade 5 apresenta densidades de relevo e drenagem médias, de acordo com a classificação da tabela proposta por Zaine (2011), é a unidade que apresenta a maior densidade textural da área, com muitas drenagens, e em alguns poucos pontos observados em

foto aérea a presença marcante de quebras positivas. Esta unidade apresenta declividade média a alta, solos com espessuras variáveis (0-50 cm) e ocupação por pasto.

Unidade 6 apresenta depósito coluvionar, com solos de espessuras métricas. Apresenta densidade textural baixa assim como baixas declividade e amplitude. Seu solo é utilizado para pasto para a criação de bovinos e equinos e mais ao sul, quase no limite da área mapeada, existe também o plantio de cana-de-açúcar.

A Unidade 7 apresenta as regiões com menor declividade e altitude da área, atingindo em alguns pontos altitudes menores que 600 m. São planícies que tem como cobertura os sedimentos trabalhados e transportados pelos canais fluviais. Nesta unidade ocorrem solos silte-arenosos de coloração marrom avermelhado em alguns pontos e em outros solos argilosos de coloração vermelho ocre.

O presente trabalho apresenta-se apenas como um trabalho preliminar, que pode vir a servir de subsidio a trabalhos mais específicos, quanto à geotecnia, problemas ambientais, entre outros.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOTECA VIRTUAL. Disponível em

<http://www.bibliotecavirtual.sp.gov.br/saopaulo-geografia.php>. Acessado em 12 mar 2012.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em

<http://www.abagrp.cnpm.embrapa.br/areas/geomorfologia.htm>. Acessado em 12 mar 2012.

GAZETA DE LIMEIRA. Disponível em

<http://www.gazetainfo.com.br/site/index>. Acessado em 28 mar 2012.

PREFEITURA MUNICIPAL DE LIMEIRA. Disponível em

<http://www.limeira.sp.gov.br/municipio/index.htm>. Acessado em 12 mar 2012.

ALMEIDA, F.F.M. de. Fundamentos geológicos do relevo paulista. Inst. Geograf. Geol.Boletim, São Paulo, 41, p. 167-263, 1974;

ASSINE, M. L., PIRANHA, J. M., CARNEIRO, C. D. R. 2004. Os paleodesertos Pirambóia e Botucatu. In: Mantesso NETO, BARTORELLI, A., CARNEIRO, C. D. R., BRITO NEVES, B. B. Geologia do continente sul-americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. São Paulo, Beca, capítulo V, p.77-92.

BRIGHETTI, J.M.P. & CAETANO-CHANG, M.R. Fácies de dunas e lençóis de areia em sedimentos da Formação Pirambóia na região de Rio Claro (SP). In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 4, 1995, São Pedro.

CAMARGO, F.F ; FLORENZANO, T.G; ALMEIDA, C.M de; OLIVEIRA, C. G. de. Mapeamento geomorfológico com imagens estereoscópicas digitais do sensor Aster/ Terra. São Paulo, UNESP, Geociências, v. 30, n. 1, p. 95-104, 2011

CASSETI, V. 2001. Disponível em: <www.funape.org.br/geomorfologia>. Acesso em: outubro. 2008.

CBH – PCJ - Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí; “PLANO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ PARA O QUADRIÊNIO 2008-2011”, 2008.

FLORENZANO, T. G. Geomorfologia - Conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

JUNQUEIRA, M.A.D. R; SAIANI, C.C. S; PASSADOR, C.S. Apontamentos sobre a lei brasileira das águas: a experiência do estado de São Paulo. REGE, São Paulo – SP, Brasil, v. 18, n. 2, p. 159-175, abr./jun. 2011

MARETTI, C. C. Exemplos de geologia aplicada a um processo de planejamento costeiro: cartas geológico-geotécnicas da região estuarino-lagunar de Iguape e Cananéia e da Ilha Comprida. 1998. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1998.

MARTH, J.D; KOESTER, E ; ARNDT, A.L. Mapa Geológico-geomorfológico do município de Pelotas, RS. In: XVII CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 2008.

NUNES, B.A. et al (coordenadores). Manual técnico de geomorfologia. Rio de Janeiro:IBGE. Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1994.

OLIVEIRA, J.B; de CAMARGO, M.N.; ROSSI, M. & CALDERANO FILHO, B. Mapa Pedológico do Estado de São Paulo: Legenda Expandida. Campinas, Instituto Agrônomo/EMBRAPA Solos. Campinas. 1999. 64p. Inclui Mapas

PASTORES, E.L; FORTES, R. M. Caracterização e Classificação de Solos. In: OLIVEIRA, A. M. S; BRITO, S. N. A. (ed.). Geologia de Engenharia. São Paulo: ABGE. cap. 12, p.197-210, 1998.

PENTEADO, M.M. Geomorfologia do setor centro ocidental da Depressão Periférica Paulista. Tese de doutoramento. Rio Claro. IGCE, UNESP, 1968.

RICCOMINI, C. 1995. Tectonismo gerador e deformador dos depósitos sedimentares Pós-Gondvânicos da porção Centro-Oriental do Estado de São Paulo e áreas vizinhas. Tese (livre docência) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo

RODRIGUES, R.R. A vegetação de Piracicaba e municípios do entorno. CIRCULAR TÉCNICA IPEF n. 189, Agosto de 1999. Departamento de Botânica - ESALQ/USP

ROSS, J. L. S. Geomorfologia: Ambiente e Planejamento. Sao Paulo: Contexto, 1990. 85p

TINÓS, T.M. Mapeamento geológico-geotécnico a partir de metodologia de análise integrada: ensaio de aplicação no município de Poços de Caldas - MG. 2011. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2011.

TOMAZZOLI, E. R.; PELLERIN, J. R. M. O mapeamento geológico-geomorfológico como procedimento básico na caracterização de áreas de risco: o caso da área central da cidade de Florianópolis-SC. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS, 1., 2004, Florianópolis. Anais... Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004. p. 277-287.

VAZ, L.F. Classificação Genética dos Solos e dos Horizontes de Alteração de Rochas em Regiões Tropicais. In: Rev. Solos e Rochas, v.19, n. 2, p. 117-136, ABMS/ABGE, São Paulo, SP, 1996

VEDOVELLO, R. Zoneamento geotécnicos por sensoriamento remoto, para estudos de planejamento do meio físico - aplicação em expansão urbana.1993. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1993.

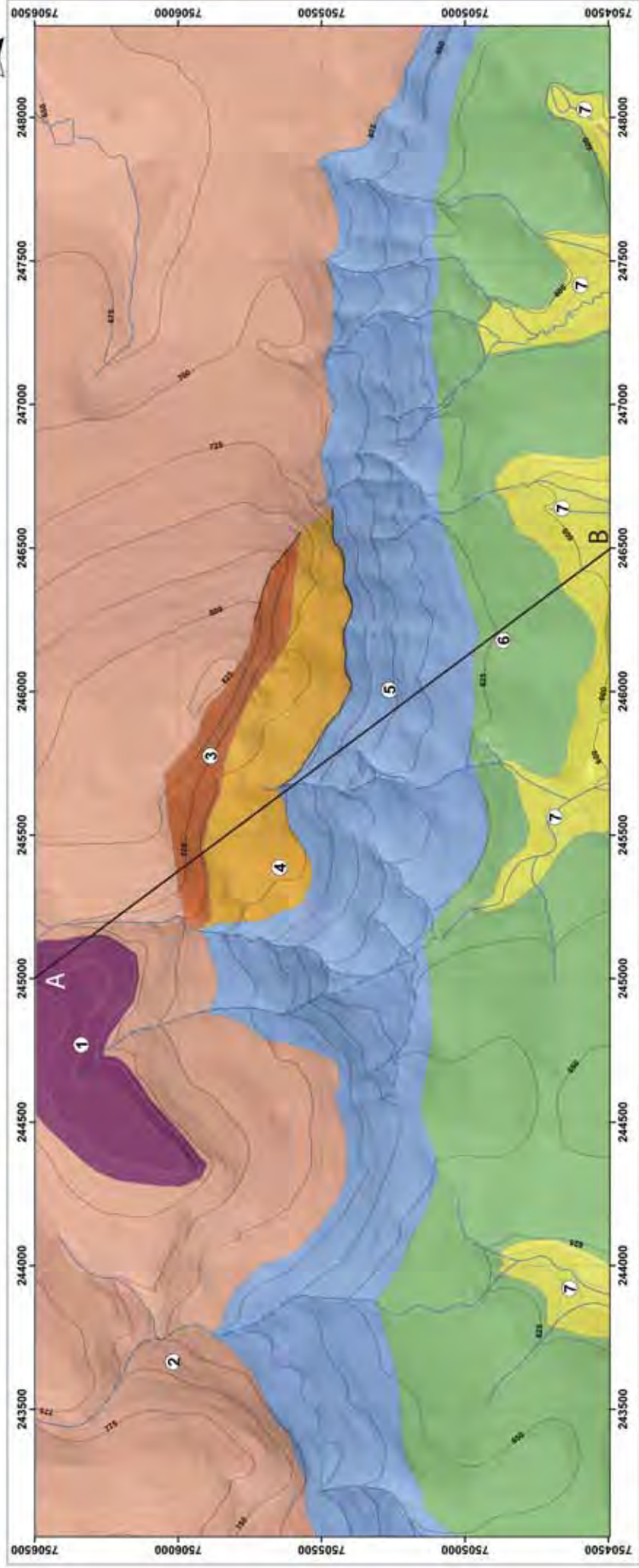
VEDOVELLO R. E MATTOS, J. T. de, A utilização de Unidades Básicas de Compartimentação (UBCs) como base para a definição de Unidades Geotécnicas. Uma abordagem a partir do Sensoriamento Remoto. ABGE/UFSC/SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA, 3, Florianópolis. Anais... Florianópolis, 1998 (CD-ROM).

ZAINE, J. E. ; PERINOTTO, J. A. J. ; ETCHEBEHERE, M. L. ; ROVERI, C. ; MENEGAZZO, M. ; MORALES, N. . Mapa Geológico da Folha São Carlos do Pinhal (SF-23-Y-A), na Escala 1:100.000. 2008.

ZAINE, J. E. Método de fotogeologia aplicado a estudos geológico-geotécnicos: ensaio em Poços de Caldas, MG. Tese (Livre – docência) - Instituto de Geociencias e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 2011.

ANE O I

Mapa Geológico- Geomorfológico



Legenda

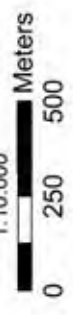
Unidades

- Unidade 1 Arenito em relevo colinoso
- Unidade 2 Diabásio em morro com encosta suave
- Unidade 3 Diabásio em vertente retilínea
- Unidade 4 Depósito de Talus no sopé de encosta
- Unidade 5 Siltito em vertente convexa
- Unidade 6 Depósito coluvionar em relevo colinoso
- Unidade 7 Planícies aluvionares

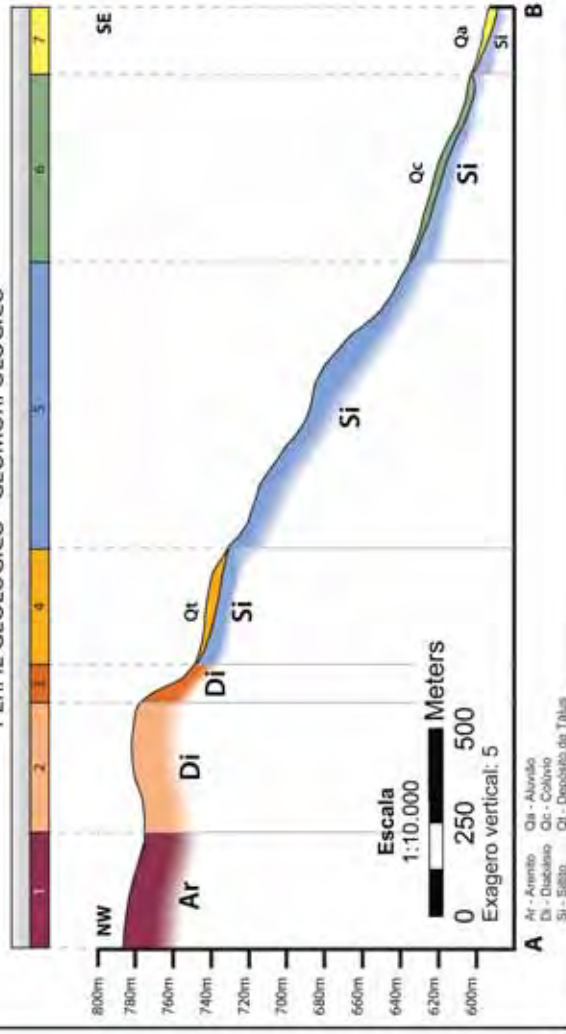
Convenções Cartográficas

- Drenagem
- Curvas de nível (equidistância-5 metros)
- Quebra positiva

Escala
1:10.000



PERFIL GEOLÓGICO - GEOMORFOLÓGICO



Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"
Instituto de Geociências e Ciências Exatas

MAPEAMENTO GEOLÓGICO - GEOMORFOLÓGICO
DO MORRO AZUL, NA REGIÃO DE LIMEIRA - SP,
NA ESCALA 1:10.000

ANEXO I
MAPA GEOLÓGICO - GEOMORFOLÓGICO

ESCALA 1:10.000

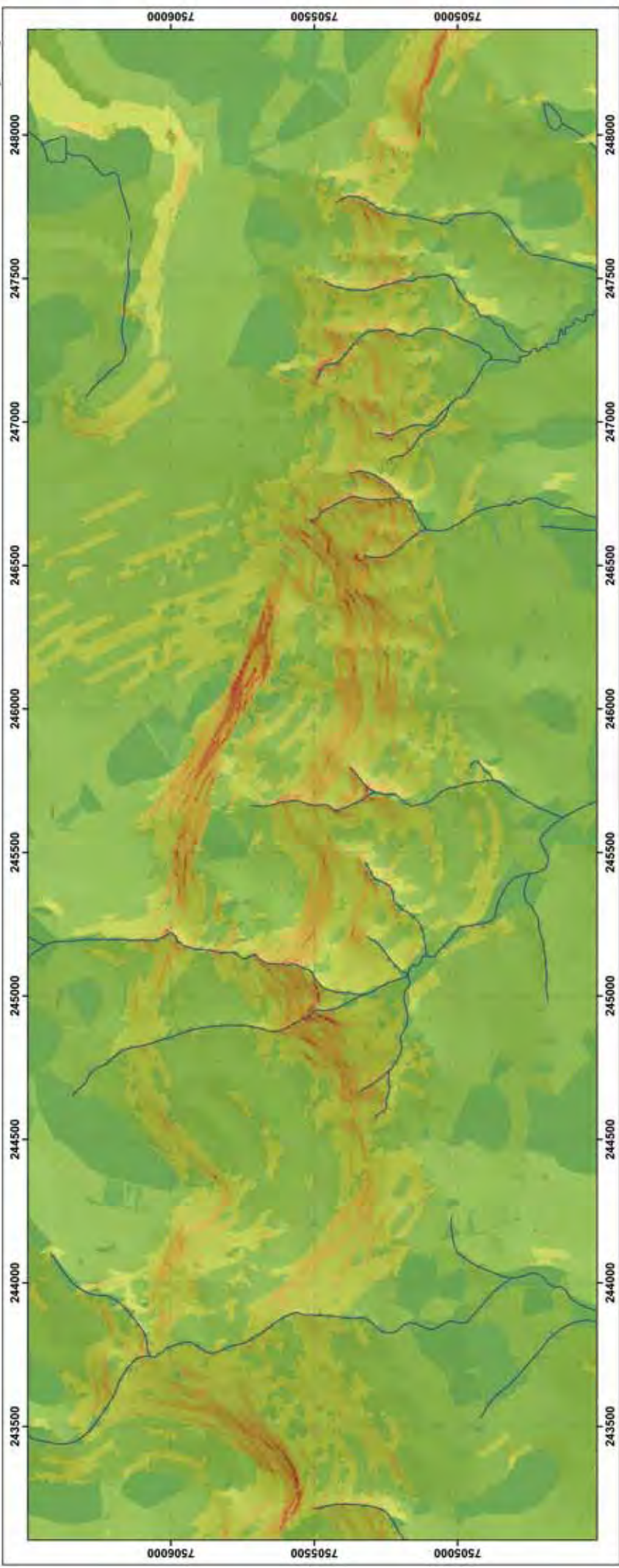
PROJEÇÃO: UTM
FUSO: 23S
DATUM: CÔRREGO ALEGRE

LARISSA GOMES LOBO
ORIENTADOR: PROF. DR. JOSÉ EDUARDO ZAINE

RIO CLARO, NOVEMBRO DE 2012

ANE O II

Mapa de Declividade



Legenda

Declividade

- 0 - 5%
- 5,1 - 15%
- 16 - 30%
- 31 - 60%
- 61 - 100%
- >100%

Convenções Cartográficas

— drenagem



Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"
Instituto de Geociências e Ciências Exatas

MAPEAMENTO GEOLÓGICO - GEOMORFOLÓGICO
DO MORRO AZUL, NA REGIÃO DE LIMEIRA - SP,
NA ESCALA 1:10.000

ANEXO II

MAPA DE DECLIVIDADE

ESCALA 1:10.000

PROJEÇÃO: UTM
FUSO: 23S

DATUM: CÔRREGO ALEGRE

LARISSA GOMES LOBO

ORIENTADOR: PROF. DR. JOSÉ EDUARDO ZAINE

RIO CLARO, NOVEMBRO DE 2012

ANE O III

Ponto	Coordenadas UTM - 23k	Elevação	Unidade
1	246087/7507335	700	2
2	245951/7507136	723	2
3	246068/7506069	815	2
4	245972/7505864	823	2
5	247649/7506125	690	2/5
6	248191/7506125	672	2
7	247866/7505488	680	2/5
9	243765/7505207	649	5
10	244489/7505071	667	6
11	244557/7505330	684	5
12	247486/7506070	649	2
13	246892/7505536	701	5
14	246590/7505467	713	5
15	246536/7505482	731	4
16	246333/7505516	749	4/3
17	246090/7505516	747	4
18	244929/7506322	789	1
19	244140/7506253	768	2
20	244408/7505424	733	2
21	244382/7505358	697	2/5
22	244813/7505117	637	5
23	244836/7505184	637	5
24	245090/7505025	627	6
25	245080/7505002	628	6
26	245685/7505164	638	5
27	245880/7505064	636	5
28	246274/7504847	610	6
29	247916/7505167	642	5
30	247718/7504755	613	6
31	245592/7505714	724	4
32	244862/7505856	738	2/5
33	245140/7505888	738	2