

UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Campus de Rio Claro (SP)

MAURÍCIO TAKAHASHI HIRATA

**CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA COM BASE NA
COMPARTIMENTAÇÃO FISIAGRÁFICA: APLICAÇÃO
EM POÇOS DE CALDAS - MG**

Rio Claro – SP
2009

UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Campus de Rio Claro (SP)

MAURÍCIO TAKAHASHI HIRATA

**CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA COM BASE NA
COMPARTIMENTAÇÃO FISIAGRÁFICA: APLICAÇÃO
EM POÇOS DE CALDAS - MG.**

Orientador: Dr. José Eduardo Zaine

*Trabalho de Conclusão do Curso de Geologia,
apresentado ao 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
2009”*

Rio Claro – SP
2009

*“Faça os gestos certos,
o destino vai ser teu aliado,
ouço uma voz dizendo
do fundo mais fundo do passado.
Hoje, não faço nada direito,
que é preciso muito mais peito
pra fazer tudo de qualquer jeito.*

*Ai do acaso,
se não ficar do meu lado.”*

Paulo Leminski

AGRADECIMENTOS

Antes de mais nada agradeço ao meu bom Deus por me iluminar durante a graduação.

À meus familiares, Sr. Laurindo e D. Nilza, meus irmãos Daniel e Patrícia, por estarem de uma forma ou de outra, sempre ao meu lado.

Ao meu orientador e amigo, prof. Dr. José Eduardo Zaine, pela estima e confiança depositadas em mim, sem o qual, esse trabalho não seria possível. Foram fundamentais as inúmeras discussões e bate-papos, não só acadêmicos, mas também em momentos de descontração.

À Banca Examinadora pela contribuição dada nas críticas e sugestões.

À minha namorada Cassandra Terra Barbosa por ser a responsável por um dos momentos mais agradáveis em Rio Claro.

Aos amigos que me ajudaram a realizar esse estudo Gabriel C. Portilla, aos geólogos, Wagner R. H. Pocay, Letícia H. Godoy, Jefferson Cassu Manzano e Helio Scalvi que puderam participar junto a mim, em etapas de campo, e à geógrafa Thaís Tinos.

Aos amigos que ganhei, sem citar os já citados acima, Marcos V. V. da Silva, Gabriel M. Ito, Hiran Zani, Bruno C. Araújo, Leandro Zandonadi, César Augusto Moreira, que adicionaram não só suas agradáveis convivências, mas também lições para toda a vida.

Aos meus amigos paulistanos Negão, Jesus, Naná, Tay, Baba e Lu.

E a todos os funcionários e técnicos, cuja convivência foi extremamente prazerosa e me mostrou serem pessoas de grande valor (Adilson, Vladimir, Júnior, Laerte, Gil, Cláudio, Clébio, aos motoristas Douglas e Edson “Bala”).

SUMÁRIO

RESUMO	iv
ABSTRACT	v
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Localização e Acessos	2
2. OBJETIVOS	3
3. FUNDAMENTAÇÃO BIBLIOGRÁFICA	4
3.1. Compartimentação Fisiográfica	4
3.2. Geologia de Engenharia	5
3.3. Tipos de Perfis de Solo	7
4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	12
4.1. Contexto Geológico	12
4.1.1. Origem e Evolução do Maciço Alcalino de Poços de Caldas	16
4.2. Contexto Geomorfológico	17
4.2.1. Clima e Relevo	17
4.2.2. Vegetação e Usos do Solo	19
5. MÉTODO E ETAPAS DE ESTUDO	21
6. RESULTADOS	26
6.1. Unidades Geológico-Geotécnicas	26
6.1.1. Embasamento Cristalino (E)	27
6.1.1.1. <i>Unidade E 1-Gnaiss em Relevo de Morro</i>	27
6.1.1.2. <i>Unidade E 2-Gnaiss em Relevo de Morrote</i>	30
6.1.1.3. <i>Unidade E 3-Gnaiss em Relevo Colinoso</i>	30
6.1.1.4. <i>Unidade E 4-Planícies Aluviais no Contexto Cristalino</i>	31
6.1.1.5. <i>Unidade E 5-Intercalação de Rochas Alcalinas e Gnáissicas</i>	35
6.1.2. Dique Anelar (D)	37
6.1.2.1. <i>Unidade D 1-Foiaíto em Relevo Montanhoso</i>	37
6.1.2.2. <i>Unidade D 2-Chibinito/Lujaurito em Relevo de Patamar</i>	39
6.1.2.3. <i>Unidade D 3-Tinguaíto em Relevo Montanhoso</i>	41
6.1.3. Domínio Interno do Planalto (P)	43
6.1.3.1. <i>Unidade P 1-Depósito de Tálus</i>	43

6.1.3.2. <i>Unidade P 2-Tinguaíto em Relevo de Morro</i>	44
6.1.3.3. <i>Unidade P 3-Foiaíto em Relevo de Morrote</i>	48
6.1.3.4. <i>Unidade P 4-Foiaíto em Relevo Colinoso</i>	49
6.1.3.5. <i>Unidade P 5-Planícies Aluviais no Domínio Interno</i>	52
6.1.3.5. <i>Unidade P 6-Arenito</i>	54
7. CONCLUSÕES	56
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61

SUMÁRIO DAS FIGURAS

FIGURAS

Figura 1. Localização da área de estudo (no detalhe, em vermelho).	2
Figura 2. Fundamentos conceituais da geologia de engenharia (SANTOS, 1994).	6
Figura 3. Fluxograma para identificação de tipos de solo (VAZ, 1996).	8
Figura 4. Perfil de intemperismo padrão (VAZ, 1996).	9
Figura 5. Mapa geológico do Planalto de Poços de Caldas, segundo Ellert, Bjornberg e Coutinho (1959). Área de estudo em destaque.	14
Figura 6. Complexos geomorfológicos dominantes na área de estudo (no detalhe). Embasamento Cristalino (ao norte); Dique Anelar (na parte central); e Domínio Interno do Planalto (ao sul). Fonte: GoogleMaps. Acesso: 24/06	19
Figura 7. Fluxograma das etapas de estudo, modificado de Vedovello (1993).	22
Figura 8. Tabela com os critérios de avaliação para o método da Compartimentação Fisiográfica (modificado de SOARES e FIORI, 1976).	23

FICHAS DAS UNIDADES

Ficha 1. Características da Unidade E 1	29
Ficha 2. Características da Unidade E 2	32
Ficha 3. Características da Unidade E 3	33
Ficha 4. Características da Unidade E 4	34
Ficha 5. Características da Unidade E 5	35
Ficha 6. Características da Unidade D 1	38
Ficha 7. Características da Unidade D 2	40

Ficha 8. Características da Unidade D 3	42
Ficha 9. Características da Unidade P 1	46
Ficha 10. Características da Unidade P 2	47
Ficha 11. Características da Unidade P 3	50
Ficha 12. Características da Unidade P 4	51
Ficha 13. Características da Unidade P 5	53
Ficha 14. Características da Unidade P 6	55

ANEXOS

ANEXO I – MAPA GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO

ANEXO II – MAPA DE PONTOS

ANEXO III – DESCRIÇÃO DOS PONTOS DE CAMPO

ANEXO IV – MAPA DE DECLIVIDADES

ANEXO V – MODELO DIGITAL DO TERRENO (MDT)

ANEXO VI – MODELO DA FICHA DE CAMPO UTILIZADA

RESUMO

O presente estudo apresenta uma comparação entre os terrenos alcalinos e cristalinos de uma área inserida dentro do município de Poços de Caldas (MG), para que a expansão urbana seja feita de forma adequada ao meio físico. A área escolhida tem 52km², compreendendo parte da zona rural e urbana em terrenos com contrastes geológicos e geomorfológicos marcantes. Atualmente a cidade tem pouco mais de 130 mil habitantes e o Plano Diretor data do ano de 1993, revelando a necessidade de estudos voltados a atender não só os residentes, mas também os turistas com infraestrutura adequada. Nos últimos 40 anos houve um incremento populacional de aproximadamente 200% devido ao fato de a cidade ter se tornado um pólo com oportunidades de emprego em empresas de mineração e de turismo. Dessa maneira, o trabalho adota o método proposto por Vedovello (2000), baseado na Compartimentação Fisiográfica de Terrenos (UBCs) com abordagem integrada (*Land Systems*) elaborada a partir de produtos de sensoriamento remoto (fotos aéreas). Realizada a compartimentação, foram efetuadas campanhas de campo para que o limite das unidades propostas fossem checados. Para isso, foram observados perfis de alteração de solo, assim como suas espessuras e materiais presentes. Suas associações com a topografia deram um diagnóstico de seus comportamentos ante a solicitação humana. Os resultados principais desse trabalho são uma Carta Geológico-Geotécnica e uma tabela de classificação entre as unidades definidas. Assim sendo, foram apresentadas as potencialidades e limitações para os usos e ocupação dos terrenos.

Palavras-chave: Mapeamento geológico-geotécnico, *Land Systems*, Compartimentação Fisiográfica, Poços de Caldas (MG).

ABSTRACT

ENGINEERING GEOLOGICAL CHARACTERIZATION ON THE BASIS OF PHYSIOGRAPHIC COMPARTIMENTALIZATION: APLICATION IN POÇOS DE CALDAS (MG) COUNTRY. This work presents a comparison of alkaline and cristaline terrains of an area inside a Poços de Caldas (MG) contry for appropriate urban expansion. The study area has 52km² through rural and urban terrains with geological and geomorphological differences. At present Poços de Caldas has more than 130 thousand people and expansion government plans are from 1993 showing the necessity of studies of infrastructure to population and tourists. At last 40 years the city became a place with job offers in bauxite minning causing a population increase about 200%. At this way this work uses the Vedolvello (2000)´s method of terrains physiographic compartmentalization (UBCs) with integrated analysis (Land Systems) made by remote sensing products (air photos). After that field trips was performed to check unity limits by observation of rocks, relief and weathering soil profile. The main results are Engineering Geological Map and a classification table of Basic Units of Compartmentalization to presents the characteristics to uses and soil occupation.

Key-words: Engineering geological mapping, Land Systems, Physiographic Compartmentalization, Poços de Caldas (MG).

1. INTRODUÇÃO

O presente estudo apresenta uma análise integrada de diferentes substratos rochosos, relevos e mantos de intemperismo gerados a partir da decomposição e processos da dinâmica superficial nas rochas alcalinas do Planalto de Poços de Caldas, e cristalinas presentes no embasamento pré-cambriano.

Como se sabe, o crescimento urbano tem ocorrido de forma, muitas vezes, caótica, sem que haja um planejamento adequado. A cidade de Poços de Calda não é diferente. Censos realizados pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) nos anos de 1991, 1996, 2000 e 2007 mostram a projeção da população para os referidos anos, e é possível observar um acréscimo de quase 35mil habitantes num período de 16 anos.

Entender e subsidiar tal expansão depende de estudos geológico, geomorfológicos e geotécnicos, que buscam ferramentas de análise e interpretação dos dados do meio físico, fornecendo ao gestor municipal informações das diferentes características das áreas, assim como a suscetibilidade aos processos geológicos e a resposta ante as solicitações do uso e ocupação do solo, obras e demais intervenções.

Atividades como a mineração e o turismo impulsionaram o desenvolvimento econômico, e por consequência o grande crescimento demográfico.

Assim sendo foi elaborada uma carta geológico-geotécnica baseada na compartimentação fisiográfica de terrenos segundo o método aplicado por Vedovello (2000), numa análise integrada (*Land systems*), isto é, os diversos parâmetros de análise são apresentados juntamente num único produto cartográfico.

O exemplo utilizado no presente estudo é uma área de 52km² inserida no município de Poços de Caldas (MG), que abrange duas grandes porções de terrenos distintos – o Embasamento Cristalino e o Planalto de Poços de Caldas.

1.1. Localização e Acessos

A área de estudo situa-se dentro do município mineiro de Poços de Caldas, na porção oeste da área urbana, e parte da área rural a norte. A cidade se localiza na região limítrofe entre os estados de São Paulo e Minas Gerais (Figura 1), cujo acesso se faz por vias asfaltadas, que interligam a cidade de Poços de Caldas aos principais centros do país. Partindo de Rio Claro-SP pode-se chegar ao local pela BR-267, passando pela cidade paulista de Águas da Prata e São João da Boa Vista, ou pela BR-146, passando pela cidade de Andradas. Dista 270km da cidade de São Paulo, segundo o Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes (DNIT).

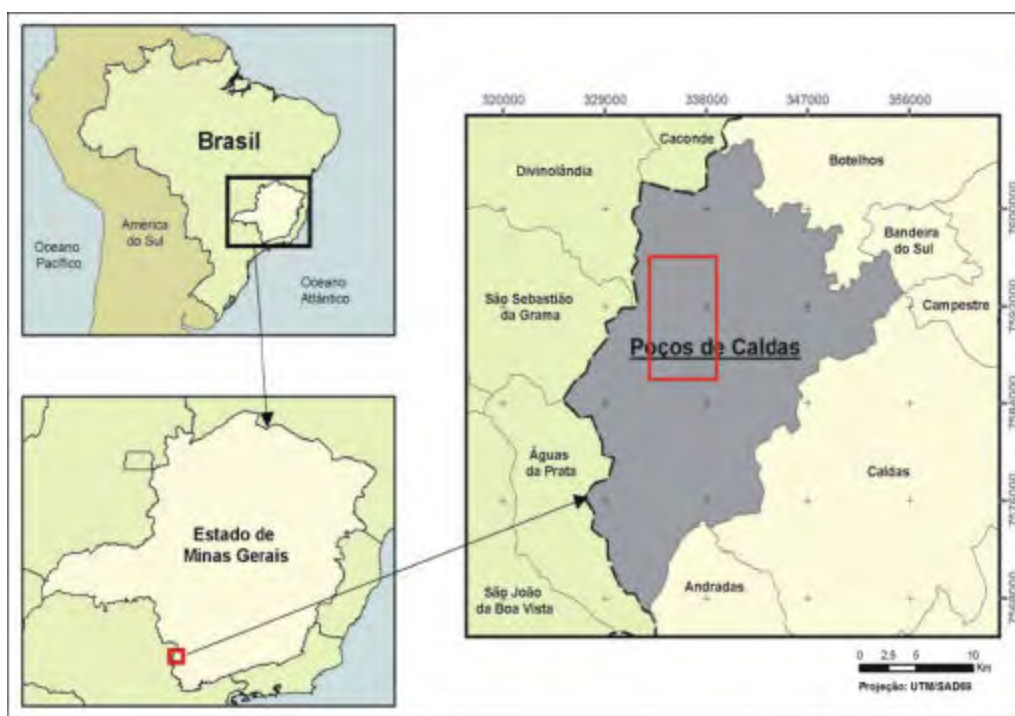


Figura 1. Localização da área de estudo (no detalhe, em vermelho).

2. OBJETIVOS

O desafio desta pesquisa foi analisar e comparar a área urbana de Poços de Caldas, situada em terrenos compostos por rochas alcalinas e, uma área rural, localizada a norte, cujo modelado do relevo e substrato geológico é formado pelo embasamento cristalino.

O objetivo geral do trabalho é apresentar a caracterização geológico-geotécnica de uma área de 52km² no noroeste do município de Poços de Caldas, com o intuito de analisar os contrastes de paisagens (alcalina e cristalina) e subsidiar ações de planejamento municipal.

Como objetivos específicos está a confecção de um mapa Geológico-Geotécnico na escala de 1:25.000 por meio do método de Compartimentação Fisiográfica (VEDOVELLO, 1993) e a caracterização detalhada de cada uma das unidades cartografadas, contendo suas limitações e atributos.

3. FUNDAMENTAÇÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Compartimentação Fisiográfica

O método da compartimentação de terrenos pode ser utilizado em diversos trabalhos sobre avaliação ou monitoramento territorial. Assim sendo, o método proposto teve início a partir de trabalhos pioneiros executados por Herbertson (1905) e Fenneman (1916). Eles apresentaram um trabalho com os terrenos divididos em diferentes compartimentos, sendo que cada um apresentava homogeneidade segundo diferentes aspectos.

Os primeiros trabalhos desse tipo são de Bourne (1931) e Unstead (1933), os quais introduzem o termo paisagem como um critério para a compartimentação do terreno, onde reuniram em uma determinada “unidade de paisagem” diferentes formas de ocorrência dos elementos fisiográficos. A utilização de critérios baseada na origem geomórfica comum se deu com Christian e Stewart (1953) que apoiavam-se no princípio de que terrenos com aspectos fisiográficos similares e história tectônica e climática parecidas, deveriam apresentar comportamento semelhante (VEDOVELLO, 1993).

Dessa maneira, o método associado com produtos de sensoriamento remoto mostra grande potencial, uma vez que constituem objetos concretos que refletem a organização espacial do meio físico, sendo passíveis de se traçar limites. Isso se dá pela identificação de determinados elementos da paisagem, tais como relevo, elementos texturais, etc.

3.2. Geologia de Engenharia

No campo da geologia de engenharia, a Figura 2 mostra os principais conceitos e fundamentos propostos por Santos (1994) que diz que a natureza se mantém em contínuo movimento e, conseqüentemente a natureza geológica está submetida a processos e que toda intervenção humana interage com a dinâmica desses processos; sentido do equilíbrio, onde todos os processos e movimentos procuram a posição de equilíbrio; e imanência das características físicas, onde os materiais com características intrínsecas diferentes responderão diferenciadamente a solicitações semelhantes.

O presente trabalho tem como um dos principais produtos, uma carta geológico-geotécnica que se utiliza de informações geológicas, tais como, relevo, topografia, litologia e estrutura, para dar subsídios para que obras de engenharia sejam instaladas de maneira correta, respeitando e entendendo o comportamento de determinados substratos. Devem conter descrições geotécnicas de rochas e solos, condições hidrogeológicas e processos geomorfológicos e dinâmicos.

Assim como em outras representações cartográficas, o mapa geotécnico obedece o princípio básico de se traçar contornos em porções homogêneas do meio físico, que sejam homogêneas ou apresentem heterogeneidade aceitável, frente a um grupo de atributos (ZUQUETTE, 1993).

Seu conteúdo de informações depende da escala adotada e seus reais objetivos para a engenharia. Podem ser específicos, quando abordam um único tema, ou geral/múltiplo, quando abordam diversos parâmetros para análise.

Seu conteúdo de informações depende da escala adotada e seus reais objetivos para a engenharia. Podem ser específicos, quando abordam um único tema, ou geral/múltiplo, quando abordam diversos parâmetros para análise.

Sobre esse assunto, diversos conceitos podem ser considerados clássicos:

“Mapa geotécnico requer, para sua realização operações físicas de adição, seleção, generalização e transformações de informações especializadas, relativas à litologia, a estruturas dos solos e rochas, hidrogeologia, geomorfologia e processos geológicos” (VARNES, 1974).

CONCEITOS	FUNDAMENTOS
<i>Natureza em Contínuo Movimento</i>	Toda natureza geológica está submetida a processos e toda intervenção humana interage com a dinâmica desses processos.
<i>Sentido do Equilíbrio</i>	Todos os movimentos inerentes aos processos naturais ou induzidos explicam-se pela busca de posições de maior equilíbrio
<i>Imanência das Características Físicas</i>	Materiais com características intrínsecas diferentes responderão diferenciadamente a solicitações semelhantes

Figura 2. Fundamentos conceituais da geologia de engenharia (SANTOS, 1994).

“Mapa geotécnico é um tipo de mapa geológico que classifica e representa os componentes do ambiente geológico, os quais são de grande significado para todas as atividades de engenharia, planejamento, construção, exploração e preservação do ambiente” (IAEG, 1976).

“Um bom mapa geotécnico é considerado o modelo mais ilustrativo do ambiente geológico servindo às finalidades de engenharia e outras” (MATULA, 1976).

“Um processo que tem por finalidade básica levantar, caracterizar, classificar, avaliar e analisar os atributos que compõem o meio físico, sejam geológicos, hidrogeológicos, hidrológicos e outros. Tais informações deverão ser produzidas de maneira tal que possam ser utilizadas para fins de engenharia, planejamento, agronomia, saneamento, avaliação ambientais e outros” (ZUQUETTE, 1987).

Zuquette (1993) diz ainda que a confecção do mapa geotécnico deve seguir algumas recomendações, por ser mais complexo que o mapa geológico. Deve-se limitar o número de atributos para que o mapa não perca sua fidelidade; deve-se entender que o

mapa geotécnico é um documento dinâmico, isto é, pode passar por modificações ao longo do tempo; deve-se examinar se os dados têm caráter pontual e se as extrapolações são válidas; deve-se avaliar o usuário do documento conhecendo suas necessidades.

Pejon (1992) considera que o mapeamento geotécnico deve ser um processo científico de estudo da natureza/meio físico, que permite a obtenção de um produto que pode ser utilizado para o planejamento urbano de determinada região.

Todos esses documentos publicados têm apenas um objetivo: obtenção, avaliação, análise e classificação dos atributos do meio físico.

3.3. Tipos de Perfis de Solo

Para qualquer obra em que seja necessária a escavação do terreno, é de fundamental importância conhecer os diferentes tipos de solo para que se possa ter uma caracterização geotécnica.

Vaz (1996) sugere que a classificação dos tipos de solo deve seguir a Figura 3 onde é possível identificar diferentes tipos de solo definidos inicialmente, de duas maneiras – solos residuais ou *in situ* e transportados.

Os solos residuais ou *in situ* são aqueles em que processos de intemperismo físico e químico, podendo estar associados ou não, atuam na rocha, de modo que originam horizontes bem definidos, fruto de uma exposição prolongada às intempéries. Estes por sua vez, se localizam em seus locais de origem e evolução. Dessa maneira, pode-se dizer que o clima define a espessura e o número de horizontes do solo residual, enquanto a principal contribuição da rocha matriz é a definição da composição mineralógica do solo resultante e a rocha de origem define grande parte do comportamento geomecânico dos solos residuais.

Os solos transportados envolvem erosão, transporte e deposição, por processos geológicos, e encontram-se em locais distintos ao da sua origem e evolução, buscando condições de equilíbrio. Geralmente, não é possível distinguir horizontes, a menos que esse material seja submetido a longos períodos de tempo sob as intempéries. Variam em conformidade com o material de origem e as condições de acumulação, porém, o meio de

transporte é o principal fator de diferenciação. Suas formas de ocorrência estão descritas abaixo:

- Aluviões (AL) – São constituídos por materiais erodidos que sofrem transporte pelos cursos d'água e se depositam nos leitos e margens de drenagens;
- Terraços Fluviais (TR) – São os aluviões antigos, quando o nível de base da antiga drenagem encontrava-se mais elevado que hoje;
- Coluviões (CO) – É formado principalmente por transporte gravitacional (AGI, 1976), ou simplesmente, material decomposto submetido a transporte por gravidade (WHITTEN e BROOKS, 1976), uma vez que sejam constituídos exclusivamente por solo;
- Tálus (TT) - Tem seu processo formador semelhante aos coluviões, exceto pela presença de blocos rochosos;
- Sedimentos Marinhos (SM) – São gerados em ambientes de praia e de manguezais onde a ação das ondas e marés retrabalham e depositam areias limpas, finas a média, quartzosas;
- Solos Eólicos (SO) – São gerados a partir do transporte e retrabalhamento de areias finas, quartzosas por ação dos ventos.

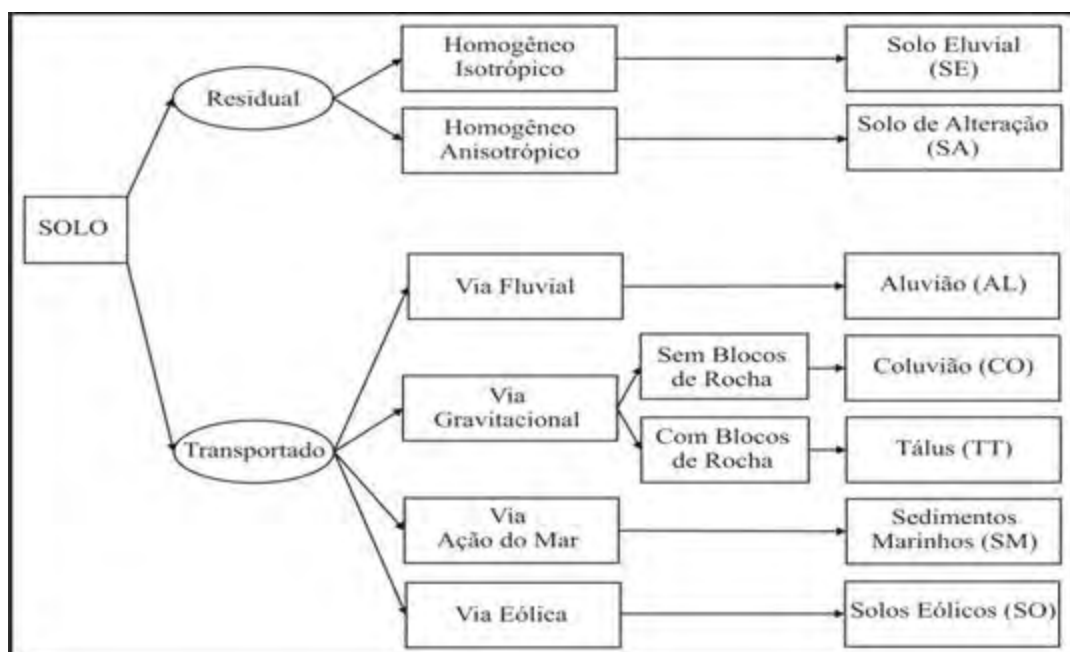


Figura 3. Fluxograma para identificação de tipos de solo (VAZ, 1996).

Uma vez identificados os tipos de solo é necessário identificar o perfil de alteração gerados. Vaz (1996) apresenta um perfil de intemperismo padrão (Figura 4), cujos horizontes são definidos de acordo com a evolução pedogênica, para os solos e no grau de alteração mineralógica para as rochas.

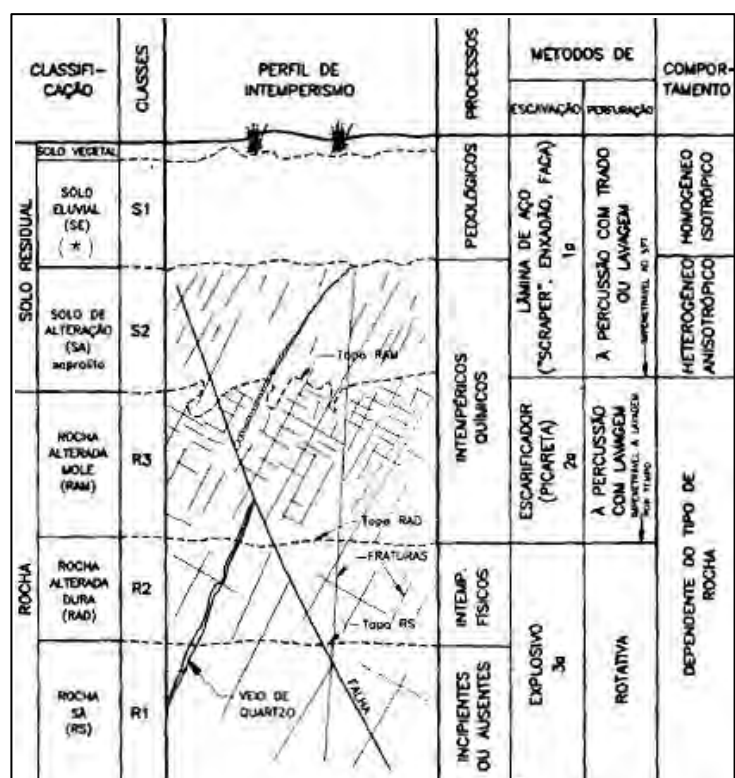


Figura 4. Perfil de alteração padrão segundo Vaz (1996).

A Figura 4 apresenta duas classes para o solo e três para a rocha, que são apresentados brevemente abaixo:

A Classe S1 (Solo Eluvial) – Horizonte caracterizado por ser sempre homogêneo em relação a cor, granulometria e composição mineralógica, então pode-se dizer que seu comportamento será de um material homogêneo.

Classe S2 (Solo de Alteração) – Esse horizonte é marcado por características opostas ao horizonte superior. Apresenta heterogeneidade na cor, granulometria e composição mineralógica.

Classe R3 (Rocha Alterada Mole) – Pode estar ausente quando se trata de um solo pouco evoluído, mas pode apresentar espessuras maiores de 10m, caso o solo seja bem desenvolvido.

Classe R2 (Rocha Alterada Dura) – Observa-se o contato do horizonte R3 e R2 quando é necessário o uso de explosivos para o desmonte, mas ainda pode-se observar ao longo de fraturas, presença de água.

Classe R1 (Rocha Sã) – A distinção dos horizontes R2 e R1 se faz unicamente pela alteração mineralógica, uma vez que os processos de desmonte e perfuração são iguais (VAZ, 1996).

Uma vez identificados os horizontes padrões gerados num perfil de intemperismo, é necessário identificar os critérios adotados para a definição dos graus de escavabilidade das rochas, adaptado de Redaelli e Cerello (1998).

Pode-se classificar os diferentes graus em, inicialmente, duas classes: Materiais Inconsolidados e Rocha.

Para a classe dos Materiais Inconsolidados os valores de escavabilidade são 1 ou 2.

1 – Friável e fluente, composto por areias, solos orgânicos e turfas. É um material sem coesão e com baixa capacidade de suporte. Em geral N.A. raso ou sub-aflorante. Em obras, pode causar instabilidade da parede da vala

2 – Material Brando, composto por solos argilosos e arenosos. É um material coesivo, facilmente penetrável por ferramenta e sem resistência à separação, podendo ocorrer blocos rochosos. Em obras, é escavável com facilidade.

Para a classe da Rocha, os valores de escavabilidade são 3, 4 ou 5.

3 – Rocha Branda, podendo ser mais ou menos rígidas e com diferentes graus de alteração. A rocha é razoavelmente dura, cujos fragmentos separam-se ao longo de diversas fissuras. Em obras, é escavável com alguma dificuldade e o material se desagrega em blocos. O desmonte é feito com equipamentos de diversos portes ou mesmo com o emprego de explosivos de baixa potência.

4 – Rocha Dura, é a rocha sã ou pouco alterada. Apresenta alta resistência à escavação e à perfuração. Em obras, é escavável apenas com uso de explosivos e apresenta baixa perfurabilidade para equipamentos de furo direcional.

5 – Rocha Muito Dura, é a rocha sã a pouco alterada. Apresenta muito alta resistência à escavação e à perfuração. Em obras, é escavável apenas com uso de explosivos e apresenta muito baixa perfurabilidade para equipamentos de furo direcional.

4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

4.1. Contexto Geológico

Pode-se dizer que no campo da geologia, os trabalhos em Poços de Caldas são os mais amplos na literatura brasileira, devido às suas peculiaridades tanto mineralógicas e petrográficas quanto sua gama de recursos minerais.

Derby (1887) foi o primeiro a anunciar a presença de rochas alcalinas no planalto quando efetuou um levantamento ao longo da ferrovia ligando Poços de Caldas e Águas da Prata, reconhecendo assim a natureza vulcânica do local. Logo após foi a vez de Machado (1888), Sachsen-Coburg (1889) e Hussak (1900), que teceram considerações sobre o zircão e o “caldasito” (mistura de zircão e baddeleyita), nome proposto por Derby (1887).

Os trabalhos seguintes foram motivados pela descoberta das fontes termais, que despertou o interesse científico e terapêutico das águas. Em ordem cronológica existem os trabalhos de Rezende (1920), Andrade Jr. (1928, 1937), Gonsalves (1936), Souza (1936) e Fabrino (1949).

Logo em seguida os levantamentos geológicos voltaram ao foco de estudo com Branco (1956) que descreveu diversos tipos de rochas do planalto. Foi Ellert (1959) que efetuou o primeiro estudo mais abrangente da região, contendo descrições dos litotipos e interpretações sobre a possível sequência de eventos na origem do planalto, resultando

num mapa geológico onde contou com a ajuda de outros pesquisadores (ELLERT et al., 1959).

Também devem ser ressaltados os trabalhos de mapeamento geológico realizados pela Comissão de Energia Nuclear (CNEN) nos anos sessenta e pela Empresas Nucleares Brasileiras S.A. – NUCLEBRÁS (NUCLEBRÁS, 1975), assim como as contribuições de Resk Frayha e Carlos Augusto Parisi, cujos trabalhos foram incorporados no mapa geológico da NUCLEBRÁS (1975). Mais recentemente, a porção paulista do planalto foi mapeada pela Universidade Estadual Paulista – UNESP (1984), e os corpos de nefelina sienitos foram objeto de cartografia e estudos detalhados por Ulbrich (1984).

O Complexo Alcalino de Poços de Caldas é uma manifestação intrusiva que recobre uma área de aproximadamente 800km² (Figura 5), sendo uma das maiores do mundo de sua espécie (ALMEIDA FILHO e PARADELLA, 1976). Situa-se na borda oriental da Bacia do Paraná (ULBRICH, 1992) e apresenta, predominantemente, rochas alcalinas efusivas e intrusivas da família dos nefelinas sienitos (CHRISTOFOLETTI, 1972), sendo que os principais litotipos são:

- 1) Brechas, Tufos e Aglomerados;
- 2) Rochas Efusivas e Hipoabissais (Tinguaíto e Fonolitos);
- 3) Rochas Plutônicas (Nefelina Sienitos, Lujauritos e Chibinitos);
- 4) Rochas Potássicas (associadas a processos metassomáticos).

Datações realizadas por Amaral et al. (1967) e Hasuy et al. (1968), pelo método K/Ar de algumas rochas alcalinas da região, mostram idade de, aproximadamente, 80 a 63 Ma.

Segundo Ellert (1959) quase dois terços da área do complexo “são constituídos de rochas compactas, de textura afanítica, porfiríticas, sacaróide ou granular, de cores verdes a quase preta, e são consideradas como correspondentes efusivos e hipoabissais do foiaíto”.

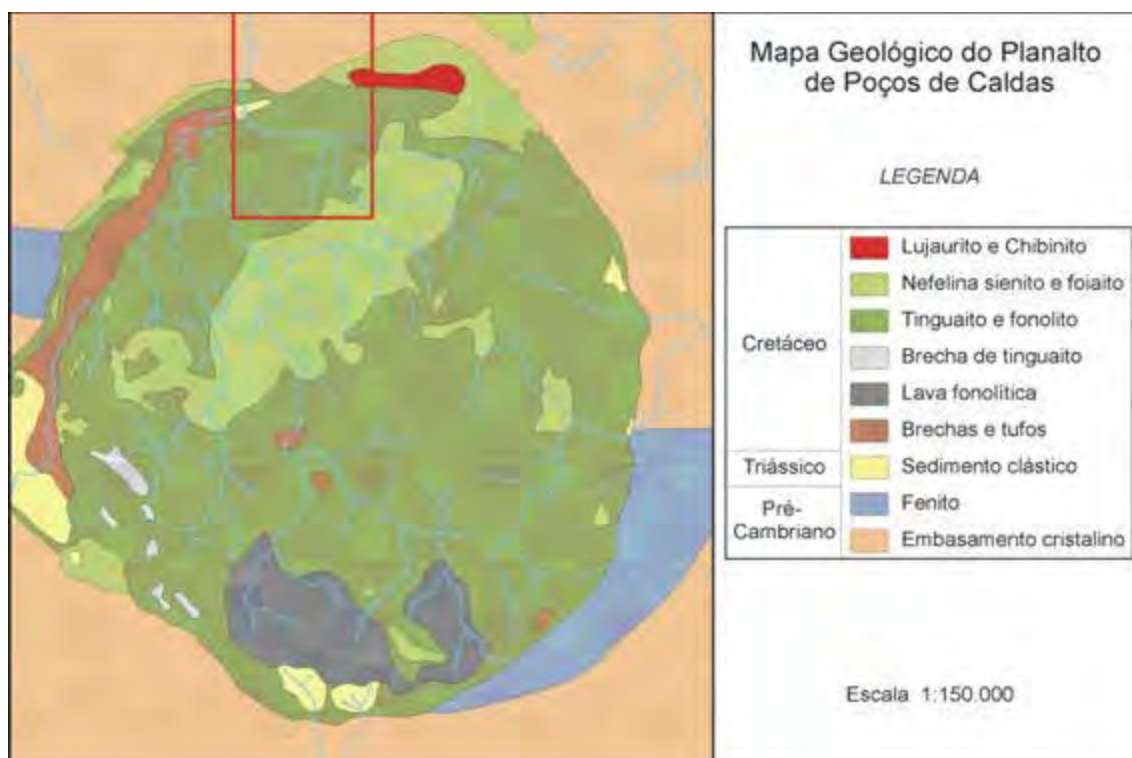


Figura 5. Mapa geológico do Planalto de Poços de Caldas, segundo Ellert, Bjornberg e Coutinho (1959). Área de estudo em destaque.

O embasamento cristalino (Pré-Cambriano) está inserido no contexto da Província Mantiqueira (ALMEIDA, 1974) e apresenta rochas gnáissicas e migmatíticas, além de algumas formações dolomíticas. São rochas de idade proterozóica que representam a porção de uma faixa de dobramentos, onde estão presentes muitas estruturas associadas, por exemplo, foliações, falhas e fraturas que podem apresentar deslocamento de blocos (Projeto Sapucaí – CPRM, 1979).

Os minerais índices encontrados no embasamento cristalino indicam alta temperatura e alta pressão acarretando no metamorfismo atuante no Maciço Alcalino de Poços de Caldas (MAPC), e apresentam marcante estruturação, sendo distinguível das rochas encontradas no interior do MAPC, que possuem baixa densidade textural.

Os principais litotipos (brechas e tufos vulcânicos, rochas efusivas e hipoabissais, rochas plutônicas e rochas potássicas) estão descritos a seguir:

As brechas e tufos vulcânicos ocorrem bordejando a noroeste o dique anelar numa larga faixa (ALMEIDA FILHO e PARADELLA, 1976) e estão associados principalmente a arenitos.

As rochas efusivas e hipoabissais compreendem os tinguaítos e fonólitos e são considerados como correspondentes dos nefelina sienitos, com a maior ocorrência no planalto (ALMEIDA FILHO e PARADELLA, 1976). A diferença entre as duas rochas é unicamente terminológica, referindo-se a fonólitos, as rochas com textura porfirítica ou afanítica, e tinguaítos, as rochas com texturas granulares ou sacaróides (JOHANNSEN, 1939 in ELLERT, 1959), sendo que o tinguaíto presente no interior do planalto é diferente do correspondente, presente no dique anelar. Aquele é caracterizado por uma maior influência de soluções hidrotermais, associados com alteração em superfície, originando um outro tipo litológico, conhecido por “rocha potássica” (ALMEIDA FILHO e PARADELLA, 1976).

As rochas plutônicas correspondem aos foiaítos, lujaunitos e chibinitos. Os foiaítos são rochas de granulação grosseira a média, preferencialmente, enquanto que os lujaunitos e chibinitos são caracterizados por granulação grossa e ricos em eudialita, ambos são diferenciados apenas pela textura, pois os minerais presentes no lujaunito apresentam-se alongados e orientados paralelamente (ALMEIDA FILHO e PARADELLA, 1976).

Além desses litotipos, Derby (1877) e Bjornberg (1959) reconheceram rochas de natureza clástica, de idade triássica, no interior do planalto, ocorrendo preferencialmente próximas à grande estrutura circular. Nas proximidades das cidades de Águas da Prata e Andradadas ocorrem pacotes que chegam até 100m de espessura, sendo que a base é marcada por intercalações de arenitos com folhelhos e o topo caracterizado por estratificações cruzadas (CHRISTOFOLETTI, 1972). Esses arenitos foram relacionados à Formação Botucatu (Juro-Cretácica) por Bjornberg e Landim (1966). Ulbrich (1984) atribuiu ao Grupo Tubarão (Neo-Paleozóico) esses sedimentos. Em contrapartida, Landim et al.(1980) e Theodorovicz et al.(2002) observaram afloramentos na porção oeste do município de Poços de Caldas e consideraram como arenitos do Subgrupo Aquidauana (Carbonífero/Permiano Inferior).

4.1.1. Origem e Evolução do Maciço Alcalino de Poços de Caldas

Existem dois modelos geológicos propostos pela literatura: Modelo de Corpo Intrusivo Erodido e Modelo de Caldeira.

O Modelo de Corpo Intrusivo Erodido foi proposto por Motoki e Oliveira (1987), Motoki et al.(1988) e Vargas e Motoki (1991), que falam que o Maciço Alcalino de Poços de Caldas é resultado de uma intrusão rasa submetida à erosão. Segundo os autores, o arenito Botucatu estaria imerso no magma fonolítico, e suas lavas seriam manifestações subvulcânicas com cristalização de nefelina sienitos (MOTOKI e OLIVEIRA, 1987), embora essas rochas apresentem localmente, disposição fluidal. Da mesma forma, haveria um brechamento tardio resultando em brechas e tufos vulcânicos, interpretados como “brechas de conduto”. Mas, como um todo, não fica claro se os autores propõem a formação de um diápiro (em 1987), ou intrusão colocada (em 1988), ou se o corpo se apresenta em forma de funil (apresentação oral em 1991).

O Modelo de Caldeira foi proposto pelos seguintes autores, e seguem basicamente, a mesma sucessão de eventos, exceto por algumas divergências.

Ellert (1959) e Fraenkel et al.(1985) propõem que houve inicialmente um soerguimento do embasamento por meio de falhas escalonadas, seguida de um longo período de atividade vulcânica-piroclástica, gerando as brechas e tufos, quando houve uma subsidência do interior da parte central, com intrusão de tinguaitos, brechamento e milonitização. Para Ellert (1959) essa etapa foi marcada por cristalização de tinguaitos, fonólitos e foiaítos, e para Fraenkel et al.(1985) houve uma segunda etapa de soerguimento com invasão de tinguaitos e foiaítos. Os estágios finais, ambos os autores tem idéias semelhantes, quando dizem que houve a formação de diques anelares, seguida de invasão de lujaunitos, chibinitos e foiaítos, associados a atividade hidrotermal.

Já Ulbrich (1984; 1990; 1992) não prevê o domeamento inicial, mas sim, a presença de diques de diabásio da Formação Serra Geral, seguida da intrusão de nefelina sienitos, fonólitos e pseudoleucitas, tanto no interior como nas bordas do maciço, gerando os diques anelares e posterior alteração hidrotermal e brechamentos tardios resultantes da última invasão de fonólitos.

Sobre as “rochas potássicas” (rochas hidrotermalmente alteradas) pode-se citar os trabalhos de Frayha (1950, 1952), Leonardos et alii. (1976), Almeida et alii. (1978) e Valarelli e Guardani (1981) que visaram estudos objetivando aplicações industriais.

4.2. Contexto Geomorfológico

4.2.1. Clima e Relevo

As condições climáticas exercem papel fundamental no relevo atual, pois são elas que condicionam o fornecimento da massa líquida a ser escoada e também influenciam a temperatura (CHRISTOFOLETTI, 1972), pois a evapotranspiração estabelece uma proporcionalidade direta com a temperatura, isto é, quanto maior a temperatura, maior será a evapotranspiração. Sendo assim, essa relação entre as duas grandezas resultará no volume de água escoado pelos rios, fornecendo um maior conhecimento hidrológico de determinada região.

Segundo Azevedo (1975), o clima do planalto é classificado como tropical de altitude, ou Cwb (temperado com invernos secos e verões com temperaturas amenas) na classificação de Köppen. É caracterizado por duas estações bem marcadas: uma de abril a setembro com temperaturas médias 18°C e precipitação mensal da ordem de 15 a 80mm; e outra de outono a março, com temperaturas média de até 26°C e precipitações médias de 100mm a 250mm/mês (ANTUNES, et al., 1982). Christofolletti (1972) calculou que, anualmente, a precipitação é de aproximadamente 1465mm, sendo que 827mm desse montante retornam à atmosfera por evapotranspiração, caracterizando então excedente pluviométrico entre os meses de outubro e abril, e déficit no período restante.

Quanto ao relevo, pode-se dizer que a região de Poços de Caldas está dentro das feições geomorfológicas do sudeste do Brasil, inserida em duas Províncias Geomorfológicas: o Planalto Sul de Minas e a Zona Cristalina do Norte.

O Planalto Sul de Minas pode ser dividido em três unidades menores: a superfície do Alto Rio Grande, o Planalto de São Pedro de Caldas e o Planalto de Poços de Caldas.

A Zona Cristalina do Norte pode ser dividida em duas unidades: a Subzona de Amparo e a Subzona de São José do Rio Pardo (Projeto Sapucaí – CPRM, 1979).

De todas as unidades citadas, o município de Poços de Caldas abrange ao todo três: o Planalto de Poços de Caldas, o Planalto de São Pedro de Caldas e a Subzona de São José do Rio Pardo.

O Planalto de Poços de Caldas é caracterizado por dois domínios contrastantes: o Dique Anelar e o Interior do Planalto. O Dique Anelar sustenta cotas que giram em torno de 1500 a 1600m, com relevo predominantemente de montanhas apresentando encostas íngremes e cristas alinhadas. Já o Interior do Planalto apresenta altimetria média de 1300m, com relevo de morrotes a colinas e encostas de declividade suave, e localmente ocorrem morros.

O Planalto de São Pedro de Caldas é constituído por elevações de até 1400m, representadas pela serra de Tripuí.

A Subzona de São José do Rio Pardo ocorre a norte do município e perfaz a área equivalente ao embasamento cristalino da região. Alcança um máximo de 1550m de elevação, refletindo a movimentação causada pela tectônica ocorrida nas proximidades (Projeto Sapucaí – CPRM, 1979).

Para o presente trabalho, a área de estudo foi dividida em três compartimentos distintos, considerando numa primeira abordagem o caráter topográfico. De norte para sul: Embasamento Cristalino, Dique Anelar e Domínio Interno do Planalto (Figura 6).

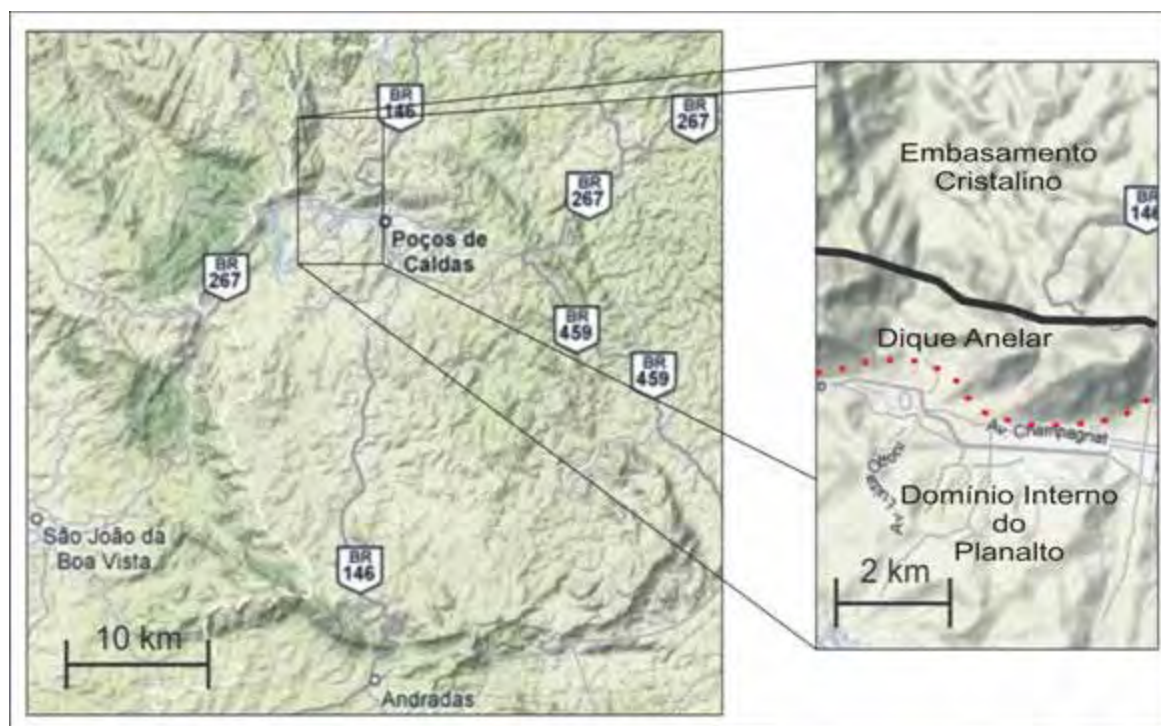


Figura 6. Complexos geomorfológicos dominantes na área de estudo (no detalhe). Embasamento Cristalino (ao norte); Dique Anelar (na parte central); e Domínio Interno do Planalto (ao sul). Fonte: GoogleMaps. Acesso: 24/06.

4.2.2. Vegetação e Usos do Solo

Uma primeira observação sobre a vegetação do Planalto de Poços de Caldas é que ocorrem mapa atlântica e gramíneas, pastos e localmente, uma vegetação mais densa. Essa idéia está expressa nas primeiras referências a respeito desse tema, feitas por Manoel da Silveira Rodrigues em 1847/48, que disse “...não se produzia quase outra coisa que não seja pastos para os gados...”, e nas palavras de Saint Hilaire em 1940 “...encontram-se clareiras, próximas umas das outras, nas quais nenhuma árvore cresce, e que só apresentam, com alguns tufo de ervas, uma lama espessa, amassada pelas patas do gado.”, evidenciando não só a presença de gramíneas como também, a atividade agropecuária (CHRISTOFOLETTI, 1970).

As gramíneas são comumente encontradas nos campos e recobrem extensamente as vertentes e os topos. Ocorre também vegetação arbórea e arbustiva pertencente à mata latifoliada tropical, e encontra-se disseminada em pequenas manchas, localizadas

preferencialmente nas cabeceiras e cursos das drenagens, ou se estendendo em faixas de largura variável e descontínua.

Quanto aos usos do solo, a cidade de Poços de Caldas é conhecida por seus recursos minerais, mas também ocupa lugar de destaque no contexto turístico nacional. Seu desenvolvimento e crescimento estiveram diretamente ligados, durante muito tempo às suas fontes de águas termais e minerais, mas atualmente, o município tem investido na sua diversidade local para o turismo. Mesmo tendo papel fundamental na arrecadação, a atividade mineira sempre esteve sob olhares atentos da população, por entenderem que sua expansão sobre áreas de valor turístico constituem um risco a manutenção da qualidade ambiental do município. Já a atividade turística tende a ser observada de maneira positiva, pelo fato do município se utilizar de suas belezas para trazer renda a cidade (FIPAI-USP, 2007).

5. MÉTODO E ETAPAS DE ESTUDO

O método adotado para o estudo segue a linha de pesquisa de Vedovello (1993), sendo dividido conforme a estrutura do fluxograma apresentado na Figura 7. As fases mostradas foram subdivididas em outras atividades, e podem ser descritas da seguinte maneira:

1ª Fase – Pesquisa Bibliográfica e Aquisição e Organização dos Produtos de Sensoriamento Remoto.

Para a Pesquisa Bibliográfica se fez necessário o levantamento bibliográfico, que consistiu em consultar nos órgãos públicos ou privados, a disponibilidade de produtos de sensoriamento remoto e materiais presentes na literatura sobre a geologia, geotecnia e o método proposto.

Para a Aquisição e Organização dos Produtos de Sensoriamento Remoto, a Prefeitura Municipal de Poços de Caldas disponibilizou fotos aéreas, na escala de 1:30.000 do ano de 1997, e mapas contendo toponímia.

As fotos utilizadas pertencem às faixas 3, 4 e 5, respectivamente, de norte para sul.

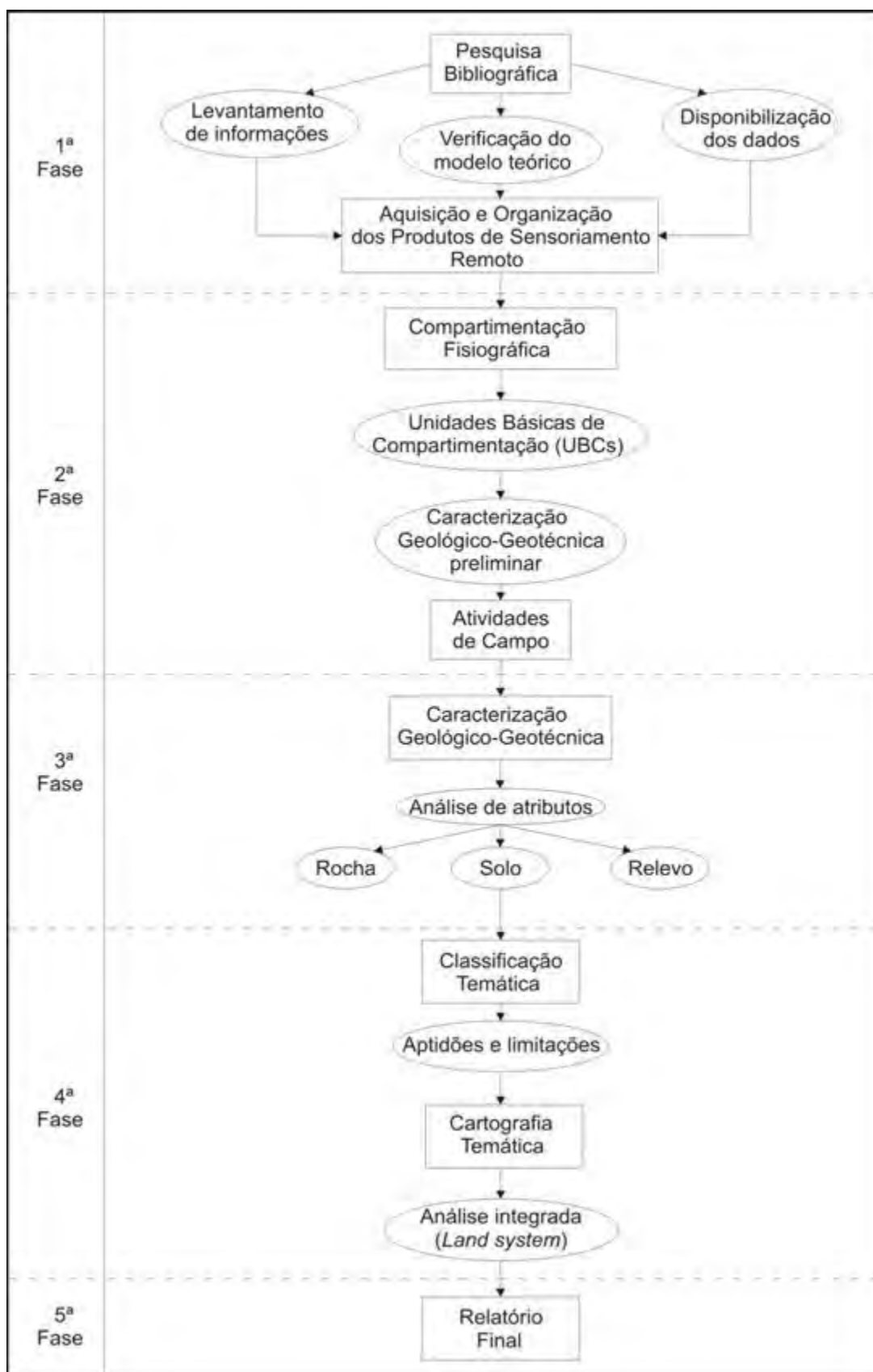


Figura7. Fluxograma das etapas de estudo, modificado de Vedovello (1993).

2ª Fase – Compartimentação Fisiográfica e Atividades de Campo.

Nessa etapa os produtos de sensoriamento remoto foram tratados e interpretados pelo método da compartimentação de terrenos, feitas a partir de *overlays*, resultando na delimitação de Unidades Básicas de Compartimentação (UBCs) – ou *Land systems*, ou Zonas Homólogas – baseadas nos atributos mostrados na Figura 8, segundo Soares e Fiori (1976) O limite dessas zonas pode apresentar variação dependendo da interpretação dada pelo fotointérprete, uma vez que foram consideradas zonas onde haja a maior homogeneidade possível, ou uma heterogeneidade que seja considerada aceitável. Essa compartimentação trouxe informações futuras sobre o meio físico, e sobre os fenômenos e processos mais atuantes na área a ser estudada.

FOTOANÁLISE		FOTOINTERPRETAÇÃO
Análise da rede de drenagem	PROPRIEDADES: a. densidade b. sinuosidade c. angularidade d. tropia e. assimetria f. lineações de drenagem	FATORES QUE CONTROLAM A TEXTURA E A ESTRUTURA DA IMAGEM: D. FATORES MORFOGENÉTICOS E. FATORES LITOLÓGICOS a. Resistência a erosão b. Permeabilidade c. Plasticidade e ruptibilidade d. Solubilidade e. Tropia F. FATORES DEFORMACIONAIS a. Atitude das camadas b. Fraturas c. Falhamentos d. Dobras
Análise das formas de relevo	PROPRIEDADES (de textura e estrutura): a. densidade b. rupturas de declive (quebras positivas e negativas) c. assimetria d. lineações e. alinhamentos f. formas das encostas	

Figura 8. Tabela com os critérios de avaliação para o método da Compartimentação Fisiográfica. (modificado de SOARES E FIORI, 1976).

As Atividades de Campo foram fundamentais nessa etapa, pois as UBCs foram verificadas em relação aos seus contatos, e os processos naturais foram registrados levando em consideração suas intensidades e tamanhos. Após essa verificação foi

efetuada uma descrição contendo os principais atributos e limitações para cada zona em particular.

Para as observações *in situ* foi elaborada uma ficha de campo (Anexo VI) segundo Zaine et al. (2008), contendo os seguintes quesitos a serem observados em forma de *check-list*:

1) Quanto ao solo – Constam considerações sobre a espessura, cor, granulometria, coesão/consistência e composição.

2) Quanto ao relevo – É necessário dizer se o tipo de relevo é colinoso, de morros, morrotes, montanhoso ou planície, e também sua declividade.

3) Quanto ao material rochoso – É necessário observar como o material se apresenta, aflorante, sub-aflorante, *in situ*, em blocos, etc, assim como suas dimensões. Deve-se dizer qual rocha, sua textura e sua granulação.

4) Quanto ao perfil de alteração – Foram feitas observações em relação ao material alterado, sua espessura e a composição de seus horizontes, além de ter um espaço reservado para esquematizar o perfil.

Além desses parâmetros a serem observados, também é necessário observar se existem feições tecnogênicas, e quais, e feições de instabilidade.

O fruto dessas observações possibilitou que se estabelecesse uma relação com observações de superfície – relevo.

Essas etapas de campo forneceram dados bastante confiáveis no que diz respeito à caracterização geológico-geotécnica (etapa seguinte). É a partir desse ponto do estudo, que os dados foram interpretados de maneira segura e apresentados em carta, onde o modelo teórico foi verificado.

3ª Fase – Caracterização Geológico-Geotécnica.

Associada a atividade de campo, a caracterização geológico-geotécnica trouxe informações sobre os atributos a serem analisados se referem à escavabilidade, espessura do manto de alteração e tipo de material presente no perfil de alteração, sendo possível dizer quais áreas seriam mais favoráveis para possíveis ocupações humanas, fossem elas de caráter industrial, rural ou urbano.

4ª Fase – Classificação Temática e Cartografia Temática.

A classificação temática teve como objetivo o registro dos principais processos e, conseqüentemente, suas causas, que podem ser naturais ou induzidas pela ocupação humana. Essa etapa só foi possível após a caracterização do meio físico e o entendimento de seu comportamento frente a diferentes solicitações do homem.

A partir da avaliação das características intrínsecas das unidades, suas fragilidades e características favoráveis, foi proposta uma cartografia temática para tentar quantificar ou qualificar de modo mais preciso esses atributos, para que profissionais da área de engenharia possam compreender o conteúdo do estudo. A classificação contém não só a natureza dos fenômenos, mas também suas intensidades e velocidades.

A carta geológico-geotécnica foi efetuada na abordagem integrada ou *Land system*, onde todos os atributos serão apresentados de maneira conjunta num único produto cartográfico.

5ª Fase – Relatório Final

É nessa etapa, onde todas as interpretações relacionadas ao meio físico e as atividades do homem foram relacionadas e compuseram um relatório, contendo uma carta geológico-geotécnica e tabelas com as características das unidades individualizadas.

6. RESULTADOS

Os resultados gerados a partir do estudo em questão foram uma Carta Geológico-Geotécnica na escala de 1:25.000, com 14 unidades delimitadas no total, e uma tabela contendo suas descrições e análises a partir da caracterização realizada.

Baseado nos domínios geomorfológicos da área foi possível definir cinco unidades inseridas no domínio do embasamento, mas vale ressaltar que a Unidade E 4 (Planícies Aluviais no Contexto Cristalino) não é uma unidade desse domínio, mas sim, é resultante dos processos que ali atuaram e atuam. Já no domínio do Dique Anelar, foi possível delimitar três unidades, que tem sua característica mais marcante, as altas cotas e relevo montanhoso, como pode ser observado nas unidades D 1 e D 3. No Domínio Interno do Planalto, em terrenos geologicamente mais complexos, foi possível delimitar mais seis unidades que abrangem a área urbana e localidades mais a sul.

6.1. Unidades Geológico-Geotécnicas

As unidades foram separadas levando em consideração os grandes domínios morfológicos – Embasamento Cristalino, Dique Anelar e Domínio Interno do Planalto, respectivamente de norte para sul.

A nomenclatura das unidades teve como critério o domínio geomorfológico maior a que a unidade se insere – as unidades inseridas no Domínio do Embasamento Cristalino foram nomeadas com a letra E no início, as que se apresentam no Domínio do Dique

Anelar, apresentam-se com a letra D no início, e as que se apresentam no Domínio Interno do Planalto, apresentam-se com a letra P no início.

6.1.1. Embasamento Cristalino (E)

As unidades que se inserem no embasamento cristalino têm caráter semelhantes entre si no que diz respeito à geologia. E em relação ao relevo, é possível dizer que se trata do tradicional “mar de morros”. Pode-se observar que as variações na declividade são as maiores na área de estudo, alcançando desde 0-5%, a poucos locais que chegam a 60-100%. Esses picos elevados são registrados nas Unidades E 1 e E 2, enquanto que nas Unidades E 3 e E 4 correspondem aos menores valores de declividade.

Nesse domínio as cotas mais altas são da ordem de 1100m nas cristas dos morros da Unidade E 1 enquanto que as cotas menores ficam por conta da Unidade E 3, com uma média que varia entre 850m a 900m.

São gnaisses equigranulares, cuja paragênese é constituída basicamente por quartzo e plagioclásio. Localmente foram observados blocos de migmatito, nos pontos MH-12 e MH-13, distantes entre si, mas com mesmas características litológicas.

Por se tratar de mesma litologia, o critério utilizado para separar as unidades desses complexos teve como parâmetro principal, o seu relevo e sua topografia (declividades, amplitudes, etc.), por entender que relevos diferentes respondem diferentemente à mesma solicitação.

6.1.1.1. Unidade E 1 – Gnaisse em Relevo de Morro

A Unidade E 1 ocorre na porção NW sendo caracterizada por gnaisses em relevo de morros, cuja topografia possui as maiores variações do domínio do embasamento. Atinge até 1100m nos locais mais elevados, e nas proximidades de drenagens atinge entre 900 e 1000m (FICHA 1).

Quanto à sua declividade, predominam valores entre 15-30%, mas localmente podem apresentar entre 60-100% nas cristas.

Seu relevo é marcado pela presença de cristas alinhadas e topos preferencialmente restritos. As cristas alinhadas segundo NW-SE, aproximadamente, estão concordantes com a foliação N290, medida no ponto MH-09, e sugerem que o rumo do mergulho seja para NE. Isto se deve ao fato dos morros alinhados apresentarem altos mergulhos nas encostas voltadas para SW e encostas suaves para NE. Os vales dessa unidade são abertos em V, com padrão de drenagens retilíneas e simétricas. As encostas assumem forma retilínea a côncava.

Seu solo pode ser descrito da seguinte maneira: a) solo orgânico escuro, com cerca de 20cm de espessura, com restos vegetais; b) solo marrom escuro homogêneo; c) solo marrom avermelhado desprovido de estruturas reliquias; d) saprólito marrom alaranjado, com 50cm de espessura, aproximadamente; e) gnaiss alterado rosa esbranquiçado equigranular com 40cm de espessura. O material apresenta-se com muitos cristais milimétricos (aproximadamente 2mm) de quartzo. O contato com o horizonte superior é abrupto.

Os principais processos observados nessa unidade foram principalmente queda de blocos. Os tamanhos desses blocos de tinguaito variam – apresentam-se menores (decimétricos) a sul do ponto MH-09. São blocos pouco alterados a sãos, e assumem formatos angulosos e além desses blocos de tinguaito foi possível registrar um bloco de migmatito, cujas dimensões alcançam 1m X 1,5m. Também foi possível observar erosão na beira da estrada, por se instalar sobre material arenoso/quartzoso.

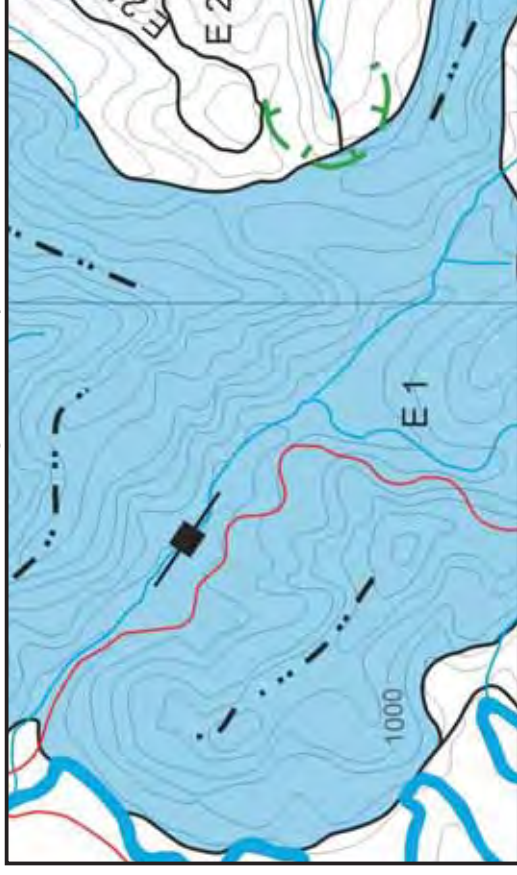
Esta unidade tem na ocupação agrícola sua principal atividade, mas além de lavouras, também se observa m pastagens e poucas matas.

FICHA 1 - Características da Unidade E 1-Gnaise em Relevo de Morro

Imagem do Relevo



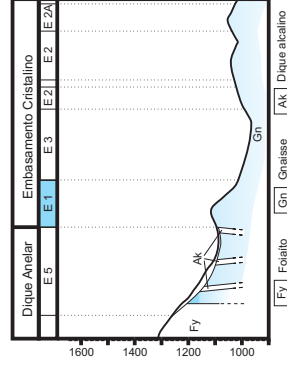
Localização no Mapa



Os principais processos observados nessa unidade foram principalmente queda de blocos de tinguaito e migmatito com dimensões variadas (decimétricos a métricos) e formatos angulosos, e erosão de beira de estrada.

Tem na ocupação agrícola sua principal atividade, além de lavouras e pastagens.

Seção Geológico-Geotécnica



Perfil de Alteração Típico



UNIDADE GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA	SUB-UNIDADE	GEOLOGIA	RELEVO	SOLO (PERFIL DE ALTERAÇÃO)	ALTITUDES/AMPLITUDE DE RELEVO	DECLIVIDADE PREDOMINANTE	PERFIL DAS ENCOSTAS	FORMA DOS TOPOS	FORMA DOS VALES	REGISTRO DE PROCESSOS GEOLÓGICOS	VEGETAÇÃO E USOS DO SOLO
E 1		Gnaiss	Morro	Residual	900-1100m	15 - 30%	Retilínea a Côncava	Restritos (Cristas Alogadas)	Fechados em V	Queda de Blocos e Escorregamentos	Rural

6.1.1.2. *Unidade E 2 – Gnaiss em Relevo de Morrote*

Essa unidade é representada por relevo de morrotes com topos eventualmente suavizados, estando associados a gnaisses (FICHA 2).

Sua topografia atinge cotas em torno de 1000m a 1050m nos locais mais elevados, enquanto que nos locais mais baixos, atinge aproximadamente entre 900m a 950m. A Sub-Unidade E 2A foi definida pela existência de topos arredondados com as maiores elevações desse terreno, mas no geral, pode-se dizer que as encostas têm padrão retilíneo a côncavo, estas em menor expressão. Os vales são abertos em V, com drenagens simétricas e levemente retilíneas.

Sua declividade é caracterizada pela variação entre 5-30%, mas também ocorrem locais onde a declividade fica entre 60-100%. Sua Sub-Unidade apresenta declividades da ordem de 0-15%.

6.1.1.3. *Unidade E 3 – Gnaiss em Relevo Colinoso*

A presente unidade ocorre em manchas, próximo aos aluviões (Unidade E 4).

Seu relevo é marcado por colinas. São topos arredondados com encostas convexas a côncavas. Os vales apresentam-se abertos em U e são bastante amplos, cujas drenagens assumem caráter meandrante. Sua topografia colinosa não ultrapassa os 1000m de cota, sendo predominante a oscilação entre as cotas de 900m a 950m. Pode-se dizer que a declividade dessa unidade apresenta variação entre 0-5%, mas chega a ficar entre 15-30%, localmente. Então pode-se dizer que predomina a variação entre 0-15% (FICHA 3)

Seu solo é caracterizado da seguinte maneira: a) horizonte superficial de matéria orgânica escura, com aproximadamente 30cm de espessura; b) solo de coloração marrom escuro com espessura de aproximadamente 1m, podendo conter quantidades variáveis de quartzo. Localmente pode-se dizer que esse mineral ocorre em forma de linha de seixos, outras ocorrências apresentaram cristais de quartzo disseminados no material; c) solo marrom avermelhado chegando até a 2,5m de espessura – este horizonte pode ser dividido em dois dependendo da presença ou não de estruturas da rocha matriz.

Foram registrados processos como escorregamentos em cortes de rodovia. Apresentavam desde pequenas a grandes dimensões (ponto MH-15), dependendo da altura do talude. Também foi observada erosão na margem da rodovia e queda de blocos de tinguaitos pouco alterados a sãos, em geral angulosos.

Seu solo é ocupado por propriedades rurais, pastagens e mata.

6.1.1.4. *Unidade E 4 – Planícies Aluviais no Contexto Cristalino*

A Unidade E 4 representa os aluviões presentes no domínio de rochas cristalinas. São faixas alongadas segundo a orientação da drenagem, e também são caracterizados por assumir forma de alvéolos (FICHA 4).

Os alvéolos são formados quando o curso d'água encontra um obstáculo que restringe sua passagem (por exemplo, garganta), assim a drenagem perde a energia e deposita à montante os sedimentos presentes, formando essa feição, visível a NE da área de estudo.

Os depósitos aluvionares são caracterizados, topograficamente, por apresentarem cotas da ordem de 850m a 900m, e declividades da ordem de 0-5%.

Seu solo saturado é constituído por materiais erodidos, retrabalhados que se depositam nas margens das drenagens. Pode conter quantidades significativas de matéria orgânica.

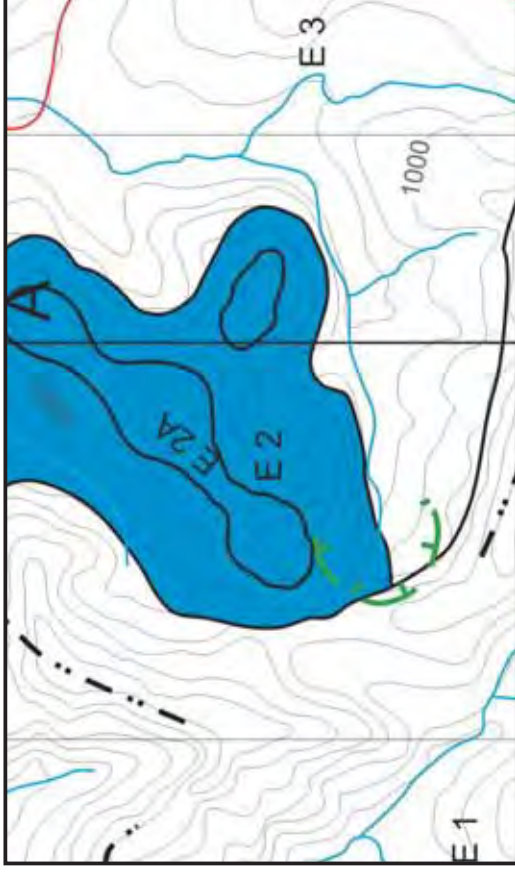
Seus processos principais são queda de blocos, assoreamento e inundações.

FICHA 2 - Características da Unidade E 2 - Gnaíse em Relevo de Morrote

Imagem do Relevo



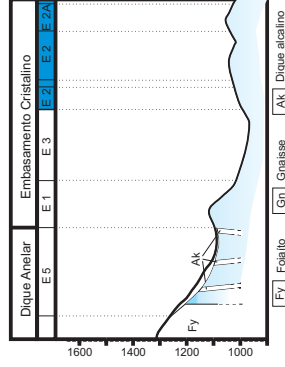
Localização no Mapa



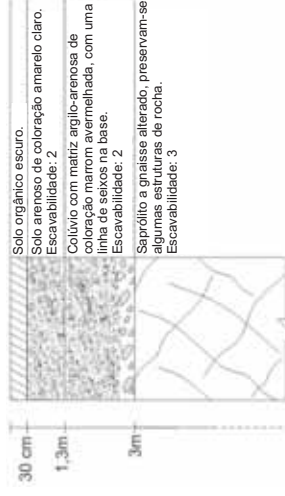
A unidade apresenta predominância de solos residuais com colúvio e encostas retilíneas a côncavas, mas em sua sub-unidade, ocorrem solos residuais e encostas convexas. O relevo de morrotes apresenta topos suavizados, resultando na delimitação da Sub-Unidade A.

Os vales são avertos em V, com drenagens simétricas e levemente retilíneas.

Seção Geológico-Geotécnica



Perfil de Alteração Típico



UNIDADE GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA	SUB-UNIDADE	Gnaise	Morrote	Solo (Perfil de Alteração)	Altitudes/Amplitude de relevo	Declividade predominante	Perfil das encostas	Forma dos topos		Forma dos vales	Queda de Blocos e Escorregamentos	Rural
								Arredondados	Suavizados			
E 2	A			Residual com colúvio	900-1000m 1000-1050m	15 - 30% 0 - 15%	Retilínea a Côncava					

FICHA 3 - Características da Unidade E 3 - Gnaíse em Relevo Colinoso

Imagem do Relevo



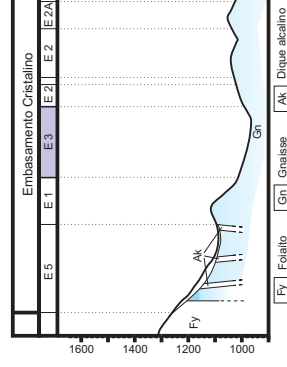
Localização no Mapa



Foram registrados processos como escorregamento em cortes de rodovia, apresentando desde pequenas a grandes dimensões, e erosão em margem de rodovia e queda de blocos de tinguaíftos em geral angulosos.

Sua ocupação é dada por propriedades rurais, lavouras e pastagens.

Seção Geológico-Geotécnica



Perfil de Alteração Típico



UNIDADE GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA	SUB-UNIDADE	GEOLOGIA	RELEVO	SOLO (PERFIL DE ALTERAÇÃO)	ALTITUDES/AMPLITUDE DE RELEVO	DECLIVIDADE PREDOMINANTE	PERFIL DAS ENCOSTAS	FORMA DOS TOPOS	FORMA DOS VALES	REGISTRO DE PROCESSOS GEOLÓGICOS	Rural	VEGETAÇÃO E USOS DO SOLO
E 3		Gnaisse	Colinoso	Residual com colúvio	900-1000m	0 - 15%	Convexa	Arredondados	Abertos em U	Queda de Blocos e Escorregamentos		

FICHA 4 - Características da Unidade E 4 - Planícies Aluviais no Contexto Cristalino

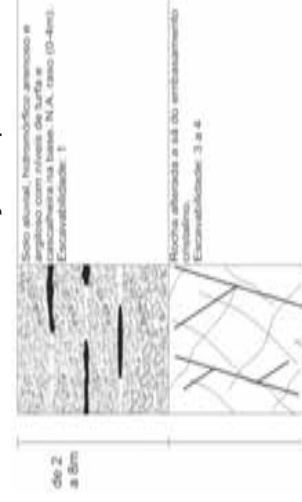
Imagem do Relevo



Localização no Mapa



Perfil de Alteração Típico



Caracterizados por assumir forma de alvéolos.

Seus processos principais são queda de blocos, assoreamento e cheias anuais.

Sua ocupação se dá por pequenas colônias populacionais.

UNIDADE GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA	SUB-UNIDADE	GEOLOGIA	RELEVO	SOLO (PERFIL DE ALTERAÇÃO)	ALTITUDES/AMPLITUDE DE RELEVO	DECLIVIDADE PREDOMINANTE	PERFIL DAS ENCOSTAS	FORMA DOS TOPOS	FORMA DOS VALES	REGISTRO DE PROCESSOS GEOLÓGICOS	VEGETAÇÃO E USOS DO SOLO
E 4		Aluvião	Planície	Aluvionar	850-900m	0 - 5%	Plano	Aplainados	Abertos	Erosão Fluvial, Assoreamento e Enchentes	Rural

6.1.2.1. *Unidade E 5 – Intercalação de Rochas Alcalinas e Gnáissicas*

A unidade presente representa intercalações de rochas pré-cambrianas do embasamento cristalino com rochas alcalinas, em forma de diques, provenientes da intrusão magmática ocorrida no cretáceo superior.

Situa-se numa faixa de orientação segundo EW, marcada por grande variação altimétrica da ordem de 1050m a norte e 1300m a sul. Predominam cotas da ordem de 1200m. Sua declividade varia predominantemente de 15-30%, mas localmente alcançam 60-100%, mas também 5-15% em locais menos íngremes (FICHA 5).

Seu relevo é de patamar irregular, ocorrendo com topos ora arredondados, ora restritos. Possui encostas retilíneas, vales abertos em V e com drenagens simétricas.

Seu solo é caracterizado da seguinte maneira: a) solo coluvionar a arenoso, com blocos rolados de tinguaito na superfície; b) depósito coluvionar de grande espessura, ocorrendo fragmentos a blocos rochosos de natureza alcalina (tinguaito) e ácida (gnaisse); c) gnaisse são a pouco alterado com intercalações de rochas alcalinas, podendo assumir a forma de veios ou diques.

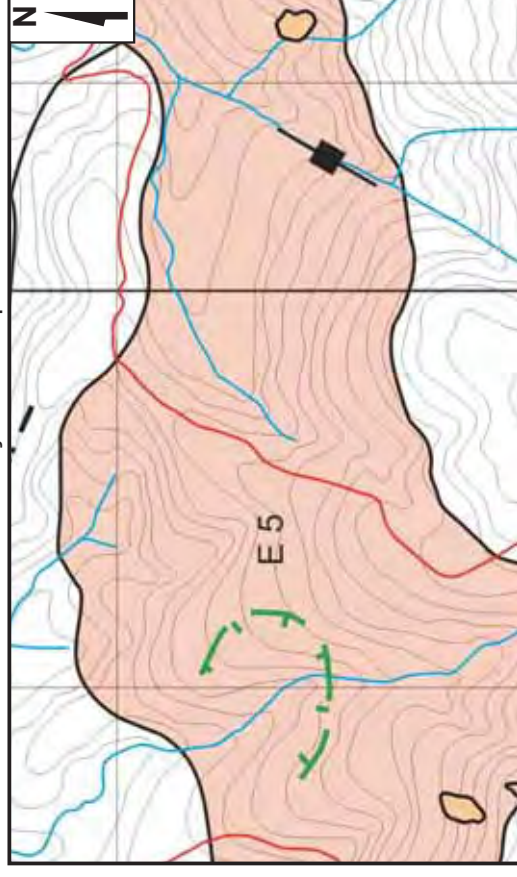
Seu solo é largamente ocupado por lavouras.

FICHA 5 - Características da Unidade E 5 - Intercalação de Rochas Alcalinas e Gnáissicas

Imagem do Relevo



Localização no Mapa

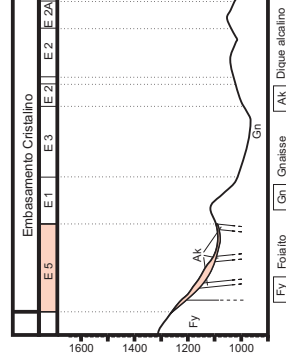


São intercalações de rochas alcalinas nas rochas pré-cambrianas do embasamento cristalino, podendo assumir forma de diques.

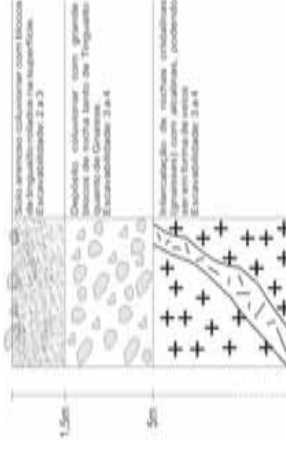
Seu relevo é caracterizado por ser um patamar irregular entre as

Foram registrados processos como queda de blocos de tinguaítos e de composição ácida (gnaisses).

Seção Geológico-Geotécnica



Perfil de Alteração Típico



UNIDADE GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA	SUB-UNIDADE	GEOLOGIA	RELEVO	SOLO (PERFIL DE ALTERAÇÃO)	ALTITUDES/AMPLITUDE DE RELEVO	DECLIVIDADE PREDOMINANTE	PERFIL DAS ENCOSTAS	FORMA DOS TOPOS	FORMA DOS VALES	REGISTRO DE PROCESSOS GEOLÓGICOS	VEGETAÇÃO E USOS DO SOLO
E 5		Intercalação de Alcalina e Gnaisse	Patamar	Coluvionar	1050-1300m	15 - 30%	Retilínea	Arredondados a Restritos	Abertos em V	Queda de Blocos	Agricultura

6.1.2. Dique Anelar (D)

O complexo anelar engloba as maiores feições morfológicas da área de estudo, uma vez que é caracterizado por apresentar as maiores variações de altitude. Isso fica claro ao observar a porção norte de seus terrenos, que alcançam cotas entre 1050m e 1100m, no limite entre as unidades do embasamento e a Unidade D 1. E também apresenta cotas que ultrapassam os 1600m, na Unidade D 3.

A respeito da declividade, esse domínio apresenta predominantemente variações entre 15-100% dependendo do local, mas há registros de locais, onde essa declividade é quase nula.

Além disso, os depósitos de tálus associados foram considerados como dentro desse domínio, pois são resultantes do processo sofrido pelos topos e encostas dos terrenos dominados por tinguaiços e foiaços.

6.1.2.2. Unidade D 1 – Foiaço em Relevo Montanhoso

Ocorre numa faixa segundo EW, juntamente a Unidade D 3, fazendo parte do complexo do Dique Anelar.

Seu relevo é montanhoso com eventuais cristas alinhadas apresentando ora topos restritos, ora arredondados. Possui encostas retilíneas a convexas. Essa unidade chega a cotas próximas de 1400-1500m nas proximidades da Unidade D 2 e da Usina Antas I, mas predominam valores em torno de 1300-1350m. Tem sua declividade predominante entre 15-30%, mas nas proximidades dos referidos locais acima, atinge até 60-100% (FICHA 6).

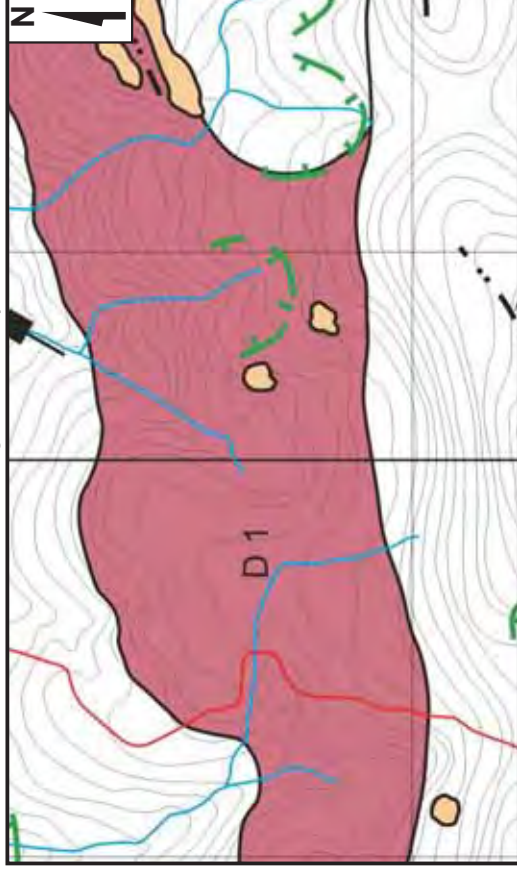
Seu solo pode ser descrito da seguinte maneira: a) solo coluvionar pouco espesso, chegando até a 2m de espessura aproximadamente, apresenta muitos fragmentos de rocha, chegando até a 10cm de dimensões; b) foiaço alterado com núcleos de rocha sã; c) rocha sã a pouco alterada de coloração cinza clara a escura.

FICHA 6 - Características da Unidade D 1 - Foiafo em Relevo Montanhoso

Imagem do Relevo



Localização no Mapa

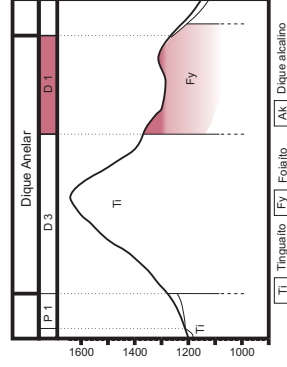


Seu relevo é montanhoso com cristas alinhadas, e topos ora restritos, ora arredondados

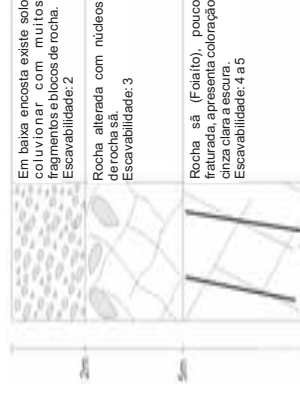
Nota-se em alguns locais, afloramentos rochosos nos topos da unidade e queda de blocos de foiaito.

Sua ocupação é feita por agricultura e matas.

Seção Geológico-Geotécnica



Perfil de Alteração Típico



UNIDADE GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA	SUB-UNIDADE	GEOLOGIA	RELEVO	SOLO (PERFIL DE ALTERAÇÃO)	ALTITUDES/AMPLITUDE DE RELEVO	DECLIVIDADE PREDOMINANTE	PERFIL DAS ENCOSTAS	FORMA DOS TOPOS	FORMA DOS VALES	REGISTRO DE PROCESSOS GEOLÓGICOS	VEGETAÇÃO E USOS DO SOLO
D 1		Foiaito	Montanhoso	Residual	1300-1450m	15 - 30%	Retilínea a Convexa	Arredondados a Restritos	Fechados em V	Queda de Blocos	Agricultura e Mata

6.1.2.3. *Unidade D 2 – Chibinito/Lujaurito em Relevo de Patamar*

Corresponde às rochas diferenciadas, numa porção restrita entre as Unidades D 3 e D 1, a leste do domínio do dique.

Seu relevo é caracterizado por formar um patamar irregular entre as duas unidades anteriormente citadas. Nas proximidades da Unidade D 3 seu relevo é predominantemente de colinas baixas com colúvio de aproximadamente 2m de espessura.

Aqui, a predominância de cotas em torno de 1300m, indica mais claramente o caráter de patamar que a unidade assume, mas localmente pode atingir até 1450m. Sua declividade apresenta valores predominantes da ordem de 5-15%, ocorrendo também, localmente, valores da ordem de 0-15% e 15-30% (FICHA 7).

Seus vales são abertos em U e as drenagens são praticamente simétricas.

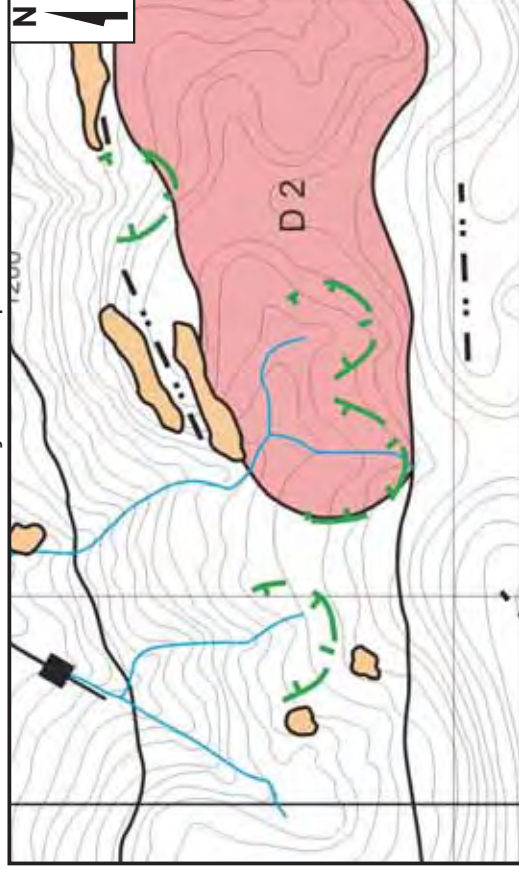
É possível descrever seu solo quando o topo rochoso se encontra próxima à superfície do terreno, e quando o solo é mais espesso. Para a primeira situação: a) horizonte com muitos blocos rolados na superfície e colúvio com cascalho e blocos de rocha variando de centimétricos até 10m de diâmetro, aproximadamente; b) chibinito são. Para a segunda situação é possível descrever assim: a) solo coluvionar laranja a amarelo com cascalho e camada húmica centimétrica na porção superior do horizonte; b) chibinito pouco alterado a alterado de coloração cinza escura a cinza clara; c) rocha sã.

FICHA 7 - Características da Unidade D 2 - Chibinito/Lujaurito em Relevo de Patamar

Imagem do Relevo



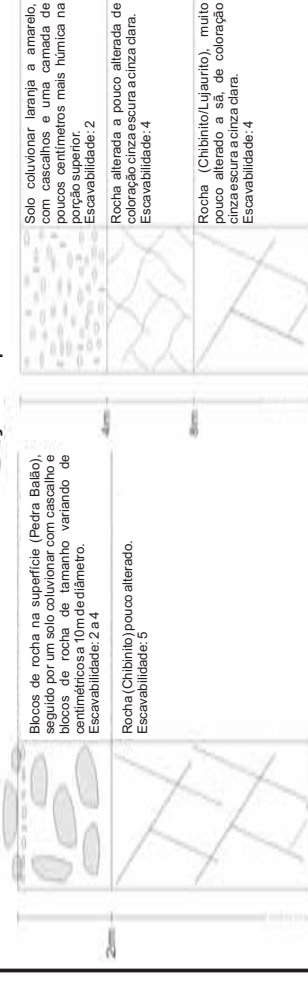
Localização no Mapa



Seu relevo é caracterizado por formar um patamar irregular entre as unidades D 1 e D 2 com vales abertos em U e drenagens praticamente simétricas.

Nas proximidades da Unidade D 3 seu relevo é predominantemente de colinas baixas apresentando horizonte coluvionar de 2m de espessura, aproximadamente.

Perfil de Alteração Típico



UNIDADE GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA	SUB-UNIDADE	GEOLOGIA	RELEVO	SOLO (PERFIL DE ALTERAÇÃO)	ALTITUDES/AMPLITUDE DE RELEVO	DECLIVIDADE PREDOMINANTE	PERFIL DAS ENCOSTAS	FORMA DOS TOPOS	FORMA DOS VALES	REGISTRO DE PROCESSOS GEOLÓGICOS	Agricultura
D 2		Chibinito/ Lujaurito	Patamar	Residual com Colúvio	1300-1350m	5 - 15%	Convexo	Arredondados	Abertos em U	Queda de Blocos	

6.1.2.4. *Unidade D 3 – Tinguaito em Relevo Montanhoso*

Essa unidade refere-se a Serra de São Domingos, atingindo as maiores cotas do município. No que diz respeito a sua topografia, é a mais expressiva em se tratando sua elevação. Atinge cotas até 1600m a 1650m nas cristas, e quase 1250-1300m nas porções mais baixas, próximas a cidade. É caracterizada pelo predomínio de altas declividade (60-100%), mas também ocorrem localmente, baixos valores da ordem de 0-15% em alguns topos (FICHA 8).

São tinguaitos de coloração cinza escuro e granulação fina em relevo montanhoso, cujos topos são restritos com cristas alinhadas, possuem encostas retilíneas, com alta densidade de textura. Seus vales são podem ser abertos ou fechados em V, com padrão de drenagem retilíneo.

Seu solo pode ser caracterizado como pouco espesso no topo, mas em cotas mais baixas, pode ser descrito da seguinte maneira: a) solo orgânico preto, com espessura de aproximadamente 50cm; b) saprólito de coloração marrom alaranjada, com espessura de 70cm, aproximadamente; c) tinguaito alterado de coloração alaranjada e 1,5m de espessura; d) rocha sã. Pode estar localmente associado à colúvio.

Os processos registrados nessa unidade foram predominantemente queda de blocos, deslizamentos e erosão de beira de estrada, provavelmente pelo asfalto ter uma espessura pequena e estar sobre material arenoso/quartzoso.

Sua ocupação se dá preferencialmente por matas e propriedades rurais.

FICHA 8 - Características da Unidade D 3 - Tinguaito em Relevo Montanhoso

Imagem do Relevo

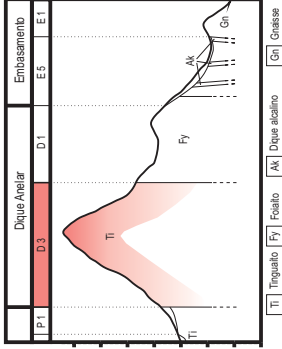


Localização no Mapa

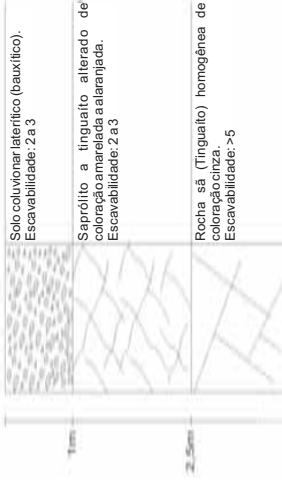


Essa unidade refere-se a Serra de São Domingos, atingindo as maiores cotas do município - da ordem de 1600m a 1650m nas suas cristas alinhadas - e declividades bastante elevadas - acima de 60%. Ocorrem queda de blocos, deslizamentos e erosão de beira de estrada.

Seção Geológico-Geotécnica



Perfil de Alteração Típico



UNIDADE GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA	SUB-UNIDADE	GEOLOGIA	RELEVO	SOLO (PERFIL DE ALTERAÇÃO)	ALTITUDES/AMPLITUDE DE RELEVO	DECLIVIDADE PREDOMINANTE	PERFIL DAS ENCOSTAS	FORMA DOS TOPOS	FORMA DOS VALES	REGISTRO DE PROCESSOS GEOLÓGICOS	VEGETAÇÃO E USOS DO SOLO
D 3		Tinguaito	Montanhoso	Residual	1300-1650m	> 60%	Retilínea	Restritos (Cristas Alogadas)	Abertos em V	Queda de Blocos, Escorregamentos e Erosão	Agricultura e Mata

6.1.3. Domínio Interno do Planalto (P)

Aqui encontram-se os terrenos que vão desde a cidade homônima até o extremo sul da área de estudo. São caracterizados por foiaítos que geram solos mais desenvolvidos, e onde a cidade se insere, preferencialmente. E também ocorrem tinguaitos, que atingem as maiores cotas do planalto, e são potenciais alvos para a expansão urbana.

Esse domínio atinge variações topográficas da ordem de 1250m presentes na Unidade P 4, e 1500m nas cristas da Unidade P 2.

Sobre a sua declividade pode-se dizer que ao observar o domínio, como um todo, nota-se que as altas classes de declividade ocorrem restritamente em pequenos locais da Unidade P 2, e em menor quantidade, na Unidade P 3.

6.1.2.5. Unidade P 1 – Depósito de Tálus

Essa unidade tem a morfologia alongada segundo EW, sendo resultado diretamente dos processos que atuam na Unidade D 3 – Tinguaitos da Serra de São Domingos.

Topograficamente, os depósitos de tálus também apresentam alta variação em relação às suas altitudes. Suas Sub-Unidades A e B alcançam cotas semelhantes, chegando a elevações da ordem de 1300m, e 1200m nas regiões menos elevadas. A Sub-Unidade C é caracterizada por possuir cotas muito próximas da Unidade P 5 e atinge predominantemente cotas entre 1150m a 1200m (FICHA 9).

A declividade varia de acordo com as sub-unidade acima citadas, e pode-se dizer então, que foi possível determinar três classes distintas. A Sub-Unidade A apresenta declividades variando de 15-30%, enquanto que a Sub-Unidade B é intermediária com predomínio de 5-15%. A Sub-Unidade C apresenta os menores valores para essa característica, com 0-5% de declividade.

Os depósitos de tálus em sopé de montanha são caracterizados pela grande quantidade de blocos e matacões de tinguaito rolados de dimensões variadas, desde centimétricos até métricos, estes ocorrem nas porções mais superiores. Associado a isso

ocorre também solo antropogênico, caracterizado por restos de utensílios humanos, tais como chinelos.

O seu solo tem coloração marrom avermelhado a claro e é caracterizado pelos fragmentos rochosos arredondados de tinguaito com espessura de até 7m, aproximadamente. Pode fazer parte do solo uma camada de 30cm, aproximadamente, de material de natureza antrópica (solo antropogênico), caracterizado por restos de utensílios humanos, tais como sandálias, etc.

Essa unidade tem como características particulares, a diferença de declividades na porção leste, onde essa unidade é mais espessa, e na porção oeste, onde a declividade apresenta-se ora mais alta, ora menor. Visando estas particularidades pode-se dividir a unidade em três subunidades. 1) P 1A – Ocorre em forma de manchas ao longo do corpo de tálus e é detentora das maiores declividades de toda a unidade, como um todo; 2) P 1B – provavelmente associada diretamente à Unidade P 5, atinge as menores declividades, caracterizada como relevo de planície; P 1C – É a porção mais espessa da unidade, à leste, e caracteriza-se por uma declividade média e a presença de drenagens canalizadas.

6.1.3.1. *Unidade P 2 – Tinguaito em Relevo de Morro*

Essa unidade é caracterizada por tinguaitos em relevo de morros. Possui grande variação topográfica, chegando a 1500m nas cristas mais elevadas da Sub-Unidade A, mas atinge cotas mais baixas, aproximadamente 1200m a 1300m, quando em proximidade com drenagens. A declividade varia de 5-30% chegando localmente, a valores quase nulos. Sua Sub-Unidade apresenta valores em torno de 30-60%, perfazendo assim, os topos restritos da unidade (FICHA 10).

Essa rocha apresenta granulação fina com coloração cinza a preta e ocorre em muitos blocos rolados de variados tamanhos, sendo que os maiores apresentam dimensões métricas e perfazem um depósito de tálus de 2m a 4m de espessura na baixa encosta.

Foi possível observar diferentes horizontes de solo, indicando que o depósito encontra-se estável há algum tempo. O perfil de alteração dessa unidade pode ser descrito da seguinte maneira: a) solo marrom escuro de aproximadamente 20cm de espessura com

matéria orgânica preta e fragmentos de lateritas; b) depósito de tálus/colúvio de coloração marrom claro com aproximadamente 50cm de espessura, apresentando fragmentos arredondados a facetados de tinguaito; c) saprólito fino de coloração marrom alaranjado com espessura de 40cm, aproximadamente, apresentando alguns fragmentos de tinguaito de dimensões centimétricas; e d) tinguaito são, apresentando bordas de alteração de bauxita.

Foi possível observar que a unidade apresenta diferentes texturas tanto no topo quanto na meia encosta. O resultado disso foi a criação da Sub-Unidade A, que é caracterizada pela alta densidade textural, solo pouco espesso, as maiores cotas de toda a unidade que a engloba, resultando na presença de cristas alinhadas. Constata-se a ocorrência de muitos afloramentos rochosos, que estão situados preferencialmente nos topos dos morros, onde a dinâmica dos processos é diferente, resultando em solos pouco espessos.

Pode-se observar processos de rastejo nas encostas dessa unidade e queda de blocos.

O relevo de morros forma altos topográficos que constituem as maiores cotas do planalto, com topos restritos e cristas alinhadas, localmente e encostas retilíneas. Os vales dessa unidade são abertos em V e simétricos.

Quanto ao uso do solo, essa unidade apresenta pequena atividade antrópica, evidenciada pela abertura de novas vias de acesso, novos loteamentos (ponto MH-22), lixão a céu aberto (ponto MH-07) e área de aterro de resíduos de construção civil (ponto MH-05), este com aproximadamente 20m de extensão. Mas também pode-se observar pastagens e lavouras.

FICHA 10 - Características da Unidade P 2 - Tinguaito em Relevô de Morro

Imagem do Relevo



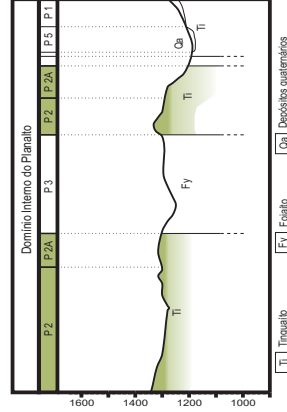
Localização no Mapa



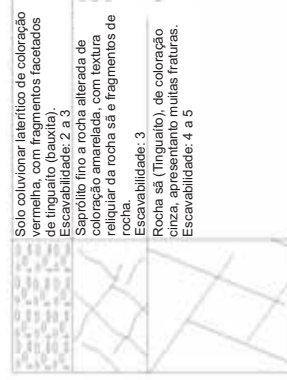
Seu relevo possui grande variação topográfica, chegando a 1.500m nos locais mais elevados, assim como diferentes texturas tanto no topo quanto na meia encosta. O resultado dessas diferenças foi a definição de uma sub-unidade.

Sua Sub-Unidade A é caracterizada por solo residual e topos com cristas alinhadas que chegam a 1.500m de cota.

Seção Geológico-Geotécnica



Perfil de Alteração Típico



UNIDADE GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA	SUB-UNIDADE	GEOLOGIA	Morro	SOLO (PERFIL DE ALTERAÇÃO)	ALTITUDES/AMPLITUDE DE RELEVO	DECLIVIDADE PREDOMINANTE	PERFIL DAS ENCOSTAS	FORMA DOS TOPOS		FORMA DOS VALES	REGISTRO DE PROCESSOS GEOLÓGICOS	Urbano e Agrícola	VEGETAÇÃO E USOS DO SOLO
								Arredondados	Restritos				
P 2	A			Residual com Colúvio	1200-1300m até 1500m	5 - 30% 30 - 60%	Convexo Retilínea				Queda de Blocos e Escorregamentos		

6.1.3.2. Unidade P 3 – Foiaíto em Relevo de Morrote

Essa unidade encontra-se distribuída no interior do planalto e corresponde a maior extensão em área em todo o planalto.

Pode ser caracterizada por foiaítos, rocha de granulação grosseira e coloração rósea esbranquiçada, em relevo colinoso ou de morrotes. Em amostra de mão é possível observar cristais de egirina.

Na porção SW da área de estudo, a declividade dessa unidade é de 5-15%, enquanto que na porção SE, esses valores aumentam para 15-30%, talvez pela existência de um corpo de foiaíto, representado pela Sub-Unidade A, que apresenta declividades em torno de 15-60%. Topograficamente, essa unidade apresenta grande variação, com elevações da ordem de 1300m a 1350m, e baixos de aproximadamente 1200m a 1250m (FICHA 11).

Apesar dessa distinção no relevo, entende-se que o terreno acidentado seja de processos da dinâmica de encostas, formando solos menos espessos, enquanto que no relevo colinoso, entende-se que aí seria o topo da unidade, sem levar em consideração os morros, sendo assim, o relevo colinoso sofreria processos da dinâmica de topo rochoso amplo, gerando um solo mais espesso, portanto, desenvolvido.

A unidade apresenta solos desenvolvidos, cujo perfil de alteração pode ser descrito da seguinte maneira: a) horizonte de crosta laterítica de coloração avermelhada com aproximadamente 1m de espessura, podendo dar lugar a uma cobertura coluvionar argiloso de coloração amarela quando próxima a encostas; b) foiaito alterado argiloso de coloração rosa amarelado com núcleos de rocha sã; c) rocha sã maciça, com granulação fina e coloração acinzentada apresentando fraturamento.

Observou-se também, a existência da Sub-Unidade A, que nada mais é do que um corpo de foiaito/nefelina sienito sã. Apresenta alta densidade de textura, se comparado ao restante da unidade, e ocorre unicamente nas proximidades da Represa Saturnino de Brito.

Algumas feições de rastejo e erosões foram observadas, mas o processo de queda de blocos se mostrou o mais abundante na unidade. Na via ao longo da Represa Saturnino

de Brito, esses blocos podem chegar a dimensões métricas e podem representar risco se associados com os demais processos citados, uma vez que estão localizados bastante próximos à via e em cima do corte de estrada.

O relevo é marcado predominantemente por topos arredondados desprovidos de cristas, cujas encostas podem ser retilíneas a côncavas, este último menos expressivo. Os vales são abertos em V e simétricos nas drenagens que assumem padrão retilíneo, indicando fraturamento.

Apresenta média ocupação urbana, sendo que ela se faz mais intensamente nas proximidades da cidade, e em locais mais distantes (a sul) predominam pastagens e matas. Pode-se notar também a presença de algumas poucas ocorrências de atividade mineira.

6.1.3.3. *Unidade P 4 – Foiaíto em Relevo Colinoso*

A Unidade P 4 encontra-se bordejando a Unidade P 5, e conseqüentemente a cidade de Poços de Caldas e é representada por foiaítos em relevo de colinas com cotas da ordem de 1200m, não ultrapassando 1300m, Em porções próximas a cidade, atinge valores perto de 1150m. Apresenta declividades predominantes da ordem de 5-15%, alcançando localmente, valores de 15-30% (FICHA 12).

O solo é caracterizado pelos seguintes horizontes, sendo que eles ocorrem da mesma forma tanto nos topos quanto nas encostas do relevo: a) crosta laterítica com espessura de até 1,5m; b) tinguaíto alterado de coloração ocre e espessura de até 2m, aproximadamente; c) rocha sã de coloração cinza.

Pode-se dizer que o relevo é caracterizado por topos arredondados e amplos, cujas encostas podem ser retilíneas ou côncavas localmente. Os vales são ora em V, ora em U todos abertos, mostrando fraca simetria. No topo do relevo a ocorrência de rocha sub-aflorante a aflorante é mais intenso do que em meia encosta.

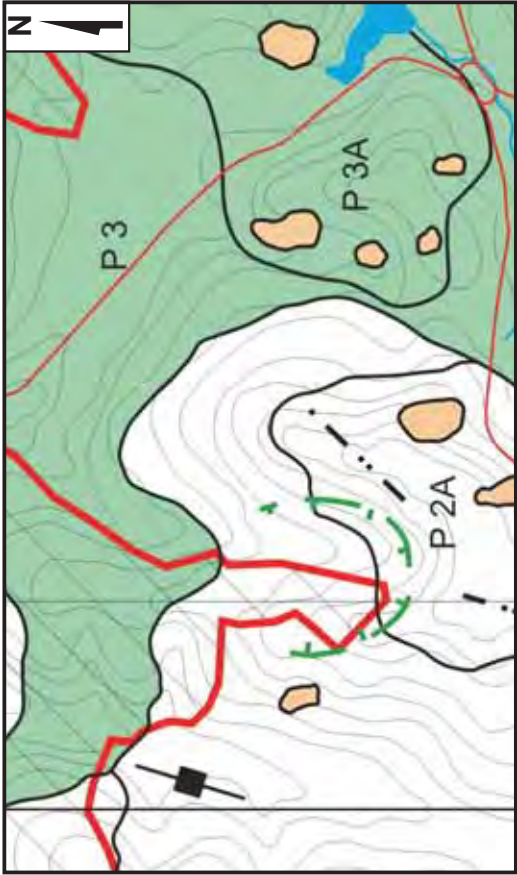
Claramente observa-se que essa unidade é alvo de intensa ocupação humana e seus terrenos onde a cidade se instala podem ser fruto de processos dinâmicos.

FICHA 11 - Características da Unidade P 3 - Foiaito em Relevo de Morrote

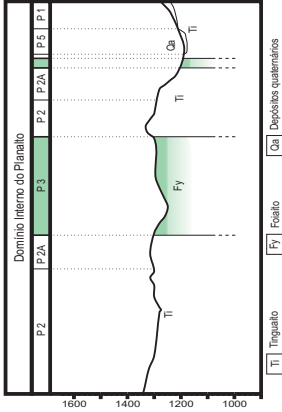
Imagem do Relevo



Localização no Mapa



Seção Geológico-Geotécnica



Perfil de Alteração Típico



Pode-se dizer que essa unidade assume relevo colinoso na porção SW de sua ocorrência e de morrotes na porção SE, onde se encontra a Sub-Unidade A.

Sua Sub-Unidade A é caracterizada por solo residual e topos restritos. É um corpo de nefelina-sienito são nas proximidades da Represa Saturnino de Brito.

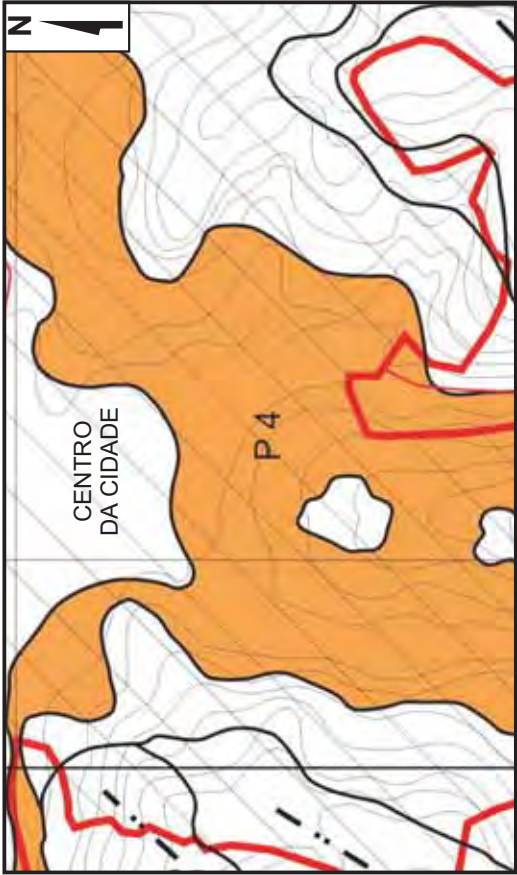
UNIDADE GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA	SUB-UNIDADE		GEOLOGIA	RELEVO	SOLO (PERFIL DE ALTERAÇÃO)	ALTITUDES/AMPLITUDE DE RELEVO	DECLIVIDADE PREDOMINANTE	PERFIL DAS ENCOSTAS	FORMA DOS TOPOS	FORMA DOS VALES	REGISTRO DE PROCESSOS GEOLÓGICOS	VEGETAÇÃO E USOS DO SOLO
	P 3	A										
			Foiaito	Morrote	Residual com Colúvio	1200-1350m	5 - 30%	Retilíneo a Convexo	Arredondados Restritos	Abertos	Queda de blocos e Erosão	Agrícola e Mata Nativa

FICHA 12 - Características da Unidade P 4 - Foiaito em Relevo Colinoso

Imagem do Relevo

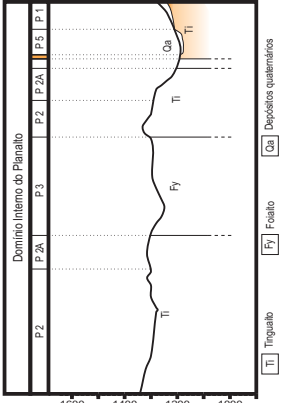


Localização no Mapa

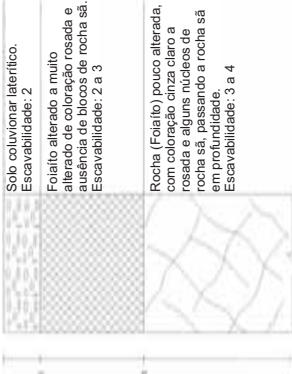


A Unidade P 4 apresenta relevo colinoso com declividades da ordem de 5-15%, cujos topos arredondados e amplos e topografia suavizada favoreceu a ocupação urbana.
Os vales são abertos, podendo assumir morfologia em U ou em V. No topo do relevo a ocorrência de rocha sub-aflorante a aflorante é mais intensa do que em meia encosta.

Seção Geológico-Geotécnica



Perfil de Alteração Típico



UNIDADE GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA	SUB-UNIDADE		GEOLOGIA	RELEVO	SOLO (PERFIL DE ALTERAÇÃO)	ALTITUDES/AMPLITUDE DE RELEVO	DECLIVIDADE PREDOMINANTE	PERFIL DAS ENCOSTAS	FORMA DOS TOPOS	FORMA DOS VALES	REGISTRO DE PROCESSOS GEOLÓGICOS	VEGETAÇÃO E USOS DO SOLO
	P 4											
			Foiaito	Colinoso	Residual com Lateritas	1200-1300m	5 - 15%	Convexo	Arredondados	Abertos em U	Queda de Blocos, Escorregamentos e Erosão	Agrícola

6.1.3.4. *Unidade P 5 – Planícies Aluviais no Domínio Interno*

Trata-se da planície onde a cidade de Poços de Caldas está inserida ao longo da Avenida João Pinheiro. A Unidade P 5 tem forma alongada segundo EW e se estreita a leste e se alarga no centro da cidade. Encontra-se limitada pela Serra de São Domingos a norte e as feições morfológicas do planalto (FICHA 13).

São depósitos aluvionares, fruto do retrabalhamento e transporte de sedimentos por meios das drenagens. Seu solo é rico em matéria orgânica, de granulometria fina e composição areno-argilosa, que pode passar dos 2m de espessura.

Os principais processos associados a essa unidade são assoreamentos onde os sedimentos em suspensão na água são depositados e erosão fluvial realizada pelo canal de drenagem atuando nas margens, onde a energia do rio é maior.

O relevo é constituído de amplas planícies onde a declividade é muito baixa, entre 0-5%, mas podem admitir valores até 15%. A unidade está inserida entre as cotas de 1100-1150m.

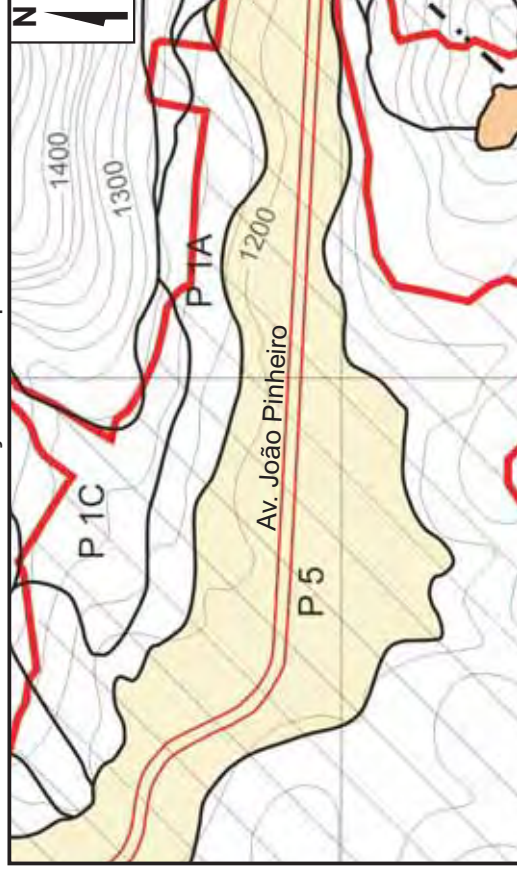
Por se tratar de materiais pouco coesos e terem o nível d'água muito próximo à superfície, tornam-se lugares pouco privilegiados para a construção e ocupação humana, já que esses terrenos oferecem baixa capacidade de suporte.

FICHA 13 - Características da Unidade P 5 - Planícies Aluviais no Domínio Interno

Imagem do Relevo



Localização no Mapa

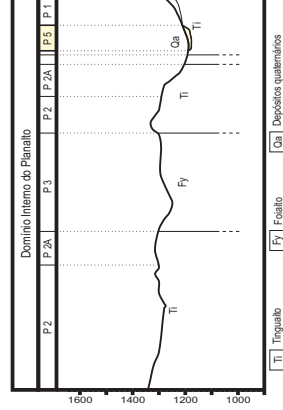


A Unidade P 50corre ao longo da Av. João Pinheiro, e torna-se mais expressiva no encontro entre o Ribeirão das Antas e o Ribeirão dos Poços:

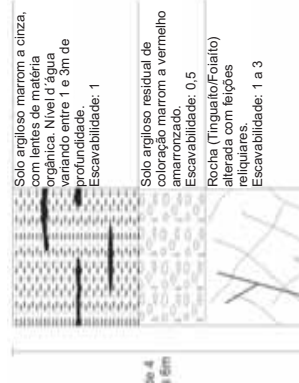
Os vales são amplos e extensos.

Seu substrato apresenta baixa capacidade de suporte.

Seção Geológico-Geotécnica



Perfil de Alteração Típico



P 5	SUB-UNIDADE	GEOLOGIA	PLANÍCIE	ALUVIONAR	1100-1150m	0 - 5%	PLANO	FORMA DOS TOPOS	FORMA DOS VALES	REGISTRO DE PROCESSOS GEOLÓGICOS	Ocupação Urbana
	UNIDADE GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA	VEGETAÇÃO E USOS DO SOLO									

6.1.3.4. *Unidade P 6 - Arenito*

Essa unidade ocorre numa porção bastante restrita, não só na área de estudo, mas também em todo o Complexo Alcalino de Poços de Caldas. Está situado à oeste da cidade homônima e é alvo de atividade mineira pela Camargo Correa, está no domínio dos tinguaítos da Unidade D 3 e do interior do planalto.

O relevo é de morros a morrotes, cujas cotas apresentam variação de aproximadamente 1300m nas partes mais elevadas, próxima a Unidade D 3, e valores menores, da ordem de 1150m próxima a Unidade P 5. Sua declividade é predominantemente entre 5-15% (FICHA 14).

As rochas tem coloração branca, granulação média, bem selecionado, apresentando estratificação cruzada de grande porte, bastante fraturado, que são preenchidas por material argiloso branco e óxidos de manganês, é sub-aflorante e forma solo pouco espesso.

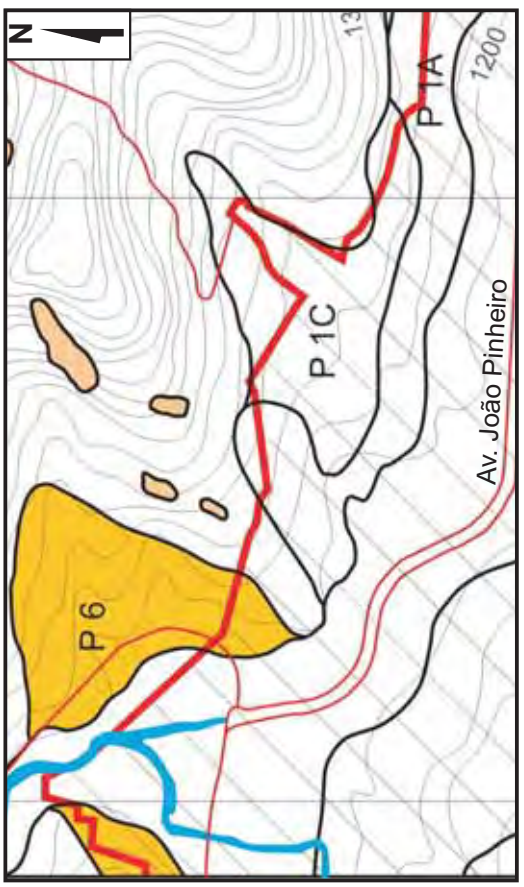
O uso do solo se faz preferencialmente pelas mineradoras e a vegetação rasteira.

FICHA 14 - Características da Unidade P 6 - Arenito

Imagem do Relevo



Localização no Mapa



Perfil de Alteração Típico



O relevo dessa unidade é de morros a morrotes com declividade de 5% a 15%.
O arenito é bem selecionado, tem coloração branca e bastante fraturada.
Essa unidade é alvo de atividade mineira.

UNIDADE GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA	SUB-UNIDADE	GEOLOGIA	RELEVO	SOLO (PERFIL DE ALTERAÇÃO)	ALTITUDES/AMPLITUDE DE RELEVO	DECLIVIDADE PREDOMINANTE	PERFIL DAS ENCOSTAS	FORMA DOS TOPOS	FORMA DOS VALES	REGISTRO DE PROCESSOS GEOLÓGICOS	VEGETAÇÃO E USOS DO SOLO
P 6		Arenito	Morro a Morrote	Residual	1150-1300m	5 - 15%	Retilínea	Arredondados	Fechados	Erosão	Áreas de Cultivos Anuais

7. CONCLUSÕES

A aplicação do método de compartimentação fisiográfica se mostrou bastante eficiente para a delimitação das Unidades Básicas de Compartimentação (UBCs), e consequentemente a elaboração do mapa Geológico-Geotécnico na escala de 1:25.000. Os mapas de declividades e modelo digital do terreno se apresentam como ferramentas importantes na análise do relevo de feições morfológicas, e na integração desta com o substrato geológico.

Uma análise das unidades pode ser observada abaixo:

Unidades E 1, E 2 e E 3 - Essas unidades, inseridas no contexto do embasamento cristalino apresentam processos semelhantes – queda de blocos em talude de cortes e escorregamentos, predominantemente - provavelmente por se tratar de mesma litologia (gnaisses). Dado que o fator que as difere é o relevo, os processos desencadeados são em grande parte devido às suas topografias. Onde a topografia é mais acidentada (Un. E 1) é possível observar feições de rastejo em encostas cuja declividade é mais acentuada, e escorregamentos em locais com topografia suavizada, como é o caso das Unidades E 2 e E 3.

Na ausência de planejamento, essas áreas apresentam baixa aptidão à ocupação. Seria necessário que as ocorrências desses processos fossem estudadas em maior detalhe, e que houvesse um incentivo no reflorestamento, para que o solo apresentasse melhores condições de ocupação.

Unidade E 4 - Esta unidade é fruto dos processos dinâmicos do Embasamento, então não se pode dizer que as planícies aluviais pertencem a ele.

Ocorre predominantemente erosão fluvial, assoreamento e enchentes. Para que esses processos não apresentem riscos, é necessário monitorar os eventos de cheia voltados aos pequenos núcleos urbanos ali presentes.

Unidade E 5 - Essa unidade apresenta queda de blocos e escorregamentos associados aos depósitos de tálus e colúvio. Uma forma de prevenir tais processos seria realizar um mapeamento detalhado dessas feições a fim de conter as instabilidades.

Unidade D 1 - Essa unidade apresenta topografia diferenciada, já que está no domínio do Dique Anelar, e foi possível observar que em muitos locais ocorrem afloramentos rochosos no topo, queda de blocos e, em menor escala, rastejo em meia encosta.

Esses processos requerem monitoramento e mapeamento detalhado nos locais onde as declividades são maiores, o que provavelmente sugerem maiores instabilidades no terreno, e em locais turísticos.

Unidade D 2 - A unidade D 2, restrita no centro leste da área de estudo e entre duas unidades montanhosas (Unidades D 1 e D 3), apresenta predominantemente queda de blocos e escorregamentos.

Quando associada à sopé de montanha, essa unidade apresenta escorregamentos, o que resulta em solos coluvionares, assim como foi possível observar também queda de blocos de dimensões decimétricas em corte de rodovia. Podem apresentar riscos potenciais uma vez que esses acessos ligam a cidade aos locais turísticos, cujos acessos têm intenso trânsito de turistas.

Uma forma de minimizar ou prevenir tais ocorrências seria melhorar os acessos construindo obras de contenção para que esses movimentos de rocha e solo não representem riscos à sociedade.

Unidade D 3 - Essa unidade apresenta as maiores cotas do município e também, altas declividades.

Pode-se observar queda de blocos, escorregamentos, erosão e em menor escala, rastejos em meia encosta. Então pode-se dizer que apresenta a mesma problemática da Unidade D 1, cujos processos apresentam riscos potenciais à sociedade.

Para evitar ou prevenir tais processos, é necessário que se tomem medidas visando a contenção dos processos gravitacionais, que representam riscos a motoristas que trafegam pelas estradas mal cuidadas das unidades do domínio do Dique Anelar e Embasamento Cristalino.

Unidade P 1 - O limite norte da área urbana de Poços de Caldas encontra-se inteiramente ao longo dessa unidade, o que pode representar riscos aos moradores, uma vez que foram registrados queda de blocos, escorregamentos e rastejos bem próximos às residências. Desses processos, os dois primeiros é que são potencialmente perigosos, já que ocorrem numa rápida velocidade e podem ter grandes dimensões.

Para que esses processos não resultem em perdas é necessário monitoramento sistemático do corpo de tálus como um todo, e a identificação de novas feições e suas evoluções durante determinado período, para que as medidas cabíveis sejam tomadas a tempo.

Unidade P 2 - A topografia acidentada e rochas mais resistentes dessa unidade são o alvo atual da expansão urbana na cidade. Uma prova disso é a abertura de novos loteamentos, cujos acessos são por vias com declives acentuados.

Os principais registros dos processos geológicos são queda de blocos e escorregamentos, mas em menor ocorrência rastejo.

Para que a ocupação dessa unidade seja feita são necessários estudos em escala de detalhe para que seja possível a identificação de fraturas em rocha e da variação da espessura do solo onde se deseja construir, para auxiliar nas medidas a serem tomadas.

Unidade P 3 - Ocorrem duas situações distintas nessa unidade: 1) a SE, nas proximidades da Represa Saturnino de Brito e do centro da cidade, a unidade apresenta densa ocupação populacional; 2) à SW, nas proximidades da PUC, onde a ocupação é menos intensa.

Os principais processos registrados são queda de blocos, escorregamentos e erosão, mas se forem tomadas medidas adequadas para controlar e monitorar tais processos, essa unidade pode apresentar grande potencial para a expansão da cidade

Unidade P 4 - Essa unidade já se encontra quase que completamente ocupada pela área urbana da cidade, já que a topografia é menos acidentada e os foiaítos apresentam menor resistência a corte e aterros.

Ocorre preferencialmente queda de blocos e erosão, mas localmente e em menor escala, rastejos que podem evoluir para escorregamentos.

Pode-se dizer que seus terrenos são aptos a receber a população, uma vez que seu solo tem bastante quantidade de argila, isto é, a coesão entre as partículas é grande devido à capacidade de reter água.

Unidade P 5 - Pode-se dizer que a cidade de Poços de Caldas está instalada ao longo de toda a unidade P 5, que se torna mais expressiva no encontro do Ribeirão das Antas com o Ribeirão dos Poços (leste da área de estudo) e bordeja a Av. João Pinheiro desde a rodoviária até o centro.

Os processos registrados nessa unidade são principalmente erosão fluvial e assoreamento. Por se tratar de uma planície aluvionar, entende-se que seu substrato apresenta baixa capacidade de suporte e que cheias e inundações são passíveis de ocorrência. Por esses motivos, a Unidade 5 não é apta à ocupação, sendo necessárias medidas de ação permanente de contenção e prevenção desses processos.

Unidade P 6 - Pela pequena expressão que essa unidade assume, o único processo registrado foi erosão, que é desencadeada pelas chuvas.

Já que essa unidade é alvo de atividade mineira, necessita-se de monitoramento sistemático para que a extração seja feita de maneira correta.

A expansão urbana é, de fato, algo presente em Poços de Caldas, dada a existência de novos loteamentos e o alvo disso é a região que se encontra entre o aeroporto e a cidade (vetor para sul). Essa região é caracterizada por topografia mais acidentada e rochas com grau de escavabilidade elevada, uma vez que a cidade já se instalou em locais mais fáceis e acessíveis com topografias menos acidentadas e rochas com grau de escavabilidade baixo.

Outro fato bastante claro é a influência da Serra de São Domingos (Unidade D 3) na ocupação urbana. É claramente um obstáculo geográfico que impede a população de ocupar tanto as áreas de alta declividade das unidades D 1 e D 3, como também as unidades E 1, E 2 e E 3 dos terrenos do embasamento. Sendo assim, sua principal atividade é a agricultura, que encontra clima e solos diferentes dos domínios do planalto. Um dos problemas registrados nesse terreno é a ocorrência de escorregamentos em corte de rodovia e a erosão nas margens da maioria das vias de acesso. Associado a isso, a existência de vegetação predominante de gramíneas aumenta os riscos de erosão, uma vez que o solo é pouco espesso.

Ao analisar o domínio cristalino, nota-se que os locais mais propícios à ocupação humana são as unidades E 4, caracterizada por planícies amplas, e E 3, que apresenta relevo colinoso de fácil acesso e ocupação. Em contrapartida, essas unidades apresentam algumas restrições que nem sempre são levadas em conta, fato comprovado por um morador nas proximidades do Ribeirão das Antas que relatou enchentes periódicas naquele local.

O domínio do Dique Anelar apresenta muitas restrições, tanto em baixas quanto em altas cotas, já que apresenta encostas íngremes, difícil acesso e rochas resistentes a cortes e aterros.

O Domínio interno do Planalto apresenta-se como o local mais adequado à expansão urbana, já que apresenta acessos fáceis e proximidade com a cidade. Em contrapartida, a cidade encontra alguns obstáculos no seu caminho da expansão, tais como topografias mais acidentadas e rochas mais resistentes a cortes, já que os locais com topografia menos acidentada apresentam-se ocupadas. Mas mesmo assim, os custos provenientes da recuperação das vias de acesso ao embasamento seriam maiores do que promover a expansão em rocha com alto grau de escavabilidade do planalto.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGI. Dictionary of Geological Terms. Anchor Books, New York, 1976;

ALMEIDA, E.B. et alii. Fontes alternativas de potássio (Projeto IPT). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30, Recife. Anais..., Recife: SBG, 1978, v.4, p. 1696-1705;

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

ALMEIDA FILHO, R. e PARADELLA, W.R.. Estudo do Maciço Alcalino de Poços de Caldas através de imagens Landsat com ênfase em mineralizações radioativas. São José dos Campos, 130p. (Dissertação de Mestrado). Relat. INPE nº 1112-TPT/065, 1976;

AMARAL, G.; BUSHEE, J.; CORDANI, U.G.; KAWASHITA, K.; REYNOLDS, J.H. Potassium-argon ages of alkaline rocks from southern Brazil. Geochim. Cosmochim. Acta 31: 117-142, 1967;

ANDRADE Jr., J.F.de. Poços de Caldas: As suas fontes de águas minerais. Boletim do Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio, [s.l.], v.1, n.3, p. 371-374. 1928;

ANDRADE Jr., J.F.de. Águas Minerais Brasileiras. Min. Metal., [s.l.], v.2, n9, p. 163-168. 1937;

ANTUNES, F.Z.; SANTANA, D.P.; BOUÇADA, A.V. Atlas climatológico do estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: EPAMIG, 1982. s.p.;

BJORNBERG, A.J.S. Rochas clásticas do Planalto de Poços de Caldas. São Paulo: Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP, p. 65-122. (Boletim, 237 – Geologia – 18). 1959;

BJORNBERG, A.J.S. e LANDIM, P.M.B. Contribuição ao estudo da formação Rio Claro (Neocenoico). Boletim Sociedade Brasileira de Geologia. São Paulo, [s.l.], v.15, n.4, p. 43-67, 1966;

BOURNE, R. Regional survey. Oxford Forestry Memoirs, [s.l.] v.13, p.7-62, 1931;

BRANCO, J.J.R. Notas sobre a geologia e petrografia do Planalto de Poços de Caldas, MG. Belo Horizonte: Instituto de Pesquisas Radioativas da Escola de Engenharia da Universidade de Minas Gerais. 80p. (Publicação, 5). 1956;

CAVALCANTE, J.C.; CUNHA, H.C.S.; CHIEREGATTI, L.A.; KAEFER, L.Q.; ROCHA, J.M.; DAITX, E.C.; COUTINHO, M.G.N.; YAMAMOTO, K.; DRUMOND, J.B.V.; ROSA, D.B.; RAMALHO, R. Projeto Sapucaí. Estados de São Paulo e Minas Gerais: DNPM/CPRM, Brasília, 1979;

CHRISTIAN, C.S.; STEWART, G.A. General report on survey of Katherine – Darwin region, 1949. CSIRO Australian Land Research Series nº1, 1953;

CHRISTOFOLETTI, A. Análise morfométrica das bacias hidrográficas do Planalto de Poços de Caldas (MG). Tese de Livre-Docência. Fac. De Filosofia, Ciências e Letras de Rio Claro, Rio Claro – SP. 215p. 1970;

CHRISTOFOLETTI, A. Características fisiográficas do Planalto de Poços de Caldas (MG, Brasil). Geomorfologia. São Paulo-SP, 32: 1-26, 1972;

CPRM – Projeto Sapucaí – Estados de SP e MG. Relatório de Geologia. [s.l.], Ed. MME, 1979;

DERBY, O.A. On nepheline rocks in Brasil with special reference to the association of phonolite and foyaitite. *Geol. Soc. Quart. J.*, London, v.43, p. 457-473. 1887;

ELLERT, R. Contribuição geológica do Maciço Alcalino de Poços de Caldas. Boletim de Faculdades de Filosofia, Ciência e Letras, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1959;

ELLERT, R. et alii. Mapa geológico do Maciço Alcalino de Poços de Caldas Brasil; escala 1:75.000. São Paulo. Departamento de Geologia e Paleontologia da USP. 1959;

FABRINO, A.de O. Aspectos da crenoterapia na Europa e no Brasil. Rio de Janeiro: DNPM. Comissão Permanente de Crenologia. 272p. (Publicações n.1). 1949;

FENNEMAN, N.M. Physiographic subdivision of the United States. *Annals of the Association of American Geographers* VI, [s.l.]: 17-22, 1916;

FIPAI-USP. Zoneamento ambiental do município de Poços de Caldas (MG): Subsídios ao planejamento territorial. Relatório Técnico. Convênio FIPAI-USP/Prefeitura Municipal de Poços de Caldas, 2007;

FRAENKEL, R.O.; SANTOS, R.C.; LAPIDO-LOUREIRO, F.E.deV.; MUNIZ, W.S. Jazidas de urânio no Planalto de Poços de Caldas, Minas Gerais. In: FRAYHA, R. Estudo preliminar e prospecção das jazidas de rochas potássicas de Poços de Caldas. Rio de Janeiro: DNPM/DFPM. p. 11-109. (Boletim, 37). 1950;

FRAYHA, R. Rochas potássicas (Planalto de Poços de Caldas). Rio de Janeiro: DNPM/DFPM. p. 107-116. (Boletim, 13). 1952;

GONSALVEZ, A. Águas minerais do Brasil. Rio de Janeiro: Direção Estatística e Produção. [s.l.], 164p. 1936;

HERBERTSON, A. The major natural regions: An essay in systematic geography. Geographical Journal, [s.l.], março, 1905;

HUSSAK, E. Ueber ein leukokrates gemischtes Ganggestein aus dem nephelinsyenitgebiet der Serra de Caldas, Brasilien. N. Jahrb. Mineral. Gel. Palaont.,1, [s.l.], p. 22-28. 1900;

IAEG. Guide pour la préparation des cartes géotechniques. Les Presses de l'Unesco. Paris, p. 79. 1976;

JOHANNSEN, A. A descriptive petrography of the igneous rocks. Vol.IV: Feldspathoidal rocks. Peridotites and perknites. Chicago, Univ. Chicago Press, 523p. 1939;

LANDIM, P.M.B.; SOARES, P.C.; GAMA JÚNIOR, E.G. Estratigrafia do nordeste da Bacia Sedimentar do Paraná. São Paulo, Instituto de Geociências e Ciências Exatas da UNESP e IPT, 1980;

LEONARDOS, O.H. et alii. Rochagem: Método de aumento de fertilidade em solos lixiviados e arenosos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 29, Ouro Preto. Anais... Ouro Preto: SBG, v.1, p. 137-145.1976;

MACHADO, J. Beitrag zur Petrographie der suedwestlichen Grenze zwischen Minas Gerais und São Paulo. Tschermak's Min. Und Petrog. Mitt. [s.l.] v.9, p. 319-360. 1888;

MATULA, M. Environmental aspects of eng. Geological mapping. In: 25º CONGRESSO INTERNACIONAL DE GEOLOGIA, Sydney. 1976;

MOTOKI, A. e OLIVEIRA, J.L.S. Reconsiderações vulcanológicas sobre a hipótese de caldeira vulcânica no complexo alcalino de Poços de Caldas, MG. In: SIMP. GEOL. MINAS GERAIS, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte, SBG, v.4, p. 420-433. 1987;

MOTOKI, A.; VARGAS, T.; CHANELLO, E.; CORREA, F.J.G.; OLIVEIRA, J.L.S.; KLOTZ, M. Nível de denudação atual do complexo alcalino de Poços de Caldas, MG-SP. In: CONGR. BRAS. GEOL., 35, Belém. Anais... Belém, SBG, v.6, p. 2633-2648. 1988;

NUCLEBRÁS – Empresas Nucleares Brasileiras S.A. Mapa geológico do Planalto de Poços de Caldas; escala 1:50.000. Poços de Caldas. 1975;

PEJON, O.J. Mapeamento geotécnico da folha de Piracicaba/SP. Estudo de aspectos metodológicos, de caracterização e de apresentação dos atributos. São Carlos/SP, v.2. (Doutorado – EESC – USP). 1992;

REZENDE, P. As águas minerais do Estado de Minas Geraes. Paris. 198p. 1920;

RODRIGUES, Manoel da S. Memórias sobre as águas hidrosulfuradas, quentes ou não; sobre a água virtuosa ou acícula da província de Minas Gerais incluídos seus usos médicos externos e internos. Arquivo Médico Brasileiro, vol.4, Rio de Janeiro – RJ. 1847/48;

SACHSEN-COBURG, P.A.von. Beitrage zur Mineralogie und Petrographie Brasiliens. Tschermak's Min. und Petrog. Mitt. [s.l.], v.10, p. 451-463. 1889;

SOUZA, A.de. Estudos de crenologia; águas minerais sulfurosas. São Paulo: Empress Graphica da “Revista Tribunaes”. 126p. 1936;

THEODOROVICZ, A.; THEODOROVICZ, A.M.G.; CATARINO, S.C. (coord.). Atlas geoambiental das Bacias dos Rios Mogi-Guaçu e Pardo, SP: Subsídios para o planejamento territorial e gestão ambiental. São Paulo: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, Coordenadoria de Planejamento Ambiental, 77p., 2002;

ULBRICH, H.H.G.J. A petrologia, a estrutura e o quimismo de nefelina sienitos do maciço alcalino de Poços de Caldas, MG-SP. São Paulo (Tese de Livre Docência apresentada ao Instituto de Geociências da USP). 1984;

ULBRICH, H.H. e ULBRICH, M.N.C. O Maciço Alcalino de Poços de Caldas, MG-SP: Características petrográficas e estruturais. In: CONGR. BRAS. GEOL., 37, São Paulo. Roteiro de Excursão, 1992;

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. Projeto Boa Vista, relatório final. Rio Claro. v.2. 1984;

UNSTEAD, J.F. A system of regional geography. *Geography*, (18): 185-187, 1933;
VALARELLI, J.V. e GUARDANI, R. Estudos experimentais para utilização das Rochas Potássicas de Poços de Caldas como fertilizantes. Fertilizantes, São Paulo, v.3, n.3, p. 4-7. 1981;

VARGAS, T. e MOTOKI, A. Inexistência dos diques anelares no ressalto topográfico da borda perimétrica (muralha) do complexo alcalino de Poços de Caldas, MG-SP. In: SIMP. GEL. SUDESTE, 2. São Paulo. Boletim de Resumos... São Paulo: SBG, p.9. 1991;

VARNES, D.J. The logic of engineering geological and related maps. A discussion of the definition and classification of maps units, with special references to problems presented by maps intended for use in civil engineering. Professional paper 837, U.S. Geological Survey. [s.l.], p. 48. 1974;

VAZ, L.F. Classificação genética dos solos e dos horizontes de alteração de rocha em regiões tropicais. Solos e Rochas, São Paulo, 19, (2): 117-136, Ago, 1996;

VEDOVELLO, R. Zoneamento Geotécnico, por Sensoriamento Remoto, Para Estudos de Planejamento do Meio-Físico – Aplicação em Expansão Urbana. Dissertação de Mestrado, INPE, São José dos Campos, 1993;

VEDOVELLO, R. Zoneamentos Geotécnicos Aplicados à Gestão Ambiental, a Partir de Unidades Básicas de Compartimentação – UBCs. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2000;

WHITTEN, D.G.A.; BROOKS, J.R.V. A dictionary of geology. [s.l.]. Penguin Books, 1976;

ZUQUETTE, L.V. Análise crítica da cartografia geotécnica e proposta metodológica para condições brasileiras. São Carlos. v.3. Tese (Doutorado) – EESC – USP. 1987;

ZUQUETTE, L.V.; GANDOLFI, N. Cartografia Geotécnica. Oficina de Textos. 190p. São Paulo, 2004;

ZUQUETTE, L.V. e NAKAZAWA, V.A. Cartas de geologia de engenharia. In: OLIVEIRA, A.M.dos S. e BRITO, S.N.A.de (eds.). Geologia de Engenharia. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia. 1998.

A N E X O I

Carta Geológico-Geotécnica

A N E X O I I

Mapa de Pontos

A N E X O I I I

Tabela de Pontos

ANEXO III – DESCRIÇÃO DOS PONTOS DE CAMPO

Ponto	Coordenada X	Coordenada Y	Localização	Unidade	Descrição
MH-01	334535	7586980	Proximidades da PUC	10	Relevo de morros. Observou-se rastejos nas encostas. Ocorrência de blocos rolados de dimensões variadas de tinguaíto, apresentando-se desde pouco alterados à bastante alterados.
MH-02	334641	7587046	Proximidades da PUC	10	Provável estrada de antiga mineração de bauxita. Relevo de morros. Solo coluvionar estável, resultando em horizontes bem definidos. Pode-se observar fragmentos decimétricos de tinguaítos com formas arredondadas a facetadas.
MH-03	334694	7587064	Proximidades da PUC	10	Relevo de morros. Depósito de tálus de pequena expressão, apresentando fragmentos de rocha de dimensões decimétricas a métricas.
MH-04	336790	7586163	Proximidades do Parque Municipal	10	Relevo de morros. Muitos blocos rolados apresentando bordas de alteração de bauxita, e solo de coloração marrom claro. Área de reflorestamento de eucaliptos.
MH-05	336663	7586893	Proximidades do Parque Municipal	10	Relevo de morros. Área de aterro de resíduos de construção civil com aproximadamente 20m de extensão.
MH-06	336043	7587497	Proximidades do Parque Municipal	10	Relevo de morros. Tinguaíto apresentando solo com horizonte superficial de matéria orgânica preta com 10cm de espessura, aproximadamente, sobreposto a saprólito marrom alaranjado.
MH-07	336364	7588043	Proximidades do Parque Municipal	10	Relevo de morros. Lixão a céu aberto.
MH-08	333979	7591922	Proximidades da Usina Antas I	8	Relevo de montanhas. Afloramento de tinguaítos in situ, com solo composto por matéria orgânica (30cm), saprólito (70cm), rocha alterada pouco coesa (1,5m) e rocha sã com espessura indefinida.

MH-09	334486	7593144	Proximidades da Faz. Do Engenho II	5	Relevo de morros. Afloramento de gnaisses <i>in situ</i> , cuja paragénese é constituída de quartzo e plagioclásio, e biotita em menor quantidade. Os cristais de quartzo apresentam-se estirados e eventualmente dobrados. A foliação, marcada pelos cristais de quartzo apresenta atitude N290. Solo pouco espesso, e ocorrência de poucos blocos rolados de tinguaito no local e a norte (aproximadamente 400m).
MH-10	334416	7592906	Proximidades da Faz. Do Engenho	5	Relevo de morros a montanhoso. Trincheira, onde foi possível registrar o perfil de alteração do gnaíse. O solo pode ser descrito do seguinte maneira: a) 20cm de solo orgânico escuro; b) 40cm de solo marrom escuro, c) 50cm de solo marrom avermelhado; d) 50cm de solo marrom alaranjado; e) 40cm de gnaíse alterado equigranular com cristais de quartzo estirados.
MH-11	334413	7592649	Proximidades da Faz. Do Engenho	6	Relevo montanhoso. Afloramento <i>in situ</i> de tinguaito cinza escuro.
MH-12	334858	7593202	Proximidades da Faz. Do Engenho	5	Relevo de morros a montanhoso. Bloco rolado de migmatito com aproximadamente 2,5m X 2m de dimensão. Rocha sã, cujas fraturas apresentam alteração. Existem bolsões mais ricos em quartzo e partes mais ricas em micas (biotita).
MH-13	339010	7595483	Proximidades da Faz. Sta. Maria	4	Relevo de planície. Bloco rolado de migmatito com aproximadamente 1,5m X 1m de dimensão. A rocha apresenta granulometria média, com porções ora mais rica em quartzo, ora mais rica em máficos.
MH-14	338978	7595197	Proximidades da Faz. Sta. Maria	3	Relevo de morrotes a colinoso. Solo de coloração marrom avermelhado, cujo perfil de alteração pode ser descrito da seguinte maneira: a) 50cm de solo orgânico escuro; b) 1m solo de coloração marrom avermelhado; c) 1,5m de saprólito de coloração marrom avermelhado.
MH-15	338922	7595011	Proximidades da Faz. Sta. Maria	3	Relevo de morrotes a colinoso. Afloramento onde observa-se bolsões de quartzo em meio ao foiaito, rocha de composição ácida (gnaíse) e uma fina camada (aproximadamente 10cm) de argila escura.

MH-16	338537	7594539	Proximidades da Faz. Sta. Adélia	3	Relevo de morrotes a colinoso. Bloco rolado de tinguaito cinza escuro com dimensões métricas, mas ocorre também, gnaise alterado com manchas de oxidação. Forma um solo superficial de 30cm de coloração marrom escuro com muitos fragmentos de quartzo (veios) com dimensões centimétricas a decimétricas; e abaixo disso ocorre solo marrom avermelhado, com cristais de quartzo disseminados e dimensões menores que no horizonte superior.
MH-17	338294	7594113	Proximidades da Faz. Sta. Adélia	3	Relevo de morrotes a colinoso. O solo tem composição semelhante ao ponto anterior, exceto pela menor quantidade de quartzo. No horizonte superficial, de coloração marrom escuro, existem poucos cristais de quartzo, enquanto que no horizonte inferior, esse mineral não foi observado. Entre o ponto MH-16 e MH-17, foram registradas inúmeras feições de instabilidade na beira da rodovia, e veios de quartzo centimétricos.
MH-18	337980	7594012	Proximidades da Faz. Sta. Adélia	1	Relevo de morros. Perfil de alteração do gnaise. O solo pode ser descrito da seguinte maneira: a) 30cm de solo orgânico marrom escuro com raízes; b) 50cm de solo marrom claro, marcado por linha de fragmentos centimétricos (com aproximadamente 20cm) no topo; c) 1m de solo marrom avermelhado sem estruturas; d) 1m de gnaise muito alterado, com cristais de quartzo, feldspato e argila (caolim).
MH-19	335249	7593981	Proximidades da Faz. Cachoeirinha	1	Relevo de morros. Solo semelhante ao ponto MH-18. Aproximadamente 50m a norte do presente ponto, a quantidade de seixos presentes no perfil de alteração aumentaram em quantidade e espessura.
MH-20	335322	7594281	Proximidades da Faz. Cachoeirinha	1	Relevo de morros. Solo igual ao ponto MH-19. Blocos rolados na beira da rodovia. São gnaisses levemente alterados com coloração variando entre cinza claro e róseo, e ricos em biotita e máficos. A rocha apresenta manchas de oxidação.
MH-21	335463	7594730	Proximidades da Faz. Cachoeirinha	1	Relevo de morros. Perfil de alteração marcado por horizonte marrom escuro com matéria orgânica no topo, e gnaise alterado de coloração rosa esbranquiçado, apresentando

					manchas de oxidação de ferro.
MH-22	336519	7588196	Proximidades do Parque Municipal	10	Relevo de morros. Afloramentos de tinguaíto de coloração cinza escuro. Abertura de loteamento.
MH-23	339623	7586655	Proximidades da Represa Saturnino de Brito	11	Relevo de morros. Afloramento de foiaíto homogêneo com dique de material alterado gerando coloração cinza avermelhado. Na borda desse dique forma um camada de alteração dando coloração preta. Observa-se 4 famílias de fraturas.
MH-24	338944	7587470	Proximidades da Represa Saturnino de Brito	11	Relevo de morros. Afloramento de blocos de tinguaíto homogêneo de coloração cinza. A rocha apresenta injeções de material mais grosseiro (foiaíto), mas no todo, apresenta-se são e bem fraturada.
MH-25	338585	7588012	Proximidades da Represa Saturnino de Brito	11	Relevo de morros. Afloramento de blocos de tinguaíto muito semelhante ao descrito no ponto MH-24, apresentando-se com menos injeções de foiaíto.
MH-26	339423	7586968	Proximidades da Represa Saturnino de Brito	11	Relevo de morros. Rocha semelhante ao ponto anterior. São blocos de tinguaíto, apresentando quantidade maior de injeções de foiaíto.
MH-27	335845	7591088	Proximidades da Igreja de S. Sebastião	9	Depósito de tálus. São núcleos de rocha são de coloração preta em meio a material alterado.
MH-28	336332	7591660	Serra de São Domingos	8	Relevo de montanhas. São tinguaítos inconsolidados com núcleos de rocha são.
MH-29	336810	7593400	Faz. da Serra	5	Vista panorâmica de costões rochosos (foiaíto) seguindo até cotas mais altas. No local aflora rocha alterada a saprólito de textura grossa, com nível superficial de até 1m de solo coluvionar.
MH-30	337985	7593900	Proximidades da Faz. Adélia	1	Relevo de morros. Apresentando topos arredondados, com encostas retilíneas a convexas. Afloramento de rocha

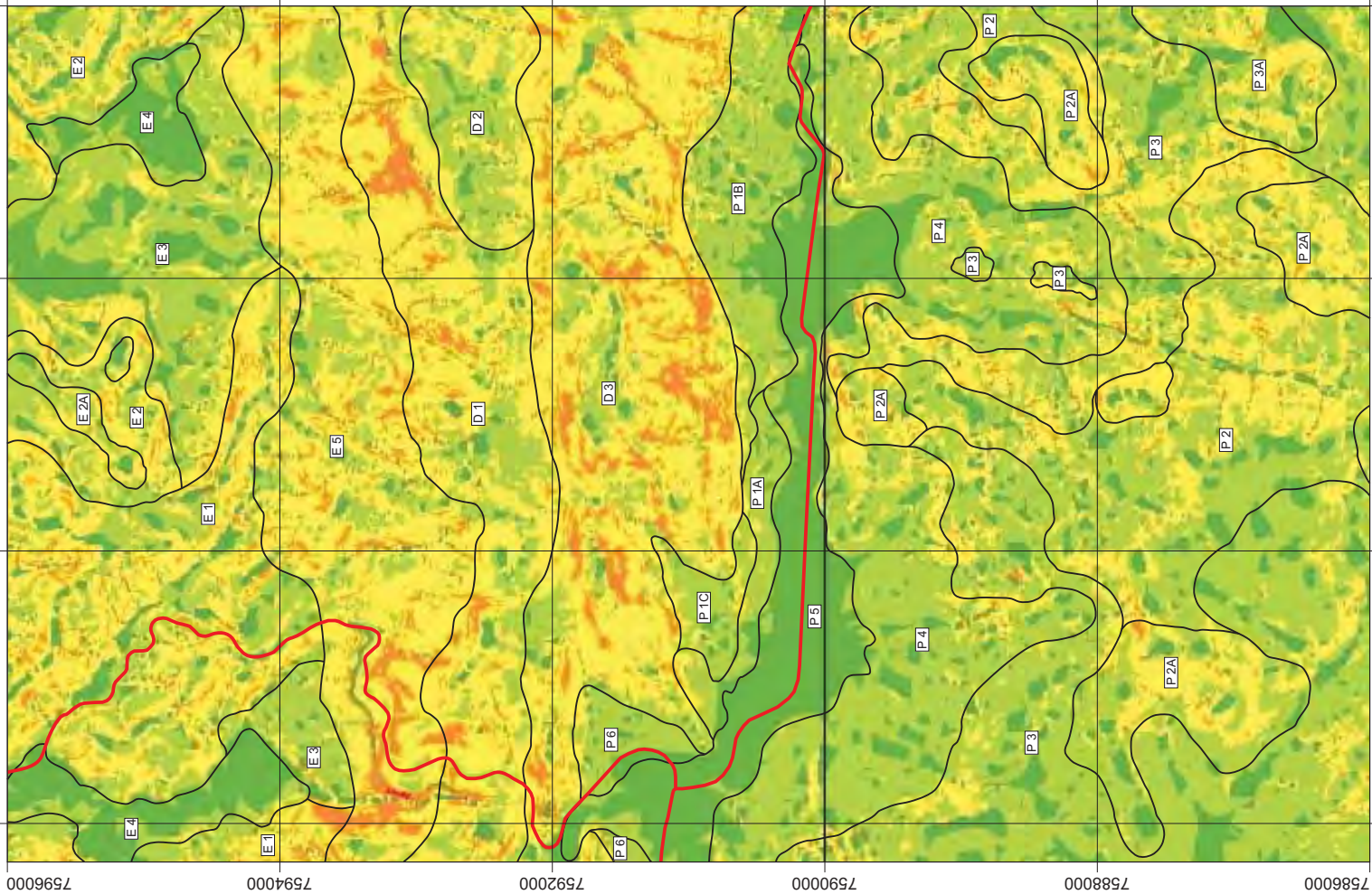
						gnáissica/migmatito de coloração vermelha esbranquiçada, cuja alteração pode chegar a saprólito com faixas de rocha semi alterada, onde ocorrem bandas quartzosas.
MH-31	338675	7594825	Proximidades da Faz. Adélia	1		Relevo de colinas. Solo coluvionar marrom avermelhado.
MH-32	336379	7592777	Faz. da Serra	5		Relevo de patamar irregular. Afloramento de rocha gnáissica/migmatito alterado.
MH-33	337716	7591475	Cristo Redentor	8		Relevo montanhoso. Afloramento de tinguaíto são de coloração cinza, e estrutura maciça.
MH-34	338593	7588699	Cidade – Loteamento	11		Relevo de morrotes. Foi observado solo coluvionar avermelhado com concreções lateríticas ocorrendo abaixo de um solo de aterro antrópico. Abaixo dos solos citados, foi visto um tinguaíto alterado a saprólito com estruturas reliquias.
MH-35	339750	7586250	MG-28 (Proximidades da Represa Saturnino de Brito)	11		Relevo de morrotes. Superficialmente ocorre uma camada de crosta laterítica avermelhada. O horizonte seguinte (B) ocorre rocha alterada com alguns núcleos de rocha sã, angulosos, amarelado. O horizonte C trata-se de rocha sã maciça com textura afanítica e fina, de coloração cinza com fraturamento. No horizonte D encontra-se núcleos de rocha sã (foiaíto).
MH-36	338500	7586209	Rod. Contorno (Proximidades da Faz. Nova)	10		Relevo de morros. Na alta encosta ocorrem blocos de foiaíto, onde é possível observar quebra no relevo. Na baixa encosta aflora rocha alterada de coloração rósea, argilosa, sob uma camada de tálus com blocos de foiaíto em meio a material amarelado argiloso.
MH-37	338592	7592080	Proximidades da Faz. da Serra	8		Relevo montanhoso. Afloramento de tinguaíto alterado e fraturado ocorrendo sob um depósito de tálus, onde observou-se blocos métricos com matriz argilosa.
MH-38	339213	7592585	Proximidades da Faz. da Serra	7		Relevo de patamar irregular. Superficialmente ocorre um colúvio de espessura variada com fragmentos lateríticos. Esse colúvio é seguido de solo argiloso de coloração alaranjada, onde não há estruturas visíveis.
MH-39	339080	7592895	Proximidades	7		Relevo de patamar irregular. Contato entre as unidades DCLp

				da Faz. da Serra			e DFmt.
MH-40	338916	7592989		Proximidades da Faz. da Serra	6		Relevo montanhoso. Afloramento de foiaito são de coloração cinza e fraturas preenchidas com bauxita.
MH-41	333933	7592085		Proximidades da Usina Antas I	8		Relevo montanhoso. Superficialmente ocorrem blocos de tinguaito com matriz argilosa logo acima de rochas alteradas. A rocha sã ocorre abaixo desses matérias descritos.
MH-42	333906	7591847		Proximidades da Usina Antas I	13		Relevo de planície. Presença de sedimentos areno-argilosos.
MH-43	333794	7594958		Proximidades do Rio Lambari	4		Relevo de planície. Foi visto relevo de terraços/baixa encostas, exibindo patamares baixos e de baixa inclinação.
MH-44	334306	7595829		Proximidades do Alambique Bertozi	4		Relevo de planície. Região plana e baixa (várzea), onde ocorrem inundações periódicas. Em 2001, as partes mais baixas do bairro foram afetadas.
MH-45	338258	7595789		Proximidades da Escola Tenente Augusto Junqueira.	3		Relevo de planície. Espesso aluvião argiloso marrom claro a cinza, com frações siltosas e argilosas e ocorrência de matéria orgânica.
MH-46	337649	7590645		Cidade (Proximidades de Loteamento)	9		Espesso depósito de tálus arenoso, cuja espessura pode chegar mais de 5m. Sua coloração é laranja avermelhado, com blocos de até 1m de diâmetro.
MH-47	339293	7590770		Cidade (Proximidades de Loteamento)	9		Depósito de tálus semelhante ao visto no ponto anterior, marrom a marrom claro, com blocos de até 0,5m de diâmetro. Ocorre uma capa de solo antropogênico.
MH-48	338194	7588452		Cidade (Proximidades)	12		Relevo colinoso. Afloramento de rocha alterada de coloração ocre de aproximadamente 2m de espessura. Abaixo ocorre

				de Loteamento)		rocha são de coloração cinza.
MH-49	337894	7588576	Cidade (Proximidades de Loteamento)	12	Relevo colinoso. O perfil de solo desta unidade ocorre ao longo, tanto da encosta, quanto do topo. No topo ocorre mais rocha sub-aflorante a aflorante, com um solo bem pouco espesso. Enquanto que na encosta ocorre solos tipo rocha alterada, com fraturas e outras feições da rocha. Ocorre também um colúvio bem irregular e pouco espesso.	
MH-50	336609	7587668	Cidade (Proximidades de Loteamento)	10	Relevo de morros. Solo de rocha alterada com concreções nas fraturas, formam blocos com uma alteração amarela nas bordas e seu núcleo ainda é de rocha. Também ocorre uma crosta laterítica de bauxitas nas fraturas.	
MH-51	334998	7591606	Proximidades do Estádio Municipal	14	Pedreira de arenito – Areeiro Nelson Costa.	

A N E X O I V

Mapa de Declividades



Unidades

E 1 - Gnaiss em Relevo de Morro

E 2 - Gnaiss em Relevo de Morrote

E 3 - Gnaiss em Relevo Colinoso

E 4 - Planícies Aluviais no Contexto Cristalino

E 5 - Intercalação de Rochas Alcalinas e Gnáissicas

Embasamento Cristalino

D 1 - Folto em Relevo Montanhoso

D 2 - Chibinito/Lajurito em Relevo de Patamar

D 3 - Tinguaito em Relevo Montanhoso

Domínio Interno do Planalto

P 1 - Depósito de Tálus

P 2 - Tinguaito em Relevo de Morro

P 3 - Folto em Relevo de Morrote

P 4 - Folto em Relevo Colinoso

P 5 - Planícies Aluviais no Domínio Interno

P 6 - Arenito

Classes de Declividade

0 - 5 %

5 - 15 %

15 - 30 %

30 - 60 %

60 - 100 %

> 100 %

Mapa de Situação

Brasil

Estado do Rio Grande do Sul

Mapa de Situação

GO

MG

SP

Mapa de Situação

Divinópolis

Sumaré

Itapecuru

Mapa de Situação

Articulação das Folhas do IBGE

1:50.000

47°10'W

48°45'W

49°30'W

50°15'W

51°00'W

SAO JOSE DO RIO PRETO

CACONDE

BOFELHAS

21°45'S

SAO JOSE DO RIO PRETO

BOFELHAS

22°00'S

SAO JOSE DO RIO PRETO

BOFELHAS

22°15'S

SAO JOSE DO RIO PRETO

BOFELHAS

22°30'S

SAO JOSE DO RIO PRETO

BOFELHAS

22°45'S

0

0.5

1

1.25.000

2km

N

1:25.000

unesp

UNESP - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"

Campus de Rio Claro

Instituto de Geociências e Ciências Exatas - IGCE

ANEXO IV - Mapa de Declividade

Escala 1:25.000

Caracterização Geotécnica com base na Compartimentação Fisiográfica: Aplicação em Poços de Caldas - MG

Discente: Maurício Takahashi Hirata

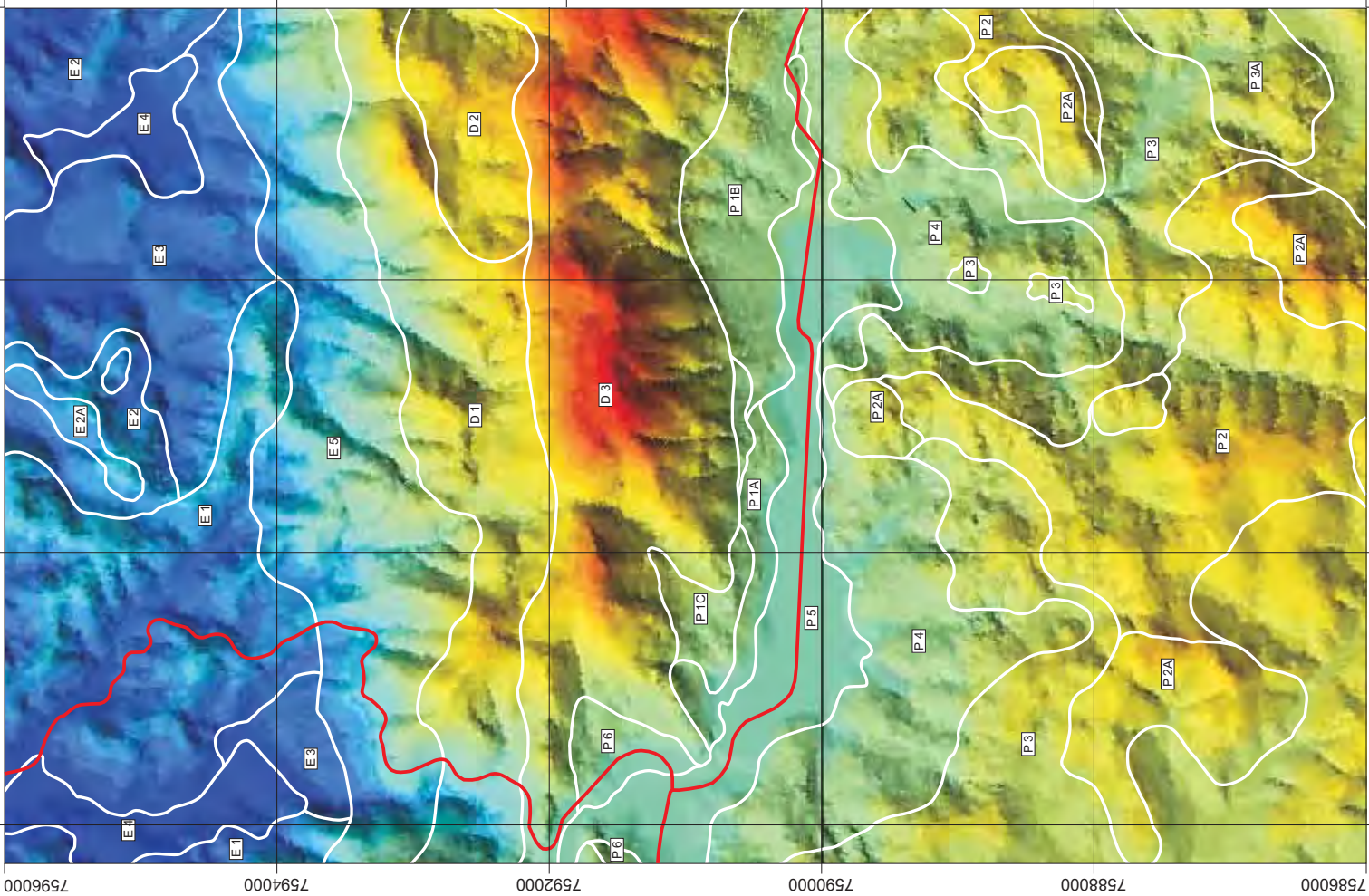
Orientador: Prof. José Eduardo Zaine

Rio Claro

Novembro / 2009

A N E X O V

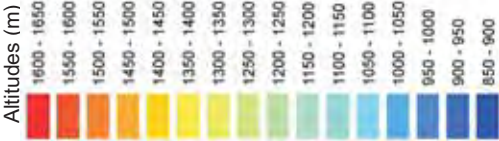
Modelo Digital do Terreno (MDT)



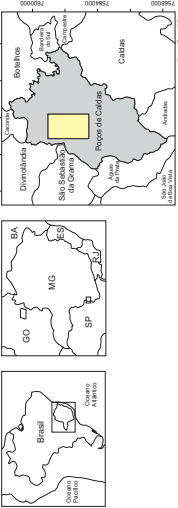
Legenda

Unidades

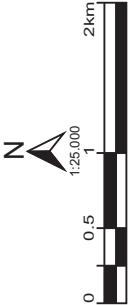
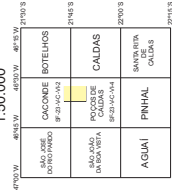
Embasamento Cristalino	E 1 - Gnaisses em Relevo de Morro
	E 2 - Gnaisses em Relevo de Morrote
	E 3 - Gnaisses em Relevo Colinoso
	E 4 - Planícies Aluviais no Contexto Cristalino
	E 5 - Intercalação de Rochas Alcalinas e Gnaissicas
Dique Anelar	D 1 - Folialto em Relevo Montanhoso
	D 2 - Chibinito/Lujaurito em Relevo de Patamar
	D 3 - Tinguaito em Relevo Montanhoso
Domínio Interno do Planalto	P 1 - Depósito de Tálus
	P 2 - Tinguaito em Relevo de Morro
	P 3 - Folialto em Relevo de Morrote
	P 4 - Folialto em Relevo Colinoso
	P 5 - Planícies Aluviais no Domínio Interno
	P 6 - Arenito



Mapa de Situação



Articulação das Folhas do IBGE



UNESP - Universidade Estadual Paulista
"Júlio de Mesquita Filho"
Campus de Rio Claro
Instituto de Geociências e Ciências Exatas - IGCE

ANEXO V - Modelo Digital do Terreno (MDT)

Escala 1:25.000

Caracterização Geotécnica com base na
Compartimentação Fisiográfica: Aplicação em Poços
de Caldas - MG

Discente: Maurício Takahashi Hirata
Orientador: Prof. Dr. José Eduardo Zaine

Rio Claro
Novembro / 2009

A N E X O V I

Modelo da Ficha de Campo Utilizada



Estudo de Caracterização Geológico-Geotécnica
aplicado ao planejamento rural e urbano
do Município de Poços de Caldas, MG



PREFEITURA MUNICIPAL
DE POÇOS DE CALDAS

IDENTIFICAÇÃO DO AFLORAMENTO

Nº ponto: _____ Data: ____/____/____ Nº da foto/quadrante: _____

Localidade: _____

UTM X: _____mE UTM Y: _____mN Altitude: _____m

Tipo de Afloramento: _____

Foto (nº/legenda): _____

Perfil Geral, Compartimentação do Relevo

Perfil de Alteração (esquema)

Perfil de Alteração

Material Alterado: _____

Espessura: _____

Horizontes/Composição: _____

Solo

() Residual

() Aluvionar

() Coluvionar

() Tálus

() Laterítico

() Saprolítico

() Mat. orgânica

Espessura _____m

Cor _____

Granulometria _____

Coesão/Consistência _____

Composição _____

FEIÇÕES TECNOGÊNICAS

() Aterro () c/ blocos

() Dep. assoreamento

() Caixa empréstimo

() Bota-fora

() Outros: _____

Relevo

() Colinas

() Morros

() Montanhas

() Planície

() Vale

Declividade _____%

Amplitude () Baixa

() Média

() Alta

Ocupação

() Lavoura

() Pecuária

() Habitação

() Reflorestamento

() Mineração

() Outros: _____

Feições de Instabilidade

() Sulco

() Ravina

() Voçoroca

() Escorregamento

() Queda de blocos

() Rastejo

☐ Solo

☐ Rocha

Material Rochoso

Litologia: _____

Textura: _____

Granulação: () Grossa

() Média

() Fina

() Aflorante

() Sub-aflorante

() *in situ*

() Bloco/matação

Dimensão: _____m

() Sã Cor: _____

() Alterada Cor: _____

Grau de alteração: () Alto

() Médio

() Baixo

Drenagem

() Assoreamento

() Encaixada

Largura: () <1m

() 1 a 5m

() > 5m