

7 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

Neste **CAPÍTULO** serão apresentadas, para cada uma das áreas de influência definidas, as descrições e análises dos componentes dos meios físico, biótico e socioeconômico existentes e de suas interações antes da implantação do empreendimento, proporcionando o conhecimento dos aspectos locais e regionais.

7.1. MEIO FÍSICO

Neste **CAPÍTULO** é apresentada uma síntese, com dados da observação direta e de compilação bibliográfica, com o objetivo de reunir informações que possibilitem obter uma visão geral da geologia e da fisiografia da área estudada.

Serão discutidos neste capítulo os condicionantes do meio físico inseridos no contexto do empreendimento a ser instalado, privilegiando os seguintes elementos fisiográficos: as rochas (Geologia), o relevo (Geomorfologia), o solo (Pedologia) e as águas superficiais e subterrâneas (Hidrologia/Hidrogeologia). Será dada ênfase na investigação geológico-geotécnica, tendo em vista o tipo de empreendimento sob análise.

O **ANEXO 17** apresenta o Relatório Fotográfico que contempla as principais características referentes ao diagnóstico ambiental da área de estudo.

7.1.1. CLIMA

Segundo a classificação climática de Köppen, o município de Itupeva possui o clima tipo Cwa, ou seja, Subtropical de Altitude, com verão quente e úmido, inverno seco e frio, e temperatura média anual de 20,8°C (CEPAGRI, 2010).

O clima de Itupeva apresenta temperatura média entre 17 a 20,1°C nos meses de maio a setembro, e entre 20,9 a 23,8°C nos meses de outubro a abril. A precipitação média anual é da ordem de 1.480mm, com cerca de 75% ocorrendo no período de outubro a março (CEPAGRI, 2010).

7.1.2. GEOLOGIA

Geologicamente a área do futuro loteamento está inserida dentro do denominado Embasamento Cristalino, constituído por rochas ígneas e metamórficas diversas, o qual cobre aproximadamente 25% do Estado de São Paulo, na sua porção mais oriental (**FIGURA 7-1**).

Por outro lado, esta região já está próxima dos sedimentos paleozóicos da Bacia Sedimentar do Paraná que, juntamente com o extenso magmatismo básico do Mesozóico, completam os outros 3/4 do território paulista, a menos de coberturas cenozóicas pouco representativas. Portanto, a área se posiciona praticamente na interface entre os dois maiores ambientes geológicos do Estado.

A identificação dos tipos litológicos que predominam na área do empreendimento fica um pouco prejudicada pelo estado de alteração intempérica que ali se verifica. No entanto, pelos estudos geológicos detalhados, efetuados nos limites do futuro loteamento, é possível afirmar que se trata de rochas pertencentes ao Granito Itu, de idade Cambriano-Ordoviciano, que varia de 570 a 435 milhões de anos. Essa unidade caracteriza-se por corpo granítico epizonal circunscrito de natureza intrusiva e discordante, isotrópico, com granulação fina a grossa, coloração cinza clara a avermelhada, tendo como componentes básicos microclínio, oligoclásio, quartzo e pouca biotita.

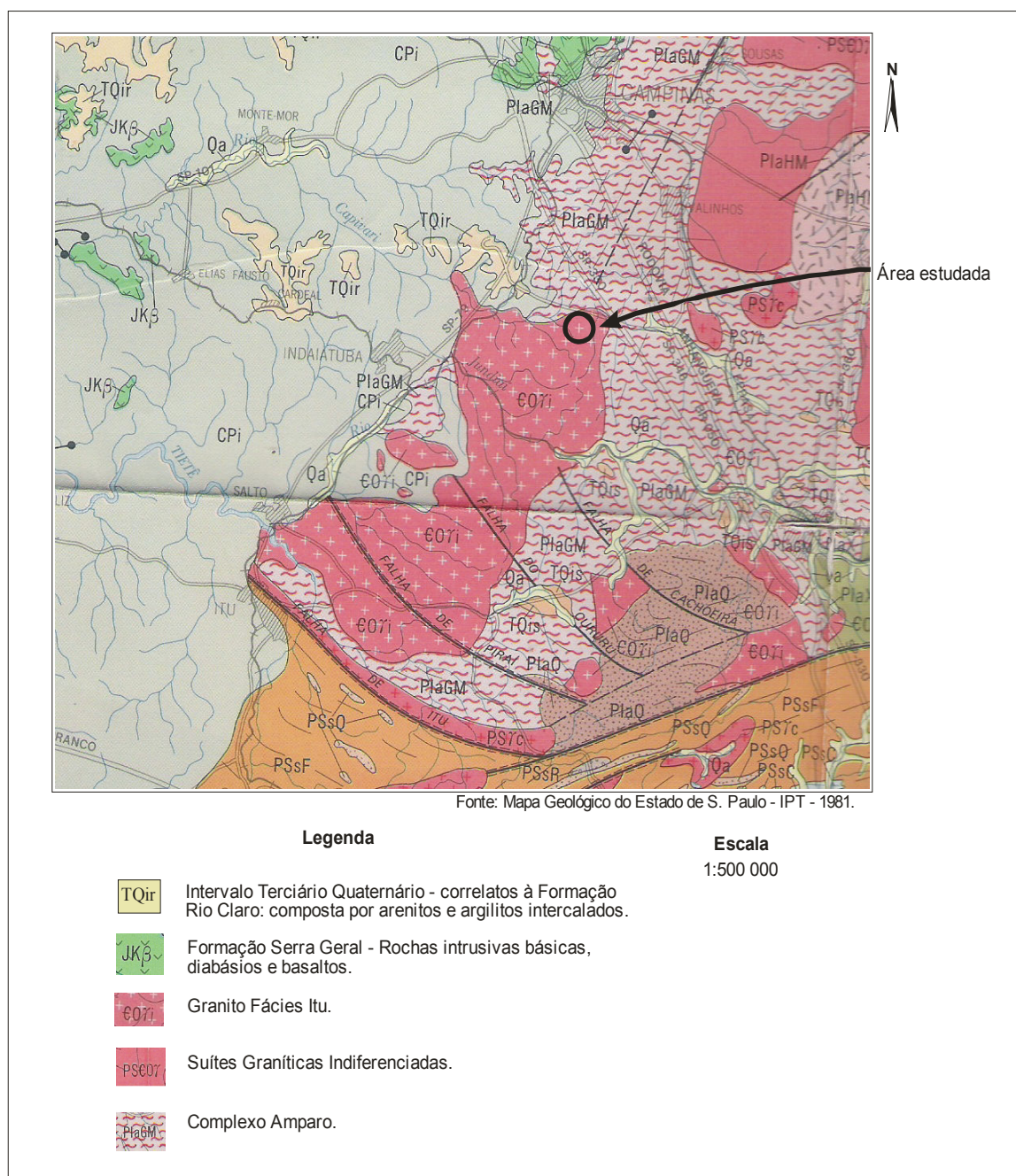


FIGURA 7-1. Mapa geológico regional, indicando a área estudada.

Os litotipos encontrados na área encontram-se associados a injeções de porções graníticas do Granito Itu, dentro de uma seqüência de rochas metamórficas do Grupo Itapira, composta principalmente por gnaisses com o predomínio do mineral biotita e subordinadamente por quartzo e feldspatos, e estes se encontram com quantidades de feldspatos maiores que 20%, a foliação se encontra planar, todavia a presença de foliação anastomosada também é observada na área do futuro loteamento.

As condições gerais de metamorfismo que atuaram sobre toda a seqüência Itapira, deduzidas das paragêneses minerais, são enquadradas em grau médio (Facies anfibolito).

As rochas graníticas possuem a sua formação associada ao importante evento termal que ocorreu em toda a faixa sul e leste do Estado de São Paulo, há cerca de 600 milhões de anos. Essas rochas, junto com os quartzitos do Grupo Itapira, compõem nesta parte do solo paulista um relevo mais montanhoso, em função da resistência que oferecem aos agentes erosivos.

O magmatismo Itu invade os terrenos metamórfico-migmatíticos, orto e para-derivados, de médio a alto grau, que ocorrem no Bloco Jundiáí, uma entidade tectônica delimitada entre as falhas transcorrentes de Jundiuvira e de Jacutinga.

No levantamento geológico detalhado dentro da área, constata-se que toda a superfície é constituída principalmente por solo podzólico vermelho amarelo, derivada do intemperismo do granito, o qual possui afloramentos com pequenos matacões ou blocos dentro da propriedade e no seu entorno. Essa litologia é muito comum em toda a região que engloba os municípios de Itupeva, Salto e Itu.

O granito apresenta composição de quartzo, feldspato e biotita. Estes são correlacionados, estratigraficamente, ao Eopaleozóico.

Estudos geológicos em matacões e blocos, que ocorrem no futuro loteamento, revelaram a presença de granito apresentando textura cristalina equigranular, com granulometria média, de coloração cinza a avermelhada, maciço.

Os afloramentos de matacões são observados principalmente próximos às drenagens na parte mais a sul do futuro loteamento, na parte mais a norte as observações ficam prejudicadas pelo estado de alteração das rochas.

7.1.3. GEOMORFOLOGIA

Dentro de uma visão mais geral, analisando-se a compartimentação geomorfológica na escala do Estado de São Paulo, a área do loteamento situa-se na denominada “Zona Intermediária” entre as duas grandes entidades de relevo que são: o Planalto Atlântico e a Depressão Periférica (**FIGURA 7-2**). Essa divisão

geomorfológica é resposta ao condicionamento geológico do relevo paulista. O Planalto Atlântico, com relevo mais montanhoso, em cotas mais elevadas, deve essa condição às rochas ígneas e metamórficas. Já a Depressão Periférica, com relevo colinoso, em cotas mais arrasadas, é constituída pelas rochas sedimentares e sub-vulcânicas da Bacia do Paraná.

Dentro de uma visão mais detalhada, a área do futuro loteamento encontra-se dentro do Planalto Atlântico, na Zona do Planalto de Jundiaí, representada por um sistema de relevo de Morros de Topos Achatados (**FIGURA 7-3**).

A paisagem é a expressão da resultante da atuação do intemperismo, do clima, do solo, dos organismos e dos aspectos sócio-econômicos. Portanto um planejamento ambiental adequado exige a aquisição de conhecimentos básicos a respeito do meio-físico onde se realizam as atividades responsáveis pelo desenvolvimento sócio-econômico.

A topografia e os solos dependem da natureza das rochas subjacentes (ou seja, da geologia), dos processos erosivos e deposicionais que teriam produzido a topografia atual (ou seja, da geomorfologia) e do clima sob o qual atuaram estes processos intempéricos. Assim, o sistema de relevo é uma classificação baseada em topografia, solos e vegetação, correlacionados com geologia, geomorfologia e clima (STEWART & PERRY, 1953).

Os planos integrados de aproveitamento de recursos naturais e uso do solo passam necessariamente por uma reflexão a respeito das alternativas estratégicas de ocupação territorial que leve em conta, em primeira instância, a setorização em subdivisões naturais na área considerada.

Portanto o relevo do território paulista está dividido em cinco províncias morfoestruturais, são elas: Planalto Atlântico (I), Província Costeira (II), Depressão Periférica (III), Cuestas Basálticas (IV) e Planalto Ocidental (V).

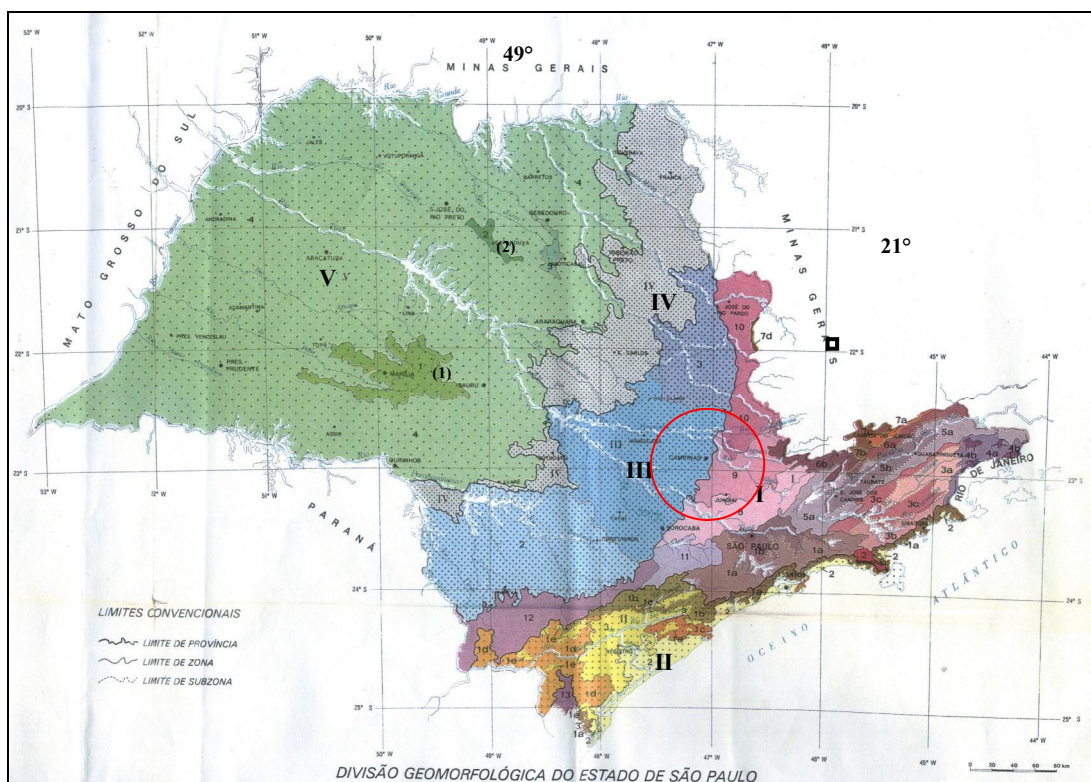


FIGURA 7-2. Divisão geomorfológica do Estado de São Paulo.
FONTE: IPT, 1981.

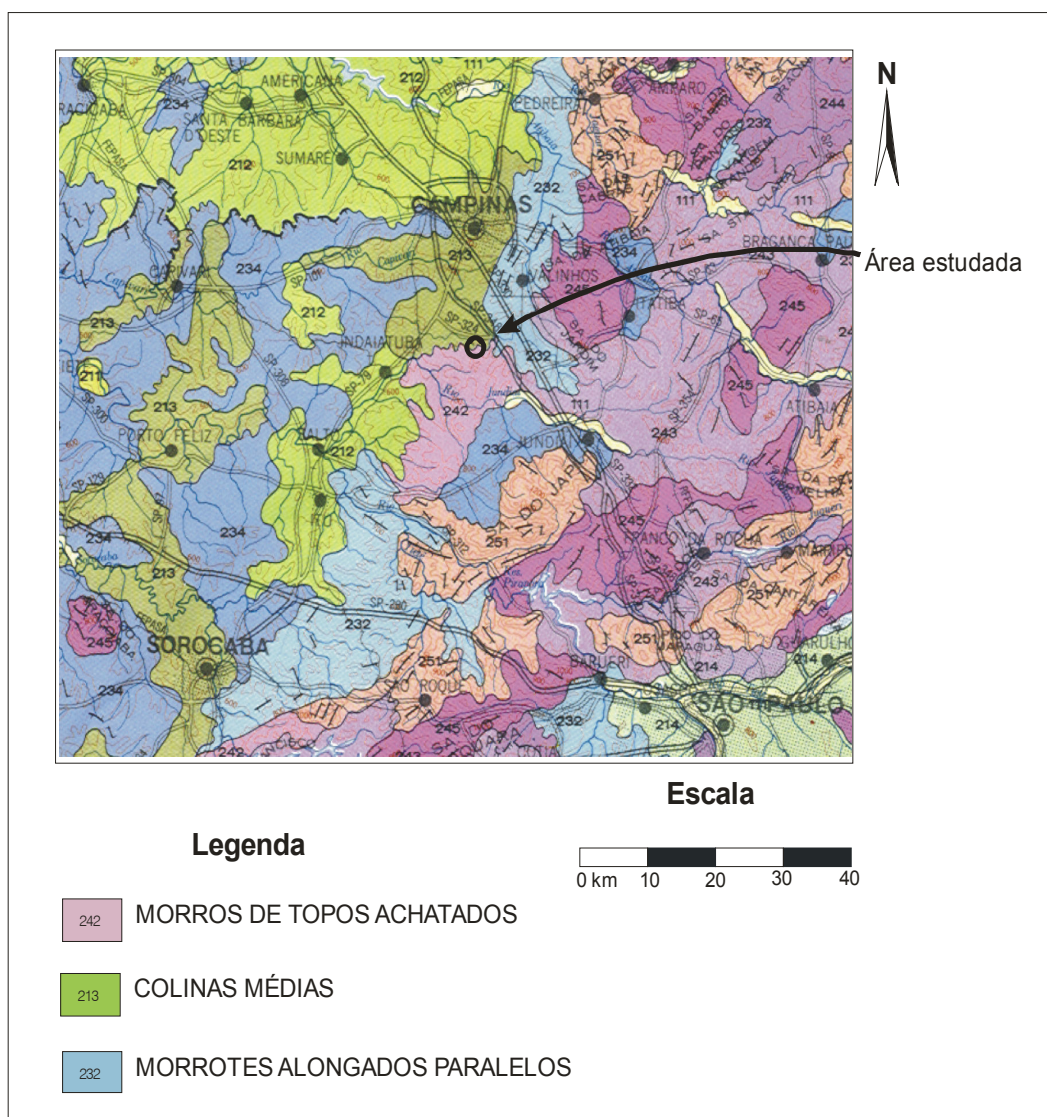


FIGURA 7-3. Divisão geomorfológica do Estado de São Paulo.

FONTE: IPT, 1981.

Observando-se mais detalhadamente a área do loteamento, em função da sua constituição geológica, percebe-se também uma resposta morfológica que se traduz pela implantação de um modelado de relevo transicional, de um relevo mais elevado em regiões de ocorrências graníticas e regiões mais arrasadas quando na presença de rochas gnáissicas, composto principalmente por morros e morrotes alinhados.

O relevo predominante na área do futuro loteamento é do tipo transicional, entre o montanhoso das áreas quartzíticas, gnáissicas e graníticas e o mais aplainado das rochas sedimentares e sub-vulcânica da Bacia do Paraná, sendo representado por colinas e morrotes.

O local se assenta sobre as cotas mais altas desta unidade geomorfológica, com cerca de 700m, possuindo menores cotas com 650m no local, representado pelas drenagens, denotando pequena amplitude de 50m. A declividade é baixa.

As vertentes encontram-se com perfis convexos a retilíneos, porém, nos locais próximos a nascentes, os perfis aparecem côncavos. Os topos possuem padrões extensos e aplainados e o padrão de drenagem observado é dentrítico.

Os vales nesta região são abertos e são raros os ravinamentos nas encostas, estando todos com drenagens superficiais aflorantes ou mesmo produzindo nascentes.

Na área ocorre um tipo de relevo predominante, que são Morros de Topos Achatado.

Por se encontrar em área de transição entre dois compartimentos geomorfológicos distintos, o Planalto Atlântico e a Depressão Periférica, apresenta características de ambas.

7.1.4. PEDOLOGIA

O conhecimento a respeito do solo se faz necessário devido à posição que ocupa em várias esferas que afetam a vida na Terra. Além disso, é o principal substrato na produção de alimentos e uma das principais fontes de nutrientes e sedimentos que vão para os rios, lagos e mares.

Os solos variam com as condições ambientais (substrato rochoso, sedimento, clima, organismos, material de origem, relevo e tempo) que são também seus fatores de formação. É comum a diferença entre os solos conforme o relevo (elevações e baixadas, terraços e leitos maiores), como mostra a **FIGURA 7-4**.

Essas diferenças, em escala pequena ou grande, refletem-se, em geral, em substanciais diferenças de uso e ocupação.

O relevo está intimamente ligado ao fator tempo de gênese dos solos; é, portanto, de se esperar que na paisagem paulista os processos de pedogênese sejam bastante ativos.

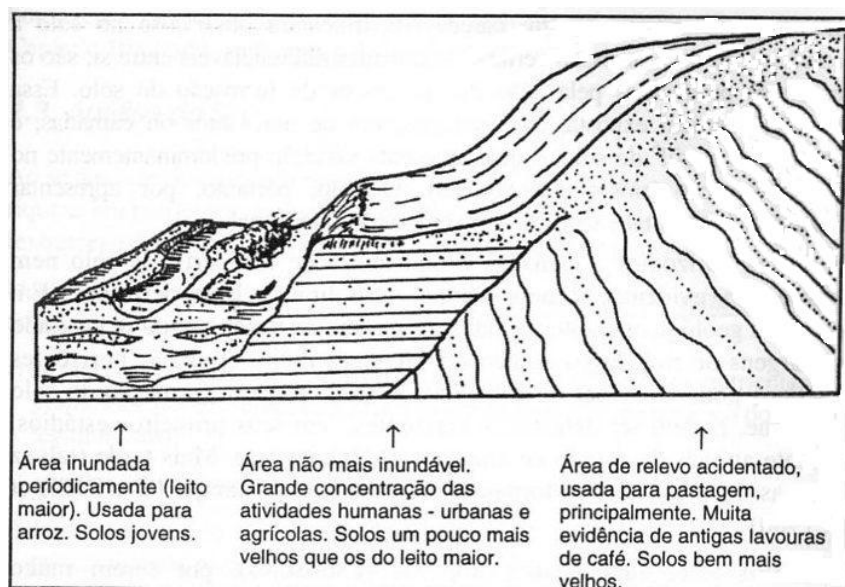
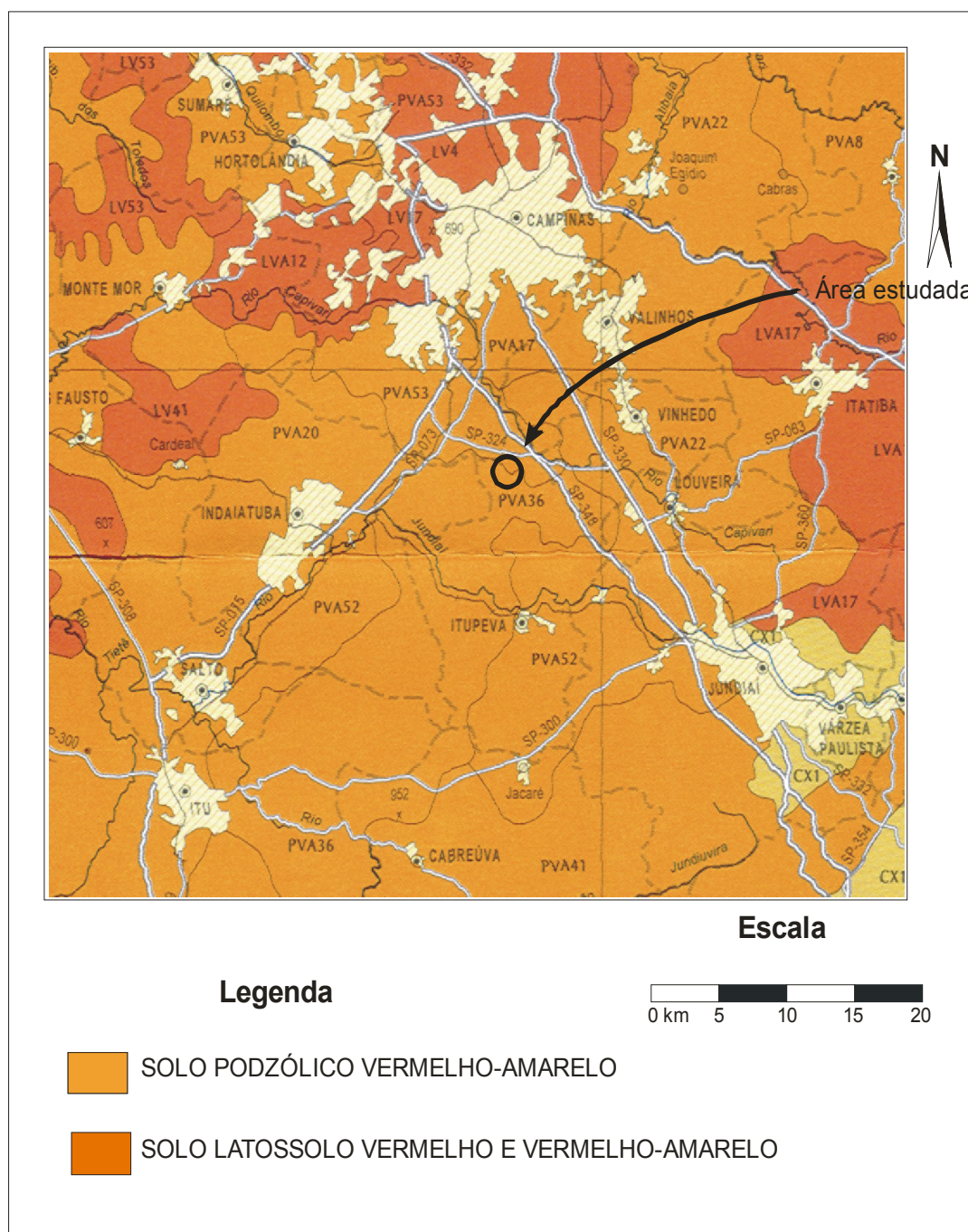


FIGURA 7-4. Diferenças entre solos de elevações e solos de baixadas.

O Mapa de Solos do Brasil (EMBRAPA, 2000) prevê, nesta região, uma associação de solos constituída por podzólicos vermelho-amarelo (**FIGURA 7-5**).

**FIGURA 7-5.** Mapa pedológico regional.

FONTE: Embrapa, 2000.

Sabe-se que os solos variam de um lugar para o outro e que são muitas as suas características. Os conhecimentos de sua origem e formação favorecem muito a compreensão do solo na paisagem, suas propriedades, suas características e sua classificação, como mostra a **FIGURA 7-6**:

Condição Bioclimática				Condição Local	
Frio e seco	Pradaria (gramínea)	Floresta	Frio e úmido	Excesso de Água	Excesso de Água e de Sais
		Podzolização			
		Podzolização			
	Calcificação	e		Hidromorfismo	Halomorfismo
		Latolização			
		Latolização			
Quente e seco	→				
			Quente e úmido		

FIGURA 7-6. Condições bioclimáticas, locais e classes de processos de formação do solo (tendências).

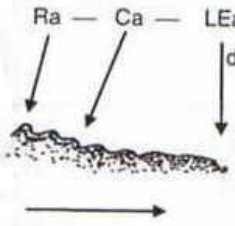
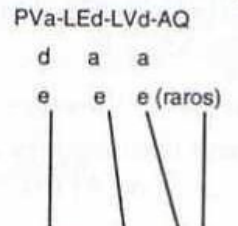
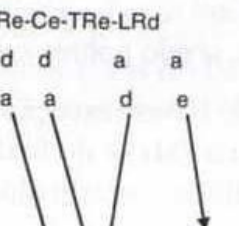
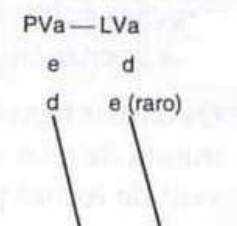
Os processos circulos na **FIGURA** acima (Podzolização, Latolização e Hidromorfismo) são os processos de formação dos solos predominantes na região estudada (Latosolos, Argissolos e Gleissolos) e estão diretamente relacionados com suas características.

O processo de podzolização se caracteriza na translocação de material do horizonte A acumulando-se no horizonte B, é o que acontece com a classe dos Argissolos, por exemplo. Esses solos apresentam horizontes bem diferenciados, pelo efeito da translocação; os Argissolos com B textural (Bt), que são achados em grande parte na área, quando em relevo movimentado, tendem a ser facilmente erodíveis, por causa do material arenoso e menos estruturado que apresentam no horizonte A. Nestes solos a diferença de textura entre os horizontes A e B dificulta a infiltração de água imediatamente abaixo do A, o que favorece o processo de erosão. Há exceções nos solos com B textural, porém estes não são encontrados na área.

O processo de latolização consiste basicamente na remoção de sílica e de bases do perfil, após transformação (intemperismo) dos minerais constituintes. Praticamente não há translocação de material para o horizonte B, como no caso da podzolização. Estes solos são os mais desenvolvidos (velhos) da crosta terrestre, ocupando, portanto, as partes há muito tempo expostas da paisagem. Em geral ocupam as superfícies mais elevadas (planaltos) em relação à paisagem circundante, é o caso dos Latossolos.

O processo de hidromorfismo ocorre nas depressões pelo excesso de água,

é o caso dos Gleissolos da área. O arejamento deficiente condiciona uma decomposição lenta da matéria orgânica, provocando seu acúmulo e um ambiente de redução (baixo potencial de oxirredução), que transforma Fe e Mn em formas reduzidas (solúveis), facilitando sua migração ou a toxidez para as plantas. A ausência de Fe (III) (Fe oxidado) ou a presença de Fe (II) (Fe reduzido) faz com que o solo tenha o aspecto acizentado, esverdeado ou azulado (gleizado) abaixo da camada de matéria orgânica. A coloração esverdeada ou azulada quase sempre implica a presença de Fe (II). Cores gleizadas – cores cinzentas – vêm de um nome local russo – gley – massa de solo orgânico; as camadas gleizadas vêm abaixo do material orgânico; é conotativo de excesso de água. A **FIGURA 7-7** mostra exemplos de correlações gerais entre o solo e seus atributos, relevos e rochas, com os tipos de solos encontrados na área.

Pelítica	Psamítica	Máfica	Granítica	
Pedoforma				
Forma suaves (não pontiagudas), menos acidentadas	Tabular, ruiforme, ondulada (dunas) e pontiagudas (quartzito)	Suave ou acidentada. Afloramentos em forma de blocos (rocha massiva)	Suave ou acidentada. Afloramentos em forma de blocos	
Cor do horizonte B				
Amarela - novo Vermelha - velho	Depende do clima, drenagem e cimento	Vermelha	Amarelada	
Textura				
Argilosa a muito argilosa	Arenosa (compreende classes texturais areia e areia franca)	Argilosa a muito argilosa	Argilosa a arenosa	
Nutrientes				
Pobres, álicos	Depende do cimento	Ricos	Pobres	
Seqüências				
Ra — Ca — LEa  Cor vermelha Gb/Ct (Gibbsita/Caulinita)	PVa-LEd-LVd-AQ 	Re-Ce-TRe-LRd 	PVa — LVa 	
Rochas relacionadas				
Relações entre algumas rochas em termos de diagênese-metamorfismo (sedimentares, metamórficas) e granulometria (igneas)				
argila (silte) ↓ argilito ↓ folhelho ↓ ardósia (siltito) ↓ filito ↓ micaxisto pobre	areia ↓ arenito ↓ quartzito	gabro ↓ diabásio ↓ basalto	diorito ↓ andesito	granito ↓ riólito ↓ obsidiana

SÍMBOLOS: a = álicos (alta saturação por Al), d = distróficos (baixa saturação por bases), e = eutróficos (alta saturação por bases), m = textura média, R = Solo Litólico, C = Cambissolo; PV, TR = Solos com B textural; L = Latossolos; AQ = Areias Quartzosas.

FIGURA 7-7. Relações gerais entre rocha matriz e alguns atributos dos solos.

O solo encontrado na área é representado, principalmente, por solo podzóico vermelho-amarelo, com textura silto-argilosa, com poucos cutans, e bastante espesso, pois os processos intempéricos foram suficientes para desenvolvê-lo a grandes profundidades nas regiões que a rocha é mais homogênea, localmente ocorre o aparecimento de matacões, em perfil pouco

espesso.

Nas áreas mais altas, que englobam solos provenientes de alteração de granitos, o horizonte A é silto-argiloso, orgânico, com raízes e de coloração marrom-escura. O horizonte B possui textura silto-argilosa, com a presença de cutans de argila e blocos com estrutura maciça de cor avermelhada.

A constituição do solo foi investigada por 5 sondagens a trado, com profundidade de até 5m.

Os tipos litológicos das áreas de menor altitude e de média altitude são todos provindos do intemperismos de rochas graníticas, já identificadas no mapeamento geológico. Este tipo de solo engloba boa parte da área estudada.

7.1.4.1. ARGISSOLOS

De acordo com (EMBRAPA, 1999), os Argissolos, antigos Podzólicos, são solos com B textural e apresentam argila de atividade baixa. Os Argissolos são achados em grande parte na área.

Os Argissolos da área são de textura argilosa e apresentam gradiente textural (Bt), não são férteis por natureza e apresentam cor Vermelho-Amarelo. Os Argissolos Vermelhos-Amarelos (PVA) da (EMBRAPA, 1999) são os antigos Podzólicos Vermelhos-Amarelos Tb (PV) de (Camargo et al., 1987).

7.1.4.2. GLEISSOLOS

O excesso de água imprime ao solo certas características peculiares. Os Gleissolos têm sua morfologia relacionada com a água; a cor cinzenta, gleizada (tabatinga – do tupi *taba*, casa e *tinga*, branca, argila branca, barro branco), resulta da redução do ferro, de trivalente para bivalente (Fe III para Fe II). Tendem a ser acinzentados sendo que, mais próximo à superfície, os teores mais elevados de matéria orgânica imprimem uma coloração escura. Os poros são ocupados por água durante longos períodos, em detrimento da fase gasosa. Pela deficiência de oxigênio (falta de arejamento), que restringe a atividade decompositora dos microrganismos, há em condições naturais, maior acúmulo de

matéria orgânica.

O manganês e o cobalto são elementos de comportamento semelhante ao do ferro. É de se esperar, portanto, que os solos “gleizados” (cinzentos), quanto mais bem drenados (natural ou artificialmente), sejam muito pobres naqueles elementos, provocando deficiências do primeiro e do último nas plantas, e do segundo nos animais. Os Gleissolos, antigos Solos Hidromórficos, estão nas depressões, isto é, nas partes mais baixas do terreno.

Os Gleissolos encontrados na área estão em áreas de várzeas próximos à corpos d’água e nascentes.

7.1.5. RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS

Os comitês de bacias hidrográficas foram criados pela lei que instituiu a política estadual de recursos hídricos (7.663/91) com o intuito de gerenciar a água de forma descentralizada, integrada e com a participação da sociedade.

O Estado de São Paulo foi dividido em 22 unidades de gerenciamento, conforme as bacias hidrográficas e afinidades geopolíticas. Cada uma dessas partes passou a se chamar Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI).

Em atendimento ao que preceitua a Lei Estadual nº. 7.663/91 foi criado em 18 de Novembro de 1993, o Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí – CBH PCJ, com a competência estabelecida em estatuto, de gerenciar os recursos hídricos, visando a sua recuperação, preservação e conservação, na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos UGRHI 5.

Esta unidade localiza-se na região leste do Estado de São Paulo, desde a divisa com o Estado de Minas Gerais até o reservatório da Usina de Barra Bonita, no Rio Tietê, numa extensão retilínea de, aproximadamente, 230 km (**FIGURA 7-8**).



FIGURA 7-8. Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo.
FONTE: Rede das Águas, 2007.

A bacia conjunta dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, os últimos afluentes do Médio Tietê estende-se por 14.042,64 km², em território paulista, sendo 11.313,31 km² correspondentes à Bacia do Rio Piracicaba, 1.611,68 km² correspondentes à Bacia do Rio Capivari e 1.117,65 km² correspondentes à Bacia do Rio Jundiaí. As três bacias desenvolvem-se paralelamente no sentido leste/oeste.

As principais cidades localizadas na UGRHI 5 são: Campinas, Piracicaba, Jundiaí, Limeira, Americana, Paulínia, Sumaré, Santa Bárbara D'Oeste e Rio Claro.

Na **TABELA 7-1**, apresentam-se alguns índices fisiográficos e hidrológicos da UGRHI-05. O índice de forma é a relação entre a largura e o comprimento, que dá alguma indicação das tendências às cheias no rio Piracicaba, constatando pelo valor calculado, que a bacia tem menor tendência a concentrar as chuvas intensas, sendo comprovado pelo valor do coeficiente de compacidade, que é a relação entre o perímetro e a área da bacia hidrográfica (CBH-PCJ 2000).

Bacia	Área (km²)	Extensão (km²)	Índice de Forma	Coef. de Compacidade
Piracicaba	11.313	250	0,181	1,47
Jundiaí	1.150	110	0,15	1,31
Capivari	1.655	85	0,16	1,32

TABELA 7-1. Parâmetros fisográficos.

A Bacia Hidrográfica do Piracicaba, Capivari e Jundiaí (BHPCJ) é uma das maiores e mais importantes do Estado de São Paulo, sendo formada pelos rios Jaguari (nasce em MG) e Piracicaba, que são federais, e o Capivari, Jundiaí e Atibaia, que são estaduais. Foi instalado o Comitê CBH -PCJ, com o intuito de realizar a gestão dos recursos hídricos dessas bacias hidrográficas.

As bacias dos rios Jundiaí, Capivari e Piracicaba encontram-se em sua maior parte no Estado de São Paulo (58 municípios) e uma menor parte no sul do Estado de Minas Gerais (4 municípios). Sua área é de 15.200 km², cerca de 6% da área do Estado de São Paulo. A população estimada é de cerca de 4 milhões de habitantes. Trata-se de uma região de grande desenvolvimento econômico.

O padrão de drenagem observado nesta região é subparalelo retangular, a dendrítico, bastante irregular, com densidade rala.

A produção de água durante a estiagem fica em situação crítica para o abastecimento público das cidades das bacias e de mais 5 municípios de outras bacias. Adicionalmente a essa demanda, há também a reversão de 31m³/s, pelo Sistema Cantareira, para o abastecimento de cerca de 55% da população da Região Metropolitana de São Paulo.

A atividade industrial é intensa; é o mais importante núcleo industrial do Estado depois da Grande São Paulo. Estima-se que 6% do PIB nacional seja gerado na região, demandando cerca de 16,5 m³/s de água. A atividade agrícola também é muito forte, com a irrigação consumindo cerca de 5,5 m³/s.

Quanto aos resíduos industriais, apesar de possuir maior controle, existem poucos locais adequados para seu tratamento e disposição final na BHPCJ.

Na região, somente 12% dos esgotos domésticos recebem tratamento e, cerca de 75% das cargas industriais são removidas, lançando uma carga remanescente nos nossos rios cerca de 106t DBO/dia referente aos esgotos industriais e 133t DBO/dia referente aos esgotos domésticos.

Com relação aos resíduos sólidos domésticos, estima-se que sejam geradas diariamente 2 mil toneladas, sendo que 60% desses resíduos são dispostos em aterros e os 40% restantes em lixões a céu aberto, contribuindo, portanto, para a geração de uma carga poluidora dos recursos hídricos não dimensionada.

A UGRHI-5 é subdividida em 9 sub-bacias, que podem ser observadas na TABELA 7-2.

Código	Sub-bacia	A.D. (km²)
1	Baixo Piracicaba	1.878,99
2	Alto Piracicaba	1.780,53
3	Rio Corumbataí	1.702,59
4	Baixo Jaguari	1.094,40
5	Rio Camanducaia	857,29
6	Alto Jaguari	1.181,63
7	Rio Atibaia	2.817,88
8	Rio Capivari	1.611,68
9	Rio Jundiaí	1.117,65
Total		14.042,64

TABELA 7-2. Sub bacias da UGRHI 05 com suas áreas de drenagem (A.D.).

A região estudada pertence à sub-bacia do rio Capivari (FIGURA 7-9). Esta sub-bacia drena terras dos seguintes municípios: Louveira, Vinhedo, Jundiaí, Campinas, Valinhos, Monte Mor, Elias Fausto, Capivari, Rafard, Mombuca, Rio das Pedras Indaiatuba e Itupeva. Muitas dessas cidades utilizam-se dos recursos dessa drenagem tanto para o próprio abastecimento de água, como para despejo de esgoto. Infelizmente, na maioria dos casos, sem antes passar por tratamento.

Os principais cursos d’água da Bacia do rio Capivari são: rios Capivari, Capivari-Mirim e Ribeirões Água Clara e Piçarrão.

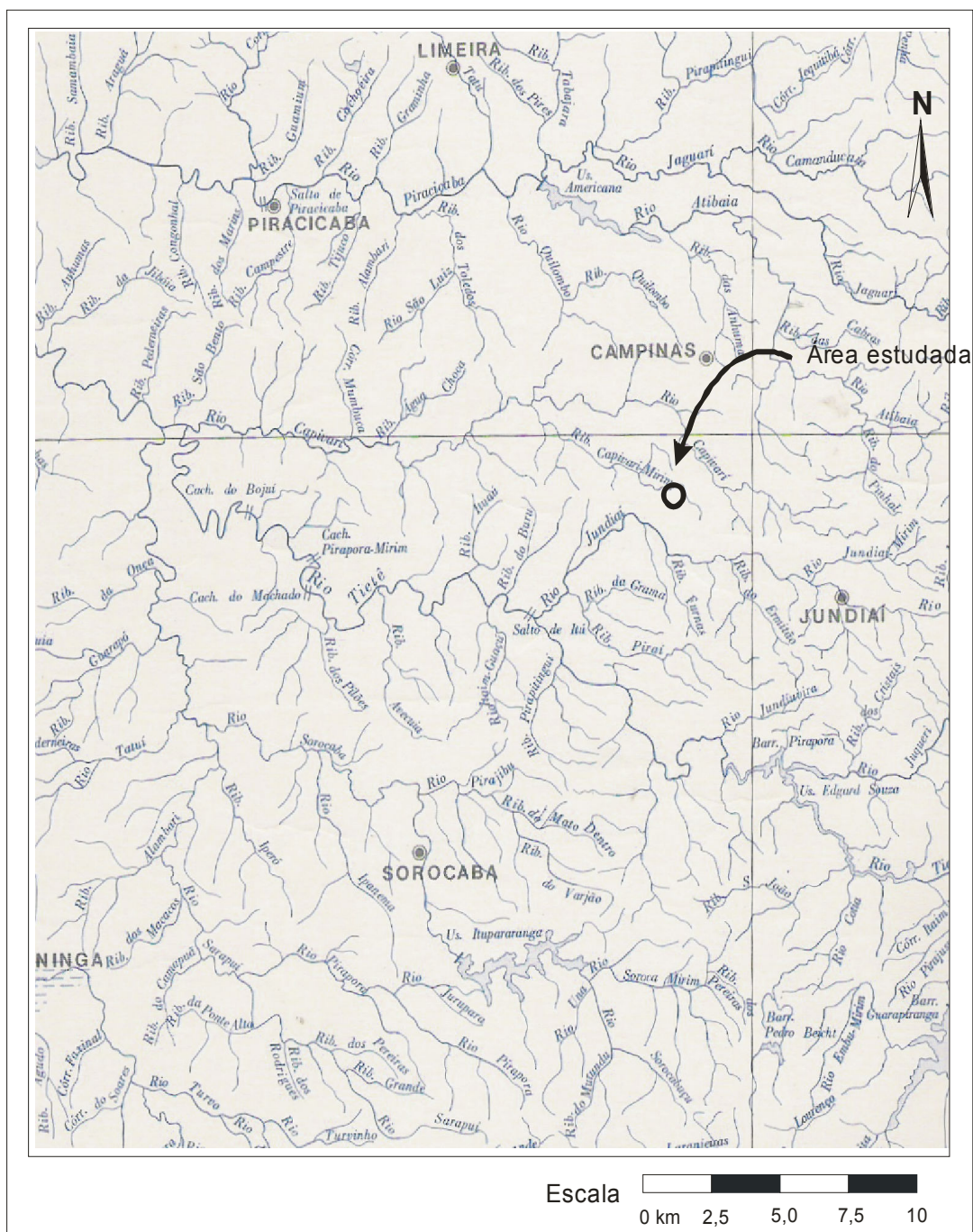


FIGURA 7-9. Mapa da hidrografia regional.

FONTE: IGC, 1985.

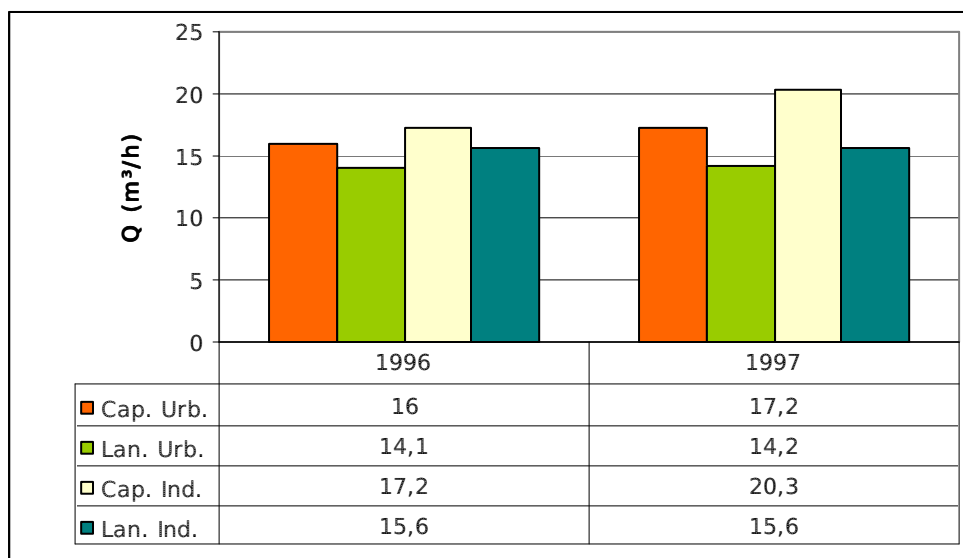
A demanda principal dos recursos hídricos superficiais é para uso doméstico e industrial, todavia, algumas outras atividades utilizam dessas águas para seu desenvolvimento, como mostra a **TABELA 7-3**.

Usos	Demanda (m³/s)
Doméstico	1,582
Industrial	1,64
Irrigação	0,97
Agricultura	0,036
Pecuária	0
Mineração	-----
Total	4,228

TABELA 7-3. Demanda principal dos recursos hídricos superficiais.

FONTE: CBH-PCJ, 2000.

O **GRÁFICO 7-1** revela a demanda de água na sub-bacia do rio Capivari. A maior quantidade captada e lançada é do setor industrial, e secundariamente para uso urbano.

**GRÁFICO 7-1.** Demanda de água na sub-bacia do rio Capivari.

FONTE: CBH-PCJ, 2000.

Sabe-se que a quantidade de coliformes fecais, matéria orgânica biodegradável, é relativamente alta em alguns pontos, pois muitos municípios não possuem tratamento de esgoto antes de lançá-lo na drenagem. O mesmo vale para a quantidade de fósforo total, devido principalmente às atividades industriais ao longo do percurso do rio Capivari.

No contexto local, a área do empreendimento encontra-se totalmente

inserida na sub-bacia hidrográfica do Capivari-Mirim, que por sua vez vai se constituir num dos formadores do rio Capivari, que deságua no rio Tietê.

O terreno do futuro loteamento possui em seu interior duas drenagens, ao norte está o córrego Bonfim, e a sul outra drenagem, sem denominação, essas duas drenagens são formadoras do rio Capivari-Mirim (**FIGURA 7-10**). Estas duas drenagens formam um total de 6 lagos, sendo que destes, quatro estão localizados no córrego Bonfim.

As drenagens existentes apresentam perfil de vales encaixados, sendo que a ocorrência de planícies de inundação é bastante restrita e reduzida, devido às declividades verificadas no canal.

FIGURA 7-10. Bacias hidrográficas dos córregos do Bonfim e sem denominação.

7.1.5.1. ENSAIOS DE INFILTRAÇÃO

Ensaio de infiltração, com a conseqüente medida do coeficiente de permeabilidade foram efetuados em 5 pontos do terreno do futuro empreendimento, igualmente se privilegiando locais com cotas mínimas, médias e máximas das áreas ocupáveis. Dada a representatividade da locação dos furos a trado, as perfurações para a realização dos ensaios de infiltração foram realizadas a cerca de 1m de profundidade.

A determinação do coeficiente de permeabilidade do solo da área estudada foi realizada de acordo com as determinações estabelecidas pela ABGE - Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, através do Boletim 04 – “Ensaio de Permeabilidade em Solos - Orientações para sua Execução em Campo”, 3ª edição, junho/1996.

Dadas as condições locais, refletidas pela granulometria do solo e pela disponibilidade de equipamentos, foi realizado o ensaio de infiltração a nível constante. Para a realização dos ensaios de permeabilidade, foram inicialmente perfurados os furos, com seção circular de 20cm de diâmetro. Foi efetuado o ensaio em furos com 1,00m de profundidade, por representar as condições naturais, por onde poderia haver maior escoamento.

Por este método enche-se com água o furo até a sua boca, tomando-se este instante como tempo "zero". Os furos foram preenchidos com água no dia anterior ao ensaio para provocar a saturação do solo. No dia do ensaio, o nível de água do furo foi mantido estável na boca por cerca de 10 minutos, induzindo-se a saturação do solo, colocando-se um marcador de referência do nível de água na boca do furo. Em seguida, à medida que havia o rebaixamento do nível de água, ia sendo adicionada água, cronometrando-se o tempo decorrido para infiltração de 1.000ml (1 litro) de água, utilizando-se como medida de volume um recipiente graduado de plástico, com marcação do nível correspondente ao volume de 1 litro. Foram feitas no mínimo 5 medidas em cada poço. Para a interpretação dos resultados é inquestionável a baixa permeabilidade dos solos areno-argilosos resultantes da ação intempérica sobre os granitos da Fácies Itu no embasamento cristalino. Os dados obtidos foram utilizados para o cálculo do coeficiente de permeabilidade, chegando-se aos valores apresentados à frente.

Com os tempos medidos foi possível calcular o coeficiente de

permeabilidade (K) para cada situação. Na **TABELA 7-4** observa-se os dados considerados na planilha de cálculo e, na **FIGURA 7-11**, a indicação dos pontos de amostragem.

Ensaio de Permeabilidade Infiltração a nível constante - Acima do N.A Empreendimento: Fazenda Santana da Grama Local: Itupeva-SP								
Poço	Localização UTM	raio (cm)	Profundidade (cm)	Volume (cm³)	Tempo (s)	Q (cm³/s)	Cm	K (cm/s)
P-1	286,406kmE	16	100	1.000	87	11	32	2,24E-04
	7.448,198kmS							
P-2	287,271kmE	16	100	1.000	319	3	32	6,12E-05
	7.448,169kmS							
P-3	287,165kmE	16	100	1.000	237	4	32	8,24E-05
	7.448,508kmS							
P-4	287,051kmE	16	100	1.000	83	12	32	2,35E-04
	7.448,936kmS							
P-5	287,815kmE	16	100	1.000	53	19	32	3,69E-04
	7.448,960kmS							

TABELA 7-4. Planilha de cálculo dos coeficientes de infiltração (K).

Como era de se esperar, esses resultados são compatíveis com solos areno-argilosos, conforme dados apresentados por Mello & Teixeira (1967), sendo classificado como de baixa a média permeabilidade.

Com esses resultados, verifica-se que todos os valores se encontram, praticamente, na mesma faixa de variação, com ordens de grandeza próximas (10^{-4} e 10^{-5}), o que se explica pela excessiva uniformidade nos perfis do solo, em todos os pontos, praticamente constituídos por solos areno-argilosos, originados do intemperismo que afetou o Granito Itu no município de Itupeva-SP.

FIGURA 7-11. Localização dos pontos de amostragem do ensaio de permeabilidade e furos a trado.

7.1.6. RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS - HIDROGEOLOGIA

Com relação à hidrogeologia (estudo das águas subterrâneas) a área se situa, geologicamente, na entidade tectônica da Província Mantiqueira, com presença de rochas cristalinas do embasamento, portanto, seu comportamento hidrogeológico é determinado pelas características do Aqüífero Cristalino.

A região onde se encontra o empreendimento está inserida na área de ocorrência do Aqüífero Cristalino sendo, portanto, de extensão regional, com porosidade do tipo fissural (fraturas), caráter eventual, livre a semi-confinado, heterogêneo, descontínuo e anisotrópico. A sua produtividade em água está relacionada à ocorrência de rochas fraturadas em profundidade, apresentando vazões bastante variáveis.

As características hidrodinâmicas e potenciais do aqüífero são: transmissividade variando entre 0,1 a 100 m²/dia; capacidade específica entre 0,002 a 7,0 m³/h/m; vazão por poço de 5 a 40 m³/h, com profundidades médias de 150 metros.

Deve-se levar em consideração que o Aqüífero Cristalino engloba uma gama variada de rochas com comportamentos hidráulicos bastante diferenciados e bem contrastantes.

O aqüífero mais diretamente presente na área do empreendimento é o livre, ocorrendo sua alimentação exatamente nessa região, penetrando as águas pluviais pelo sistema de fraturas que a rocha apresenta. A sua descarga se dá nos rios próximos ao local como no rio Capivari-Mirim, em cota aproximada de 640m.

A produtividade em água em profundidade vai depender de condições favoráveis em se encontrar fraturas produtoras.

O aqüífero livre pode ser encontrado em profundidade rasa em locais próximos a cursos d'água, nascentes e represamentos. Em regiões mais altas, ou seja, a maior parte da área do empreendimento, o nível d'água está bem mais profundo, superando 5 metros de profundidade, como se observou diretamente durante a execução de sondagens para investigação do nível d'água.

7.1.6.1. SUSCEPTIBILIDADE À CONTAMINAÇÃO (VULNERABILIDADE)

Analisando-se a publicação do Instituto Geológico (Secretaria Estadual do Meio Ambiente), intitulada “Mapeamento da Vulnerabilidade das Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo”, na escala 1:1.000.000, cabem os comentários que se seguem para a área do empreendimento.

Na análise do mapa de vulnerabilidade supra referido, a área aparece como de risco não definido - o que é atribuído para quase todo o Embasamento Cristalino que se estende para o leste-nordeste do estado – ou como de baixo potencial de vulnerabilidade à poluição de suas águas subterrâneas.

Com os levantamentos geológicos detalhados de campo, pode-se precisar melhor as condições de vulnerabilidade das águas subterrâneas, o que vale tanto para o caso do Aqüífero Livre, quanto para os demais mais profundos.

No tocante à vulnerabilidade dos aqüíferos, analisando-se esse fator através dos levantamentos geológicos realizados na área, tem-se para as áreas de influência do empreendimento duas situações diferentes:

a) nas áreas mais baixas, nas margens ao longo dos córregos, tem-se muito pouca acumulação de sedimentos aluviais, mas que se encontram bastante inconsolidados, o que acarreta materiais geológicos com alta porosidade e conseqüente permeabilidade, o que condiciona um fator de vulnerabilidade alta, agravada pelo fato de que nessas faixas o lençol freático está raso. Porém, as acumulações aluviais da área são pouco expressivas, tanto em largura quanto em espessura.

b) já na grande maior parte da área do empreendimento, predomina largamente um solo silto-argiloso, de coloração vermelha a marrom, derivado da alteração intempérica do granito Fácies Itu, que devido à sua textura, imprime um grau de baixa vulnerabilidade à contaminação. O seu caráter impermeável é atestado pelos ensaios de infiltração realizados na área do futuro empreendimento, com coeficientes de permeabilidade extremamente baixos (10^{-4} e 10^{-5} cm/s).

Os aqüíferos presentes na área do futuro parcelamento, estão protegidos de possíveis contaminações pelos seguintes motivos: **a)** profundidade de ocorrência; **b)** presença do manto de alteração de solos podzólicos, com sua textura silto-argilosa, que lhe imprime condições de impermeabilidade, dificultando a

percolação de líquidos contaminantes.

Em termos de monitoramento ambiental, a unidade a ser analisada é o Aquífero Livre, que ocorre mais próximo à superfície e, portanto, sofre imediatamente as consequências dos problemas ambientais decorrentes das atividades antrópicas. Porém, ele está condicionado pelo solo silto-argiloso, com notável característica de impermeabilidade, como demonstram os ensaios de infiltração realizados.

A superfície piezométrica na área do empreendimento pode se apresentar rasa nas regiões mais baixas do terreno.

7.1.7. ANÁLISE DOS PARÂMETROS GEOTÉCNICOS

Para a definição das condições geotécnicas do terreno do futuro empreendimento, utilizar-se-á uma abordagem partindo do mais geral (regional), focalizando-se em seguida, à área pesquisada.

Dentro de uma análise mais regional, um estudo desta natureza não poderia prescindir da análise da Carta Geotécnica do Estado de São Paulo, na escala 1:500.000, elaborada pelo IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S/A, cuja primeira edição foi publicada em 1994.

A interpretação mais pormenorizada desse documento evidencia que a área em observação não é sujeita às principais manifestações de processos do meio físico, com danos à ocupação do solo, quais sejam: boçorocas naturais, sulcos e ravinas, escorregamentos em encostas, afundamentos em terrenos cársticos (que ocorrem em áreas de calcáreos), recalques por colapso de solos, recalques por adensamento de solos moles, instabilização de fundações e taludes de corte por solos expansivos.

Em levantamento realizado por ocasião da elaboração deste relatório, foram identificados os tipos de terreno que ocorrem na região, sendo que na área do empreendimento proposto, verifica-se o tipo de terreno é colinoso ondulado a inclinado.

O tipo de terreno, dentro da abordagem utilizada pelo Instituto Geográfico (1993), caracteriza uma fração do território municipal, onde o arranjo espacial e seus componentes (substrato rochoso, relevo, solo, etc.) e atributos

(potencialidade e fragilidade) se mantêm e apresentam comportamento similar diante de diferentes modos de interferência a que estes tipos de terrenos são submetidos.

Os terrenos são definidos com base no relevo, que é fator de controle da distribuição dos diversos tipos de solo e da vegetação e, em consequência, da ocorrência dos processos erosivos e deposicionais na superfície do terreno. Por sua vez, a dinâmica superficial e as características das formas de relevo (declividade, amplitude, comprimento de rampa e a sua constituição), determinam as potencialidades e fragilidades perante os diferentes modos de uso e ocupação.

A **TABELA 7-5** apresenta características desse tipo de terreno, enquanto a **TABELA 7-6** indica as condicionantes para ocupação.

SUBSTRATO ROCHOSO:	Granitos inequigranulares e porfíricos. Afloramentos intemperizados e de rocha são em alguns locais, conjunto de matacões em alguns locais.
SOLO DE ALTERAÇÃO:	São silto-argilosos, ricos em grãos de argila e quartzo. Espessuras variáveis. Média a alta resistência à erosão.
SOLO SUPERFICIAL:	Predominantemente Argissolo Vermelho Amarelo, presença de gleissolos em áreas próximas de drenagens e nascentes.
RELEVO:	Associam-se colinas médias com topos aplainados, vertentes com perfis convexos e retilíneos e planícies aluviais interiores restritas. Altitudes de 645 a 705m.
DRENAGENS NATURAIS:	Vales erosivos, e erosivos-acumulativos encaixados com planícies fluviais isoladas e estreitas nas colinas.. Densidade de drenagem é média, com presença de duas drenagens.
RECURSOS MINERAIS:	Água subterrânea para demanda de até 8,3 m³/h, ocorrência de depósito de areia nos vales de drenagem.

TABELA 7-5. Características do tipo de terreno.

Fonte: IG, 1993; CAMPINAS, 1996.

RISCO DE EROSÃO:	Baixa intensidade de processos erosivos. Erodibilidade média a baixa.
RISCO DE ENCHENTES:	Sazonal ao longo das planícies de inundação.
RISCO DE ESCORREGAMENTO:	Restrito a taludes de corte, devido à estrutura da rocha. O rolamento de matacões pode ocorrer em regiões altas onde ocorre a presença dos mesmos.
OUTROS:	

TABELA 7-6. Condicionantes à ocupação do terreno.

Fonte: IG, 1993; CAMPINAS, 1996.

Focalizando-se mais a área em estudo, em trabalhos de fotointerpretação detalhada, não se constata a incidência de ravinamentos, nem os de pequeno porte, não possui boçorocas naturais, cicatrizes de escorregamento/deslizamento, subsidência, etc.. O local apresenta uma textura bastante lisa na imagem aérea, possuindo perfil que não compromete o projeto e seu entorno.

7.1.7.1. INVESTIGAÇÃO GEOLÓGICA-GEOTÉCNICA

Como o empreendimento a ser implantado será constituído por residências e obras de pequeno porte superficiais, será afetada apenas a camada do solo de alteração do granito, mais superficial, restringindo-se a análise dos parâmetros geotécnicos a esse material. No caso de obras de grande porte deveria ser analisada a capacidade de sustentação da rocha fresca (maciço rochoso), quando então suas características geotécnicas seriam determinadas pelas características petrográficas e estruturais. Nesse particular deveriam ser mapeadas as descontinuidades do maciço, que poderiam ser derivadas de orientações estruturais, juntas, fraturas, contatos geológicos, etc.

A investigação geológico-geotécnica na área do terreno dos futuros loteamentos foi efetuada por Levantamento de Campo, Sondagens a Trado e Ensaio de Permeabilidade. Os ensaios de permeabilidade já foram abordados no item 7.1.5.1.

7.1.7.1.1. LEVANTAMENTO DE CAMPO

A exemplo do que ocorre em outros empreendimentos similares das redondezas, a implantação definitiva, uma vez conduzida de acordo com seu projeto técnico, não deverá ser comprometida por problemas geotécnicos sérios.

Para a instalação do loteamento, o asfaltamento das ruas e vias de acesso, a colocação de guias e sarjetas, a implantação de adequado sistema de drenagem e a execução de projeto paisagístico nas praças e encostas, com plantação de gramíneas nos taludes, terão o efeito de mitigar os impactos ambientais derivados de processos de erosão e assoreamento. As áreas que mantêm a cobertura vegetal, mesmo que rasteira e rala, são protegidas da

erosão acelerada, como se observa na área do empreendimento e seu entorno.

A pavimentação das vias de acesso e a instalação dos sistemas de drenagem evitarão a evolução de qualquer sulco erosivo para um boçorocamento mais comprometedor, porém, também promoverá aumento do escoamento superficial, que deverá ser mitigado pelos barramentos existentes na área.

Devido a seu condicionamento geológico/geomorfológico/pedológico a área não está sujeita também a quaisquer tipos de movimento de massa, associados à dinâmica de encostas, quer sejam: rastejos (“creep”), escorregamentos (“slides”), quedas (“falls”) e corridas (“flows”), estando o empreendimento imune aos processos desestabilizadores.

Cuidados sempre deverão ser tomados em acato às recomendações para uso do solo, envolvendo técnicas adequadas e obediência das normas urbanísticas vigentes para movimentação de terra, drenagem e obras de estabilização, mesmo considerando-se mínimas as possibilidades de ocorrência.

Por outro lado, as instalações do empreendimento sob enfoque não estão sujeitas a inundações, pois as próprias Áreas de Preservação Permanente (APP) seriam suficientes para assegurar a proteção contra enchentes.

Segundo o histórico do local e suas características geotectônicas, a área estudada não possui risco de sismos, mesmo os de pequena amplitude.

Os matacões presentes atualmente não apresentam problemas de escorregamento, pois estão perfeitamente estabilizados. Os necessários trabalhos de terraplenagem deverão tomar cuidados técnicos para não desestabilizá-los ao retirá-los de maneira adequada.

As declividades calculadas não apresentam valores tão baixos como as colinas amplas da Depressão Periférica (5%), mesmo assim, os valores são ainda baixos, podendo suportar a implantação de um loteamento, desde que sejam respeitados os critérios técnicos de execução. A declividade da área é homogênea e suave, conforme pode ser observado na **FIGURA 7-12**.

Vale salientar a ausência de disposição de lixo doméstico, entulhos ou até mesmo inertes ou qualquer outros produtos que possam fornecer riscos de contaminação do solo ou água e conseqüentemente, à saúde dos futuros moradores.

FIGURA 7-12. Classe de declividade



A área em análise é próxima de outros empreendimentos similares, já fisicamente instalados, implantados sobre terrenos com idênticas características geotécnicas, onde não se verificam problemas geotécnicos sérios que venham a perturbar as condições de estabilidade geral da área. Inclusive a construção de residências e sua ocupação plena contribuem para a estabilização definitiva, isentando-a da erosão laminar ou em sulco.

Logicamente, este tipo de empreendimento não vai exigir a construção de taludes com altura excessiva e ângulos verticalizados ou sub-verticalizados, neste aspecto não merecendo cuidados especiais.

A partir da análise das interações dos condicionantes geológicos, geomorfológicos, pedológicos e os resultantes geotécnicos, conclusivamente, por todos os motivos apontados acima, é permitido garantir que o empreendimento não se encontra em área potencialmente susceptível a problemas geotécnicos que inviabilizem a sua instalação.

Os terrenos da área do futuro loteamento possuem características ótimas para implantação de qualquer obra de engenharia, suportando empreendimentos até de maior porte. A sua constituição geológica e pedológica e a sua situação geomorfológica permitem garantir a não incidência de problemas geotécnicos graves, os quais podem causar muitos prejuízos à sociedade em geral.

Pode-se afirmar com segurança que a avaliação geotécnica da área suporta a construção de residências, ou mesmo obras de maior porte, em condições de segurança total, não oferecendo riscos às fundações.

Recomenda-se, uma vez tomada a decisão pela construção de qualquer obra complementar (ampliação), a execução rápida e sem interrupção de todos os serviços de implantação, para não deixar a área vulnerável a qualquer manifestação erosiva, mesmo considerando-se que são mínimas as possibilidades.

A avaliação geológica-geotécnica aqui apresentada trata exclusivamente da capacidade do terreno em receber o empreendimento proposto, com os cuidados técnicos recomendados.

Devido a todo levantamento de campo e bibliográfico realizado no empreendimento, e pela ocupação futura da área, não se justificou a realização de ensaios granulométrico e nem ensaios físico-químicos para classificação dos solos.

Uma classificação com esta precisão apenas seria justificável para uso agrícola do solo, onde é comum tal procedimento.

Uma classificação visual e tátil já fora realizada, sendo esta muito útil para a classificação pedológica da área no sentido de orientar a ocupação da área por residências domiciliares comuns.

7.1.7.1.2. SONDAGENS A TRADO

Na área do empreendimento sob análise, foram executadas 5 (cinco) sondagens a trado manual, com profundidades de até 5 m, visando conseguir-se maior representatividade na análise geológica do terreno, já que esses furos foram espalhados na área do futuro empreendimento. Além disso, o critério adotado para a locação buscou atender as áreas ocupáveis do empreendimento, privilegiando as cotas máximas, médias e mínimas.

O metro inicial dos furos foi escavado com cavadeira manual de cabo longo. Em seguida, as sondagens foram continuadas com sondagem a trado, com 4” de diâmetro.

As cinco (5) sondagens apresentaram um perfil homogêneo (**FIGURA 7-13**), identificado como um Horizonte A inicial, com cerca de 30 cm de espessura, caracterizado por solo orgânico, silto-argiloso, com coloração marrom-escura, com restos de raízes vegetais. Após isso, é observado solo siltoso a silto-argiloso, com coloração vermelho, típica da alteração intempérica dos granitos Fácies Itu do embasamento cristalino.

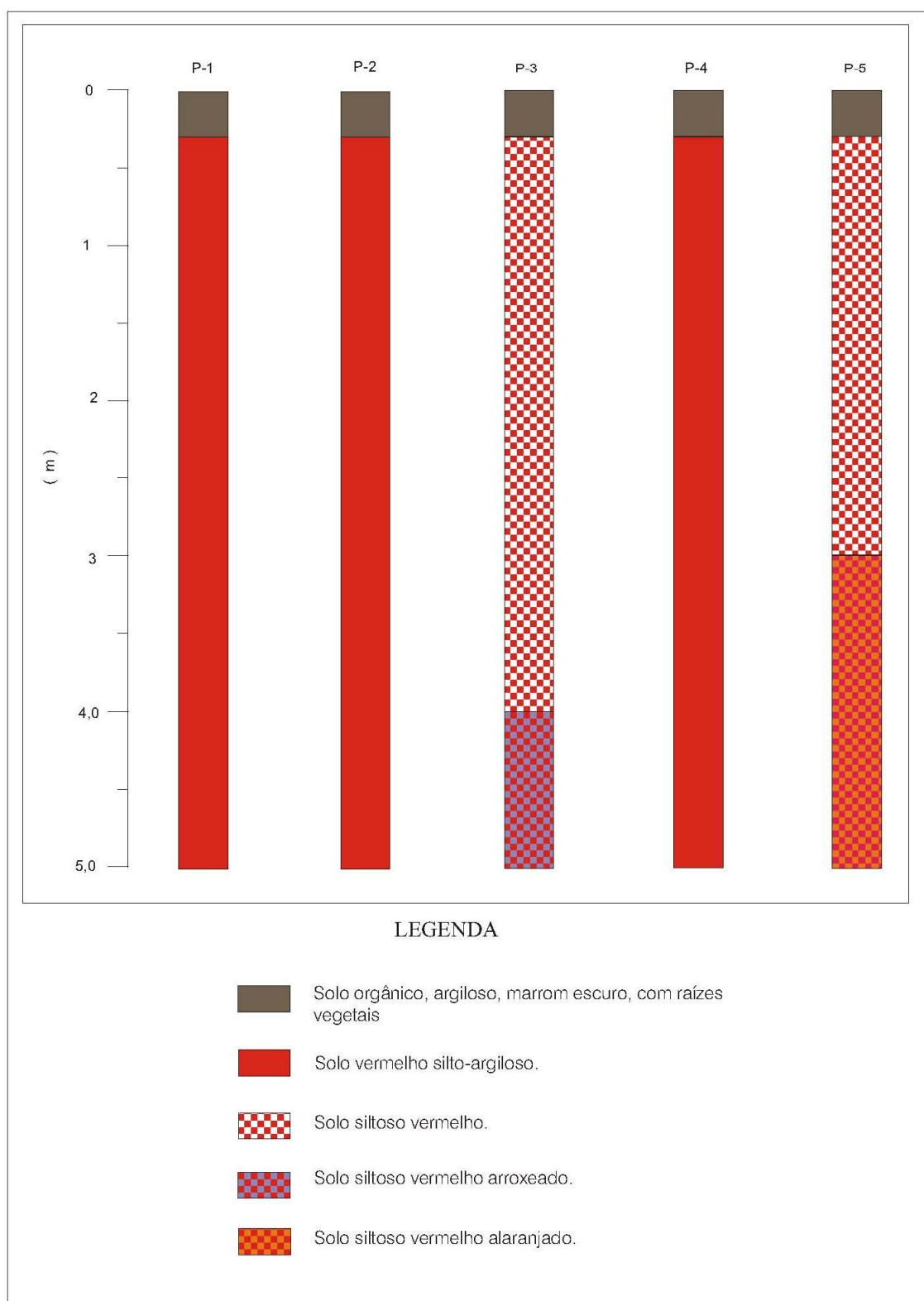


FIGURA 7-13. Perfil dos poços, descrição lito-pedológica e investigação do nível d'água.

O nível d'água não foi alcançado em nenhuma das sondagens. A descrição pedológica/litológica das sondagens podem ser observadas na **TABELA 7-7**.

Poço	Profundidade (m)	Descrição pedológica/litológica	Observações
P-1	0,0 - 0,3	Solo orgânico, argiloso, de coloração marrom-escura, com restos de raízes.	
	0,3 - 5,0	Solo silto-argiloso, vermelho.	
P-2	0,0 - 0,3	Solo orgânico, argiloso, de coloração marrom-escura, com restos de raízes.	
	0,3 - 5,0	Solo silto-argiloso, vermelho.	
P-3	0,0 - 0,3	Solo orgânico, argiloso, de coloração marrom-escura, com restos de raízes.	
	0,3 - 4,0	Solo siltoso, vermelho	Alteração de granito
	4,0 - 5,0	Solo siltoso, vermelho arroxeadado	
P-4	0,0 - 0,3	Solo orgânico, argiloso, de coloração marrom-escura, com restos de raízes.	
	0,3 - 5,0	Solo silto-argiloso, vermelho	
P-5	0,0 - 0,3	Solo orgânico, argiloso, de coloração marrom-escura, com restos de raízes.	
	0,3 - 3,0	Solo siltoso, vermelho	
	3,0 - 5,0	Solo siltoso, vermelho amarelado	

TABELA 7-7. Descrição das sondagens a trado.