

## 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.

Também serão discutidos 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 Köeppen, o município de Campinas se caracteriza como do tipo Cwa, ou seja, Tropical de Altitude, com verão quente e úmido, inverno seco e frio, e temperatura média anual de 22,4°C (CEPAGRI, 2010).

O clima de Campinas apresenta temperatura média entre 18,5 a 21,8°C nos meses de maio a setembro, e entre 23,1 a 24,9°C nos meses de outubro a abril. A precipitação média anual é da ordem de 1.140mm, com cerca de 80% ocorrendo no período de outubro a março (CEPAGRI, 2010).

## 7.1.2. GEOLOGIA

### 7.1.2.1. CONTEXTO REGIONAL (AII E AID)

Muito embora a área a ser parcelada esteja localizada na borda extrema da entidade tectônica da Bacia do Paraná, ela se encontra exatamente na interface entre os dois grandes ambientes geológicos que sustentam o território paulista, a Bacia do Paraná na parte ocidental e o Embasamento Cristalino na oriental.

Com início exatamente na área a ser estudada e estendendo-se por toda a porção ocidental do Estado de São Paulo, o conjunto das rochas sedimentares e vulcânicas/subvulcânicas da Bacia do Paraná compõe 75% do território paulista. O conjunto todo das rochas cristalinas, ígneas e metamórficas, compõe os restantes cerca de 25% de todo o estado de São Paulo.

Na região do entorno ocorrem litologias sedimentares da Bacia do Paraná, estando representada por sedimentos psamíticos e pelíticos, às vezes em seqüências rítmicas, da Formação Itararé (Grupo Tubarão), os quais teriam se depositado no período permo-carbonífero, estando associados a ambientes variados, que incluem principalmente o marinho e o glacial.

O embasamento cristalino aflora muito próximo da área do empreendimento, estando presente no leito do ribeirão Anhumas e nos terrenos que margeiam a SP-340 – Rodovia Adhemar de Barros Filho (Campinas/Mogi Mirim).

Pelas observações geológicas, o sill de diabásio que sustenta o substrato rochoso na área pesquisada, deve estar assentado diretamente sobre o embasamento cristalino, sem a presença de sedimentos intercalados da Formação Itararé, o que, às vezes, é atestado na região do distrito de Barão Geraldo, município de Campinas. Esse embasamento é constituído de rochas graníticas derivadas do importante evento termal que ocorreu no final do período Proterozóico superior, o que teria acontecido a cerca de 600 milhões de anos atrás.

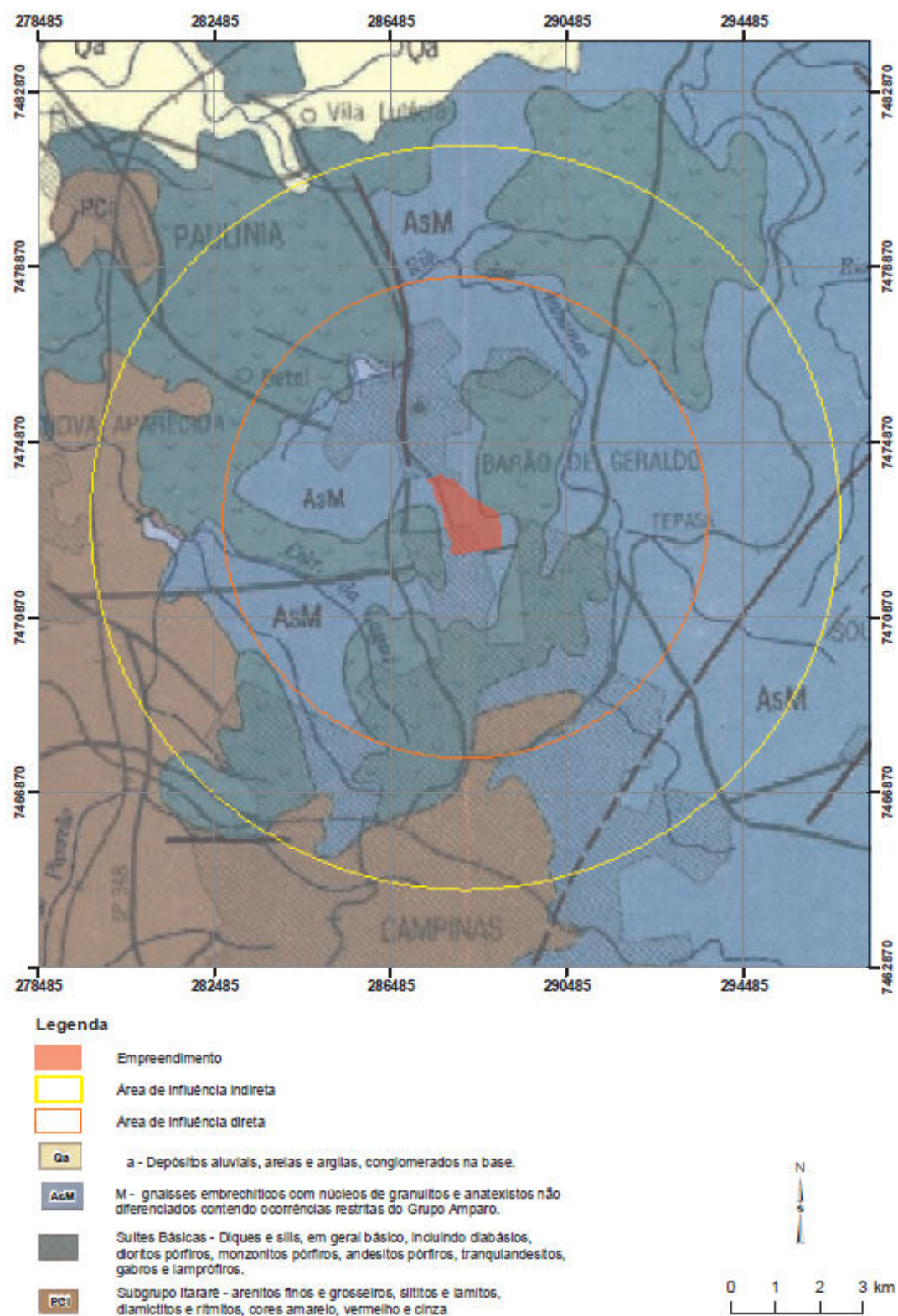


FIGURA 7-1. Mapa geológico regional, indicando a área estudada.

FONTE: UNESP/DAEE, 1982.

### 7.1.2.2. CONTEXTO LOCAL (ADA)

O levantamento geológico da área é favorecido pelos afloramentos de diabásio em trechos da Rodovia D. Pedro I e nas proximidades ao Shopping Parque D. Pedro<sup>1</sup>. Esta litologia pode ser observada por toda região do distrito de Barão Geraldo, inclusive na gleba pesquisada.

No levantamento geológico detalhado dentro da área, constata-se que todo o substrato rochoso é constituído por basaltos/diabásios da Formação Serra Geral - Grupo São Bento, os quais estariam relacionados à abertura do Oceano Atlântico, tendo se formado no período Juro-Cretáceo (Mesozóico), o que teria se iniciado há acerca de 180 milhões de anos atrás, gerando um solo constituído exclusivamente por terra roxa, derivada do intemperismo de *sílls* dessas rochas.

No afloramento de blocos de diabásio na área pesquisa pode ser observado intemperismo em forma de acebolamento, característico da litologia observada.

Por toda área podem ser observadas concentrações de magnetita providas do intemperismo das rochas, que apresentam composição básica, textura cristalina equigranular, com granulometria de fina a média, de coloração cinza escura, melanocrático, maciço, com grau de fraturamento desde pouco até fortemente fraturado, principalmente na região mais próxima ao contato com a Formação Itararé.

### 7.1.3. GEOMORFOLOGIA

#### 7.1.3.1. CONTEXTO REGIONAL (AII E AID)

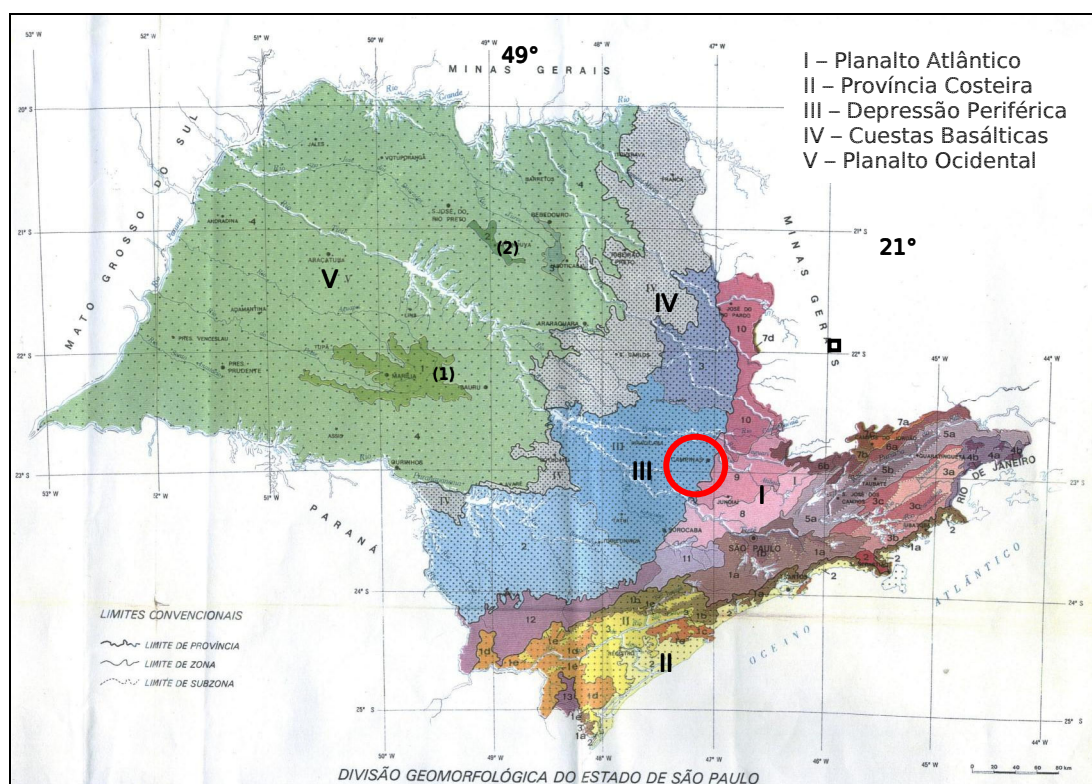
Dentro de uma visão mais geral, analisando-se a compartimentação geomorfológica na escala do Estado de São Paulo, a área do loteamento situa-se na denominada “Zona Intermediária” entre as duas grandes entidades de relevo que são: o Planalto Atlântico e a Depressão Periférica (**FIGURA 7-2**). Essa divisão geomorfológica é resposta ao condicionamento geológico do relevo paulista. O Planalto Atlântico, com relevo mais montanhoso, em cotas mais elevadas, deve

---

<sup>1</sup> Vide Relatório Fotográfico no final do diagnóstico do meio físico.



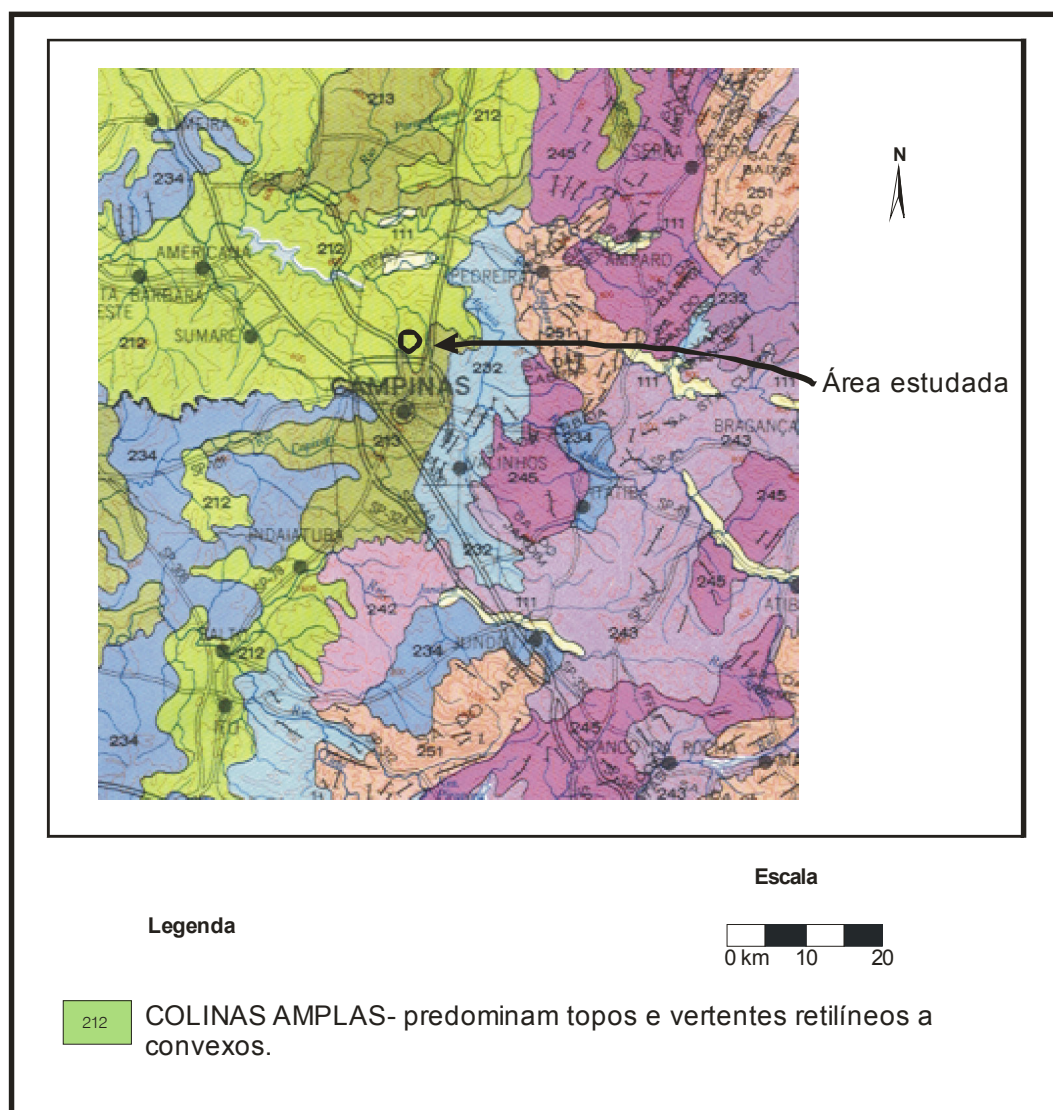
essa condição às rochas ígneas e metamórficas. Já a Depressão Periférica, com relevo colinoso, em cotas mais arrasadas, é constituída pelas rochas sedimentares e sub-vulcânicas da Bacia do Paraná.



**FIGURA 7-2.** Divisão geomorfológica do Estado de São Paulo.

FONTE: IPT, 1981.

Dentro de uma visão mais detalhada, a área do futuro loteamento encontra-se dentro da Depressão Periférica, representada por um sistema de relevo de Colinas Amplas (**FIGURA 7-3**).



**FIGURA 7-3.** Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo.  
**FONTE:** IPT, 1981.

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.

#### 7.1.3.2. CONTEXTO LOCAL (ADA)

O relevo predominante na área do futuro loteamento é o mais aplainado das rochas sedimentares e sub-vulcânica da Bacia do Paraná, sendo representado por colinas amplas.

O local se assenta sobre as cotas mais altas desta unidade geomorfológica, com cerca de 685m, possuindo menores cotas com 605m no local, denotando pequena amplitude de 80m. A declividade é baixa na maior parte da área.

O local de menor altitude é representado pela drenagem que limita a propriedade na sua porção ocidental, representada pelo ribeirão das Pedras com orientação relativamente linear Sul - Norte.

Próximo às drenagens a declividade é muito suave, caracterizando uma pequena planície aluvial, sendo também denominada de planície de inundação do ribeirão das Pedras.

#### 7.1.4. PEDOLOGIA

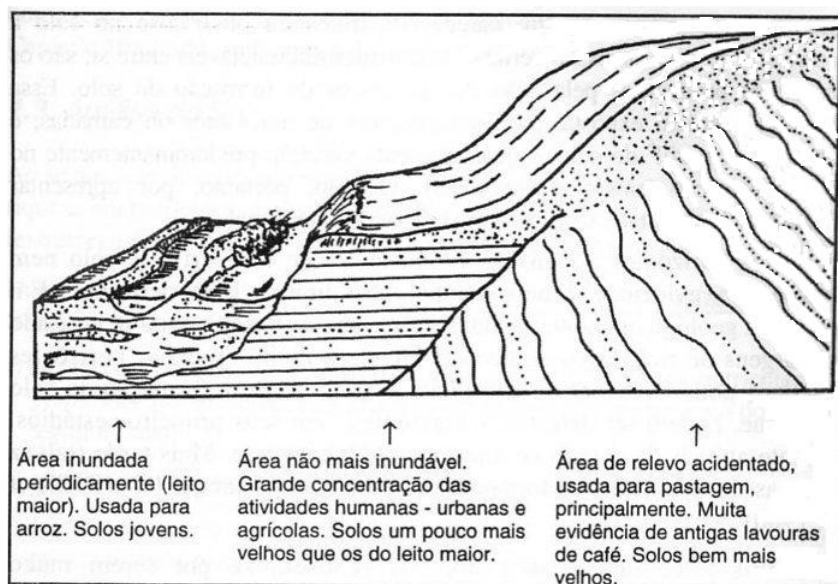
O conhecimento a respeito do solo se faz necessário devido à posição que ocupa em várias esferas que afetam a vida na Terra. Além disso, é o principal substrato na produção de alimentos e uma das principais fontes de nutrientes e sedimentos que vão para os rios, lagos e mares.

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.

#### 7.1.4.1. CONTEXTO REGIONAL (AII E AID)

O Mapa de Solos de Campinas (Valladares et al., 2008) prevê, nesta região, uma associação de solos constituída por Latossolo Vermelho e Gleissolos nas áreas inundáveis (**FIGURA 7-5**).

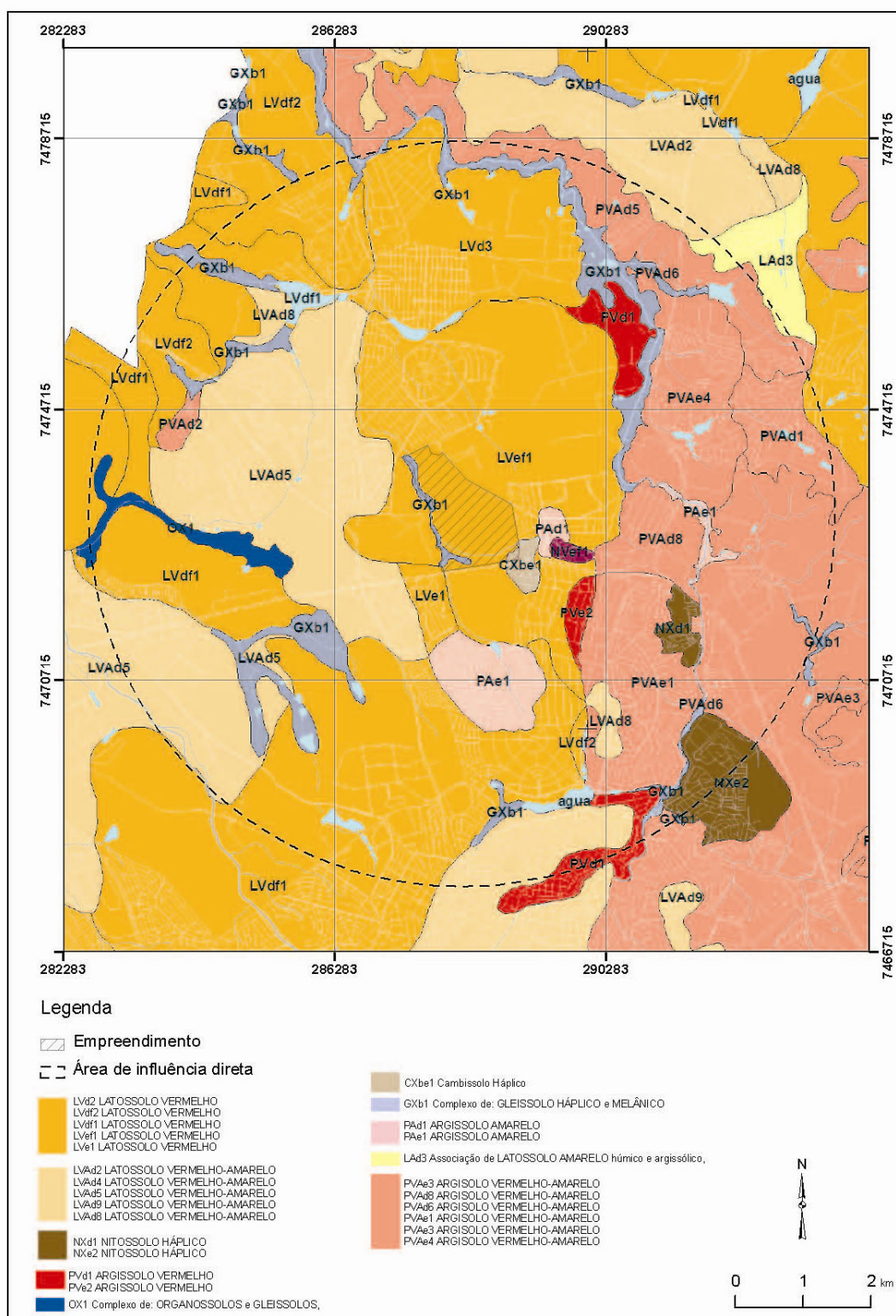


FIGURA 7-5. Mapa pedológico regional.

FONTE: Valladares *et. Al*, 2008.

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 classificação, como mostra a **FIGURA 7-6**.

Condição Bioclimática				Condição Local	
				Excesso de Água	Excesso de Água e de Sais
Frio e seco	Pradaria (gramínea)	Floresta	Frio e úmido		
		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 circulados na **FIGURA 7-6** (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.

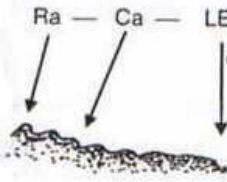
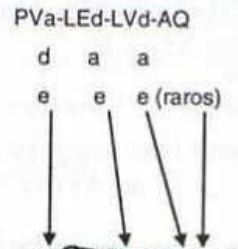
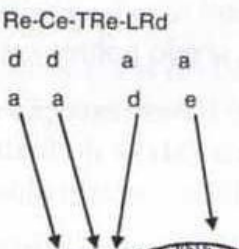
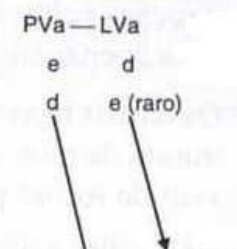
O processo de podzolização se caracteriza na translocação de material do horizonte A acumulando-se no horizonte B, é o que acontece com a classe dos Argissolos, por exemplo. Esses solos apresentam horizontes bem diferenciados, pelo efeito da translocação; os Argissolos com B textural (Bt), que são achados 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	
<b>Pedoforma</b>				
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	
<b>Cor do horizonte B</b>				
Amarela - novo Vermelha - velho	Depende do clima, drenagem e cimento	Vermelha	Amarelada	
<b>Textura</b>				
Argilosa a muito argilosa	Arenosa (compreende classes texturais areia e areia franca)	Argilosa a muito argilosa	Argilosa a arenosa	
<b>Nutrientes</b>				
Pobres, álicos	Depende do cimento	Ricos	Pobres	
<b>Seqüências</b>				
Ra — Ca — LEa  Cor vermelha Gb/Ct (Gibbsita/Caulinita)	PVa-LEd-LVd-AQ 	Re-Ce-TRe-LRd 	PVa — LVa 	
<b>Rochas relacionadas</b>				
Relações entre algumas rochas em termos de diagênese-metamorfismo (sedimentares, metamórficas) e granulometria (ígneas)				
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.

#### 7.1.4.2. CONTEXTO LOCAL (ADA)

Foram percorridos tanto o perímetro da área acessível pelas estradas locais como áreas centrais acessadas a pé no cultivo de soja e dentro dos fragmentos



de mata e vegetação ciliar.

Nestes percursos foram observados alguns pontos relevantes, tais como o leito do ribeirão das Pedras, vegetação ciliar degradada, sulcos de erosão, depósitos de óxidos de ferro na superfície da estrada, além de um importante fragmento de vegetação (TABELA 7-1).

Ponto	Coord. (UTM)	Posição	Observações Localizadas	Fotos
1	288.118mE 7.472.473mN	Sopé da encosta	Ribeirão das Pedras	
2	287.901mE 7.472.758mN	Meio da encosta	Óxido de ferro acumulado na superfície da estrada.	
3	287.914mE 7.472.864mN	Meio da encosta	Erosão na plantação.	
4	287.667mE 7.473.095mN	Sopé da encosta	Beira do Ribeirão das Pedras	
5	287.887mE 7.473.482mN	Meio da encosta	Fragmento de vegetação Mata Santa Genebrinha. Indivíduos arbóreos mais antigos.	

**TABELA 7-1.** Pontos relevantes observados na Gleba A2.

A metodologia usada para a caracterização dos solos da Gleba A2 segue os

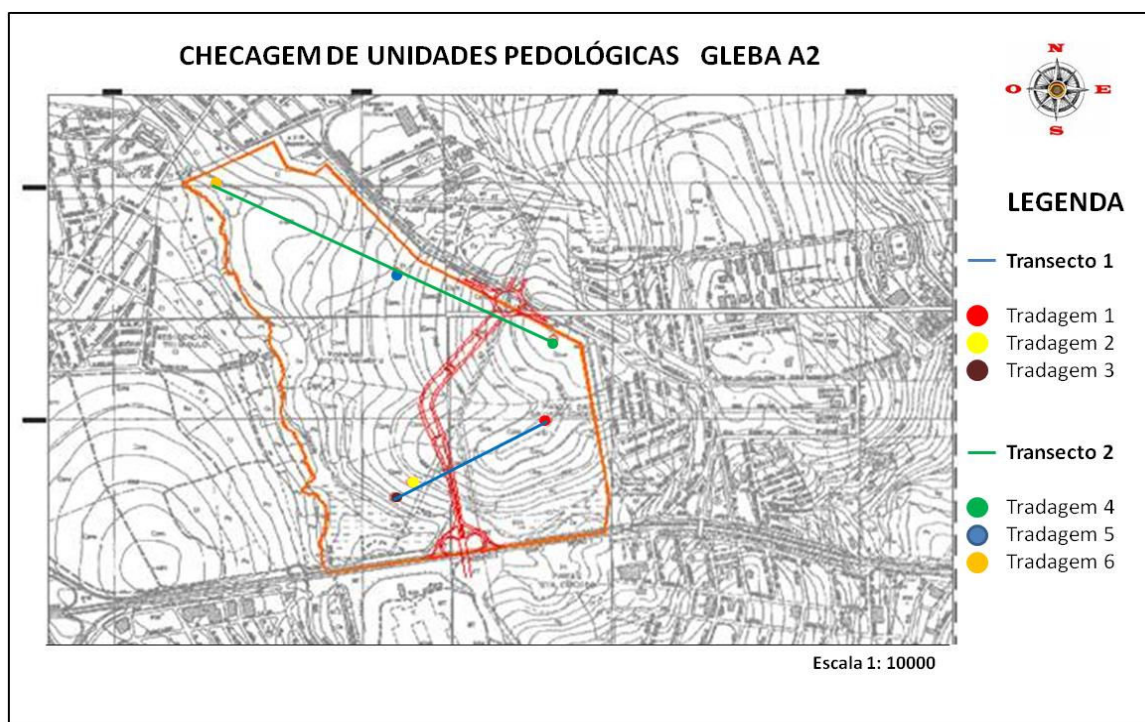
critérios estabelecidos no Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo (Lemos & Santos, 2002). Neste levantamento foram feitas tradagens até a profundidade de 1m, sendo que a cada 20 cm as amostras foram submetidas à análise de textura e consistência na forma tátil e as cores foram obtidas através da carta de Munsell. A descrição morfológica dos atributos cor (seca e úmida), textura e consistência (úmida e molhada) será apresentada detalhadamente.

A checagem da homogeneidade entre os solos presentes na Gleba A2 foi realizada a partir da comparação com as unidades pedológicas constantes no mapeamento realizado por VALLADARES et. al,(2008) (**FIGURA 7-5**).

#### **7.1.4.2.1. SELEÇÃO DE PONTOS DE AMOSTRAGEM**

Após o reconhecimento da área da Gleba A2 foram estabelecidos os pontos de maior representatividade para a caracterização pedológica. Nas duas principais vertentes da área foram estabelecidas linhas imaginárias chamadas transectos. Os transectos compõem as topossequências (distribuição dos solos ao longo de uma dada encosta) que refletem a dinâmica de formação dos solos neste ponto da microbacia do ribeirão das Pedras.

A distribuição plana dos transectos e tradagens na área da Gleba A2 está representada pela **FIGURA 7-8**.



**FIGURA 7-8.** Distribuição plena de transectos contendo pontos de tradagem na Gleba A2.

#### PERFIL TOPOGRÁFICO

Os transectos estão dispostos nas vertentes conforme diagramado nas **FIGURAS 7-9 e 7-10**. Em cada transecto foram feitas 3 (três) tradagens: uma no topo, uma no terço médio e outra no sopé da encosta. Desta forma ficam caracterizadas as transições pedológicas em função do relevo. Cada tradagem levou a identificação TR e o número que a segue indica sua posição na encosta, e a vertente relacionada.

## TRANSECTO 1

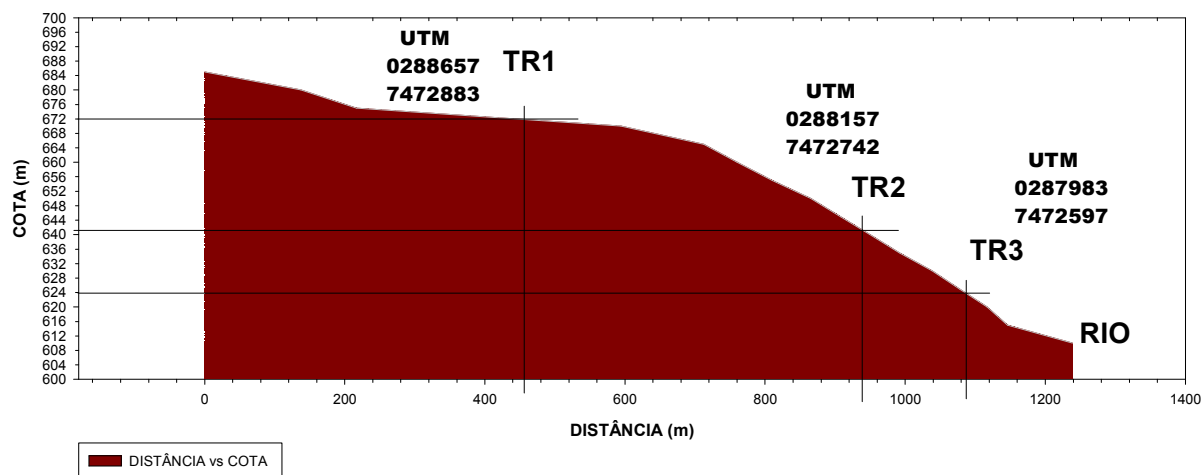


FIGURA 7-9. Perfil topográfico do transecto 1 na Gleba A2.

## TRANSECTO 2

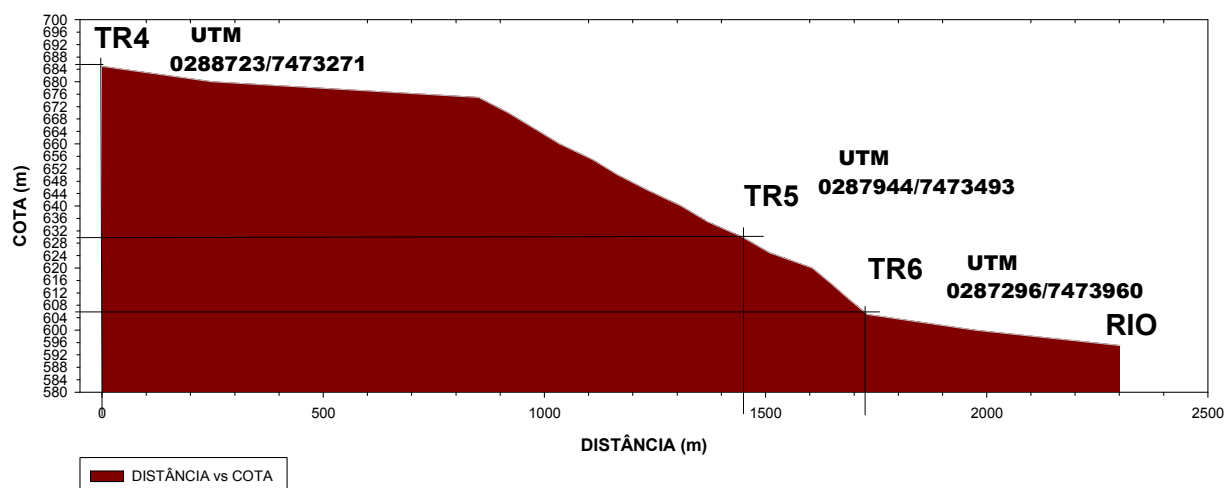


FIGURA 7-10. Perfil topográfico do transecto 2 na Gleba A2.

### DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA DAS TRADAGENS

A partir da análise dos atributos morfológicos foram inferidas as prováveis classes dos solos em questão.

Os pontos amostrados nas tradagens (TRs) submetidos a análises táteis e de cor (Carta de Munsell) estão detalhadamente descritos nas fichas abaixo. As fichas contêm, além dos atributos morfológicos, também os prováveis horizontes diagnósticos, aspectos do relevo e material de origem, e fotos que ilustram os pontos de tradagem e o entorno.

## FICHA DE DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA – TRADAGENS

Nome: **TRADAGEM 1 – TRANSECTO 1**

Posição relativa na encosta/altitude: Topo/ 672m

Relevo local / Declividade: Ondulado a Suave ondulado

Provável Classificação: Latossolo Vermelho

Data: 10/12/2009

Coordenadas UTM: 288.657mE/7.472.883mN

Formação Geológica: SERRA GERAL

Material de Origem: Diabásio

Provável Horizonte	Prof. (cm)	Cor (Munsell)		Consistência		Textura	Foto
		Seca	Úmida	Úmida	Molhada		
A	0-20	2,5YR4/6	2,5YR4/4	Friável	Plástica Pegajosa	Argilosa	 <p>Vista Geral</p>
A/B	20-40	2,5YR4/8	2,5YR4/6	Friável	Plástica Pegajosa	Argilosa	
B	40-60	2,5YR4/6	2,5YR4/4	Firme	Muito Plástica Pegajosa	Argilosa	 <p>Vista Local</p>
B	60-80	2,5YR4/6	2,5YR3/6	Firme	Muito Plástica Muito Pegajosa	Muito argilosa	
C	80+	2,5YR4/6	2,5YR3/6	Firme	Muito Plástica Muito Pegajosa	Muito argilosa	

**Observações:** Uso do solo: Lavoura de soja.  
Solo bem drenado.

TABELA 7-2. Tradagem 1 (Transecto 1).



## FICHA DE DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA – TRADAGENS

Nome: **TRADAGEM 2 – TRANSECTO 1**

Posição relativa na encosta/altitude: Terço médio/ 641m

Relevo local / Declividade: Ondulado a Suave ondulado

Provável Classificação: Latossolo Vermelho

Data: 10/12/2009

Coordenadas UTM: 288.157mE/7.472.742mN

Formação Geológica: SERRA GERAL

Material de Origem: Diabásio

Provável Horizonte	Prof. (cm)	Cor (Munsell)		Consistência		Textura	Foto
		Seca	Úmida	Úmida	Molhada		
A	0-20	2,5YR3/4	2,5YR3/6	Friável	Plástica Pegajosa	Argilosa	 Vista Geral  Vista Local
A/B	20-40	2,5YR4/4	2,5YR3/4	Friável a Firme	Muito Plástica Pegajosa	Muito argilosa	
B	40-60	2,5YR4/4	2,5YR3/4	Firme	Muito Plástica Muito Pegajosa	Muito argilosa	
B	60-80	2,5YR4/6	2,5YR3/6	Firme	Muito Plástica Muito Pegajosa	Muito argilosa	
B/C	80+	2,5YR4/6	2,5YR4/4	Firme	Muito Plástica Muito Pegajosa	Muito argilosa	

**Observações:** Uso do solo: Lavoura de soja.  
Presença de ravina  
0-20: camada apresenta nódulos de ferro  
50-60: camada com presença de fragmentos de rocha básica  
80-100: camada com presença de fragmentos de rocha básica alterada

**TABELA 7-3.** Tradagem 2 (Transecto 1).

## FICHA DE DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA – TRADAGENS

Nome: **TRADAGEM 3 – TRANSECTO 1**

Posição relativa na encosta/altitude: Sopé / 624m

Relevo local / Declividade: Ondulado a Suave ondulado

Provável Classificação: Cambissolo

Data: 10/12/2009

Coordenadas (UTM): 287.983mE/7.472.597mN

Formação Geológica: SERRA GERAL

Material de Origem: Diabásio

Provável Horizonte	Prof. (cm)	Cor (Munsell)		Consistência		Textura	Foto
		Seca	Úmida	Úmida	Molhada		
A	0-20	2,5YR3/4	2,5YR3/6	Friável	Plástica Pegajosa	Argilosa	 <p>Vista Geral</p>
A/B	20-40	2,5YR4/4	2,5YR3/4	Friável	Plástica Pegajosa	Argilosa com areia grossa	
B	40-60	2,5YR4/4	2,5YR3/4	Firme	Plástica Pegajosa	Argilosa com areia grossa	 <p>Vista Local</p>
B/C	60-80	2,5YR4/6	2,5YR3/6	Firme	Muito Plástica Muito Pegajosa	Muito argilosa	
C	80+	2,5YR4/6	2,5YR4/4	Firme	Muito Plástica Muito Pegajosa	Muito argilosa	

**Observações:** Uso do solo: Vegetação ciliar.

Presença de fragmentos de rocha básica de tamanhos variando desde cascalho a calhau

**TABELA 7-4.** Tradagem 3 (Transecto 1).

## FICHA DE DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA – TRADAGENS

Nome: **TRADAGEM 4 – TRANSECTO 2**Posição relativa na encosta/altitude: *Topo/ 685m*Relevo local / Declividade: *Suave ondulado*Provável Classificação: *Latossolo Vermelho*Data: *10/12/2009*Coordenadas UTM: *288.723mE/7.473.271mN*Formação Geológica: *SERRA GERAL*Material de Origem: *Diabásio*

Provável Horizonte	Prof. (cm)	Cor (Munsell)		Consistência		Textura	Foto
		Seca	Úmida	Úmida	Molhada		
A	0-20	2,5YR3/4	2,5YR4/4	Friável	Plástica Pegajosa	Argilosa	 <p>Vista Geral</p>
A/B	20-40	2,5YR3/4	2,5YR4/4	Friável	Plástica Pegajosa	Muito argilosa	
B	40-60	2,5YR3/4	2,5YR3/4	Friável	Plástica Pegajosa	Argilosa	
B	60-80	2,5YR4/4	2,5YR3/4	Firme	Plástica Muito Pegajosa	Argilosa	 <p>Vista Local</p>
B/C	80+	2,5YR4/4	2,5YR3/4	Firme	Plástica Muito Pegajosa	Argilosa	

**Observações:** Uso do solo: Lavoura de soja.  
Solo bem drenado.

**TABELA 7-5.** Tradagem 4 (Transecto 1).

## FICHA DE DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA – TRADAGENS

Nome: **TRADAGEM 5 – TRANSECTO 2**

Posição relativa na encosta: Terço médio/630m

Relevo local / Declividade: Suave ondulado

Provável Classificação: Latossolo Vermelho/ Cambissolo

Data: 10/12/2009

Coordenadas UTM: 287.944mE/7.473.493mN

Formação Geológica: ITARARÉ / SERRA GERAL

Material de Origem: Arenito/ Diabásio

Provável Horizonte	Prof. (cm)	Cor (Munsell)		Consistência		Textura	Foto
		Seca	Úmida	Úmida	Molhada		
A	0-20	2,5YR3/4	2,5YR 2.5/4	Friável	Plástica Pouco Pegajosa	Argilosa/média	 <p>Vista Geral</p>
B	20-40	2,5YR3/4	2,5YR 2.5/4	Friável	Plástica Pouco Pegajosa	Argilosa/média	
B	40-60	2,5YR3/2	2,5YR 2.5/2	Friável	Muito Plástica Pegajosa	Argilosa/média	 <p>Vista Local</p>
B	60-80	2,5YR4/4	2,5YR3/6	Firme	Muito Plástica Muito Pegajosa	Muito argilosa	
B/C	80+	2,5YR3/6	2,5YR4/6	Firme	Muito Plástica Muito Pegajosa	Muito argilosa	

Observações: Uso do solo: Lavoura de soja.

TABELA 7-6. Tradagem 5 (Transecto 2).

## FICHA DE DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA – TRADAGENS

Nome: **TRADAGEM 6 – TRANSECTO 2**

Posição relativa na encosta/altitude: Sopé/ 606m

Relevo local / Declividade: Plano

Provável Classificação: Cambissolo Flúvico

Data: 10/12/2009

Coordenadas UTM: 287.296mE/7.473.960mN

Formação Geológica: ITARARÉ / SERRA GERAL

Material de Origem: Arenito/ Diabásio

Provável Horizonte	Prof. (cm)	Cor (Munsell)		Consistência		Textura	Foto
		Seca	Úmida	Úmida	Molhada		
A	0-20	2,5YR3/4	2,5YR 2.5/4	Friável	Plástica Pegajosa	Argilosa com areia grossa	 <p>Vista Local com presença de blocos e fragmentos de rocha básica.</p>
A/B	20-40	2,5YR3/4	2,5YR 2.5/4	Friável	Plástica Pegajosa	Muito argilosa com areia grossa	
B	40-60	2,5YR3/4	2,5YR3/4	Friável	Plástica Pegajosa	Argilosa com areia grossa	
B	60-80	2,5YR4/4	2,5YR3/4	Firme	Plástica Muito Pegajosa	Argilosa com areia grossa	
B/C	80+	2,5YR4/4	2,5YR3/4	Firme	Plástica Muito Pegajosa	Argilosa com areia grossa	

**Observações:** Uso do solo: Vegetação nativa degradada com ocorrência de espécies invasoras  
 40-60: Matriz argilosa com presença de grãos de quartzo.  
 80-100: Camada com presença de grãos de quartzo.  
 Solo com drenagem imperfeita

**TABELA 7-7.** Tradagem 6 (Transecto 2).



As avaliações dos atributos morfológicos permitem concluir que as tradagens identificadas como TR1, TR2 e TR4 não apresentam dissimilaridades em relação ao mapeamento realizado por VALLADARES et. Al. (2008), contemplando as características de Latossolo Vermelho. Estes solos não apresentam variações significativas na coloração, são profundos e possuem boa drenagem, não retendo nem empoçando água. Algumas variações na textura foram observadas.

As tradagens TR3, TR5 e TR6 revelaram significativas variações texturais, decorrentes da presença do material de origem arenítico. Tal configuração resulta num maior teor de areia nas camadas estudadas, porém sem uma coerência que possa caracterizar uma relação textural típica. Em vários locais próximos a estes pontos de tradagens foram observadas a ocorrência de blocos grandes de rocha básica (diabásio). Isso confere uma perigosa combinação de solo argiloso, com a ocorrência de rochas em subsuperfície formando uma camada de impedimento à boa drenagem, resultando numa maior fragilidade destas áreas em relação a alagamentos e inundações.

### **7.1.5. RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS**

#### **7.1.5.1. CONTEXTO REGIONAL (AII E AID)**

Os comitês de bacias hidrográficas foram criados pela lei que instituiu a política estadual de recursos hídricos (Lei nº. 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).

A UGRHI 5 (Figura 3), localizada na porção centro-sudeste do estado de São Paulo, é composta pelas bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (BH – PCJ). A bacia do rio Piracicaba se subdivide em cinco sub-bacias principais: a sub-bacia do Piracicaba, a do Jaguari, a do Atibaia (onde está localizado a área do empreendimento), a do Corumbataí e a do Camanducaia.



**FIGURA 7-11.** Localização da UGRHI 5.  
**FONTE:** Comitê PCJ, 2010.

A sub-bacia do rio Atibaia tem como principais cursos d'água o rio Atibaia e os ribeirões Pinheiros e Anhumas, localizados na Região Metropolitana de Campinas (RMC). Dos dezenove municípios pertencentes à RMC, sete fazem uso da bacia do rio Atibaia, seja para a captação de água e/ou lançamento de esgotos, sendo que cerca de 95% do esgoto urbano de Campinas é lançado na sub-bacia do rio Atibaia. A sub-bacia do Atibaia é formada pelos seguintes cursos d'água: ribeirão das Cabras, córrego Baronesa, ribeirão Samambaia, córrego Santa Marcelina, córrego Mato Dentro, córrego Proença, córrego Serafim, córrego Guanabara, ribeirão das Pedras, córrego Monte d'Oeste e ribeirão Anhumas. De acordo com a legislação existente os corpos d'água da sub-bacia do rio Atibaia podem ser enquadrados da seguinte forma (**TABELA 7-8**):

Classes	Águas destinadas	Rios
1	Ao abastecimento doméstico após tratamento simplificado; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho); à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam consumidas cruas, sem remoção de película; à criação natural e/ou intensiva (aqüicultura) de espécies destinadas a alimentação humana.	Nenhum.
2	Ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; a recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho); a irrigação de hortaliças e plantas frutíferas; a criação natural e/ou intensiva (aqüicultura) de espécies destinadas a alimentação humana.	Rio Atibaia, Ribeirão das Cabras, Córrego Proença, Córrego Serradim, Córrego Guanabara, Ribeirão das Pedras, Córrego Monte d'Oeste e Ribeirão Anhumas.
3	Ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional; a irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras, a dessedentação de animais.	Ribeirão Pinheiros, no município de Valinhos.
4	À navegação; à harmonia paisagística; aos usos menos exigentes.	Ribeirão Anhumas, no município de Campinas.

**TABELA 7-8.** Classes de uso dos recursos hídricos da sub bacia do rio Atibaia.**FONTE:** Adaptado de DUARTE, 2005.

A poluição das águas superficiais resulta em dificuldade para os processos convencionais de tratamento de água. A degradação do rio Atibaia é causada principalmente pelo não tratamento do esgoto urbano, lançado de forma “in natura” e a presença de efluentes industriais (DUARTE, 2005).

As águas do rio Atibaia são monitoradas pela CETESB em oito pontos (**FIGURA 7-12**) distribuídos ao longo de toda a sua extensão. A CETESB utiliza o índice de qualidade das águas (IQA) e o índice de qualidade das águas para fins de abastecimento público (IAP), para monitorar a qualidade dos cursos da água.

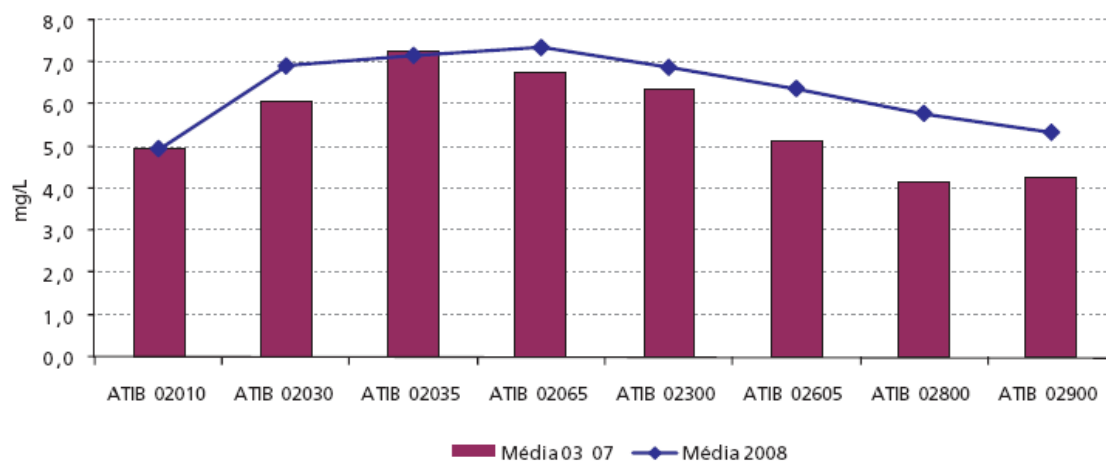


**FIGURA 7-12.** Croqui e registro fotográfico do ponto ATIB 02065.

**FONTE:** CETESB, 2009.

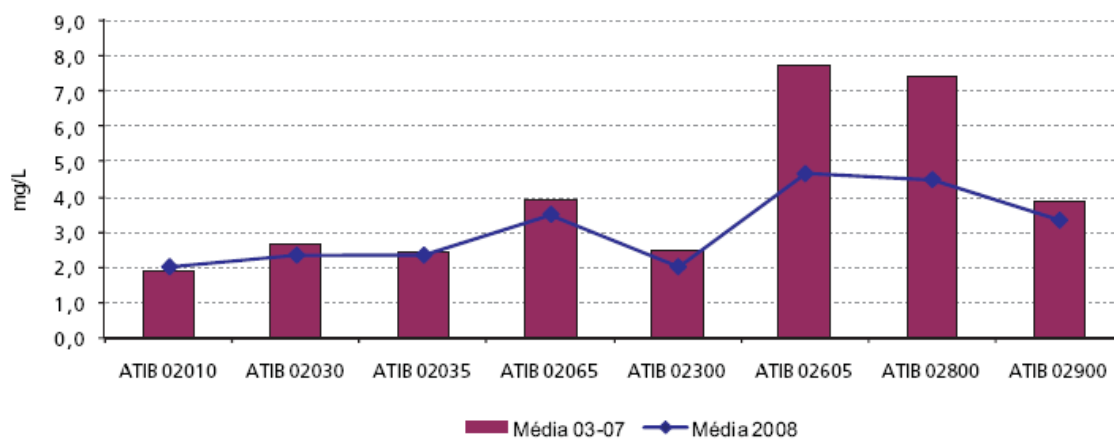
As variáveis de qualidade utilizadas para o cálculo do IQA são: temperatura, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total, resíduos totais e turbidez. E as variáveis usadas para o cálculo do IAP são: temperatura, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total, resíduos totais e turbidez, ferro dissolvido, manganês, alumínio dissolvido, cobre dissolvido, zinco, potencial de formação de trihalometanos, número de células de cianobactérias, cádmio, chumbo, cromo total, mercúrio e níquel (CETESB, 2009).

No gráfico abaixo se observa que houve uma melhora nas concentrações médias em relação às concentrações históricas (2003 a 2007), das variáveis sanitárias, oxigênio dissolvido (**GRÁFICO 7-1**) e  $\text{DBO}_{5,20}$  (**GRÁFICO 7-2**) no rio Atibaia.



**GRÁFICO 7-1.** Concentrações médias de 2008 e históricas (2003 e 2007) do Oxigênio Dissolvido ao longo do rio Atibaia.

**FONTE:** CETESB, 2009.



**GRÁFICO 7-2.** Concentrações médias de 2008 e históricas (2003 e 2007) da Demanda Bioquímica de Oxigênio ao longo do rio Atibaia.

**FONTE:** CETESB, 2009.

Em relação ao IQA, alguns pontos apresentaram média anual na categoria **BOA**, enquanto a média anual de outros pontos foi **REGULAR**. Em relação ao IAP os pontos do rio Atibaia (ATIB 02010), Itatiba (ATIB 02030) e Valinhos (ATIB 02035) apresentaram, em 2008 IAP médio na categoria **BOA**. Os pontos em Campinas (ATIB 02065) e Sumaré (ATIB 02800) apresentaram, em 2008, categoria **PÉSSIMA** (CETESB, 2009) (**FIGURA 7-13**).



## Resultados mensais e média anual do IQA - 2008

Nome do Ponto	Descrição Resumida	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Média
ATIB02010	R. Atibaia - junto a captação do município de Atibaia.	41		56		60		77		68		57		60
ATIB02030	R. Atibaia - Na captação de Itatiba			60		63		61		57		59		60
ATIB02035	R. Atibaia - na captação de valinhos	39		57		62		74		59		65		59
ATIB02065	R. Atibaia - na captação de Campinas, na divisa entre os municípios de Campinas e Valinhos.	36		46		56		57		58		59		52
ATIB02605	R. Atibaia - na captação de Sumaré, perto do Mini - Pantanal de Paulínia.	38		46		55		55		58		51		50
ATIB02800	R. Atibaia - na captação de Sumaré, perto do Mini - Pantanal de Paulínia.	35		34		47		53		45		45		43

## Resultados mensais e média anual do IAP - 2008

Nome do Ponto	Descrição Resumida	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Média
ATIB02010	R. Atibaia - junto a captação do município de Atibaia.	22				60		77				54		53
ATIB02030	R. Atibaia - Na captação de Itatiba					62		61				56		59
ATIB02035	R. Atibaia - na captação de valinhos	13				61		73				62		52
ATIB02065	R. Atibaia - na captação de Campinas, na divisa entre os municípios de Campinas e Valinhos.	9				56		57				57		45
ATIB02800	R. Atibaia - na captação de Sumaré, perto do Mini - Pantanal de Paulínia.	18				47		52				44		40

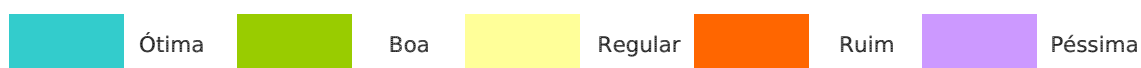
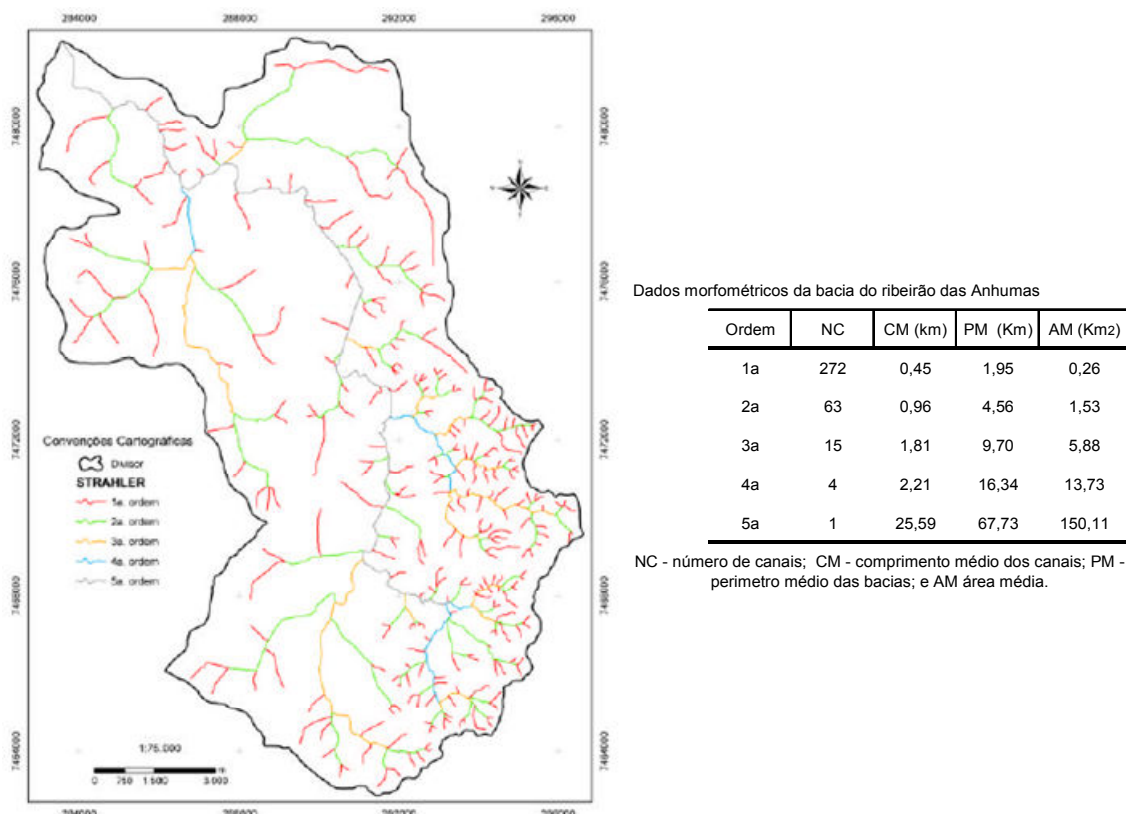


FIGURA 7-13. Valores do IQA e IAP do ano de 2008 (rio Atibaia).

FONTE: CETESB, 2009.

Mais especificamente, a área de estudo está localizada na bacia do ribeirão das Anhumas, que possui uma área total de 150 km<sup>2</sup>, sendo classificada como uma bacia de 5ª ordem (FIGURA 7-14).

**FIGURA 7-14.** Bacia hidrográfica do ribeirão das Anhumas.**FONTE:** IAC, 2006.

Pelos dados morfométricos da bacia existiriam 272 nascentes e canais de primeira ordem na área total da bacia do ribeirão das Anhumas, entretanto devido ao alto grau de urbanização da região e as mudanças no regime hidrológico não é possível identificar esta totalidade.

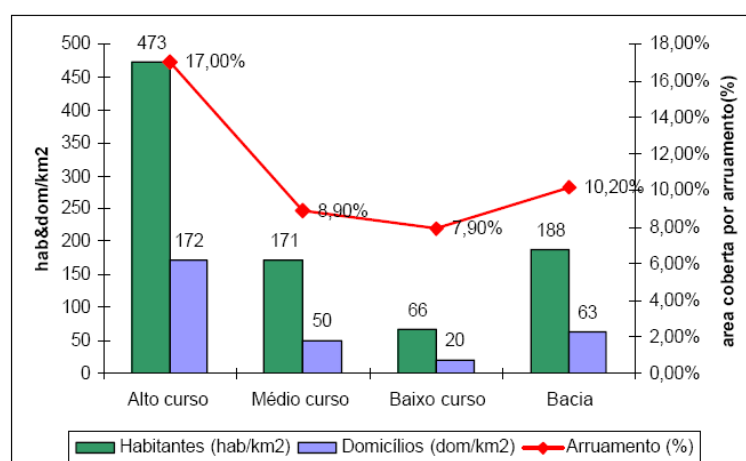
Os principais usos da bacia do ribeirão das Anhumas são: urbanização (49%) com predomínio de residências de alta densidade; usos rurais (37%) predomínio de culturas herbáceas (cana e milho principalmente); e maciços arbóreos (13%).

O alto curso da bacia possui uma área de 36km<sup>2</sup>, sendo que cerca de 80% de sua área está urbanizada. A urbanização resulta na impermeabilização do solo o que provoca acúmulo de água em superfície e enxurradas. Cerca de 18% da área das planícies fluviais está ocupada por ruas e vias expressas, o que torna essas áreas susceptíveis aos impactos pluviais (Carpi *et al*, 2006).

O médio curso do ribeirão Anhumas corresponde a uma área de 34 km<sup>2</sup>, cerca de 50% da área é urbanizada. Os canais fluviais apresentam um maior volume de água, decorrente da impermeabilização da parte alta da bacia. Nesta

parte da bacia as planícies fluviais do médio curso possuem as piores condições ambientais da bacia (Carpi et al, 2006).

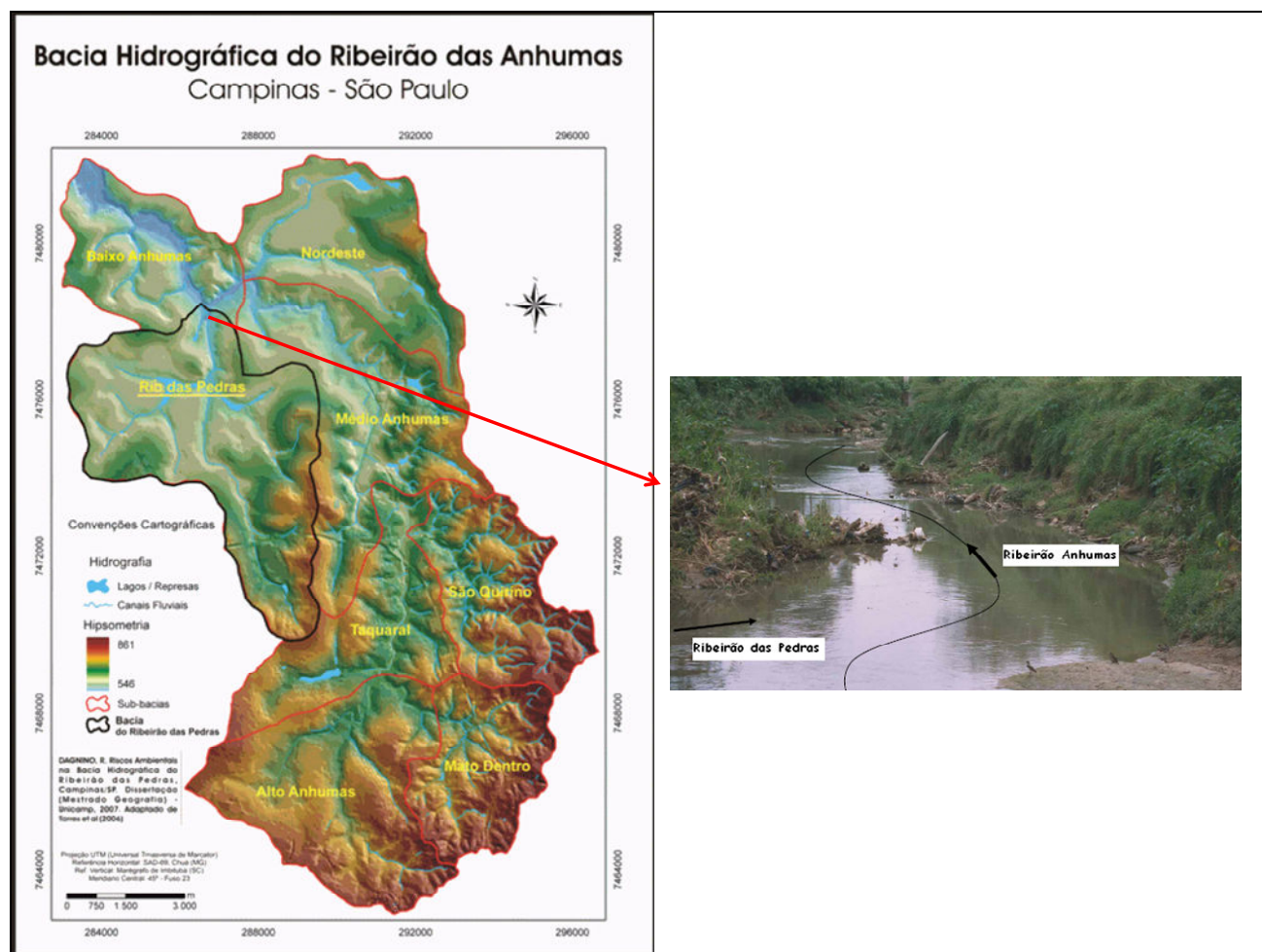
O baixo curso com 80 km<sup>2</sup> possui cerca de 30% de sua área urbanizada. Devido às características morfológicas das planícies fluviais da região o curso d'água do baixo ribeirão das Anhumas fica mais exposto a cheias sazonais (GRÁFICO 7-3).



**GRÁFICO 7-3.** Urbanização na extensão do ribeirão das Anhumas.  
**FONTE:** IAC, 2006.

#### 7.1.5.2. CONTEXTO LOCAL (ADA)

A ADA está inserida na sub-bacia do ribeirão das Pedras, sendo este, afluente da margem esquerda do ribeirão das Anhumas. A Bacia Hidrográfica do ribeirão das Pedras possui uma área total de 29,7 km<sup>2</sup>, e suas nascentes estão localizadas na cumeeira do bairro Alto Taquaral (FIGURA 7-15).

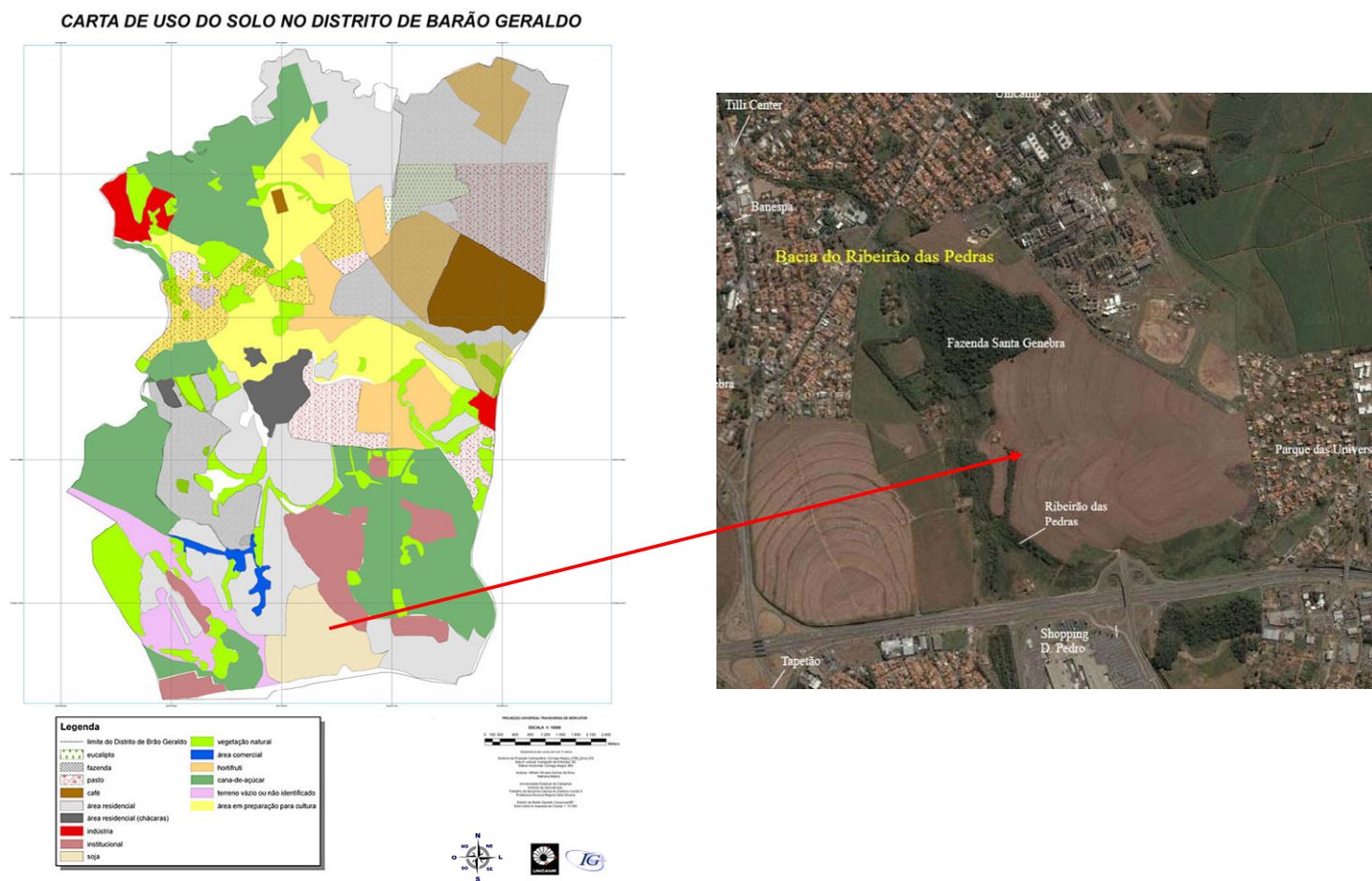


**FIGURA 7-15.** Bacia hidrográfica do ribeirão das Anhumas com destaque para o ribeirão das Pedras.

**FONTE:** IAC, 2006.

Na falta de dados técnicos disponíveis sobre a qualidade das águas do ribeirão das Pedras, foi feita uma caracterização da qualidade das águas pelo tipo de uso e ocupação do seu entorno.

A caracterização do entorno é uma ferramenta importante no diagnóstico de fragilidade ambiental. Da nascente no Alto Taquaral até o deságüe no ribeirão das Anhumas é possível observar uma diversidade de usos e ocupações nas margens do ribeirão das Pedras (**FIGURA 7-16**).



**FIGURA 7-16.** Carta de uso do solo no distrito de Barão Geraldo.  
**FONTE:** IAC, 2006.



Na cabeceira do ribeirão das Pedras é constante a presença de entulhos na matriz do solo, em alguns lugares os entulhos representam cerca de 70% da massa do solo. Da cabeceira até a barragem do shopping Dom Pedro são lançados no curso do rio esgotos clandestinos não tratados de residências e estabelecimentos comerciais dos bairros circundantes (Dagnino, 2007).

O shopping Dom Pedro construído no entorno do ribeirão das Pedras possui sua própria estação de tratamento de esgoto (ETE), a qual foi dimensionada para tratar 2 milhões de litros de esgoto/dia, que correspondem a uma vazão de esgoto produzida por aproximadamente 6 mil habitantes, entretanto supõe-se que o número de pessoas que circulam no shopping seja de 70 mil durante a semana e mais de 100 mil nos finais de semanas e feriados (Dagnino, 2007; Sevá, 2001). Depois de receber os efluentes da ETE, o ribeirão percorre a Fazenda Santa Genebra, onde há uma plantação de soja e uma criação de animais.

Depois de atravessar a Fazenda Santa Genebra o ribeirão percorre o distrito de Barão Geraldo, onde há presença constante de hospitais, clínicas veterinárias, restaurantes e até uma pequena indústria de cerveja. Da fazenda Santa Genebra à foz no ribeirão Anhumas, o ribeirão das Pedras recebe contribuição de dois afluentes importantes, o primeiro que percorre a região da Unicamp, onde em 2002 foi constatada pela CETESB (nº 028H/00/CPr) a presença da alga *Cylindorpermopsis raciborskii*, que libera toxinas prejudiciais à saúde, o segundo afluente percorre a região Fazenda Rio das Pedras e apresenta uma alta carga de matéria orgânica (Dagnino, 2007; Sevá, 2001).

Ainda no distrito de Barão Geraldo nas proximidades do colégio Rio Branco, parte construído na área de preservação permanente (APP) e da planície de inundação, foi registrado casos de enchentes em épocas de intensa pluviosidade. As planícies de inundação nas margens dos rios são de grande importância no armazenamento de água resultante do excedente hídrico gerados em épocas de alta pluviosidade, entretanto quando estas áreas são impermeabilizadas a água excedente permanece na superfície e não infiltra, podendo causar enchentes e inundações.

A **FIGURA 7-17** apresenta a bacia hidrográfica do ribeirão das Pedras na base da EMPLASA.

**FIGURA 7-17.** Bacia hidrográfica do ribeirão das Pedras.

### 7.1.5.2.1. ENSAIOS DE INFILTRAÇÃO

Ensaio de infiltração, com a conseqüente medida do coeficiente de permeabilidade foram efetuados em 4 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, para identificação da profundidade do nível d'água e do perfil pedológico/litológico, as perfurações para a realização dos ensaios de infiltração foram realizadas a cerca de meio metro 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 0,5m 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". No dia do ensaio, o nível de água do furo foi mantido estável na boca por cerca de 15 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. Foram feitas no mínimo 10 medidas em cada poço, durante cerca de 45 minutos. Para a interpretação dos resultados é inquestionável a baixa permeabilidade dos solos argilosos resultantes da ação intempérica sobre os diabásios da Formação Serra Geral. 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 7-9** observa-se os dados considerados na planilha de cálculo e, na **FIGURA 7-18**, a indicação dos pontos de amostragem:

<b>Ensaio de Permeabilidade</b>							
Infiltração a nível constante - Acima do N.A							
Empreendimento:							
Gleba A2							
Local: Campinas-SP							
Poço	raio (cm)	Profundidade (cm)	Volume (cm³)	Tempo (s)	Q (cm³/s)	Cm	K (cm/s)
P-1	20	50	1.000	620	2	32	5,04E-05
P-2	20	50	1.000	508	2	32	6,15E-05
P-3	20	50	1.000	602	2	32	5,19E-05
P-4	20	50	1.000	610	2	32	5,12E-05

**TABELA 7-9.** Planilha de cálculo dos coeficientes de infiltração (k).

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

Com esses resultados, verifica-se que todos os valores se encontram, praticamente, na mesma faixa de variação, com ordens de grandeza próximas ( $10^{-5}$ ), o que se explica pela excessiva uniformidade nos perfis do solo, em todos os pontos, praticamente constituídos por solos argilosos, originados do intemperismo que afetou os diabásios.

**FIGURA 7-18.** Localização dos pontos de amostragem do ensaio de permeabilidade e furos a trado.



## 7.1.6. RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS - HIDROGEOLOGIA

### 7.1.6.1. CONTEXTO REGIONAL (AII E AID)

Com relação à hidrogeologia a área se situa exatamente na borda da Bacia do Paraná, já próximo do denominado embasamento cristalino. Devido a esta posição, as perfurações de poços tubulares profundos nas redondezas, atravessam 3 (três) aquíferos principais, distribuídos em 3 (três) eras geológicas: Aquífero Diabásio (Mesozóico), Aquífero Itararé (Paleozóico) e Aquífero Cristalino (Proterozóico).

Na superfície pode ser observada na região uma mancha de terra roxa proveniente da alteração intempérica do diabásio da Formação Serra Geral (Grupo São Bento), de idade mesozóica, que representa o extenso magmatismo básico que atingiu todo o sul do Brasil, estando aqui exposta numa extensa área que domina boa parte do distrito de Barão Geraldo. O Aquífero Diabásio não apresenta condições favoráveis para a produção de água. A percolação dos óxidos de ferro provenientes da alteração dos diabásios, *escorre per descensum*, mascarando completamente as feições diagnósticas das mais diversas litologias, tendendo à homogeneização.

Pelo observado nos perfis de poços da região, atravessando algumas poucas dezenas de metros de diabásio atinge-se o Aquífero Itararé, da formação homônima, de idade paleozóica (Permo-Carbonífero), estando representado no topo por ritmitos e na base por arenitos médios a grosseiros, cada um com cerca de uma dezena de metros de espessura.

Continuando-se a perfuração, com profundidades variáveis atinge-se o Aquífero Cristalino, representado por hornblenda-biotita gnaisses (às vezes xistos) do Grupo Itapira que é uma sequência supracrustal admitida como depositada no Proterozóico inferior- Ciclo Transamazônico (cerca de 2.000 Ma). Estas rochas apresentam-se migmatizadas no topo pela injeção de rocha granítica, quartzo-feldspática, de coloração rosada, a qual teria sido gerada no Proterozóico superior - Ciclo Brasileiro (cerca de 600 Ma). Poços produtores de água na região de Paulínia e distrito de Barão Geraldo (município de Campinas), em grande parte estão obtendo o produto a partir do aquífero heterogêneo gerado por fraturamento dos hornblenda-biotita gnaisses do embasamento

cristalino (Aqüífero Cristalino). Em menor escala é obtida água a partir do aqüífero homogêneo representado pelos arenitos da Formação Itararé (Aqüífero Itararé), que se intercala entre o Aqüífero Cristalino e o Aqüífero Diabásio, com uma espessura adelgada na borda da Bacia do Paraná.

Portanto, os três aqüíferos regionais mais representativos e que estão vinculados à região onde se insere o empreendimento, estão caracterizados abaixo:

#### **AQÜÍFERO CRISTALINO**

Os parâmetros hidrodinâmicos e potenciais do Aqüífero Cristalino são: transmissividade variando entre 0,1 a 100m<sup>2</sup>/dia; capacidade específica entre 0,002 a 7,0m<sup>3</sup>/h/m; vazão por poço de 5 a 40m<sup>3</sup>/h, com profundidades médias de 150m. As seguintes características são próprias do Aqüífero Cristalino: anisotropia, heterogeneidade, descontinuidade e eventualidade.

#### **AQÜÍFERO ITARARÉ**

Na região o Aqüífero Itararé chega a apresentar vazões pequenas, da ordem de 2 a 3 m<sup>3</sup>/h; excepcionalmente pode apresentar vazões mais elevada, de 10 a 20 m<sup>3</sup>/h, a depender das condições geológicas mais favoráveis, principalmente quando estão presentes bancos arenosos.

#### **AQÜÍFERO DIABÁSIO**

O Aqüífero Diabásio, dadas as suas características litológicas, é do tipo fraturado, apresentando vazões baixas, no geral de 2 a 5m<sup>3</sup>/h. Nos sistemas mais intensamente fraturados pode produzir vazões maiores, de até 15-20m<sup>3</sup>/h, com profundidade médias de 100m. Essa situação é mais comum no contato do diabásio com as rochas do embasamento cristalino, quando então estão ausentes os sedimentos Itararé.

#### 7.1.6.1.1. PROGNÓSTICO DE VAZÕES

O empreendimento vai ser implantado sobre uma mancha de terra roxa que ocorre entre o distrito de Barão Geraldo (município de Campinas) e Paulínia. Apesar de estar garantido o abastecimento público de água pela SANASA, em termos de potencialidade hidrogeológica, nesta região, é priorizado o embasamento cristalino que ocorre a uma profundidade estimada de cerca de 60 metros, abaixo do diabásio, o que é possível suspeitar a partir do levantamento geológico detalhado da região, encontrando-se afloramentos de rochas cristalinas do embasamento no leito do ribeirão das Anhumas. Em geral as rochas cristalinas do embasamento cristalino apresentam vazões variáveis, em média de 5 a 40 m<sup>3</sup>/h, podendo atingir valores maiores, como em alguns casos isolados, a depender de se encontrar um sistema de fraturamento mais aberto.

Para abordagem desse item foi também pesquisado o cadastro contido no SIDAS - Sistema Integrado de Água Subterrânea, administrado pelo DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica. Na pesquisa realizada o poço tubular profundo mais próximo da área sob enfoque apresenta as seguintes informações:

- Número de Cadastro do SIDAS: 770213;
- Coordenadas UTM: 7480,50 (N/S); 286,55 (E/W);
- Altitude (cota): 620 metros;
- Local: Sítio Cruzeiro do Sul;
- Proprietário: Pedro Nery Reginato;
- Perfuradora: Edisonda;
- Ano: 1978;
- Profundidade: 160 metros;
- Aquífero: Itararé/Cristalino;
- Vazão: 2 m<sup>3</sup>/h;
- Perfil descrito: 0-26 Argilito/26-82 Folhelho/82-83 Diabásio; 83-130 Folhelho; 130-140 Arenito; 140-160 Granito.

Analisando-se os dados acima verifica-se que devido à demanda requerida para atendimento do poço cadastrado, a vazão encontrada no contato entre a

Formação Itararé e o embasamento cristalino foi suficiente. Daí ter sido paralisado o poço, quando entrou no embasamento, mesmo tendo alcançado uma vazão pequena o que é de se esperar, tendo em vista o contexto geológico de exploração.

Dados conseguidos nos poços existentes nos terrenos da UNICAMP dão uma idéia do que é possível conseguir-se em termos da captação de água subterrânea, tendo como critérios o contexto geológico algo semelhante e a proximidade da área. Alguns desses poços já estão cadastrados no DAEE e outros perfurados mais recentemente estão em processo de cadastramento. Os 4 poços cadastrados exploram água do Aquífero Cristalino e apresentam vazões de 35, 25, 10 e 8,6 m<sup>3</sup>/h. Mais recentemente, no final do ano de 2000, foram perfurados mais 4 poços. Em 3 poços que atingiram o embasamento cristalino foram alcançadas as vazões de 20, 8 e 5 m<sup>3</sup>/h. Um poço que apresentou vazão de 3,5 m<sup>3</sup>/h foi perfurado quase exclusivamente no diabásio. Os demais poços da UNICAMP sempre foram iniciados no diabásio, depois atravessados alguns poucos metros de Formação Itararé e no final se atingia o embasamento cristalino, quando então eram encontradas fraturas produtoras de água.

Analisando-se os dados disponíveis pode-se prever que os poços que captam água subterrânea dos gnaisses e migmatitos, às vezes até aparecendo algumas camadas quartzíticas que tem um comportamento hidráulico mais favorável, podem apresentar vazões mais elevadas que aqueles que o fazem das rochas graníticas.

As ravinas retilíneas, presentes que depois se continuam para o córrego captor, são indicativas da presença de fraturas, podendo ser privilegiadas para a tentativa de se encontrar fraturas. Resta saber qual a continuidade dessas fraturas em profundidade. Podem ser que afetem apenas o sill de diabásio, ou podem espelhar estruturas mais profundas refletidas na mancha de rocha básica.

Para se refinar o enfoque prospectivo, poder-se-á recorrer ao método geofísico, notadamente caminhamento elétrico, com sondagens elétricas em áreas anômalas, que deve denunciar a presença de zonas saturadas. Por outro lado, o levantamento geológico-estrutural detalhado já indica áreas favoráveis à perfuração.

Em vista da pequena quantidade de poços cadastrados no entorno do empreendimento e da baixa densidade populacional do município, é lícito admitir-se que não esteja ocorrendo a excessiva extração de água do aquífero cristalino

na região considerada.

Na perfuração de poços tubulares profundos na zona rural, tem sido necessária a perfuração e a exploração do Aquífero Cristalino, já que o município não apresenta melhor opção para atender as suas necessidades. O aquífero diabásio que ocorre na superfície deve ser preterido em função das suas características hidrogeológicas desfavoráveis e os riscos mais eminentes de contaminação, por estar mais próximo da superfície.

#### **7.1.6.2. CONTEXTO LOCAL (ADA)**

O aquífero 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 no ribeirão das Pedras, em cota aproximada de 600m.

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

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

Numa das sondagens, no P-2 (ver item de investigação geotécnica a seguir), o NA se encontrou na profundidade de 1,7m, e se localizava próximo a um lineamento de drenagem pluvial em região de cota baixa.

##### **7.1.6.2.1. 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.

Deve-se levar em consideração ainda que, mesmo pertencendo à Bacia do



Paraná, a área sob estudo é constituída pelos diabásios da Formação Serra Geral, rochas que têm comportamento mecânico e hidráulico mais próximo daquele das rochas cristalinas do embasamento, com caráter de aquífero do tipo fissural, cujas ligações se fazem por meio de fraturas; e muito diferente das demais rochas da unidade tectônica da Bacia do Paraná, onde dominam as rochas sedimentares, com aquíferos do tipo poroso.

Portanto, na análise do mapa de vulnerabilidade supra referido, a área aparece como de risco **NÃO DEFINIDO** - o que é atribuído para todo o resto do Embasamento Cristalino que se estende para o leste-nordeste do estado, ou como de potencial baixo (nível alto) 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 Aquífero Livre, quanto para os demais mais profundos.

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

- 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, condicionando um fator de vulnerabilidade alta, agravada pelo fato de que nessas faixas o lençol freático está raso.
- Já na grande maior parte da área do empreendimento, predomina largamente um solo argiloso, de coloração vermelho escuro, derivado da alteração intempérica do diabásio, 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 ( $10^{-5}$  cm/s).
- Os aquíferos 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 latossólicos, com textura 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

Aqüífero Livre, que ocorre mais próximo à superfície e, portanto, sofre imediatamente as consequências dos problemas ambientais decorrentes das atividades antrópicas.

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.

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 7-10** apresenta características desse tipo de terreno, enquanto a **TABELA 7-11** indica as condicionantes para ocupação.

<b>SUBSTRATO ROCHOSO:</b>	Rocha vulcânica, diabásios da Formação Serra Geral
<b>SOLO DE ALTERAÇÃO:</b>	São argilosos, espessuras variáveis. Média a alta resistência à erosão.
<b>SOLO SUPERFICIAL:</b>	Predominantemente Latossolo Vermelho, presença de gleissolos em áreas próximas de drenagens.
<b>RELEVO:</b>	Associam-se colinas amplas, vertentes com perfis convexos e retilíneos e planícies aluviais interiores restritas. Altitudes de 600 a 684m.
<b>DRENAGENS NATURAIS:</b>	Vales erosivos, e erosivos-acumulativos encaixados com planícies fluviais isoladas e estreitas nas colinas.. Densidade de drenagem é média.
<b>RECURSOS MINERAIS:</b>	Solo de alteração, como área de empréstimo para aterramentos

**TABELA 7-10.** Características do tipo de terreno.

**FONTE:** IG, 1993; CAMPINAS, 1996.

<b>RISCO DE EROSÃO:</b>	Baixa intensidade de processos erosivos. Erodibilidade média a baixa.
<b>RISCO DE ENCHENTES:</b>	Sazonal ao longo da planície de inundação, e nos locais com nível d'água mais raso.
<b>RISCO DE ESCORREGAMENTO:</b>	Restrito a taludes de corte, devido à estrutura da rocha.
<b>OUTROS:</b>	

**TABELA 7-11.** 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 residenciais verticais de até quatro pavimentos, 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 discontinuidades 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 7.1.5.2.1.

##### **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

mantém 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.

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.

Em relação a enchentes, é comum esse fenômeno na bacia do ribeirão das Pedras, devido a isso deve-se ter atenção na ocupação das áreas mais baixas, próximas ao leito do rio.

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

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, sendo que 81,4% da área encontra-se entre 0 a 10% de declividade, conforme pode ser observado na Planta de Declividades (**FIGURA 7-19**).

Falar dos percentuais dos lotes incidentes nos diferentes intervalos de declividade.

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 7-19.** Classe de declividade

A área em análise é próxima de outros empreendimentos similares, e até de porte maior, 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 granulométricos e nem ensaios físico-químicos para classificação dos solos.

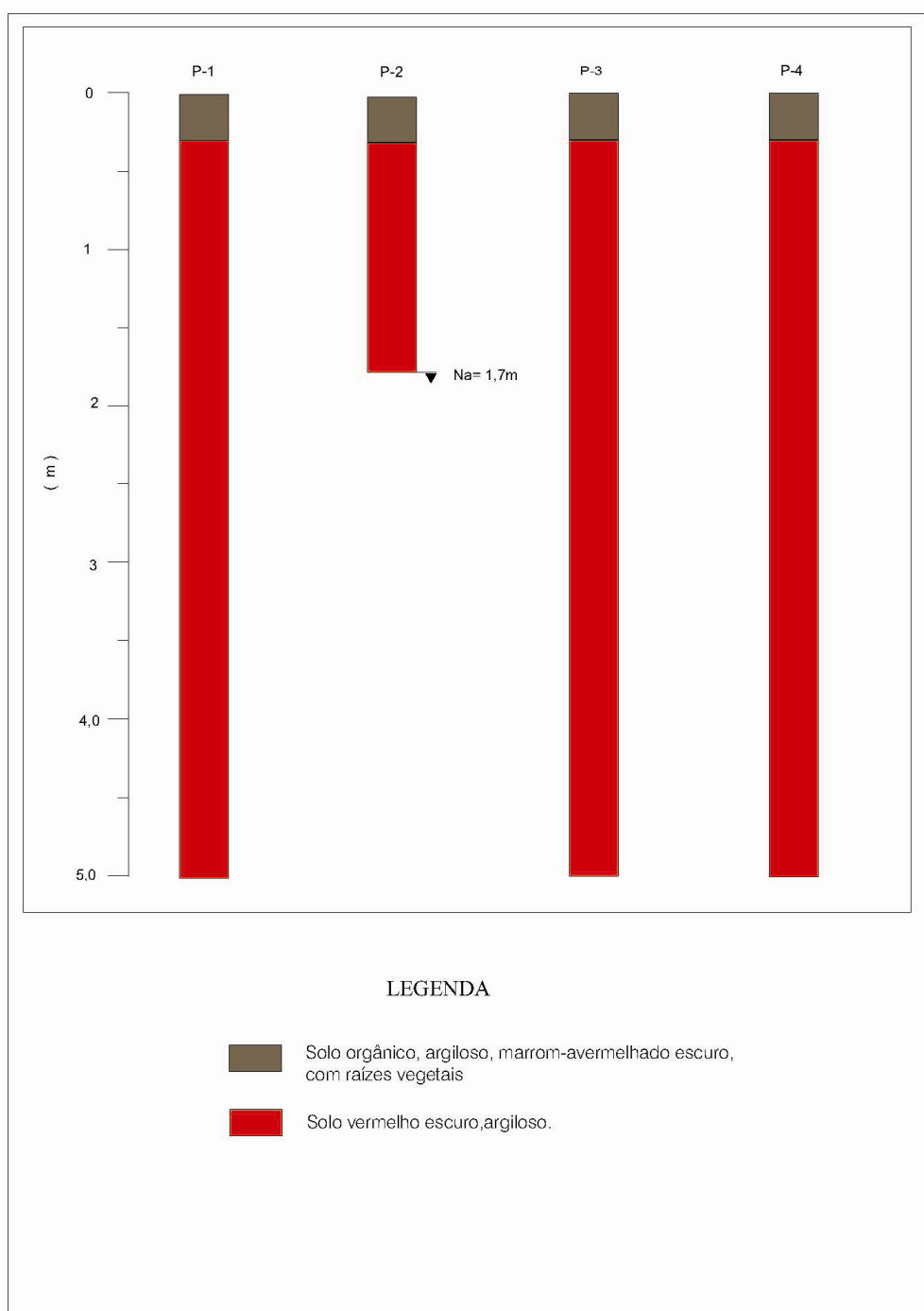
Uma classificação com esta precisão apenas seria justificável para uso agrícola do solo, onde é comum tal procedimento.

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 .

#### **7.1.7.1.2. SONDAGENS A TRADO**

Na área do empreendimento sob análise, foram executadas 4 (quatro) 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.

As quatro (4) sondagens apresentaram um perfil homogêneo (**FIGURA 7-20**), identificado como um Horizonte A inicial, com cerca de 30 cm de espessura, caracterizado por solo orgânico, argiloso, com coloração marrom avermelhado-escuro, com restos de raízes vegetais. Após isso, é observado solo argiloso, com coloração vermelho-escuro, popularmente chamada de terra roxa, típica da alteração intempérica dos diabásios.



**FIGURA 7-20.** Perfil dos poços, descrição lito-pedológica e investigação do nível d'água.

O nível d'água foi alcançado apenas na sondagem P-2, na profundidade de 1,7 m, numa área de topografia baixa, no centro da área. A descrição pedológica/litológica representativa das sondagens podem ser observadas na **TABELA 7-12**.

Poço	Profundidade (m)	Descrição pedológica/litológica	Observações
P-1 a P-4	0,0 - 0,3	Solo orgânico, argiloso, de coloração marrom-avermelhada escura, com restos de raízes.	
	0,3 - 5,0	Solo argilos, vermelho-escuro	Terra-roxa

**TABELA 7-12.** Descrição representativa das sondagens a trado.