

8.2.4) Aspectos Geomorfológicos

8.2.4.1) Aspectos Metodológicos

O diagnóstico do tema geomorfologia foi realizado a partir do desenvolvimento de duas escalas distintas de abordagem. A primeira abrange toda a Área de Influência Indireta – AII e Área de Influência Direta – AID, enquanto que a segunda abrange a Área Diretamente Afetada – ADA, considerada como a área do traçado / eixo principal projetado da Linha 6 - Laranja

Dessa maneira, a metodologia utilizada para a elaboração desse estudo baseia-se na proposta de ROSS (1992, *in* ROSS & MOROZ, 1997), sendo que tal proposta metodológica, por sua vez, está atrelada nos conceitos de *morfoestrutura* e *morfoescultura* propostos por GERASIMOV & MACERJAKOV (1968, *in* ROSS & MOROZ, 1997), onde se considera que a ordem taxonômica do relevo é baseada em 06 (seis) táxons. Segundo esta metodologia, o conteúdo de cada nível taxonômico analisado fica assim caracterizado:

- 1º táxon: caracteriza-se as unidades morfoestruturais;
- 2º táxon: caracteriza-se as unidades morfoesculturais representadas por serras, planaltos e depressões contidas nas unidades morfoesculturais apresentadas;
- 3º táxon: caracteriza-se as unidades morfológicas (tipos de relevo), representadas por diferentes padrões de formas semelhantes, considerando-se as altimetrias dos topos, a dominância de declividades das vertentes, dimensões interfluviais e entalhamento dos canais de drenagem;
- 4º táxon: corresponde a cada uma das formas de relevo, componentes das diferentes unidades morfológicas;
- 5º táxon: corresponde aos setores de cada uma das formas de relevo identificadas;
- 6º táxon: corresponde às formas atuais menores decorrentes de processos atuais, inclusive os antrópicos (formas erosivas, movimentos de massa e suas cicatrizes, cortes e aterros executados por maquinário, entre outros).

Tal metodologia de análise e classificação dos eventos geomorfológicos também está presente na divisão das escalas de análise do presente estudo. Para a caracterização da AII serão abordados o 1º, o 2º e o 3º táxons, enquanto que para a AID e ADA serão caracterizados os elementos que compõem o 5º e o 6º táxons.

Para a elaboração do mapa referente à AII e AID foi utilizado como fonte o *Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo*, escala 1:500.000, USP – IPT, 1997.

8.2.4.2) Área de Influência Indireta – AII, Área de Influência Direta – AID

O Estado de São Paulo, conforme ROSS & MOROZ 1997, apresenta três grandes domínios morfoestruturais, com gêneses diferenciadas. Porém, dos três domínios apenas o Domínio Morfoestrutural do Cinturão Orogênico do Atlântico e o Domínio Morfoestrutural das Bacias Sedimentares Cenozóicas / Depressões Tectônicas estão presentes nas áreas contempladas pelo presente estudo.

Estas unidades morfoestruturais ora referidas possuem diversas outras unidades morfoesculturais; no entanto, nas áreas em análise observa-se a presença das seguintes unidades morfoesculturais: o Planalto Atlântico inserido no domínio do Cinturão Orogênico do Atlântico; e o Planalto de São Paulo e Planícies Fluviais inseridos no domínio das Bacias Sedimentares Cenozóicas. Quanto às unidades morfológicas, há mais divisões para cada uma delas.

O Quadro 8.2.4.2-1 apresentado a seguir mostra, de maneira geral, a divisão taxonômica utilizada para a elaboração do – “*Mapa Geomorfológico da AII e AID*” (MF-LLJ-02), escala 1:250.000, conforme apresentado adiante.

Quadro 8.2.4.2-1
Divisão Taxonômica Utilizada

1º Táxon Unidades Morfoestruturais	2º Táxon Unidades Morfoesculturais	3º Táxon Unidades Morfológicas / Tipos de Relevo
Bacias Sedimentares Cenozóicas / Depressões Tectônicas	Depressão Periférica Paulista	Planalto de São Paulo
	Planícies Fluviais	Planícies Fluviais Diversas
Cinturão Orogênico do Atlântico	Planalto Atlântico	Planalto e Serra da Mantiqueira
		Planalto Paulistano / Alto Tietê

Dessa maneira, o detalhamento da caracterização dos compartimentos geomorfológicos da Área de Influência Indireta – AII, baseada em ROSS & MOROZ 1997, é apresentado a seguir.

⇒ **1º Táxon – Unidades Morfoestruturais**

✓ **Cinturão Orogênico do Atlântico**

O Cinturão Orogênico do Atlântico tem origem em diversos processos orogenéticos, principalmente no período pré-Cambriano. Esta unidade possui grande extensão territorial abrangendo extensos territórios da costa leste do continente sul-americano, desde as proximidades da foz do rio da Prata até o norte do estado da Bahia. Sua constituição litológica é baseada na presença de granitos envoltos por gnaisses variados.

⇒ **2º Táxon – Unidades Morfoesculturais do Cinturão Orogênico do Atlântico**

✓ **Planalto Atlântico**

O Planalto Atlântico é uma área constituída por diferentes litologias que resultaram em variadas fisionomias, possibilitando a identificação e definição de diversas unidades geomorfológicas. Em que pese a variedade de fisionomias, predomina nesta unidade a presença de formas de topos convexos, graus de entalhamento dos vales variando de forte a muito forte e dimensão interfluvial variando de pequena a muito pequena.

⇒ 3º Táxon – Unidades Morfológicas / Tipos de Relevo do Planalto Atlântico

✓ Planalto e Serra da Mantiqueira

Esta unidade morfológica está restrita a porção norte da área de estudo aqui analisada, correspondendo às áreas mais elevadas, altimetrias entre 1.000 e 2.000m, do município de São Paulo e da AI em questão.

As formas de relevo predominantes são denudacionais, com predomínio de escarpas e morros altos com topos aguçados e convexos, predominando a constituição litológica por gnaisses, migmatitos e granitos, apresentando inúmeros afloramentos rochosos.

Sendo assim, as formas de relevo são bastante dissecadas, com vales muito entalhados, alta densidade de drenagem e vertentes muito inclinadas. Devido a estas características, tal unidade morfológica é identificada com um nível de fragilidade de potencial muito alto.

✓ Planalto Paulistano / Alto Tietê

A presente unidade morfológica representa a maior parte do Planalto Atlântico na Área de Influência Indireta – AI da Linha e sendo representada, basicamente, por morros médios e altos com topos convexos além de altimetrias variando entre 800 e 1.000m. A litologia é predominantemente composta por migmatitos e granitos, dando origem aos solos do tipo Podzólico Vermelho – amarelo e Cambissolos.

De acordo com ROSS & MOROZ 1997, “por ser uma unidade de formas de dissecação média a alta, com vales entalhados e densidade de drenagem média a alta, esta área apresenta um nível de fragilidade potencial médio, estando, portanto, sujeita a fortes atividades erosivas”.

⇒ 1º Táxon – Unidades Morfoestruturais

✓ Bacias Sedimentares Cenozóicas / Depressões Tectônicas

Esta unidade morfoestrutural congrega regiões com muitas diferenças entre si, sendo dividida em outras cinco unidades morfoesculturais, entre elas: as Planícies Fluviais e a Depressão Periférica Paulista.

A semelhança entre estas unidades morfoesculturais é o fato de todas terem sido formadas com sedimentos continentais e costeiros do Cenozóico; porém suas gênese são bastante distintas.

⇒ 2º Táxon – Unidades Morfoesculturais das Bacias Sedimentares Cenozóicas / Depressões Tectônicas

✓ Planícies Fluviais

Para a área de estudo, esta unidade tem ocorrência restrita, no entorno imediato das calha do rio Tietê, estando associada aos depósitos a montante de níveis de base locais. Elas representam áreas essencialmente planas, sendo geradas por deposição de origem fluvial quaternária, neste caso, de origem do próprio rio Tietê.

⇒ 3º Táxon – Unidades Morfológicas / Tipos de Relevo das Planícies Fluviais

✓ Planalto de São Paulo

A unidade morfoescultural do Planalto de São Paulo está presente em boa parte da AII do empreendimento, em especial na porção Sul.

As formas de relevo predominantes nesta unidade são colinas e patamares aplanados, destacando-se vales com cabeceiras bastante entalhadas. As altimetrias variam entre 700 e 800m, sendo que para os patamares aplanados as altitudes chegam até 740m, enquanto as colinas atingem 760 a 800m. Estão inseridas nestas unidades as planícies fluviais dos rios Tietê, Pinheiros e Tamanduateí, as quais estão em cotas que variam entre 720 e 730m.

A litologia que predomina no Planalto de São Paulo é basicamente composta por argilas, areias e lentes de conglomerados os quais dão origem a solos do tipo Latossolo Vermelho – amarelo e Latossolo Vermelho – escuro.

✓ Planícies Fluviais Diversas

Para o caso deste estudo a unidade morfológica Planícies Fluviais Diversas é representada pela planície fluvial do rio Tietê e Pinheiros, sendo constituída por sedimentos fluviais arenosos e argilosos inconsolidados.

Devido a inundações periódicas, lençol freático pouco profundo e sedimentos inconsolidados sujeitos a acomodações constantes, tal unidade morfológica possui potencial de fragilidade muito elevado.

INSERIR

“Mapa Geomorfológico da AII e AID – (MF-LLJ-02)”

8.2.4.3) Área Diretamente Afetada - ADA

Conforme afirmado anteriormente, a área do empreendimento projetado / Linha 6 - Laranja está totalmente inserida em zona urbana e fortemente antropizada, onde as superfícies naturais dos terrenos e seus respectivos relevos se mostram, quase sempre, bastante alteradas.

Assim, o tema em análise foi contemplado no âmbito da ADA com base: (i) no produto cartográfico apresentado anteriormente, sob a forma de um “recorte” do *Mapa Geomorfológico da AII e AID / MF-LLJ-02*; e (ii) através de observações diretas, em campo, de onde é possível se concluir (respeitando-se as limitações da escala original adotada) que na área correspondente à faixa de implantação da Linha 6 e seu entorno imediato predominam, grosso modo, apenas três tipos de unidades geomorfológicas, conforme ilustrado simplificado através da Figura 8.2.4.3-1.

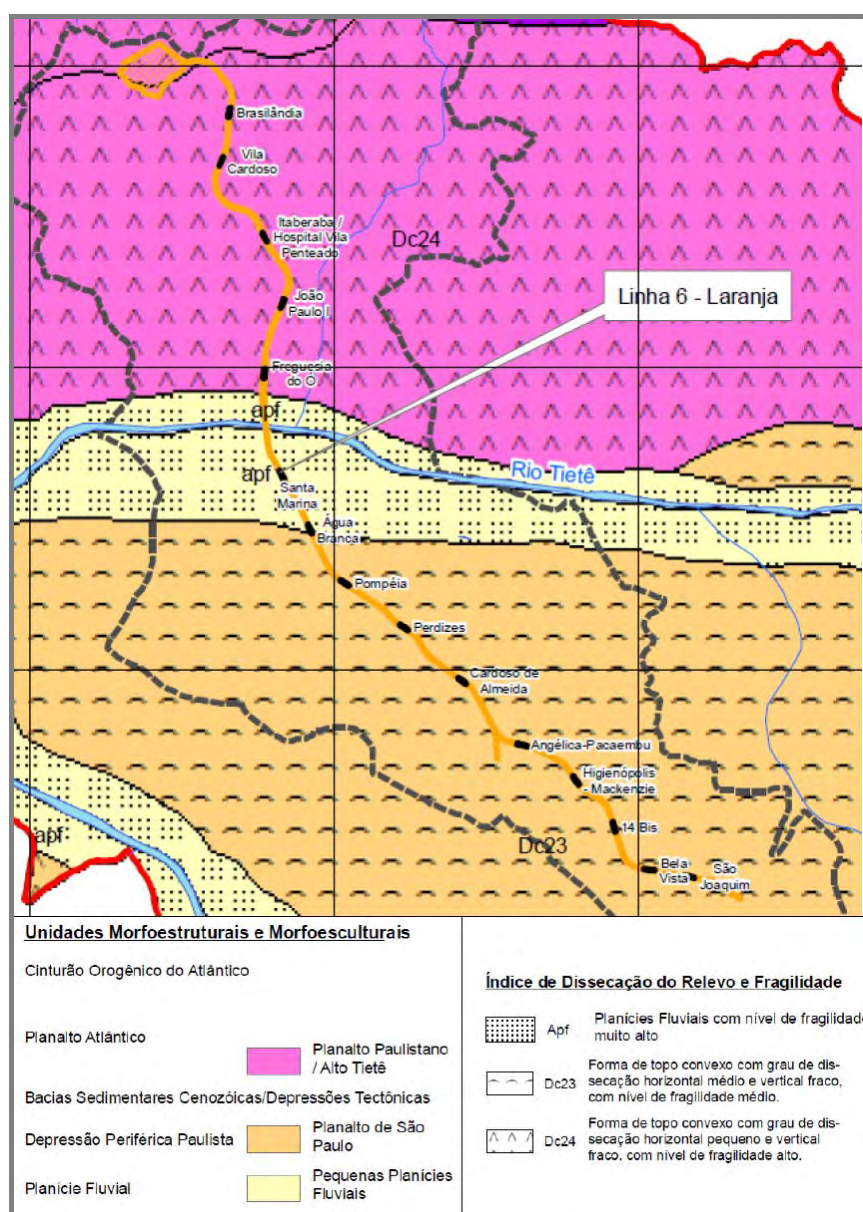


Figura 8.2.4.3-1: Unidades Geomorfológicas com ocorrência na ADA

A descrição sucinta das principais unidades geomorfológicas com ocorrência na ADA é apresentada a seguir.

(i) Planalto Paulistano / Alto Tietê, ocorrência verificada em: (a) em toda a porção Norte do trecho projetado da Linha 6, a partir da calha do rio Tietê, consolidando formas de relevo de topo convexo, com grau de dissecação horizontal pequeno e vertical fraco, denotando nível de fragilidade natural alto.

(ii) Planalto de São Paulo, ocorrência verificada em: (a) um extenso trecho situado na porção Sul do traçado projetado da Linha 6, a partir do rio Tietê, consolidando formas de relevo de topo convexo com grau de dissecação horizontal médio e vertical fraco, denotando nível de fragilidade médio.

(iii) Pequenas Planícies Fluviais, ocorrência verificada em toda a porção central do traçado projetado da Linha 6, em uma “faixa” de terreno situada paralelamente ao rio Tietê, representada pela planície fluvial do próprio rio, cujo nível de fragilidade é muito alto (possibilidades de inundações periódicas, lençol freático pouco profundo e sedimentos inconsolidados sujeitos a acomodações constantes).

8.2.5) Aspectos Pedológicos

8.2.5.1) Aspectos Metodológicos

Os aspectos pedológicos da Área de Influência Indireta – AII e Área de Influência Direta – AID estão caracterizados, no presente relatório, com base nos dados consolidados no *Mapa Pedológico do Estado de São Paulo, escala 1:500.000* (EMBRAPA, 1999) e no *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos* (EMBRAPA, 2006), o qual classifica os solos em seis níveis categóricos: 1º Nível Categórico (Ordens), 2º Nível Categórico (Subordens), 3º Nível Categórico (Grandes Grupos), 4º Nível Categórico (Subgrupos), 5º Nível Categórico (Famílias) e 6º Nível Categórico (Séries).

Para a elaboração do mapa referente à AII e AID foi utilizado como fonte de consulta o *Mapa Pedológico do Estado de São Paulo, escala 1:500.000*, EMBRAPA, 1999.

8.2.5.2) Área de Influência Indireta (AII) e Área de Influência Direta (AID)

A caracterização regional dos tipos de solos presentes na região de interesse da Linha 6, incluindo as AII e AID, mostra a ocorrência de apenas uma unidade pedológica, conforme informações gerais consolidadas no Quadro 8.2.5.2-1 apresentado a seguir.

Quadro 8.2.5.2-1

Tipos de Solos Presentes na AII e AID e Respectivas Características Pedológicas Básicas

1º Nível Categórico (Ordem)	2º Nível Categórico (Subordens)	Símbolos	Característica Pedológica Básica
ARGISSOLOS	Argissolos Vermelho-Amarelos	PVA 18	Distróficos, horizonte A moderado textura média/argilosa e argilosa, relevo ondulado e forte ondulado
		PVA 42	Distróficos, textura argilosa, relevo forte ondulado e montanhoso, horizonte A moderado

Fonte: Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, EMBRAPA 2006

A descrição de cada tipo de solo, conforme consolidado no Quadro 8.2.5.2-1 apresentado anteriormente, bem como a sua abrangência na área em análise, são apresentadas a seguir

✓ **Argissolos (Argissolos Vermelho-Amarelos)**

A subordem dos argissolos que é encontrada na área do estudo é a do Argissolos Vermelho-Amarelos estando disposto, predominantemente, na porção norte da AII e em alguns locais no centro leste da mesma.

Este tipo de solo é constituído por material mineral e apresenta horizonte B textural logo abaixo do horizonte A ou E (característica diagnóstica), podendo apresentar argila com atividade baixa ou alta conjugada com saturação por bases baixa. Este fato confere a este tipo de solo um caráter alítico na maior parte do horizonte B.

Nas porções extremo N e NW predominam os seguintes subtipos: (i) distróficos, A moderado textura média / argilosa e argilosa, relevo ondulado e forte ondulado; e (ii) distróficos, textura argilosa, relevo forte ondulado e montanhoso + CAMBISSOLOS HÁPLICOS Distróficos, textura argilosa, relevo montanhoso e escarpado, ambos A moderado.

Com base na bibliografia supracitada foi possível, ainda, a elaboração do “Mapa Pedológico da AII e AID” (MF-LLJ-03), escala 1:100.000, apresentado a seguir.

INSERIR:

“Mapa Pedológico da AII e AID” (MF-LLJ-03)

CODIGO: RT-6.00.00.00/8N4-001	EMIÇÃO: 31/10/2011	Folha: 188
APROVAÇÃO: / /	VERIFICAÇÃO: / /	REVISÃO: B

8.2.5.3) Área Diretamente Afetada – ADA

A área diretamente afetada (ADA) do empreendimento projetado / Linha 6 Laranja está totalmente inserida em zona urbana e fortemente antropizada, onde as superfícies naturais dos terrenos se mostram pavimentadas e/ou remobilizadas, dificultando a identificação / visualização dos horizontes de “solo natural”.

Assim, com base no produto cartográfico apresentado anteriormente (MF-LLJ-03), assume-se no presente estudo (respeitando-se as limitações da escala original adotada) que na área correspondente à faixa de implantação da Linha 6 - Laranja e seu entorno imediato predomina a unidade pedológica Argissolos (PVA – Argissolos Vermelho-Amarelo), com seus diferentes sub-tipos.

Ressalta-se, entretanto, que a porção “central” do eixo principal da Linha 6 está projetada sob o rio Tietê, podendo incidir em *zonas aluvionares*, onde caracteristicamente predominam “solos transportados”.

8.2.6) Aspectos Geológico-Geotécnicos e Litoestratigráficos

8.2.6.1) Caracterização Geológica e Litoestratigráfica

⇒ Aspectos Metodológicos

A caracterização dos aspectos geológicos relacionados às áreas de influência da Linha 6 - Laranja do Metrô foi realizada em diferentes escalas de abordagem, englobando as diferentes áreas de influência do empreendimento e, portanto, abrangendo parcialmente a Bacia Hidrográfica do Alto Tietê.

Para o diagnóstico ambiental do presente tema foram utilizados, principalmente, dados bibliográficos / secundários, tais como: DNPM/CPRM 1991 *apud Geologia Urbana da Região Metropolitana de São Paulo 1998*, *Atlas Ambiental do Município de São Paulo 2002* e *Mapa Geológico da Bacia do Alto Tietê*, Instituto de Geociências da USP 1999.

Este procedimento permitiu, ainda, ilustrar o tema em pauta através de um produto cartográfico regional típico, em escala 1:100.000, ora identificado como “*Mapa Geológico da AII e AID*” (MF-LLJ-04), correspondendo a uma compilação (com adequações) do estudo realizado pelo Departamento Nacional da Produção Mineral & Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – DNPM/CPRM 1991 *apud Geologia Urbana da Região Metropolitana de São Paulo 1998*.

De uma maneira geral, as áreas de influência adotadas para o empreendimento estão inseridas nos sedimentos cenozóicos da Bacia Sedimentar de São Paulo, a qual está sob um arcabouço geológico constituído por terrenos policíclicos do Cinturão de Dobramentos Ribeira representado por rochas metamórficas, migmatitos e granitóides. Recobrimo estes dois compartimentos geológicos destacam-se as ocorrências de depósitos aluviais e coluviais quaternários.

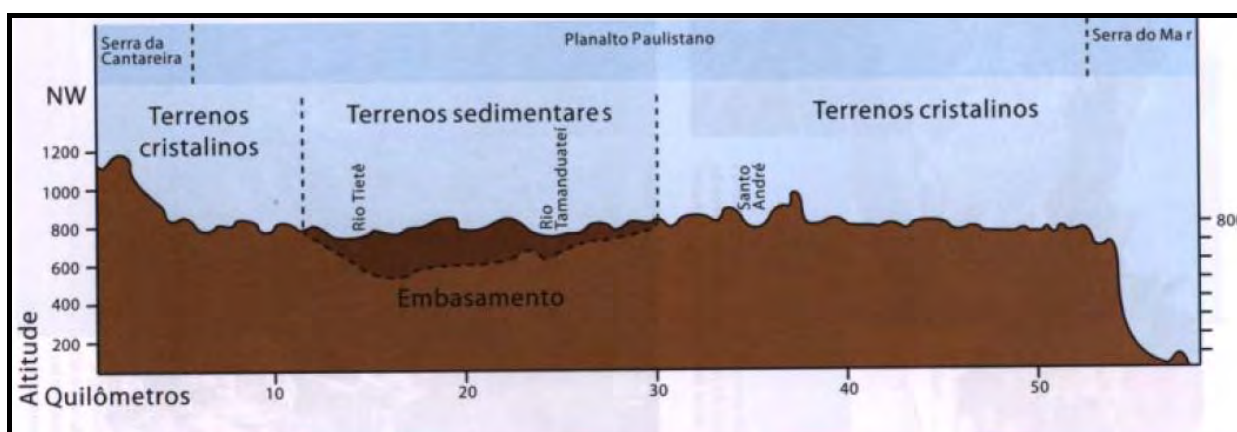
⇒ Área de Influência Indireta – AII, Área de Influência Direta – AID

De acordo com o estudo *Geologia Urbana da Região Metropolitana de São Paulo* (1998), a área de influência indireta – AII da Linha 6 é composta por um substrato geológico constituído por

uma grande variedade litológica, agrupada de forma genérica em três grupos com características distintas, a saber:

- Rochas do Embasamento Cristalino (Pré-Cambriano);
- Rochas Sedimentares da Bacia de São Paulo (Cenozóico) e
- Depósitos aluviais (Cenozóico).

A Figura 8.2.6.1-1 apresenta o contexto geológico-geomorfológico regional para a região onde será implantada a Linha 6. Nesta pode ser observado desde os terrenos Pré-Cambrianos até as Coberturas Quaternárias.



Fonte: Santos, Álvaro Rodrigues dos, Diálogos Geológicos, 2008

Figura 8.2.6.1-1: Seção Geológica-Geomorfológica Esquemática SE-NW da Região Metropolitana de São Paulo, incluindo AII e AID

De acordo com o estudo *GEO cidade de São Paulo: panorama do meio ambiente urbano* (2004), as rochas do **Embasamento Cristalino** são representadas por granitos, granodioritos, monzogranitos e granitóides indiferenciados, que ocorrem predominantemente na região norte, sustentando a Serra da Cantareira e, ao sul, em corpos isolados; por metassedimentos de natureza diversificada e metavulcânicas básicas dos grupos São Roque e Serra do Itaberaba; e por rochas do Complexo Embu, constituído por migmatitos, gnaisses, xistos e quartzitos.

Já os **Sedimentos Terciários** pertencentes à **Bacia Sedimentar de São Paulo** ocorrem em toda a área central do Município de São Paulo, bem como ao longo da margem esquerda do rio Tietê e em manchas isoladas ao sul, ao norte (região de Santana) e no sudoeste, constituindo-se no sítio geológico com maior densidade de ocupação urbana do País. Cerca de 80% do preenchimento sedimentar dessa Bacia são representados por depósitos relacionados a antigas planícies aluviais de rios entrelaçados.

As rochas mais típicas compreendem diamictitos e conglomerados com seixos e lamitos predominantemente arenosos, gradando para arenitos, em meio a sedimentos síltico-argilosos.

Por sua vez, os **Sedimentos Quaternários** são compostos por depósitos aluviais, que ocorrem ao longo das várzeas dos rios e córregos atuais, destacando-se as planícies dos rios Tietê, Pinheiros e Tamanduateí, intensamente remodeladas pela ação humana, por meio de retificações dos canais e aterramento das várzeas. As planícies aluvionares originalmente

meândricas, dos rios Tietê e Pinheiros foram significativamente desfiguradas por retificações e inversões de correnteza, como em raros lugares das regiões tropicais.

Relativamente aos principais aspectos estruturais, vale ser destacado que a feição tectônica responsável pela formação da Bacia Sedimentar de São Paulo é o denominado *Rift* Continental do Sudeste do Brasil (RCSB), o qual possui idade Cenozóica e se estende desde o Estado do Paraná até o Rio de Janeiro, totalizando uma extensão de aproximadamente 900 km.

O ambiente deposicional da Bacia Sedimentar de São Paulo foi desenvolvido sobre os terrenos policíclicos referentes ao Cinturão de Dobramentos Ribeira, constituído, essencialmente, por rochas metamórficas, migmatitos e granitóides relacionados em parte ao Ciclo Brasileiro/Pan Africano e, em parte, resultantes do retrabalhamento de rochas de ciclos mais antigos.

Denso sistema de falhamentos transcorrentes (zonas de cisalhamento), de caráter dextral e orientados segundo ENE a EW, recortaram este conjunto litológico e permaneceram ativos até o final do Ciclo Brasileiro, no Cambro-Ordoviciano, cujas reativações posteriores deixaram registros nos sedimentos cenozóicos (e.g Riccomini 1989 *apud Diagnóstico Hidrogeológico da Região Metropolitana de São Paulo – Relatório Final* 1994).

Assim, como forma de melhor visualizar os limites de ocorrência das principais unidades geológicas que ocorrem na AII e AID do presente estudo, consolidou-se o “*Mapa Geológico da AII e AID*” (MF-LLJ-04), conforme apresentado adiante.

Da mesma forma, o Quadro 8.2.6.1-1, a seguir, consolida as principais informações relacionadas às unidades litoestratigráficas identificadas nessas áreas.

Quadro 8.2.6.1-1
Unidades Litoestratigráficas – AII / AID

Período	Simbologia (Unidade Litoestratigráfica)	Litologias
CENOZÓICO	Qa	Depósitos Aluvionais: Aluviões em geral, incluindo areias inconsolidadas de granulação variável, argilas e cascalheiras fluviais subordinadamente, em depósitos de calha e/ou terraços
	TSP	Formação São Paulo: Depósitos arenosos, subordinadamente argilas e conglomerados – Sistema fluvial meandrante
	TTr	Formação Tremembé: Sedimentos argilosos e siltosos – Sistema Lacustre
	TRd	Formação Resende: Lamitos, arenitos e conglomerados – Sistema de leques associados à planície aluvial de rios entrelaçados
	TRp	Formação Resende: Predominância de Lamitos seixosos – Sistema de leques proximais

Período	Simbologia (Unidade Litoestratigráfica)	Litologias
PRÉ - CAMBRIANO	PCsg	Suítes Graníticas Indiferenciadas: Granitos, granodioritos, monzogranitos, granitóides indiferenciados, equigranulares ou porfiróides, em parte gnáissicos – Sintectônicos e pós – tectônicos
	PCSri	Grupo São Roque: Indiferenciado – Micaxistos, anfibolitos, metacalcários e rochas calciossilicatadas
	PCSiq	Grupo Serra do Itaberaba e Grupo São Roque correlacionável: Unidade Clastoquímica
	PCex	Complexo Embu: Xistos, Biotita – quartzo – muscovita – xistos, mica – xistos diversos, parcialmente migmatizados. Podem ocorrer corpos lenticulares de anfibolitos, quartzitos e rochas calciossilicatadas

INSERIR

Mapa Geológico da AII e AID (MF-LLJ-04)

CODIGO: RT-6.00.00.00/8N4-001	EMIÇÃO: 31/10/2011	Folha: 193
APROVAÇÃO: / /	VERIFICAÇÃO: / /	REVISÃO: B

⇒ **Área Diretamente Afetada - ADA**

Tomando-se por base os dados geológicos regionais consolidados para a AII e AID, conforme apresentados anteriormente e, também, as informações contidas nas Figuras 8.2.6.1-2 e 8.2.6.1-3, apresentadas adiante, que mostram respectivamente um “recorte” – ADA – do produto cartográfico “*Mapa Geológico da AII e AID*” (MF-LLJ-04) e a “*Seção Geológica Referencial*” (obtida a partir da execução de sondagens mecânicas ao longo de todo o traçado, incluindo sondagens à percussão nos trechos em solo e rotativas, nos trechos em rocha) é possível concluir que na área correspondente à faixa de implantação da Linha 6 – Laranja e seu entorno imediato predominam rochas relacionadas às Suítes Graníticas Indiferenciadas e aos Sedimentos Cenozóicos

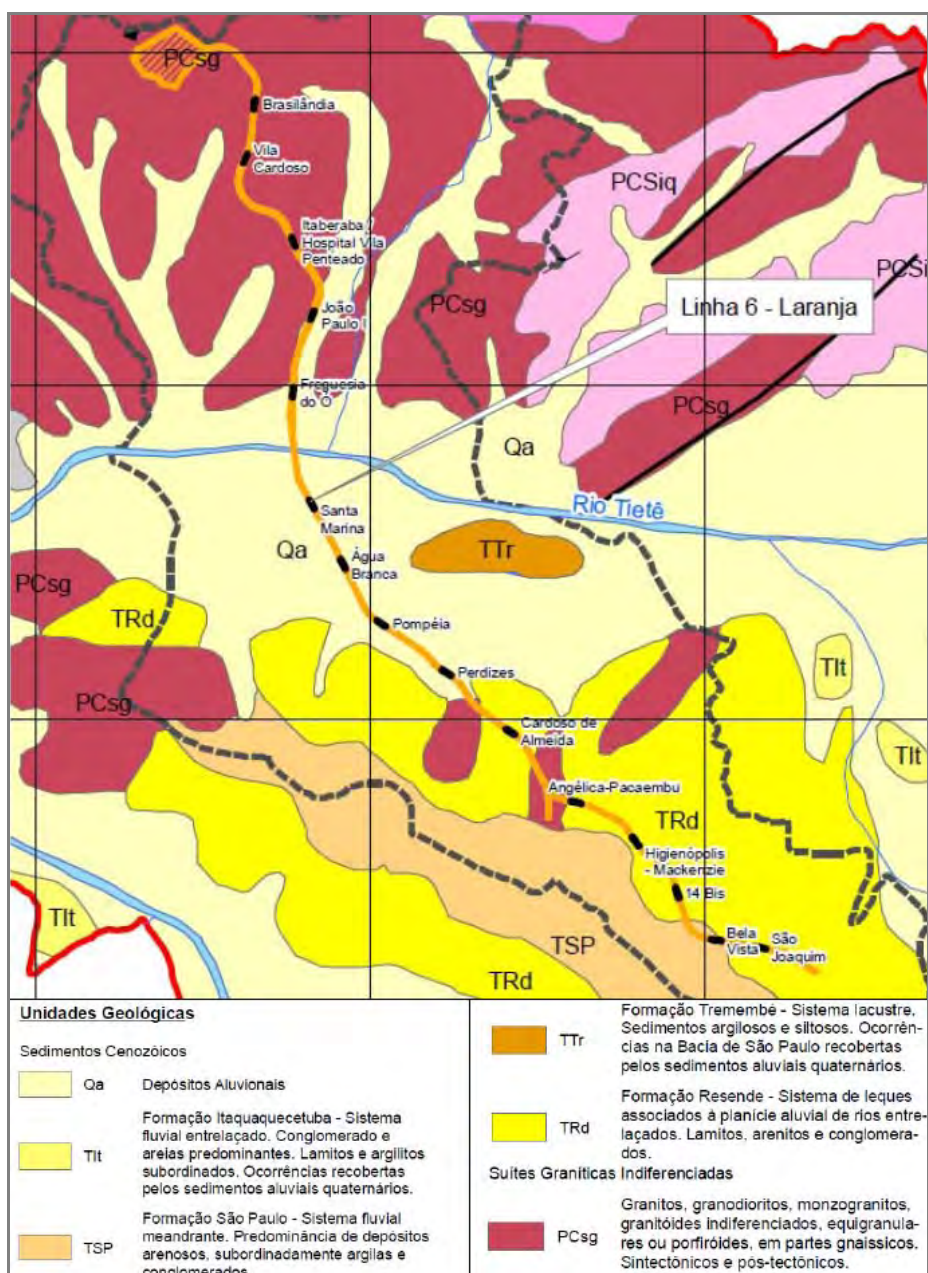


Figura 8.2.6.1-2: Unidades Litoestratigráficas com ocorrência na ADA

INSERIR

(A 3) Figura 8.2.6.1-3: Seção Geológica Referencial – Linha 6

Ou seja, o traçado da Linha 6 se inicia na região da Vila Brasilândia em maciço granítico, na área da antiga pedreira do Morro Grande, onde será instalado o pátio de estacionamento e manobras, segue rumo SE em maciço granítico e seus produtos de alteração até a margem direita do rio Tietê.

Nos fundos de vale, onde estão as Avenidas Petrônio Portela e Miguel Conejo, estão capeados por aluviões inconsolidados de espessuras variáveis. Neste ponto pode-se observar um brusco contato entre o granito e os sedimentos terciários da Formação Resende. A confluência dos alinhamentos estruturais de Taxaquara e Jaguari coincide com este contato brusco, sugerindo o mesmo ser tectônico.

A partir da margem do Rio Tietê, o traçado se desenvolve em sedimentos da Formação Resende, capeados por pacote aluvionar até a primeira colina que separa o Vale da Avenida Sumaré do Vale da Avenida Pacaembú. Neste trecho até as proximidades da Avenida Angélica, o traçado se desenvolve em maciço gnáissico e seus produtos de alteração, capeado por sedimentos terciários da formação São Paulo nas colinas e sedimentos aluvionares no vale do Pacaembú.

A partir daí e até a região da Estação São Joaquim, o traçado se desenvolve em maciços terciários, na faixa de transição entre as Formações Resende e São Paulo.

- **Suítes Graníticas Indiferenciadas**

Conforme ilustrado pela Figura 8.2.6.1-2, mostrada anteriormente, a maior parte do eixo projetado da Linha 6 que se situa na porção Norte da ADA, após a transposição do rio Tietê, será consolidada em litologias relacionadas às Suítes Graníticas Indiferenciadas, cuja constituição é refletida por maciços de natureza polidiapírica, com diversas fases intrusivas exibindo relações bastante complexas entre si e íntimas associações dos diversos tipos petrográficos e texturais (porfiríoides, inequigranulares, anatexíticos).

De uma forma geral essa suíte apresenta composição variando de diorítica a granítica, sendo comuns as feições metassomáticas e características ocorrências de mobilizados aplíticos e pegmatíticos associados.

Importante destacar, com base na observação da Figura 8.2.6.1-3 “*Seção Geológica Referencial*” que porções pontuais do túnel projetado e dos poços de ventilação / saídas de emergência deverão ser escavadas em terrenos constituídos por saprólitos / solo de alteração de rocha granítica.

- **Sedimentos Cenozóicos**

A maior parte do eixo projetado da Linha 6 que se situa na porção Sul da ADA, após a transposição do rio Tietê, será consolidada em litologias relacionadas às diferentes formações geológicas que compõem a Bacia Sedimentar de São Paulo / Sedimentos Cenozóicos. Exceção, apenas, no trecho do túnel projetado, situado aproximadamente entre as Estações Angélica-Pacaembú / Cardoso de Almeida e Perdizes, onde o mesmo será escavado em saprólito de gnaisses e/ou em rochas gnáissicas-graníticas, moderadamente alteradas.

- Formação Resende (TRd)

A Formação Resende, pertencente à Bacia Sedimentar de São Paulo é predominantemente constituída de lamitos podendo ocorrer lentes arenosas e conglomerados de sistema fluvial entrelaçado.

Tal Formação pode apresentar tanto depósitos de fácies proximal como também de fácies distal sugerindo, desta forma que a região estava tectonicamente ativa durante a época de deposição destes sedimentos, possuindo idade oligocênica.

Os sedimentos da Formação Resende são considerados como de baixa potencialidade para a ocorrência de escorregamentos, por representarem colinas de vertentes suaves.

Nesse contexto geológico estão projetadas, na porção SE da Linha 6, as principais estruturas operacionais da mesma (túnel e poços), conforme se pode observar anteriormente na Figura 8.2.6.1-2.

- Formação São Paulo (TSP)

A Formação São Paulo corresponde aos depósitos de sistema fluvial meandrante, sendo constituída por areias grossas a médias que gradam para areias mais finas, até siltes e argilas. Ou seja, espacialmente, ela caracteriza-se pela interdigitação de arenitos siltitos e argilitos, formando corpos lenticulares de grande variabilidade granulométrica na horizontal e vertical. Tal variabilidade confere propriedades geotécnicas diferenciadas quanto à resistência mecânica e à escavação.

Na ADA aqui considerada apenas pequenos trechos do traçado da Linha 6, situados na porção extremo SE da mesma, estarão projetados nesses terrenos, em especial as áreas reservadas às estações São Joaquim e 14 Bis

- Formação Tremembé (TTr)

Predominam nessa unidade os folhelhos e os argilitos de cores geralmente acinzentadas, com pequenas intercalações de arenitos, siltitos e brechas intraformacionais. Tratam-se, basicamente, de depósitos pelíticos de ambiente lacustre e fortemente redutor comportando, porém, intercalações de termos mais grossos de origem fluvial.

- Depósitos Aluviais (Oa)

Conforme apresentado e ilustrado anteriormente, através da Figura 8.2.6.1-2, os depósitos aluvionais estão, majoritariamente, presentes na porção central do eixo projetado da Linha 6, na área da antiga “várzea” do rio Tietê. São sedimentos quaternários constituídos, predominantemente, por areias, siltes e cascalhos depositados nos leitos fluviais e por argilas e materiais orgânicos nos meandros abandonados.

De acordo com o estudo *Geologia Urbana da Região Metropolitana de São Paulo* (1998), a maior parte destes sedimentos quaternários se depositaram no final do Pleistoceno. Segundo esse mesmo estudo, ocorreram duas fases mais recentes de deposição dos sedimentos quaternários; a última delas, após o ano de 1950, comprova uma provável interferência antrópica durante o processo de ocupação do meio físico dessa região.

- **Interferências da área projetada para implantação do Pátio de Estacionamento e Manutenção de Trens da Linha 6 – Laranja com áreas (processos minerais) oneradas junto ao DNPM – Departamento Nacional da Produção Mineral**

Conforme ilustrado na Figura 8.2.6.1-4, abaixo, a área projetada para receber as principais estruturas do pátio de estacionamento e de manutenção de trens da Linha 6 – Laranja está situada na porção extremo NW do traçado, em terrenos onde funcionou por várias décadas uma pedreira (lavra a céu aberto) voltada à produção de “pedra britada” (granito-gnaiss). Atualmente a atividade de mineração está paralisada.

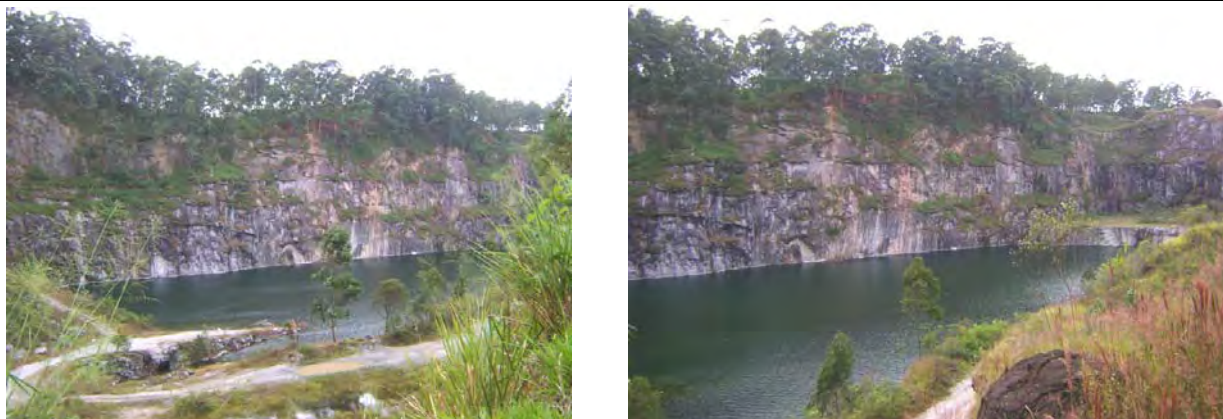


Figura 8.2.6.1-4: Vista geral da antiga “cava” / frente de lavra da “Pedreira Morro Grande”.

Considerando esse “antecedente” de uso e ocupação do solo local, conforme verificado, promoveu-se uma consulta junto ao DNPM - Departamento Nacional da Produção Mineral (no *link* “Cadastro Mineiro”) buscando verificar a possibilidade da existência de alguma eventual interferência do projeto do Metrô (Linha 6) com áreas / poligonais já oneradas perante o DNPM.

Dessa verificação resultou a identificação de 2 Processos Minerais ainda ativos (820.677/2000 e 820.631/1993), cujos perímetros das suas poligonais delimitadoras estão mostrados na Figura 8.2.6.1-5, a seguir.

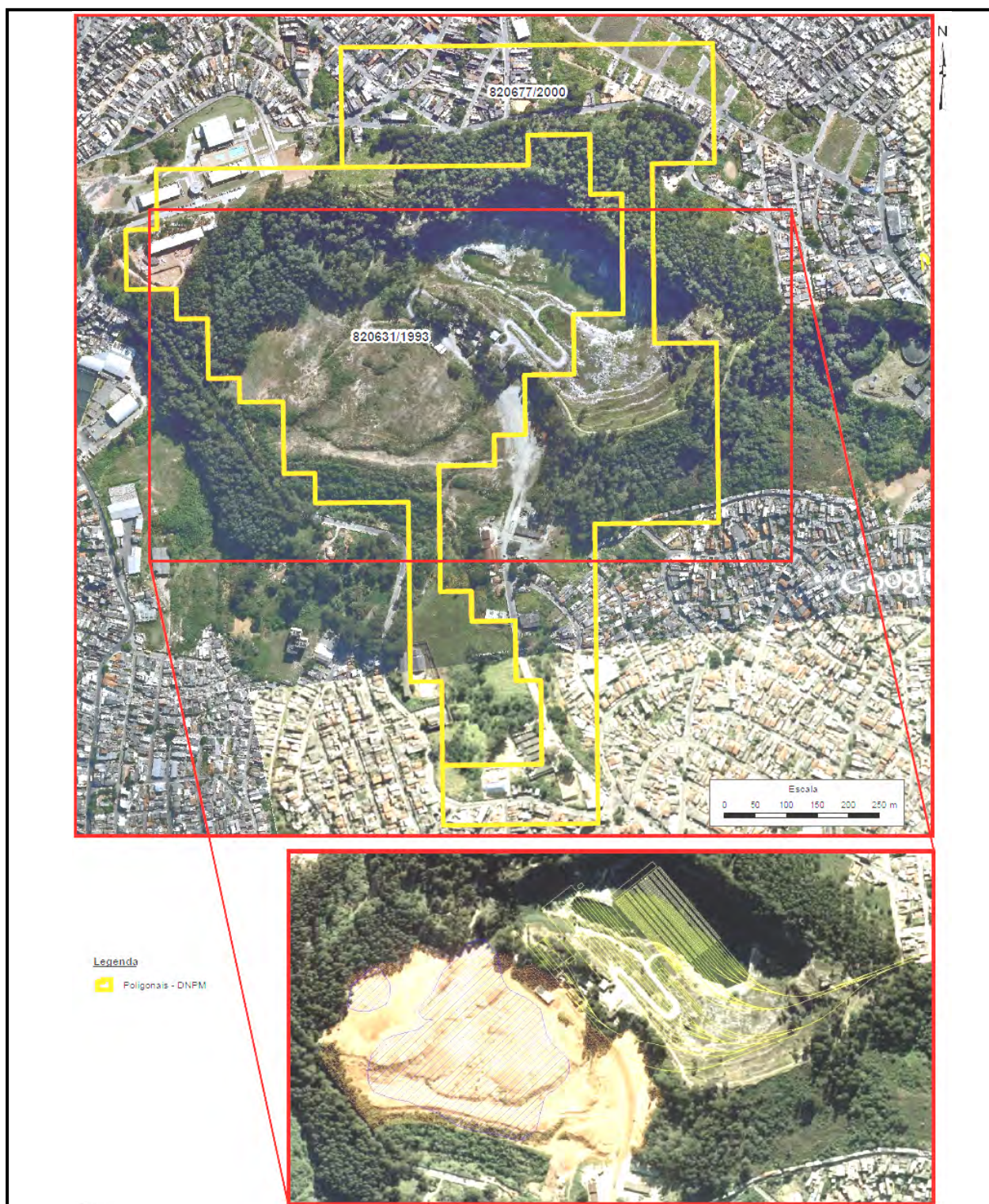


Figura 8.2.6.1-5: Perímetros delimitadores dos processos minerais 820.677/2000 e 820.631/1993)

As informações gerais, básicas, de cada um dos 2 processos minerais registrados junto ao DNPM encontram-se consolidadas no Quadro 8.2.6.1-2, a seguir.

Quadro 8.2.6.1-2
Informações Gerais Consolidadas / Processos DNPM

Informações Gerais	Processo Mineral / DNPM	
	820.631/1993	820.677/2000
Titularidade	Pedreira Anhanguera S/A – Empresa de Mineração	Pedreira Anhanguera S/A – Empresa de Mineração
Tipo de Requerimento	Requerimento de Autorização de Pesquisa	Requerimento de Autorização de Pesquisa
Fase Atual	Requerimento de Lavra	Autorização de Pesquisa
Substância / uso pretendido	Granito / brita	Granito / brita
Condição de propriedade do solo	Não há informações	Proprietário
Últimos eventos registrados	- Requerimento de Lavra protocolizado (15/07/2002); - PAE – Plano de Aproveitamento Econômico analisado (29/07/2003); - Exigência Publicada (25/09/2007); - Prorrogação de prazo (atendimento exigência) solicitado (21/11/2007)	- Relatório de Pesquisa não aprovado (11/09/2008); - Recurso apresentado ao DNPM (13/05/2009)

Com base nas informações coletadas junto ao DNPM, conforme apresentadas de forma resumida no Quadro 8.2.6.1-2, é possível se afirmar que as poligonais requeridas, cujos perímetros abrangem a área reservada à implantação do pátio de estacionamento e de manutenção de trens da Linha 6, encontram-se “ativas” junto ao DNPM; ou seja, evidenciam para a área considerada um potencial conflito entre a atividade de exploração mineral e a atividade pretendida pelo Metrô (implantação do pátio da Linha 6). Entretanto, da mesma forma, foi constatado que ambas áreas / poligonais apresentam pendências técnicas e/ou legais, passíveis de atendimento junto ao DNPM.

8.2.6.2) Caracterização Geotécnica

⇒ Aspectos Metodológicos

A caracterização geotécnica das áreas de influência definidas para a Linha 6 se deu através da consulta bibliográfica dos seguintes estudos disponíveis relacionados abaixo:

- Carta Geotécnica da Grande São Paulo, escala 1:50.000, IPT (1984);
- Geologia Urbana da Região Metropolitana de São Paulo (1998);
- Atlas Ambiental do Município de São Paulo (2002);
- Mapa - Maciços de Solo e Rocha, escala 1:100.000, in Município em Mapas / Série Pôster: Panorama (SEMPA e SVMA - 2000), com base em: PMSP & IPT. Carta Geotécnica do Município de São Paulo, 1992.

A partir da análise e interpretação dos dados consolidados nos estudos supracitados foi possível realizar uma abordagem geotécnica geral, referente à Área de Influência Indireta – AII e Área de

Influência Direta – AID, bem como um estudo de maior detalhe para a Área Diretamente Afetada – ADA do empreendimento.

As “*sondagens de reconhecimento*”, normalmente executadas nessa fase do projeto de engenharia, não estão tratadas / detalhadas no presente estudo, uma vez que os principais “horizontes” geológicos identificados em subsuperfície, ao longo do traçado projetado da Linha 6, já foram apresentados anteriormente na Figura 8.2.6.1-3 - Seção Geológica Referencial – Linha 6, assim como os principais compartimentos geotécnicos estão consolidados / descritos adiante no Quadro 8.2.6.2-1 - Unidades Geotécnicas Homogêneas – ADA e entorno imediato.

⇒ **Área de Influência Indireta – AII, Área de Influência Direta – AID**

Sabe-se que os potenciais problemas de caráter geológico-geotécnico que afetam a ocupação nas áreas de influência definidas para o projeto se referem aos escorregamentos, inundações e processos erosionais.

A ocorrência desses fenômenos se dá através da conjugação de condicionantes naturais, tais como: tipos de rochas, de relevo, presença de descontinuidades (xistossidades, fraturas, falhas) formas de ocupação urbana (supressão de vegetação, aterramento das várzeas, modificação do perfil natural da encosta pela execução de corte-aterro lançado, impermeabilização do solo, entre outros).

Segundo o estudo *Atlas Ambiental do Município de São Paulo* (2002) e, ainda, tomando-se por base os conjuntos (unidades) geológicos estabelecidos para a região de inserção do empreendimento projetado, conforme mostrados anteriormente no “*Mapa Geológico da AII e AID*” (MF-LLJ-04), apresentam-se a seguir os principais compartimentos / aspectos geotécnicos gerais para os limites das Áreas de Influência Indireta – AII e Direta AID.

✓ **Sedimentos Cenozóicos**

Nesta unidade estão agrupados todos os depósitos sedimentares de idades terciária e quaternária, com ocorrência na região de interesse, a saber: Depósitos aluviais (Qa), Formação São Paulo (TSP), onde predominam depósitos arenosos e subordinadamente argilas e conglomerados, Formação Resende (TR), onde ocorrem lamitos, arenitos e conglomerados.

Como já mencionado anteriormente, os depósitos aluviais têm sua ocorrência ao longo das várzeas dos rios e córregos da região, tendo como principais problemas correlacionados à ocupação:

- Áreas propícias à inundação;
- Recalques devido ao adensamento de solos moles;
- Lençol freático raso.

Os sedimentos terciários (formações S. Paulo, Tremembé e Resende) se estendem predominantemente pelas áreas centrais do município de São Paulo. Como principal problema para a ocupação ressalta-se:

- Recalque diferencial na camada mais superficial de argila porosa e dificuldades de escavação, tanto nos solos superficiais como nos sedimentos desta unidade.

✓ **Suítes Graníticas Indiferenciadas**

Nesta unidade encontram-se agrupados granitos, granodioritos, monzogranitos e granitóides indiferenciados (Pcsg). Ocorrem predominantemente na região norte do município de São Paulo, sustentando a Serra da Cantareira e também ao sul em corpos isolados.

Quando ocupados, os maciços de solo originados da alteração dos granitos, apresentam como maiores problemas:

- Instabilização de blocos e matacões e a dificuldade de escavação e cravação de estacas;
- Apresentam potencialidade média para escorregamentos, agravados em áreas com declividades superiores a 60% e em aterros lançados. Quando expostos, os solos podem apresentar processo de ravinamento.

✓ **Grupo São Roque e Grupo Serra do Itaberaba**

Nesta unidade encontram-se agrupados dois grupos litoestratigráficos, onde ocorrem metassedimentos de natureza diversificada e metavulcânicas básicas.

Os principais problemas associados à ocupação de maciços de solos desta unidade são:

- Escorregamentos de aterros constituídos por solos siltosos e micáceos, provenientes da alteração dos filitos e mica-xistos, por dificuldade de compactação;
- Instalação de processos erosivos intensos em cortes (solo exposto) e aterros lançados de filitos e xistos;
- Deslocamento de rocha em maciços quartzíticos e de filitos;
- Baixa capacidade de suporte de solos amolgados provenientes de mica-xistos e de anfibolitos, devido à presença de argila expandida.

✓ **Complexo Embu**

Nesta unidade composta por uma grande variedade litológica (gnaisses graníticos e biotitagnaisses migmatizados, xistos, mica-xistos, filitos e corpos lenticulares de anfibolitos, quartzitos e rochas calciossilicatadas, entre outras) encontram-se agrupadas as rochas mais antigas, situadas na Área de Influência Indireta para o presente estudo.

Os principais problemas previstos quando da ocupação são:

- Escorregamentos de taludes de corte e aterro, nas áreas de gnaisses e migmatitos;
- Erosão intensa, baixa capacidade de suporte e dificuldade de compactação nos solos de alteração dos gnaisses e migmatitos;
- Baixa capacidade de suporte, dificuldade de compactação de solos de alteração de micaxistos e filitos, além de escorregamentos de aterros lançados em encosta.

Assim, com base nos principais compartimentos geotécnicos estabelecidos para a área do território municipal de São Paulo (AII) e para a AID, conforme descritos acima, apresenta-se a seguir o “*Mapa Geotécnico da AII e AID*” (MF-LLJ-05) como forma de melhor se ilustrar todo o anteriormente exposto.

INSERIR:

Mapa Geotécnico da AII e AID (MF-LLJ-05)

⇒ Área Diretamente Afetada - ADA

Tomando-se por base os dados geológicos e geotécnicos regionais consolidados para a AII e AID, conforme apresentados anteriormente e, também, as informações contidas no “*Mapa Geotécnico da AII e AID*” (MF-LLJ-05), apresenta-se a seguir a Figura 8.2.6.2-1 consolidando as principais unidades geotécnicas incidentes na ADA, na forma de um “recorte” daquele referido mapa.

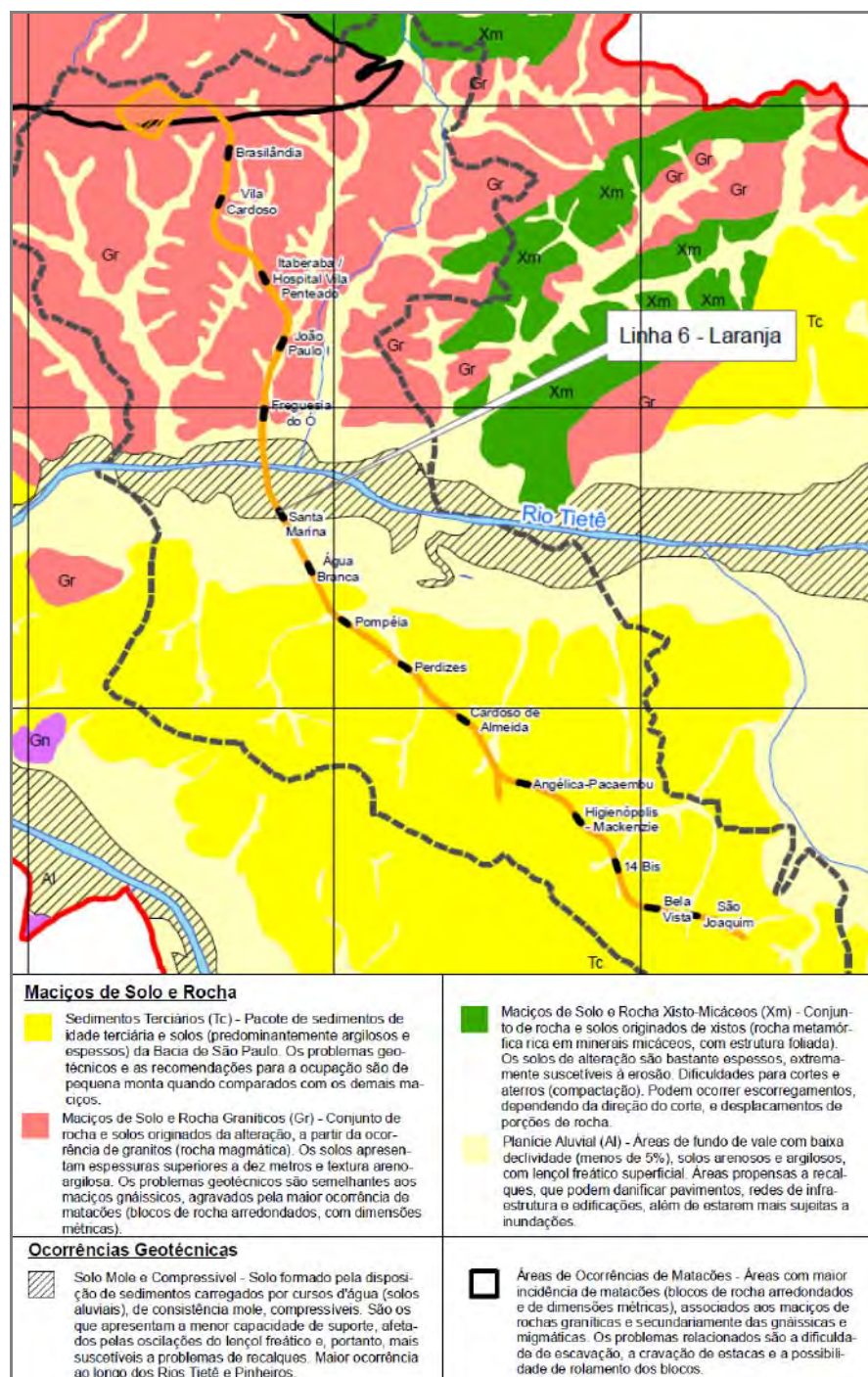


Figura 8.2.6.2-1: Unidades Geotécnicas Estabelecidas para a ADA

Com base nos dados apresentados na Figura anterior é possível se observar que a ADA está abrangida, grosso modo, por três grandes compartimentos geotécnicos. Um deles é representado pela unidade de **Sedimentos Terciários (Tc)** que ocorre na porção sul da área, com pequenas intercalações das áreas de planícies de inundação dos principais rios e córregos que ocorrem na região, correspondentes à unidade de planícies aluviais (Al).

A unidade geotécnica de Sedimentos Terciários (Tc) é formada pelos sedimentos terciários da Bacia de São Paulo; abrange toda a área central do município e corresponde às unidades geológicas dos maciços terciários da Formação São Paulo (TSP) e da Formação Resende (TRd).

Como visto anteriormente, estes sedimentos são constituídos predominantemente por argilitos, siltitos, arenitos e conglomerados. Apresentam espessuras que podem variar de poucas dezenas de metros até cerca de 200m. É comum encontrar nestes maciços uma camada relativamente espessa de solo argiloso laterizado, de cor avermelhada, denominado "argila porosa", que possui excelente característica para uso na execução de aterros compactados. Em geral o solo superficial desta unidade apresenta textura argilosa e é bem laterizado, com o horizonte mais profundo de textura predominantemente argilosa, com intercalações mais arenosas, onde podem ocorrer lençóis d'água suspensos.

Nestes terrenos formados por sedimentos terciários, os problemas e recomendações são simples, já que estes apresentam boas características geotécnicas. No entanto, recomenda-se que em encostas com mais de 25% de declividade tenha-se cuidado na execução de terraplenagens, já que pode haver o risco de atingir o topo rochoso do embasamento cristalino.

O segundo compartimento é representado pela extensa **Planície Aluvial do Rio Tietê**. Estas áreas de fundo de vale possuem baixa declividade (menos de 5%), solos arenosos e argilosos de espessura variável e lençol freático superficial. São áreas propensas a recalques, que podem danificar pavimentos, redes de infraestrutura ou mesmo edificações, além de serem mais sujeitas à inundação.

Na ADA, especificamente, será possível a identificação de ocorrência de três subcompartimentos da planície aluvial, com características distintas: (i) as áreas de solos moles, representadas pelos antigos meandros do Rio Tietê; (ii) as terras baixas sujeitas a inundações e (iii) os terraços elevados em relação as anteriores.

Do ponto de vista de importância para a obra de implantação da Linha 6 - Laranja, destaca-se a presença na porção central do traçado projetado de uma grande área (ao longo do Rio Tietê) com potencial ocorrência de argilas moles e compressíveis. Nessa porção de terreno, a planície aluvial chega a atingir mais de 2 km, com presença de zonas de terras moles e solos compressíveis de cerca de 1 km ao longo da calha do rio, representado pela existência de argilas compressíveis dos antigos meandros do rio Tietê. Estes solos possuem espessuras de até 10 metros.

Neste tipo de solo existe grande propensão a ocorrência de recalques excessivos ou diferenciais com danificação de edificações e redes de infra-estrutura, além de recalques diferenciais dos pavimentos viários pela baixa capacidade de suporte, adensamento das argilas compressíveis e pelo rebaixamento do nível d'água.

Além disso, estas áreas são sujeitas a enchentes, inundação e assoreamento dos cursos d'água e apresentam dificuldade de escoamento de águas pluviais devido à sua baixa declividade.

Podem ocorrer problemas de estabilidade precária de paredes de escavação (pela presença de argilas e areias), erosão e solapamento de margens de córregos e saias de aterro e ocorrência de "piping" associado a tubulações enterradas nos níveis mais arenosos.

No caso do Rio Tietê é comum a ocorrência de antigas cavas de mineração e meandros abandonados que foram preenchidos por resíduos urbanos e industriais diversos, em grande parte já incorporados ao tecido urbano, visto que durante muitos anos estes locais foram utilizados para extração de areia e deposição de resíduos.

O terceiro compartimento ocorre na região norte, após a planície de inundação do Rio Tietê, onde existem terrenos pertencentes aos **Maciços de Solo e Rocha Graníticos (Gr)**. Como característica principal estes terrenos apresentam solo superficial de textura argilo-arenosa com espessura variando de 1 a 3 metros nas áreas de relevo com declividades inferiores a 25%. O solo de alteração tem característica areno-argiloso e pode atingir espessuras de mais de 10 metros.

Os problemas geotécnicos mais comuns nesta unidade são os processos de ravinamento nos solos de alteração e, quando da presença de matacões, dificuldade de escavação e de cravação de estacas, recalques diferenciais e riscos de descalçamento e rolamento. A partir de 25% de declividade a erosão e a instabilidade podem ser facilitadas pela estrutura do solo de alteração. Acima de 60% são comuns os escorregamentos em taludes de corte ou aterro mal executados.

É importante destacar que o trecho final do traçado, em sua porção extremo Norte, encontra-se na área da antiga Pedreira Morro Grande (Anhanguera 3), o que sugere a existência de rochas fraturadas devido as explosões efetuadas ao longo dos anos de atividade da pedreira para a extração de brita.

O Quadro 8.2.6.2-1, apresentado a diante, consolida as principais característica e informações de ordem geotécnica das unidades homogêneas comentadas anteriormente.

Quadro 8.2.6.2-1
Unidades Geotécnicas Homogêneas – ADA e entorno imediato

Litologias	Unidades Geotécnica	Feições Geomorfológicas	Aspectos Geotécnicos (SS): Solo Superficial (AL): Depósitos Aluviais (TC): Sedimento Terciário (SA): Solo de Alteração (RMA): Rocha Muito Alterada	Potenciais Problemas Esperados (Dinâmica do Meio Físico)
Aluvião	Planície Aluvial	Terrenos baixos e planos junto aos rios e córregos. Declividade geralmente inferiores a 5%. As planícies aluviais são bem desenvolvidas e estão sujeitas periodicamente a inundações, enquanto que os terraços fluviais, alçados de poucos metros em relação as várzeas, não são inundáveis.	AL - Horizonte superior pouco desenvolvido, predominantemente argiloso, orgânico, com restos vegetais. Horizonte inferior constituído por materiais de granulometria variada, com predominância de areia nas ocorrências mais expressivas. Espessuras variando desde alguns centímetros até 6m, podendo atingir localmente cerca de 20m. Sedimentos inconsolidados com baixa capacidade de suporte, notadamente em presença de camadas de argila orgânica. Nível freático próximo à superfície ou aflorante. Nota: É comum encontrar sobreposto a esses horizontes deposição de materiais erodidos e resíduos domésticos e industriais.	Assoreamento das várzeas; enchentes periódicas; dificuldade na drenagem e escoamento das águas servidas e pluviais; nível freático próximo a superfície do terreno; estabilidade precária das paredes de escavação; solapamento das margens dos cursos d'água; recalque das fundações.
Sedimentos das Formações São Paulo e Resende	Sedimentos Terciários	Amplitudes predominantes em torno de 40 m, podendo atingir até 70 m. Declividades predominantes entre 10 e 20% e raramente maior que 35%, geralmente no terço inferior das encostas e nas cabeceiras de drenagem. Encostas com perfis convexos e retilíneos com superfícies levemente sulcadas. Topos amplos e arredondados. Vales fechados com planícies aluviais restritas. Drenagem de média a baixa densidade	SS - Argilo-arenoso, espessura de até 3m, baixa erodibilidade, frequentemente com linha de seixos na base. TC - Camadas intercaladas de argilas, siltes, areias finas argilosas e, subordinadamente, areias grossas e cascalhos. Localmente ocorrem níveis limoníticos. A espessura do pacote sedimentar é muito variável, atingindo até centenas de metros próximo às várzeas dos rios Tietê, Pinheiros e Tamanduateí.	Fenômenos erosivos naturais de pouca intensidade, manifestando-se principalmente na forma de erosão laminar. Os problemas de erosão (em sulcos e laminar) se limitam basicamente às áreas em que o solo de alteração é exposto (corte ou aterro), sem que se adote medidas de proteção superficial.

Litologias	Unidades Geotécnica	Feições Geomorfológicas	Aspectos Geotécnicos (SS): Solo Superficial (AL): Depósitos Aluviais (TC): Sedimento Terciário (SA): Solo de Alteração (RMA): Rocha Muito Alterada	Potenciais Problemas Esperados (Dinâmica do Meio Físico)
Xistos Gnaisses	Maciços de Solos e Rochas Gnáissicas	Relevo de Morrotes Altos e Morros Baixos Amplitudes entre 90 e 110 m. Declividades predominantes entre 20 e 35% nas porções superiores das encostas. Subordinadamente, entre 10 a 20% nos topos e maior que 35% no terço inferior das encostas e nos anfiteatros. Encostas com perfis retilíneos a convexos e superfícies razoavelmente entalhadas por ravinas, com frequentes anfiteatros. Topos estreitos e alongados. Vales fechados e assimétricos com planícies aluviais restritas. Drenagem de alta densidade.	→ XISTOS: SS - Xisto micáceo (micaxisto) - Argiloso, espessura de 2 a 3 metros, baixa erodibilidade. SA - Xisto micáceo (micaxisto) - Siltoso, micáceo, com foliação preservada, bastante espesso, podendo atingir até algumas dezenas de metros com transição gradual para RMA, média a alta erodibilidade. SS - Xisto quartozo - Argilo-arenoso, espessura de 2 a 3 metros, baixa erodibilidade. SA - Xisto quartozo - Silto-arenoso, micáceo, com foliação preservada, bastante espesso, podendo atingir até algumas dezenas de metros com transição gradual RMA, alta erodibilidade. → GNAISSES: SS - Argilo-arenoso, espessura de até 2 metros, baixa erodibilidade. SA - Areno-siltoso, pouco micáceo com grânulos de quartzo, espessura da ordem de poucas dezenas de metros, média a alta erodibilidade. Foliação e bandamento preservados no SA de Gnaiss. Ocorrências de matações imersos no SA e em superfície, em grande quantidade nos domínios das rochas graníticas.	→ XISTOS: Erosão laminar e sulcos rasos nos leitos das ruas e taludes de corte; erosão em sulcos profundos e ravinas em aterros constituídos por material predominantemente siltoso e micáceo (SA de xisto); queda de blocos (xisto). instabilidade dos taludes de corte condicional principalmente à presença de planos de foliação e fraturas em posição espacial desfavorável; baixa resistência ao cisalhamento e franca erodibilidade em aterros com material de SA essencialmente siltoso e micáceo. → GNAISSES: Alta susceptibilidade à erosão dos solos de alteração que se manifesta em sulcos e ravinas, em cortes e em aterros; dificuldades de terraplenagens e de abertura de valas, condicionadas pela presença de matações; queda de blocos em taludes de corte e em encostas por descalçamento e por erosão do material terroso envolvente.

8.2.7) Recursos Hídricos Superficiais e Aspectos Hidrogeológicos

8.2.7.1) Recursos Hídricos Superficiais

⇒ Aspectos Metodológicos

O desenvolvimento e a consolidação do presente item se deram, inicialmente, através de uma revisão da bibliografia disponível e, posteriormente, com o subsídio de trabalhos específicos de campo, os quais permitiram a obtenção de informações a respeito de aspectos quantitativos e qualitativos dos recursos hídricos.

Importante destacar no desenvolvimento desses estudos foi observada, também, a Divisão Hidrográfica do Estado de São Paulo, instituída pela Lei 9.034, de 27 de dezembro de 1994, que aprovou a divisão do Estado em 22 Unidades Hidrográficas de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHI.

⇒ Área de Influência Indireta – AII e Área de Influência Direta

No âmbito regional a Linha 6 – Laranja e as suas áreas de influência, conforme definidas no presente estudo, encontram-se inseridas na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Alto Tietê - UGRHI 06 (conforme ilustrado adiante através da Figura 8.2.7.1-1), especialmente no trecho do rio Tietê compreendido entre os rios Tamanduateí e Pinheiros. Neste trecho os principais córregos contribuintes são: Pirituba, Itaguaçu (pertencente à bacia do rio Cabuçu de Baixo), Congo ou Verde e Mandaqui (margem direita do Tietê) e Cortume, Água Branca, Sumaré e Pacaembu (margem esquerda).



(SMA / DAEE, 2007)

Figura 8.2.7.1-1: Localização da UGRHI 06 no Estado de São Paulo

Por sua vez, especificamente no âmbito dos limites da AII, merece ser destacada a subdivisão de gerenciamento dos recursos hídricos, conforme ilustra a Figura 8.2.7.1-2, a seguir

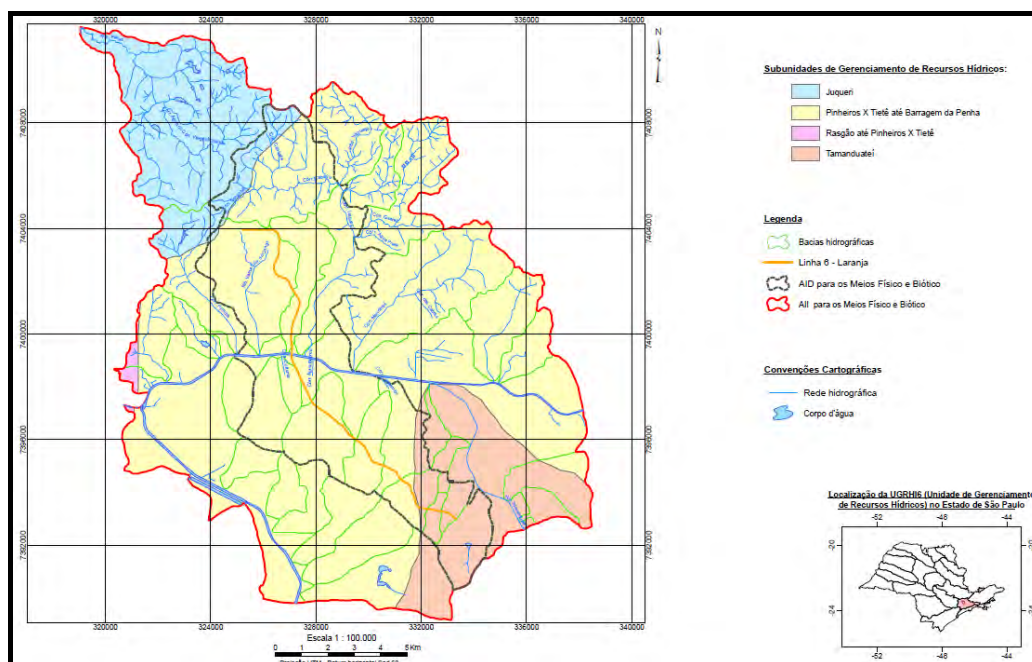
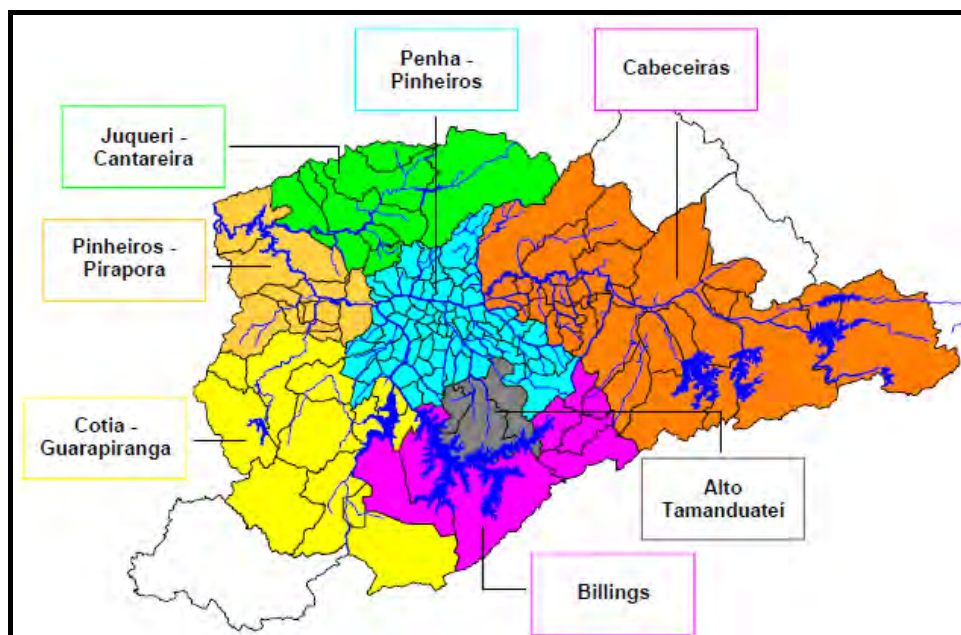


Figura 8.2.7.1-2: Subunidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos - All

Entretanto, considerando-se que Bacia Hidrográfica do Alto Tietê se divide em sete sub-bacias (Billings, Cotia-Guarapiranga, Cabeceiras, Juqueri-Cantareira, Penha-Pinheiros, Pinheiros-Pirapora –jusante– e Alto Tamanduateí), conforme ilustrado a seguir através da Figura 8.2.7.1-3, assume-se no presente estudo que especial ênfase será dada às *sub-bacias* “Penha-Pinheiros”, “Tamanduateí” e “Juqueri-Cantareira”, as quais englobam de forma geral grande parcela das áreas de influência definidas para a Linha 6.



Fonte: Plano da Bacia do Alto Tietê 2002. Nota: Mapa sem escala definida.

Figura 8.2.7.1-3: Distribuição das Sub-bacias que integram a Bacia Hidrográfica do Alto Tietê

✓ **Caracterização Hidrográfica Básica**

Na Área de Influência Indireta – AII – do empreendimento alguns dos corpos hídricos possuem suas nascentes na Serra da Cantareira em áreas de mata nativa e topografia desfavorável à construção, mantendo assim suas características naturais. A maior parte destas nascentes está inserida em loteamento de alto padrão ainda sem nenhuma construção, que compreende a sub-bacia do córrego Itaguaçu. Na medida em que avança, este curso d'água passa a ter suas margens também ocupadas, tendo suas características naturais alteradas como os outros corpos hídricos presentes nas áreas de influência do empreendimento.

Com o crescente ritmo de ocupação urbana, áreas baixas como nas junções do rio Tietê e seus afluentes foram sendo sistematicamente aterradas, e conseqüentemente, sua rede hídrica descaracterizada. O próprio rio Tietê, por exemplo, foi alvo de retificação, extinguindo-se seus antigos meandros. Esta dinâmica criou uma dificuldade ao escoamento das águas superficiais, o que levou, somado a outros fatores, a eventos de constantes inundações verificadas em épocas de chuvas.

A Figura 8.2.7.1-4, mostrada adiante, apresenta o Diagrama Unifilar da AII / AID estabelecidas para o empreendimento sendo que do mesmo é possível se verificar que as principais sub-bacias presentes na Área de Influência Indireta – AII do empreendimento são: sub-bacia do rio Pinheiros, sub-bacia do rio Tamanduateí, sub-bacia do rio Cabuçu de Baixo, além da presença do próprio rio Tietê, no qual deságuam os três rios supracitados.

Vale lembrar que as duas primeiras sub-bacias são integrantes da sub-bacia Penha-Pinheiros, e a terceira é integrante da sub-bacia Juqueri-Cantareira. Segundo o Plano da Bacia do Alto Tietê (2002), as sub-bacias Penha-Pinheiros e Juqueri-Cantareira apresentam 1.019 km² e 713 km² de área de drenagem.

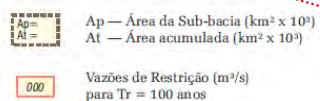


Figura 8.2.7.1-4: Diagrama Unifilar / Bacia do Alto Tietê (no detalhe: All)

EIA-RIMA – Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental
LINHA 6 – LARANJA / Trecho São Joaquim - Brasília

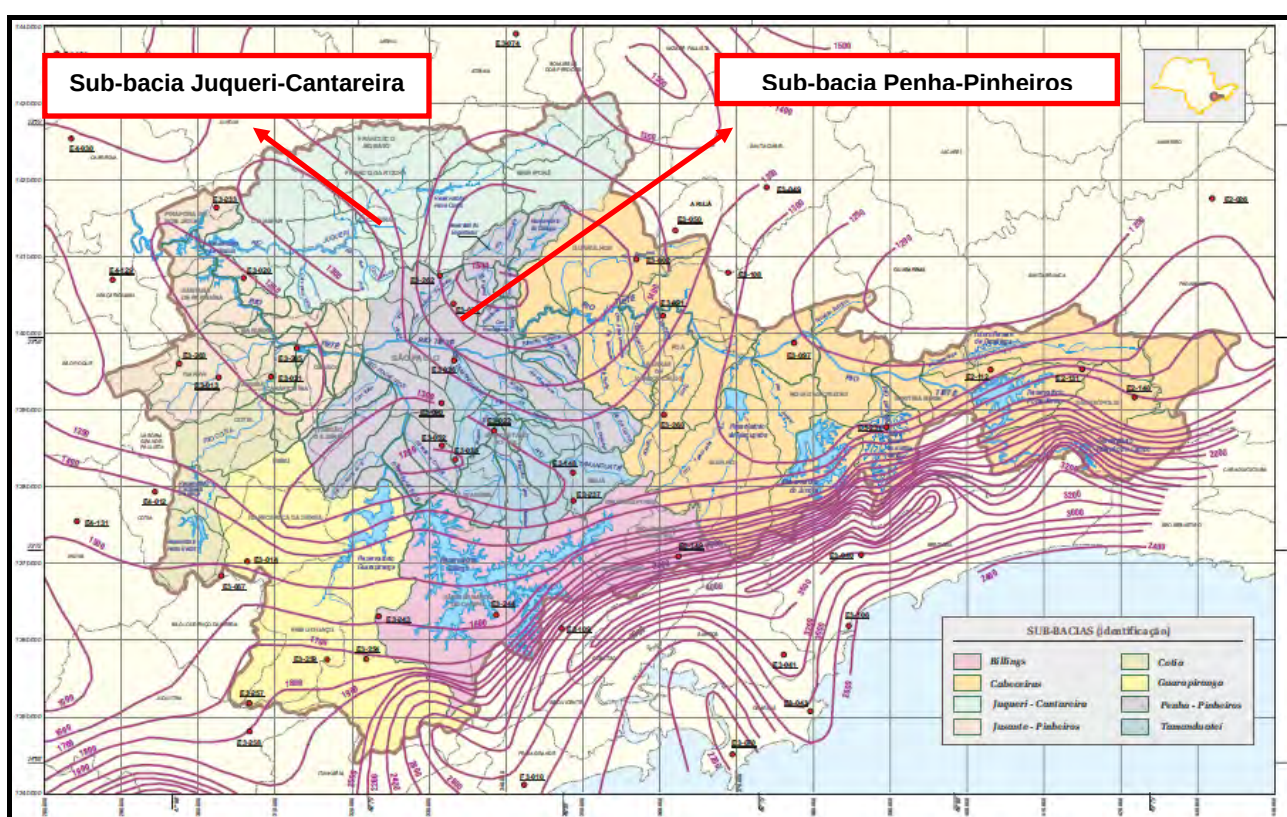
CAPÍTULO III

CODIGO: RT-6.00.00.00/8N4-001	EMISSÃO: 31/10/2011	Folha: 212
APROVAÇÃO: / /	VERIFICAÇÃO: / /	REVISÃO: B

✓ Caracterização Hidrológica Básica

Segundo o Plano da Bacia do Alto Tietê (2002), a precipitação média nesta Bacia é de 1.400 mm/ano, com eventos de precipitações mais intensos na área próxima a Serra do Mar, diminuindo em direção ao interior. Restritamente à área da sub-bacia Penha-Pinheiros, a precipitação média anual é de 1.438 mm, enquanto na sub-bacia Juqueri-Cantareira ela é de 1.440 mm.

A Figura 8.2.7.1-5 exibe as isoietas da precipitação anual média para a Bacia do Alto Tietê, com destaque para a Sub-bacia Penha-Pinheiros e Juqueri-Cantareira, a partir das quais é possível determinar a disponibilidade hídrica da Bacia do Alto Tietê através do método de regionalização das vazões, definido pelo DAEE.

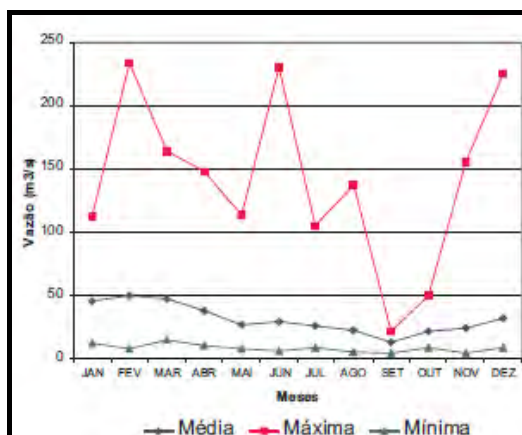


Fonte: Plano da Bacia do Alto Tietê 2002

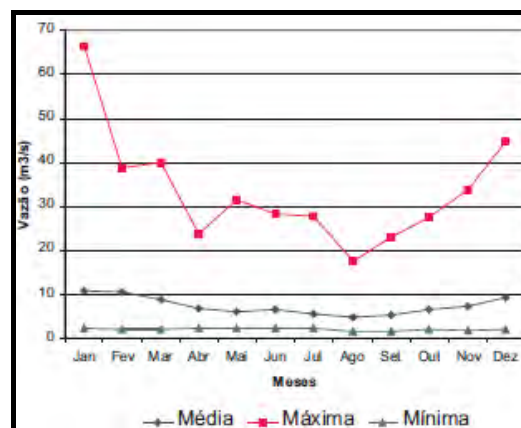
Figura 8.2.7.1-5: Isoietas de Precipitação / Média Anual para a Bacia do Alto Tietê, com destaque para as Sub-bacias Juqueri-Cantareira e Penha-Pinheiros

Por sua vez, a Figura 8.2.7.1-6, (a até e), mostrada adiante, apresenta as vazões (mínima, média e máxima) para cinco sub-bacias (Tietê - Cabeceiras, Juqueri-Cantareira, Tamanduateí, Billings e Guarapiranga) inseridas na Bacia do Alto Tietê.

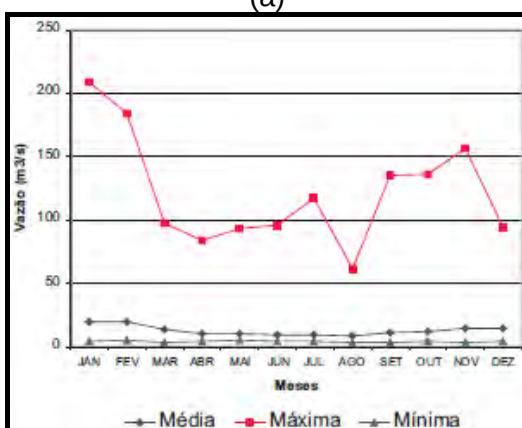
Ressalta-se que os gráficos apresentados nesta Figura são resultados do método de regionalização das vazões definido pelo DAEE, não considerando as alterações proporcionadas pela ocupação antrópica.



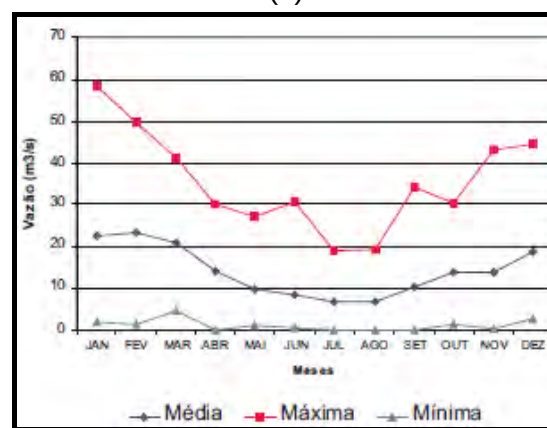
(a)



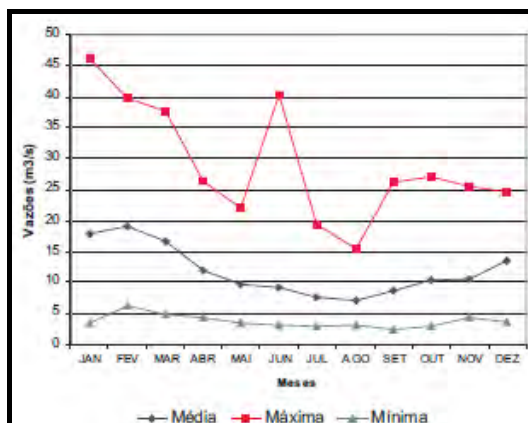
(b)



(c)



(d)



(e)

Figura 8.2.7.1-6: Estimativa de Vazão para as Sub-bacias Tietê – Cabeceiras (a); Juqueri – Cantareira (b); Tamanduateí (c); Billings (d) e Guarapiranga (e)

Conforme apresentado no Plano Estadual de Recursos Hídricos 2004/2007 (CRH 2006), a produção hídrica superficial das sete sub-bacias pertencentes à Bacia do Alto Tietê apresenta as seguintes características:

EIA-RIMA – Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental
LINHA 6 – LARANJA / Trecho São Joaquim - Brasília

CAPÍTULO III

CODIGO: RT-6.00.00.00/8N4-001	EMIÇÃO: 31/10/2011	Folha: 214
APROVAÇÃO: / /	VERIFICAÇÃO: / /	REVISÃO: B

- Q_{lp} (vazão média de longo período) = $84\text{m}^3/\text{s}$;
- $Q_{7,10}$ (vazão mínima média de 7 dias consecutivos e 10 anos de período de retorno) = $20\text{m}^3/\text{s}$;
- $Q_{p95\%}$ (vazão mínima de 95% de permanência no tempo) = $31\text{m}^3/\text{s}$.

✓ **Uso dos Recursos Hídricos e Demanda**

A Bacia Hidrográfica do Alto Tietê apresenta forte escassez de água (quando relacionada ao consumo da população ali contida) sendo que o consumo total de água dessa bacia excede, em muito, sua própria produção hídrica (Plano da Bacia do Alto Tietê – CBHAT 2002).

A produção de água para abastecimento público está hoje em $63,0\text{m}^3/\text{s}$, dos quais $31,0\text{m}^3/\text{s}$ são importados da Bacia do Rio Piracicaba, localizada ao norte da Bacia do Alto Tietê. Outros $2,0\text{m}^3/\text{s}$ são provenientes de outras reversões menores dos rios Capivari e Guaratuba. Este volume atende a 99% da população da bacia. A Bacia do Alto Tietê consome ainda $2,6\text{m}^3/\text{s}$ para irrigação.

A demanda industrial é parcialmente atendida pela rede pública (15% do total distribuído) e parte por abastecimento próprio através de captações e extração de água subterrânea. O crescimento da demanda ocorre não somente pelo crescimento da população e dos setores industriais, agrícola e de serviços, mas também pela necessidade de extensão da rede distribuidora.

• **Outorgas DAEE**

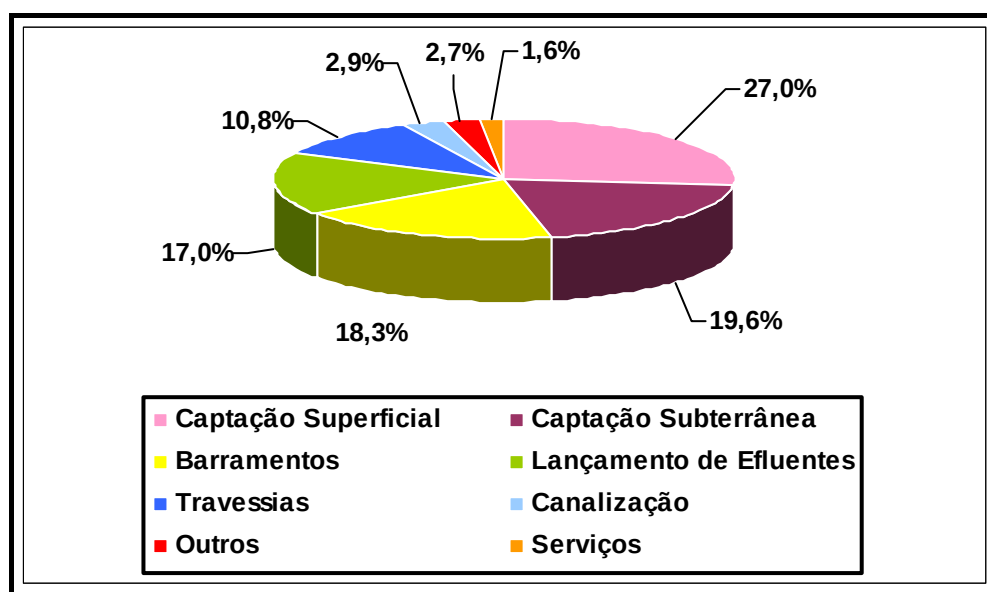
A outorga de direito de uso das águas é um dos instrumentos de gestão de recursos hídricos, previsto na Lei Federal nº. 9.433/1997, bem como na Lei Estadual nº. 7.663/91.

A competência para administrar e conceder outorgas quanto aos aspectos quantitativos no âmbito de rios federais é da Agência Nacional das Águas (ANA). No âmbito dos rios de domínio estadual e águas subterrâneas, em São Paulo, cabe ao Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE (Lei nº. 7.663/91 – Art. 7º das Disposições Transitórias).

A outorga de uso das águas em rios de domínio estadual está regulamentada pelo Decreto nº. 41.258 de 31 de outubro de 1996, e pela Portaria DAEE nº. 717, de 31 de dezembro de 1996. A outorga guarda estreita ligação com os Planos de Recursos Hídricos, com o enquadramento dos corpos d'água e com a cobrança pelo uso d'água.

Segundo o Artigo 13º da Política Nacional de Recursos Hídricos: *“Toda outorga estará condicionada às prioridades estabelecidas nos Planos de Recursos Hídricos e deverá respeitar a classe em que o corpo de água estiver enquadrado e a manutenção de condições adequadas ao transporte aquaviário, quando for o caso”*.

A Figura 8.2.7.1-7 consolida um resumo das vazões outorgadas por uso / finalidade na UGRHI-06, realizado até Junho de 2004.



Fonte: PERH, DAEE 2004-2007

Figura 8.2.7.1-7: Resumo das Vazões Outorgadas por Uso/Finalidade na Bacia do Alto Tietê

A captação superficial de água é o principal uso outorgado (27%), tendo como principal finalidade o abastecimento público, seguida pela captação subterrânea (19,6%), barramentos (18,3%) e lançamentos de efluentes (17%).

- **Estimativas de Demanda de Água**

A estimativa das demandas (fontes superficiais e subterrâneas), em 2004, efetuada no âmbito do Plano Estadual de Recursos Hídricos, PERH 2004/2007 (CRH, 2006) chegou a um total demandado de 79,43 m³/s, para a UGRHI 06, sendo: (i) urbana = 68,50 m³/s; (ii) industrial = 10,93 m³/s.

- **Demandas Urbanas de Saneamento Ambiental**

As demandas urbanas são as chamadas demandas da clientela (residencial e não residencial), servida pelos concessionários de sistemas públicos de abastecimento de água, acrescidas das necessidades das ETAs e das perdas físicas do sistema de distribuição, representando assim as vazões a serem captadas por esses sistemas. Incluem-se nessa categoria os sistemas de tratamento de esgotos.

As demandas urbanas projetadas para a UGRHI 06, constantes no PERH 2004/2007 (CRH, 2006), a serem atendidas pelos sistemas de abastecimento público (produção de água) e tratamento de esgotos, para os anos de 2004, 2007 e 2020, são apresentadas, a seguir, através do Quadro 8.2.7.1-1.

Quadro 8.2.7.1-1
Estimativa de Demandas (vazão em m³/s)

Ano	Produção de Água	Tratamento de Esgotos
2004	68,50	42,04
2007	71,20	45,55
2020	79,00	50,83

Fonte: CRH 2006

▪ Outras Demandas

Em relação à irrigação, no âmbito da Bacia do Alto Tietê, conforme o PERH 2004/2007, não ocorreu aumento de consumo de água para irrigação, mantendo-se o valor de 3,59 m³/s, nos anos de 2004 e 2007.

No aspecto de geração de energia hidrelétrica, na região da UGRHI 06 tem-se a maior incidência de obras hidráulicas do Estado de São Paulo (Usinas Hidrelétricas e seus reservatórios). Dessa forma constam nesta Unidade de Gerenciamento 24 (vinte e quatro) obras hidráulicas, sendo que 5% da área total desta Bacia está inundada por reservatórios.

⇒ **Área Diretamente Afetada - ADA**

Com base em um trabalho de campo específico, desenvolvido ao longo do traçado projetado da Linha 6 - Laranja, apoiado por uma base cartográfica oficial (reproduzida adiante, através das Figuras 8.2.7.1-8 a 8.2.7.1-10), buscou-se a identificação dos cursos d'água que, de alguma maneira, poderão ser interferidos "pontualmente" (transposição) pela implantação do empreendimento. O Quadro 8.2.7.1-2, a seguir, consolida a identificação e localização desses cursos d'água.

Quadro 8.2.7.1-2
Localização dos Pontos / Cursos d'Água a serem transpostos pela Linha 6 - Laranja

Identificação	Nome / Referência	Longitude	Latitude
1	Afluente do Ribeirão Verde	326.910	7.402.022
2	Córrego Água da Pedra	327.375	7.401.012
3	Córrego Água da Pedra	327.135	7.400.372
4	Córrego Água da Pedra	327.072	7.399.741
5	Rio Tietê	327.095	7.399.233
6	Córrego Água Branca	327.797	7.397.504
7	Córrego da Água Preta	327.984	7.397.247
8	Córrego Sumaré	329.075	7.396.410
9	Córrego Pacaembu	330.017	7.395.371
10	Córrego Saracura	331.636	7.394.015
11	Córrego Itororó	332.632	7.393.257
12	Afluente do Rio Tamanduateí	333.143	7.393.091

Decorrente do referido trabalho ficou evidenciado, ainda, que as porções de terreno onde se projeta a implantação Linha 6 estão totalmente inseridas em zonas fortemente urbanizadas e antropizadas que, de forma geral, provocam alterações nas características naturais dos cursos d'água, como por exemplo, retificações e/ou canalizações dos mesmos (por vezes enterradas), além de os tornarem receptores dos mais diversos tipos de detritos / resíduos urbanos, que, visivelmente, alteram a qualidade das águas e provocam o assoreamento dos mesmos.

INSERIR:

Figura 8.2.7.1-8: Localização das Potenciais Interferências nos Corpos D'água / ADA
(Folha Articulada 1/3 – Subtrecho Norte)

INSERIR:

Figura 8.2.7.1-9: Localização das Potenciais Interferências nos Corpos D'água / ADA
(Folha Articulada 2/3 – Subtrecho Central)

INSERIR:

Figura 8.2.7.1-10: Localização das Potenciais Interferências nos Corpos D'água / ADA
(Folha Articulada 3/3 – Subtrecho Sul)

⇒ Usos e Qualidade das Águas

✓ Área de Influência Indireta – AII, Área de Influência Direta – AID e Área Diretamente Afetada – ADA

O Decreto Estadual 10.755, de 22 de Novembro de 1977, dispõe sobre o enquadramento dos corpos de água receptores na classificação prevista no Decreto nº 8.468/76.

O Decreto Estadual nº 8468, de 08 de setembro de 1976, que aprova o regulamento da Lei nº 997/76, que dispõe sobre a prevenção e controle da poluição do meio ambiente no Estado de São Paulo, estabeleceu a classificação das águas interiores segundo os usos preponderantes, conforme segue:

“Art. 7º - As águas interiores situadas no território do Estado, para os efeitos deste Regulamento, serão classificadas segundo os seguintes usos preponderantes:

I - Classe 1: águas destinadas ao abastecimento doméstico, sem tratamento prévio ou com simples desinfecção;

II - Classe 2: águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional, à irrigação de hortaliças ou plantas frutíferas e à recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho);

III - Classe 3: águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional, à preservação de peixes em geral e de outros elementos da fauna e da flora e à dessedentação de animais;

IV - Classe 4: águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento avançado, ou à navegação, à harmonia paisagística, ao abastecimento industrial, à irrigação e a usos menos exigentes.

§ 1º - Não há impedimento no aproveitamento de águas de melhor qualidade em usos menos exigentes, desde que tais usos não prejudiquem a qualidade estabelecida para essas águas.

§ 2º - A classificação de que trata o presente artigo poderá abranger parte ou totalidade da coleção de água, devendo o decreto que efetuar o enquadramento definir os pontos-limites.”

“Art. 8º - O enquadramento de um corpo de água, em qualquer classe, não levará em conta a existência eventual de parâmetros fora dos limites previstos para a classe referida devido a condições naturais”

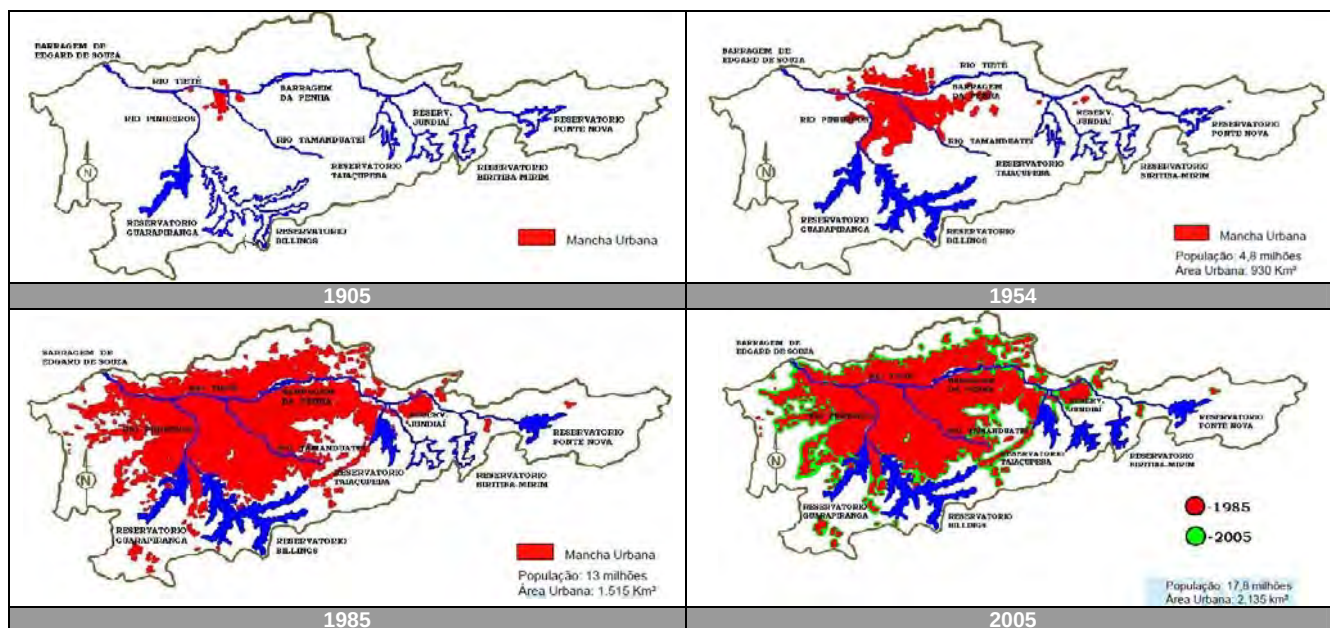
“Art. 9º - Não serão objeto de enquadramento nas classes deste Regulamento os corpos de água projetados para tratamento e transporte de águas residuárias.

Parágrafo Único - Os projetos de que trata este artigo deverão ser submetidos à aprovação da CETESB, que definirá também a qualidade do efluente.”

Merece observar que o Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA, através da Resolução nº 357, de 17 de março de 2005 (alterada pela Resolução 397, de 3 de Abril de 2008), dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Essa Resolução estabelece, além das quatro classes definidas pelo Decreto Estadual, também a classe Especial. Os rios enquadrados pelo Decreto 8.468/76 na classe I são considerados pela CETESB como de classe especial (CONAMA), uma vez que se enquadram nessas classes as águas destinadas ao abastecimento para consumo humano, com simples desinfecção.

O controle e gerenciamento da qualidade das águas é uma tarefa indispensável para o desenvolvimento e evolução das populações humanas, seja desenvolvimento social ou econômico, e ainda fundamental para a obtenção e manutenção da qualidade de vida. A degradação dos recursos hídricos devido ao aumento dos despejos de efluentes domésticos e industriais nos rios e córregos inseridos em regiões metropolitanas constitui um grave problema, não sendo diferente deste cenário a situação dos cinco córregos inseridos na região do presente estudo.

No âmbito da AII, sabe-se que o município de São Paulo e toda a região metropolitana geraram uma mancha urbana contínua ao longo do tempo que contribuiu diretamente com a degradação dos recursos hídricos superficiais.. A Figura 8.2.7.1-11 exibe o “ritmo” da mancha urbana para toda a RMSP, entre os anos de 1905 e 2005.



Fonte: Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê 2008

Figura 8.2.7.1-11: “Ritmo” da Mancha Urbana para a RMSP – 1905-2005

Neste cenário, portanto, é que estão inseridos os cursos d’água presentes nas áreas de influência da Linha 6 - Laranja, em especial os da AID e da ADA e, por consequência, entende-se que as condições ambientais dos mesmos são consideradas precárias do ponto de vista de qualidade físico-química das águas, capacidade de transporte hidráulico e presença de matas ciliares, em decorrência dos lançamentos de esgotos sanitários acima das respectivas capacidades de suporte dos corpos hídricos

Vale mencionar que a CETESB desenvolve anualmente o Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo, no qual apresenta os resultados da avaliação do monitoramento dos corpos d’água paulistas. Sua rede de águas superficiais possui 408 pontos de monitoramento localizados nos principais rios e córregos de todo o Estado, realizando análises químicas, físicas e biológicas.

Especificamente na Área de Influência Indireta da Linha 6 – Laranja do Metrô de São Paulo estão inseridos quatro daqueles pontos de monitoramento, estando dois deles localizados no próprio rio Tietê (TIET4180 e TIET4200), um no rio Tamanduateí (TAMT4900) e um no rio Pinheiros (PINH4900), conforme pode ser visualizado na Figura 8.2.7.1-12.

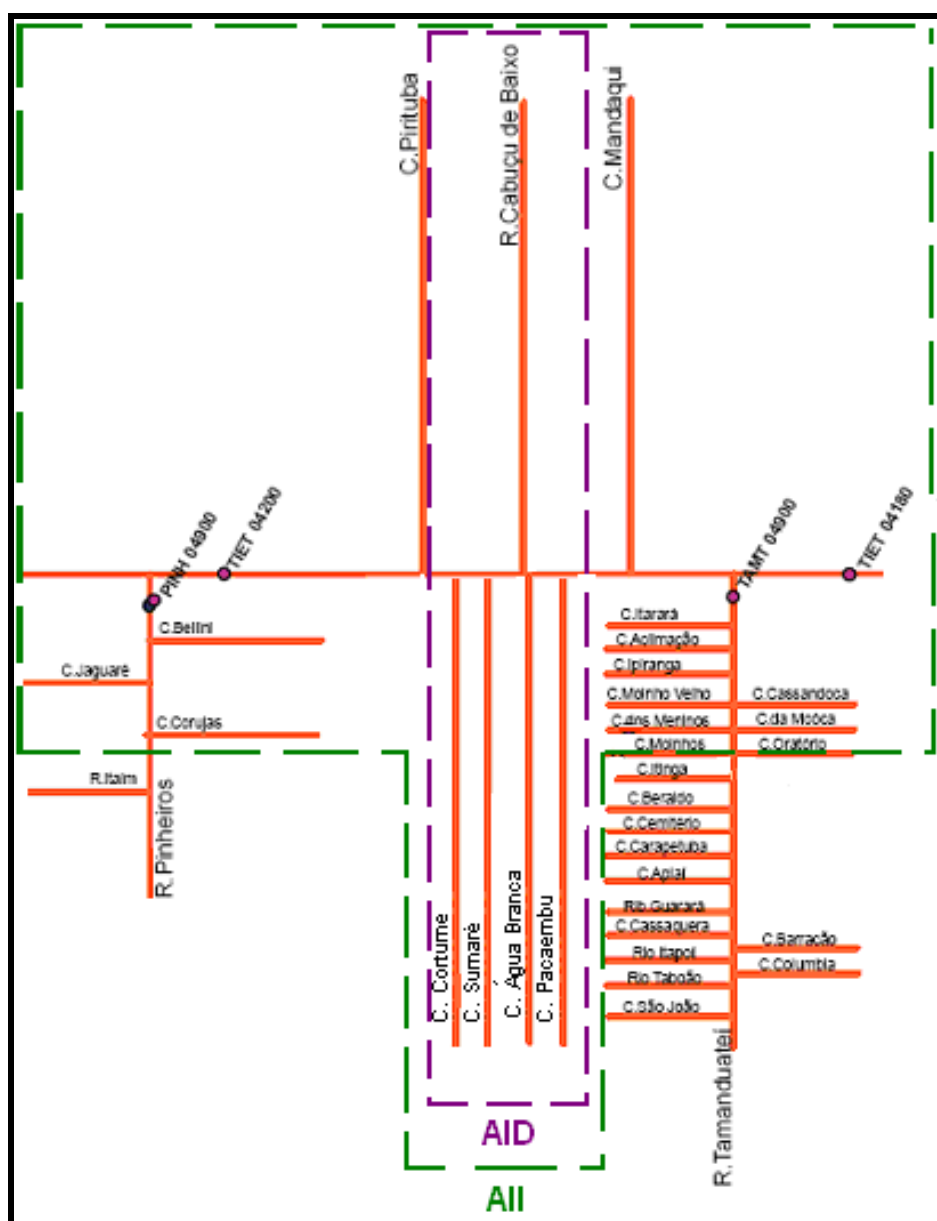


Figura 8.2.7.1-12: Diagrama Unifilar – Rio Tietê (AII / AID) e Pontos de Amostragens.

Assim, os dados consolidados no Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo, no ano de 2008, auxiliaram na classificação da qualidade das águas na região de interesse ao presente estudo. Para isso, foram analisados os parâmetros Demanda Bioquímica de Oxigênio ($DBO_{5,20}$), Oxigênio Dissolvido e Fósforo Total para os 4 pontos de monitoramento compreendidos na AII do empreendimento, conforme mostrado na Tabela 8.2.7.1-1.

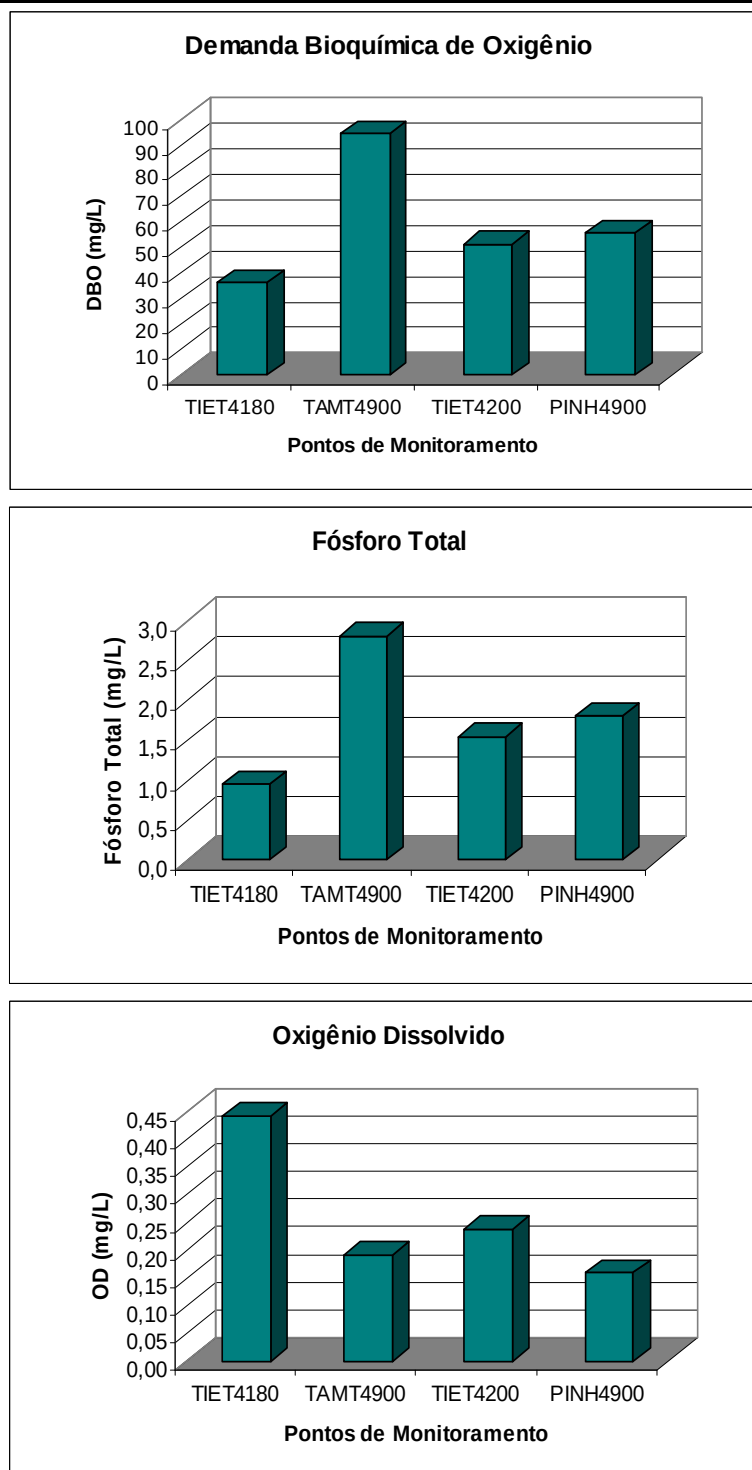
Esses três parâmetros foram selecionados dentre todos os apresentados no relatório da CETESB, pois estão diretamente relacionados à presença de matéria orgânica em corpos hídricos. Com isso, quanto maior a presença de Fósforo Total e a Demanda Bioquímica de Oxigênio e menores os níveis de Oxigênio Dissolvido na água, maiores os indícios de que ocorrem grandes descargas de esgoto sanitário no corpo hídrico.

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO_{5,20}) representa a quantidade de oxigênio necessária para degradar a matéria orgânica num período de cinco dias à temperatura de 20°C, e seus valores para um rio considerado de classe 1 devem estar abaixo de 3mg/L. Quanto aos valores de Oxigênio Dissolvido, para corpos d'água de classe 1, os mesmos devem estar acima de 6 mg/L, enquanto as concentrações de Fósforo Total devem ser inferiores a 0,1mg/L para que o rio seja dessa mesma classe.

Tabela 8.2.7.1-1
Concentrações de DBO_{5,20}, OD e Fósforo Total medidos no ano de 2008
(pontos TIET4180, TAMT4900, TIET4200 e PINH4900)

PONTO DE MONITORAMENTO	PARÂMETRO (mg/L)	2008						MÉDIA
		JAN	MAR	MAI	JUL	SET	NOV	
TIET4180	DBO	24,00	23,00	22,00	68,00	61,00	19,00	36,17
	OD	0,13	0,30	0,40	0,07	0,15	1,60	0,44
	Fósforo Total	0,81	1,25	0,65	2,40	0,04	0,54	0,95
TAMT4900	DBO	40,00	57,00	116,00	140,00	123,00	91,00	94,50
	OD	0,30	0,07	0,15	0,21	0,20	0,21	0,19
	Fósforo Total	1,77	2,11	3,34	3,91	3,05	2,63	2,80
TIET4200	DBO	24,00	37,00	37,00	71,00	84,00	55,00	51,33
	OD	0,07	0,07	0,21	0,07	0,50	0,50	0,24
	Fósforo Total	0,41	0,89	1,28	2,57	2,70	1,39	1,54
PINH4900	DBO	49,00	61,00	29,00	89,00	74,00	32,00	55,67
	OD	0,07	0,07	0,40	0,13	0,07	0,21	0,16
	Fósforo Total	1,83	2,14	0,74	2,81	2,39	0,94	1,81

Com base nos dados consolidados na Tabela 8.2.7.1-1 foram construídos gráficos específicos de tal forma representar as concentrações médias destes parâmetros, conforme mostrados a seguir através da Figura 8.2.7.1-13



Fonte: CETESB – Relatório de Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo.

Figura 8.2.7.1-13: Concentrações médias de DBO_{5,20}, OD e Fósforo Total no ano de 2008.

Analisando-se os dados consolidados, conforme expostos anteriormente, fica evidenciada de forma geral a degradação dos corpos hídricos avaliados neste trecho, remetendo-os à uma classificação de rios **Classe IV**.

Com relação à Demanda Bioquímica de Oxigênio e ao Fósforo Total, o rio Tamanduateí apresentou média de concentrações mais altas (94,5 e 2,8 mg/L, respectivamente), enquanto para Oxigênio Dissolvido as menores concentrações foram observadas no ponto localizado no rio Pinheiros (0,16 mg/L). Mesmo assim, analisando-se os três parâmetros para cada um dos pontos de monitoramento, pode-se perceber que o rio Tamanduateí possui qualidade das águas inferior aos outros.

Outro fator importante a ser observado é a relação que pode ser estabelecida entre os pontos de monitoramento analisados. Entre os pontos TIET4180 e TIET4200, por exemplo, pode-se perceber que os três parâmetros apresentados apontam para uma piora da qualidade das águas à jusante. Isso indica que os afluentes do rio Tietê entre estes dois pontos possuem baixa qualidade de suas águas, potencializando e contribuindo para a degradação deste rio. Estes afluentes constituem os corpos d'água que fazem parte das áreas de influência da Linha 6 – Laranja do Metrô, como os córregos Água Branca, Sumaré, Cortume e Pirituba, além do rio Tamanduateí. Com isso, torna-se difícil fundamentar o real estado dos pequenos córregos baseando-se apenas nos dados indicativos de qualidade da água aqui apresentados, uma vez que a sub-bacia do Tamanduateí corresponde à maior contribuição afluente no trecho analisado e suas águas já estão bastante comprometidas.

Existem ainda alguns corpos hídricos localizados bem ao norte da Área de Influência Indireta do empreendimento pertencentes à sub-bacia do rio Cabuçu de Baixo que nascem na Serra da Cantareira e, portanto, apresentam melhor qualidade das águas do que os córregos inseridos em áreas já urbanizadas. No entanto, trata-se de uma parcela pequena se comparada à área de influência como um todo e, na medida em que avança pelo município de São Paulo até desaguar no rio Tietê por meio do córrego Itaguaçu, passa a ser foco de despejos de esgoto clandestino, lixo e outros resíduos que comprometem a qualidade de suas águas.

8.2.7.2) Recursos Hídricos Subterrâneos

⇒ Aspectos Metodológicos

A análise do presente item será realizada através do diagnóstico dos sistemas aquíferos regionais, incidentes nas áreas sob influência indireta e direta do empreendimento projetado, tendo como base principal as informações disponíveis na bibliografia pertinente ao tema, com destaque para os trabalhos do DAEE - *Mapa de Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo: escala 1:1.000.000*: nota explicativa – São Paulo: DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica : Instituto Geológico: IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo: CPRM Serviço Geológico do Brasil, 2005.

Complementarmente, visando o estudo de maior detalhe referente à Área Diretamente Afetada, foi utilizado o *Mapa Hidrogeológico da Bacia do Alto Tietê: escala 1:50.000*, do Instituto de Geociências da USP / Laboratório de Informática Geológica - 1999.

A ilustração cartográfica do tema em pauta se dá através do “*Mapa Hidrogeológico da AII e AID*” (MF-LLJ-06), correspondente à compilação (com adequações) dos estudos e produtos cartográficos mencionados anteriormente

INSERIR

"Mapa Hidrogeológico da AII e AID" (MF-LLJ-06)

CODIGO: RT-6.00.00.00/8N4-001	EMIÇÃO: 31/10/2011	Folha: 227
APROVAÇÃO: / /	VERIFICAÇÃO: / /	REVISÃO: B

⇒ Área de Influência Indireta – All e Área de Influência Direta - AID

Nos limites da All e também da AID ocorrem, basicamente, dois Sistemas Aquíferos: o *Cristalino* e o *Sedimentar*, de idade terciária. Entretanto, devem ser citadas também as coberturas aluviais mais recentes, de idade quaternária, que se desenvolveram ao longo dos principais rios que drenam a região (em especial os rios Tietê, Pinheiros e Tamanduateí).

De forma geral o *Sistema Aquífero Cristalino* ocorre nos domínios das rochas cristalinas do embasamento. Seus limites coincidem aproximadamente com os divisores de drenagem superficial, nas cotas de 800 a 1.000 m e, no âmbito da All, predominam na porção Norte, após o rio Tietê.

Segundo o comportamento hidráulico das rochas é possível distinguir duas unidades neste sistema. O primeiro, relacionado às rochas intemperizadas, configura um aquífero de porosidade granular bastante heterogêneo, de natureza livre, com espessuras médias de 50 m.

Sob o manto de intemperismo e, muitas vezes conectado hidráulicamente, ocorre o aquífero cristalino propriamente dito, onde as águas circulam por descontinuidade da rocha (fraturas e aberturas). Esta unidade é de caráter livre a semilivre, heterogêneo e anisotrópico.

Por sua vez, o *Sistema Aquífero Sedimentar* abrange, grosso modo, aquela porção da All que está assentada sobre os depósitos terciários da Bacia Sedimentar de São Paulo que compreendem os aquíferos Quaternário, São Paulo e Resende, predominando na porção Sul da All, após o rio Tietê.

Este sistema aquífero é livre a semiconfinado, de porosidade primária e bastante heterogêneo. As altitudes médias das colinas situam-se nas cotas 760 m com máximos de 840 m no espigão da Av. Paulista e mínimo de 710 m na soleira de Barueri, no rio Tietê.

✓ Características Hidrodinâmicas dos Sistemas Aquíferos

Segundo o Relatório *Diagnóstico Hidrogeológico da Região Metropolitana de São Paulo – Relatório Final - 1994*, os principais parâmetros hidrogeológicos que definem as características geométricas dos aquíferos ora em análise podem ser sumarizados segundo os dados que consolidam o Quadro 8.2.7.2-1, a seguir.

Quadro 8.2.7.2-1
Principais Parâmetros Hidrogeológicos da Geometria dos Aquíferos

Domínios Hidrogeológicos (Aquíferos)	Extensão (km ²)	Espessura Média (m)	Porosidade Efetiva Média (%)	Taxa de Recarga Média (mm/ano)
Aquífero Cristalino	6.599	50	3,0	355
Aquífero São Paulo	1.452	100	6,0	355 a 661

Fonte: Diagnóstico Hidrogeológico da Região Metropolitana de São Paulo – Relatório Final 1994 SABESP/CEPAS/IG-USP

Ainda de acordo com a mesma bibliografia o aquífero cristalino é predominantemente livre e possui hidráulica fissural / mista, enquanto que o domínio de rochas sedimentares está acumulado em condições de aquífero livre e semi-confinado.

Em relação à profundidade destes dois tipos de aquíferos, para a Bacia Sedimentar de São Paulo a profundidade dos poços tubulares profundos varia entre 50 e 250m, enquanto que para o Sistema Aquífero Cristalino as profundidades dos poços variam entre 100 e 150m. Portanto as entradas de água neste caso variam entre 15 e 100m de profundidade e em 84% dos casos correspondem ao contato manto de intemperismo rocha sã.

O estudo utilizado considerou 230 poços locados nas zonas aquíferas das rochas cristalinas (zonas de fraturas e manto de alteração) e neste caso foi verificado que para estes 230 poços, as vazões variam entre 5,0 e 50 m³/h. Já para o Sistema Aquífero São Paulo, foram considerados 172 poços juntos ao cadastro do DAEE, o valor médio encontrado para a vazão neste tipo de aquífero foi de 9,5 m³/h.

As características hidráulicas do Sistema Aquífero Cristalino variam bastante, em função da pluviometria local, da litologia, topografia e tectonismo. No geral, os coeficientes de condutividade hidráulica variam entre 10⁻⁴ a 10⁻⁵ cm/s. Em relação ao Sistema Aquífero São Paulo, os valores de condutividade hidráulica são variáveis entre 3 x 10⁻³ e 7 x 10⁻⁴ cm/s e os coeficientes de armazenamento variam entre 6 x 10⁻³ e 7 x 10⁻⁴.

✓ **Potencial de Exploração dos Sistemas Aquíferos**

Segundo estudo da SABESP (1994), as potencialidades de água subterrânea na região do município de São Paulo, e por consequência na AII e AID, apresentam as seguintes características, conforme mostradas na Tabela 8.2.7.2-1.

Tabela 8.2.7.2-1
Características da Potencialidade de Água Subterrânea
na Região do Município de São Paulo, incluindo a AII e AID

Domínios Hidrogeológicos (Aquíferos)	Extensão (km ²)	Reservas Permanentes (milhões de m ³)	Reservas Reguladoras (milhões de m ³ /ano)	Disponibilidades (milhões de m ³ /ano)	Disponibilidades específicas (L/s.km ²)
Sistema Aquífero Cristalino	6.599	9.898	2.343	586	2,7
Sistema Aquífero São Paulo	1.452	8.857	898	224	4,8
Totais	8.051	18.755	3.241	810	7,5

Fonte: Diagnóstico Hidrogeológico da Região Metropolitana de São Paulo – Relatório Final 1994 SABESP/CEPAS/IG-USP

Obs:

- Reservas permanentes correspondem ao volume de água subterrânea contido no interior do aquífero, abaixo dos níveis potenciométricos mínimos e é estimado como o produto da extensão de sua área de ocorrência na região considerada, pela espessura saturada do aquífero a partir da superfície potenciométrica e pelo índice de porosidade efetiva para a condição de aquífero livre.
- A reserva reguladora corresponde ao volume de água que transita anualmente pelo aquífero e é responsável pela sustentação de todo escoamento básico que alimentam os corpos de água superficial de uma bacia hidrológica. Essa reserva é avaliada a partir do cálculo estimado do balanço hidrológico da bacia, com valores estabelecidos pelo DAEE em seus estudos de regionalização dos índices de vazão mínima por sub-bacias para o Estado de São Paulo em 1979.
- O tempo de residência da água subterrânea, no aquífero de volume considerado constante, resulta do quociente entre o volume da sua reserva permanente e a taxa anual de descarga, equivalente ao volume da reserva reguladora do aquífero.

⇒ **Área Diretamente Afetada - ADA**

A Figura 8.2.7.2-1, apresentada a seguir e construída sob a forma de um “recorte” do *Mapa Hidrogeológico da AII e AID / MF-LLJ-06*, mostra que na Área Diretamente Afetada – ADA (eixo principal projetado da Linha 6 e seu entorno imediato) ocorrem, basicamente, quatro unidades hidrogeológicas, cuja descrição das suas principais características já foi abordada nos itens anteriores.

- ✓ Aquíferos Quaternário, São Paulo e Resende (*Sistema Aquífero Sedimentar*); e
- ✓ Aquífero “A” (*Sistema Aquífero Cristalino*).

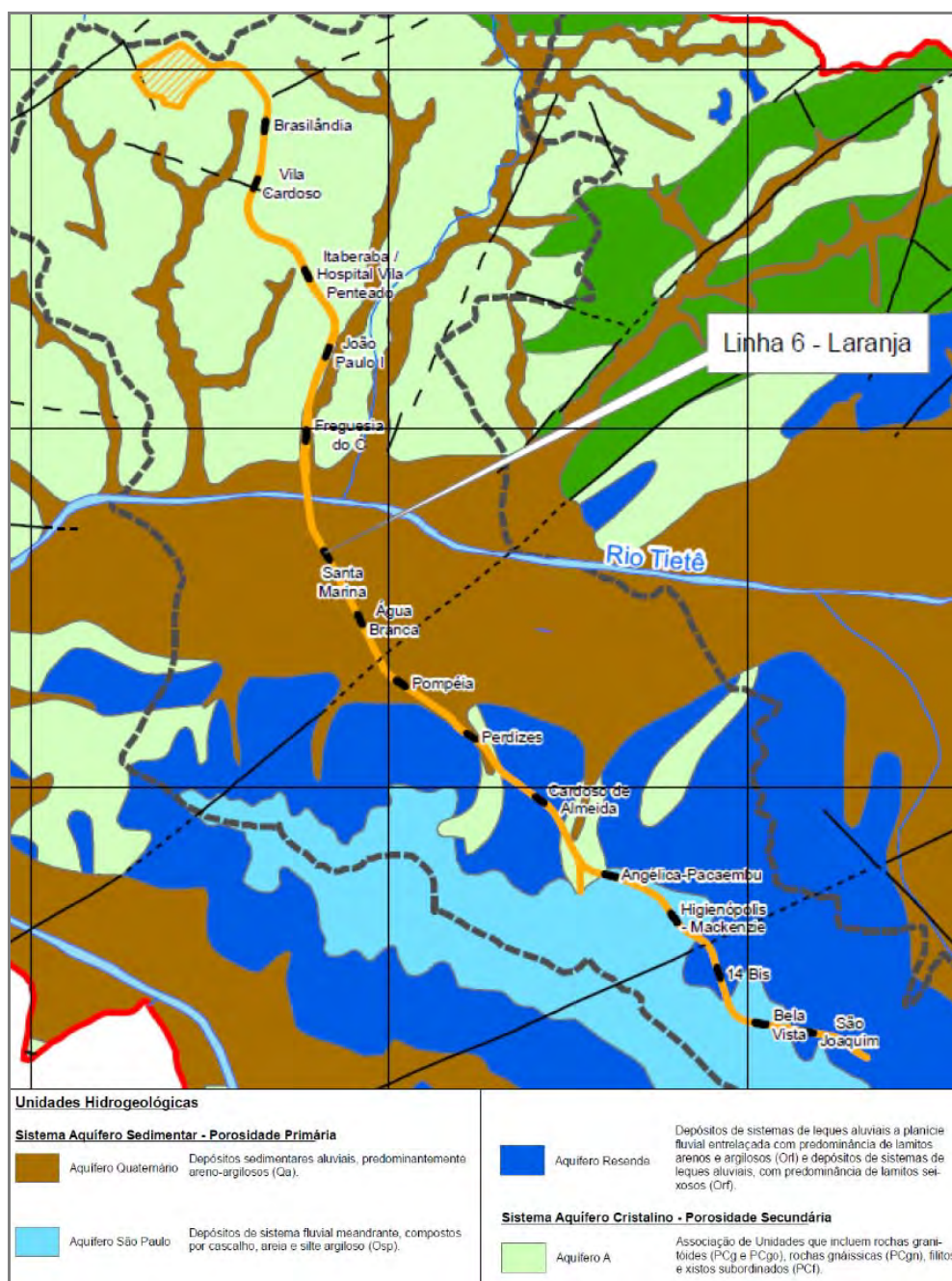


Figura 8.2.7.2-1: Sistemas Aquíferos com ocorrência na ADA

Tomando por base o cenário geral mostrado acima, as características hidrogeológicas do entorno imediato da área de implantação da Linha 6 - Laranja foram determinadas através de 64 poços cadastrados no SIAGAS – Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (CPRM), cuja localização referencial é apresentada a seguir através da Figura 8.2.7.2-2. Por sua vez, o Quadro 8.2.7.2-2, adiante, mostra a localização básica e as características gerais desses poços utilizados para o estudo.

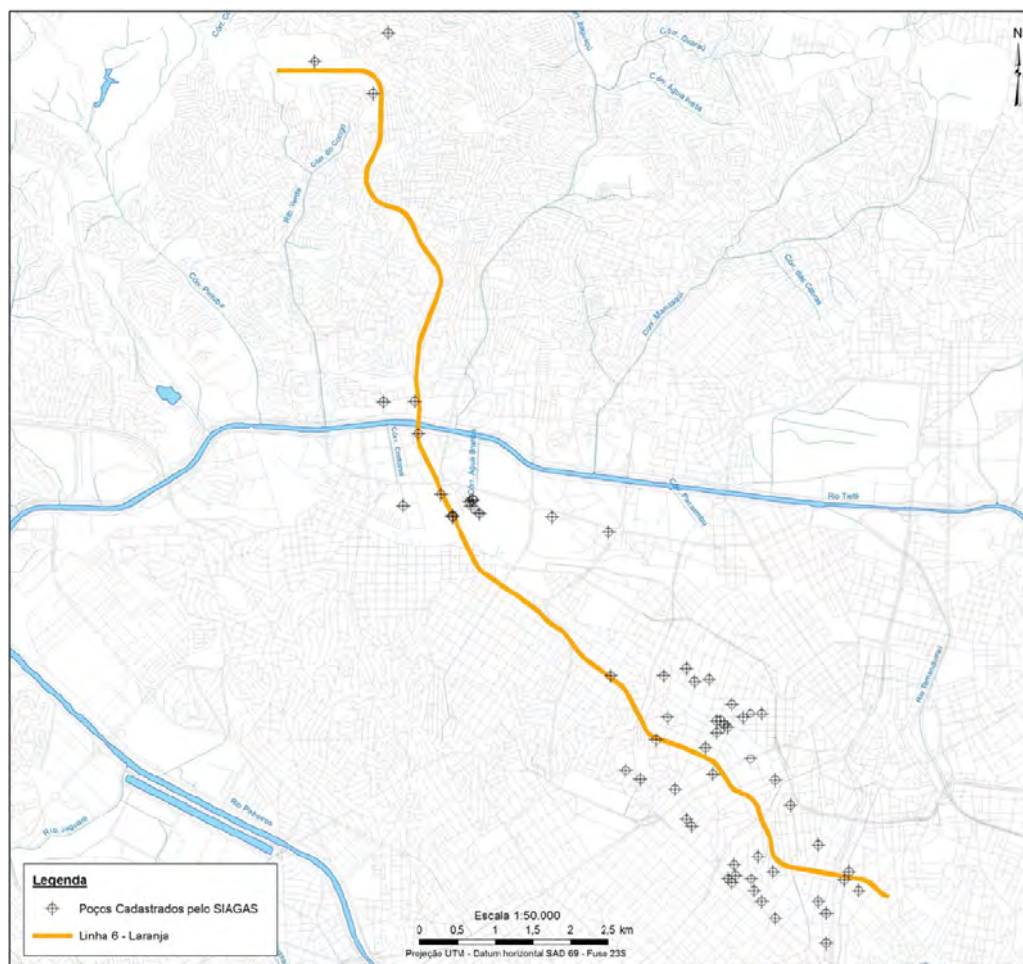


Figura 8.2.7.2-2: Localização referencial poços tubulares profundos, cadastrados na ADA

Dessa forma, foi possível estabelecer um estudo comparativo entre a hidrogeologia regional, representada pela AII e AID, e as características hidrogeológicas locais, representadas pelas informações contidas nos 64 poços da ADA, cadastrados pelo SIAGAS.

Quadro 8.2.7.2-2
Poços Cadastrados pelo SIAGAS / (Área Diretamente Afetada - ADA)

Identificação do Poço	Coordenadas UTM		Cota Topo (m)	Prof. Total (m)	Nível (m)		Vazão (m³/h)
					Estático	Dinâmico	
3430150 SP	329620	7397800	--	405.00	--	--	--
3430156 SP	328870	7398000	--	234.15	--	--	--
3430176 SP	331250	7395520	--	174.00	3.00	--	3.20
3430235 SP	330720	7393910	777.00	102.00	--	--	--
3430277 SP	332030	7394190	770.00	60.00	24.12	46.00	2,00
3430068 SP	331400	7395350	--	200.00	27.82	93.00	5,00
3430077 SP	330760	7395820	715.00	315.00	--	--	--
DAEE 266 - 230	332400	7393650	768.00	144.00	25.00	90.00	9,00
DAEE1960/790	332500	7392350	742.00	303.00	7.00	90.00	1.90
DAEE 4038/40380	331830	7392680	813.00	170.00	6.00	90.00	4,00
DAEE 2490/1110	332500	7392750	795.00	152.00	35.00	53.00	25,00
DAEE1208/73980	331650	7392900	810.00	122.00	7.00	76.00	3.80
DAEE4246/42460	332400	7392900	800.00	217.00	71.00	110.00	18.70
DAEE2748/1140	331550	7393050	815.00	200.00	60.00	88.00	12,00
DAEE 207/180	332930	7393050	772.00	96.00	3.10	30.50	16.50
DAEE1144/73680	331250	7393150	818.00	205.00	74.00	86.00	11.30
DAEE 4194/41940	332740	7393190	771.00	99.00	38.00	59.00	11,00
DAEE 3344/1800	331200	7393200	812.00	205.00	74.00	86.00	11.30
DAEE4179/41790	331510	7393200	810.00	181.00	69.80	88.80	13,00
DAEE 1327/74620	331300	7393250	812.00	201.00	6.00	88.00	2.30
DAEE 2397/1010	331800	7393300	784.00	210.00	64.00	106.00	10.50
DAEE 2902/1570	332800	7393300	772.00	98.00	42.00	64.00	3.50
DAEE 4191/41910	331280	7393390	812.00	181.00	77.60	119.10	15.80
DAEE483/390	331600	7393500	784.00	171.00	15.00	70.00	13,00
DAEE299/300	330651	7394001	818.00	184.00	54.00	90.00	12,00
DAEE378/320	330500	7394400	810.00	187.00	51.00	108.00	4,00
DAEE 4157/41570	331830	7394520	760.00	102.00	21.00	95.00	11,00
DAEE4134/41340	330040	7394530	747.00	125.00	18.00	47.00	5.9,0
DAEE4059/40590	331000	7394600	756.00	112.00	9.00	90.50	4.50
DAEE482/5420	329850	7394650	795.00	795.00	40.00	120.00	21.50
DAEE3035/1670	331500	7394800	770.00	112.00	38.00	56.00	13,00
DAEE2750/1420	330900	7394950	785.00	147.00	21.00	42.50	20.50
DAEE1341/630	330250	7395050	760.00	173.00	33.00	59.00	7.50
DAEE 1389/74960	331050	7395150	770.00	150.00	4.00	74.00	3.90
DAEE4133/41330	331190	7395220	766.00	204.00	30.00	75.00	9.30
DAEE1771/96250	331150	7395250	766.00	140.00	16.00	40.00	8.80
DAEE381/71710	331050	7395300	770.00	254.00	23.00	95.00	4.20
DAEE292/280	331100	7395300	768.00	200.00	31.00	80.00	6,00
DAEE67/70450	330400	7395350	774.00	254.00	15.00	100.00	8,00
DAEE1261/74270	331500	7395400	755.00	120.00	21.00	87.00	0.50
DAEE1182/560	331650	7395400	748.00	182.00	7.00	102.50	7,00
DAEE 2210/940	330350	7395900	763.00	107.00	20.00	72.00	2.40
DAEE 3225/6710	329650	7395900	768.00	101.00	2.00	42.00	9.90
DAEE 2742/1390	330950	7395850	757.00	139.00	7.00	82.00	2,00
DAEE 1488/21340	326500	7403600	775.00	122.00	9.00	80.00	1.70
DAEE 3054/21590	325730	7404020	828.00	150.00	2.00	82.00	7,00
DAEE 3122/21600	325730	7404021	828.00	125.00	8.00	50.00	7,00
DAEE 1016/73050	326700	7404400	795.00	169.00	--	--	--

Identificação do Poço	Coordenadas UTM		Cota Topo (m)	Prof. Total (m)	Nível (m)		Vazão (m³/h)
					Estático	Dinâmico	
DAEE 3169/6580	327050	7399530	724.00	192.00	8.00	29.00	36,00
DAEE 103/5030	326640	7399520	724.00	53.00	3.00	28.00	1,10
DAEE 3321/6780	327100	7399100	720.00	208.00	19.20	86.50	10,00
DAEE 2907/6420	327400	7398300	723.00	101.00	13.00	72.00	8,00
DAEE 211/5070	327820	7398230	724.00	96.00	2.00	8.00	40,00
DAEE 393/71760	327820	7398220	724.00	172.00	--	--	--
DAEE 1581/5820	327780	7398200	724.00	89.00	4.30	43.50	6.50
DAEE 2256/6090	327800	7398150	725.00	122.00	5.00	73.00	3.60
DAEE 2807/6340	326900	7398150	726.00	75.00	4.00	10.00	16.50
DAEE 3348/6820	327900	7398050	725.00	146.00	97.00	114.00	7.20
DAEE405/8/40580	327920	7398040	726.00	250.00	106.00	110.00	5.50
DAEE 3235/6730	327550	7398020	725.00	204.00	3.00	124.00	2,00
DAEE 4139/41390	327550	7398002	725.00	204.00	3.00	124.00	2,00
DAEE 3252/6760	327550	7398001	725.00	91.00	4.00	45.00	10,00
DAEE 2018/6040	327550	7398000	725.00	250.00	112.00	140.00	0.20
DAEE 2743/1400	330650	7396000	750.00	97.00	7.40	52.00	1.80

Fonte: SIAGAS – CPRM

Com base nos dados consolidados no Quadro 8.2.7.2-2 verifica-se que a profundidade total “média” dos poços é de 174,21 m, com valores mínimo e máximo de 60,00m e 795,00m, respectivamente.

O Nível Estático “médio” dos aquíferos captados pelos poços implantados na ADA e seu entorno imediato, situa-se a 25,00 m de profundidade (em relação à cota de topo dos poços), com valores mínimo e máximo de 2,00m e 112,00m, respectivamente. Já o Nível Dinâmico “médio” situa-se a 72,40 m de profundidade (em relação à cota de topo dos poços), com valores mínimo e máximo de 8,00m e 140,00m, respectivamente.

Por sua vez, o valor de Vazão Estabilizada “médio” obtido foi de 8.14 m³/h.

✓ **Vulnerabilidade dos Recursos Hídricos Subterrâneos à Contaminação/Poluição**

O diagnóstico mais apropriado da idéia de risco de poluição das águas subterrâneas é baseado na associação e interação da *vulnerabilidade natural do aquífero* com a *carga poluidora aplicada no solo ou em subsuperfície*.

Desse modo podem ocorrer situações de alta vulnerabilidade; porém, sem risco de contaminação caso não exista carga poluidora significativa, ou vice-versa. No entanto, a carga poluidora é sujeita a controle e modificações, por outro lado, a vulnerabilidade natural, por ser uma propriedade intrínseca de cada aquífero, é considerada inalterada.

De acordo com o Mapeamento da Vulnerabilidade e Risco de Poluição das Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo / Instituto Geológico, CETESB, DAEE – Volume I, 1997, “a vulnerabilidade de um aquífero significa sua maior ou menor suscetibilidade de ser afetado por uma carga poluidora. É um conceito inverso ao de capacidade de assimilação de um corpo de água receptor, com a diferença de o aquífero possuir uma cobertura não saturada que proporciona uma proteção adicional”. A Figura 8.2.7.2-3 abaixo ilustra este conceito supracitado.

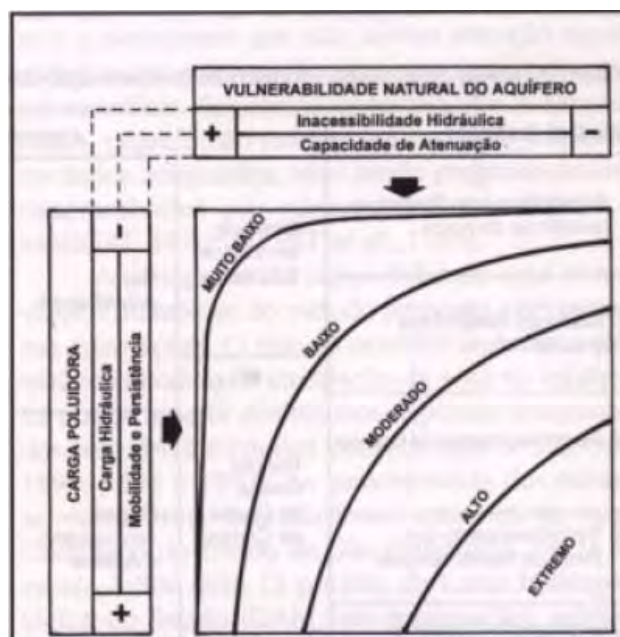


Figura 8.2.7.2-3: Esquema conceitual do risco de contaminação da água subterrânea
(FOSTER & HIRATA, 1988)

Assim, levando-se em consideração: (i) os conceitos já mencionados e ilustrados no gráfico apresentado acima; (ii) as características hidrogeológicas dos aquíferos que ocorrem na ADA e, ainda, (iii) os principais métodos construtivos que irão consolidar a Linha 6 (que demandarão escavações em superfície – estações – e em subsuperfície – túnel – além de poços de ventilação / saídas de emergência, entre outras ações), pode-se concluir que a potencial vulnerabilidade à contaminação / poluição dos recursos hídricos subterrâneos da ADA é tida de forma geral como moderada, podendo localmente se tornar alta em determinados trechos da Linha 6 projetada, em especial na porção Sul do traçado projetado onde predomina o Sistema Aquífero Sedimentar, devido aos seguintes principais fatores:

- Profundidade média da ordem de 10 m do Aquífero Quaternário, presente em especial nos trechos onde a Linha 6 se consolidará sob a área de “várzea” do rio Tietê; ou seja, nesses trechos, não existe uma proteção natural considerável de uma cobertura não saturada e que possa conferir ao aquífero, diminuindo a inacessibilidade hidráulica;

Presença de estratos arenosos (alta permeabilidade) pertencentes aos Aquífero Quaternário, Resende e São Paulo, na porção Sul da Linha 6, conforme citado anteriormente, com predominância de porosidades efetivas *médias* da ordem de 6% que facilitam o processo de circulação de água no aquífero (carga hidráulica), uma vez que funcionam como verdadeiros caminhos preferenciais permeáveis, fazendo com que o movimento descendente das águas seja estimulado e com consequente aumento da capacidade de mobilidade e persistência do contaminante.

8.2.8) Área de Proteção de Mananciais

As áreas de proteção aos mananciais da Grande São Paulo foram criadas e regulamentadas na década de 1970, com o objetivo de controlar a ocupação urbana nas áreas dos mananciais que abastecem a RMSPP e evitar o comprometimento da qualidade das águas. As Leis Estaduais nº 898/75 e nº 1.172/76, regulamentadas pelo Decreto Estadual nº 9.714/77, estabeleceram normas e restrições de usos e ocupação do solo em aproximadamente 50% do território metropolitano.

Essas restrições foram estabelecidas principalmente por meio de definição de duas categorias de Áreas de Proteção, para as quais a legislação estabeleceu usos permitidos e índices urbanísticos máximos.

De acordo com o Art. 2º da Lei nº 1.172/76, foram enquadradas como áreas de 1ª Categoria, ou de maior restrição de uso: os corpos d'água e as faixas marginais de 50 metros de largura junto aos reservatórios públicos, existentes e projetados; as faixas de 20 metros de largura das margens dos canais de drenagem; as áreas cobertas as formas de vegetação primitiva; as áreas inundáveis; e as áreas com declividade média superior a 60%. Os usos permitidos nas áreas enquadradas nessa categoria são a pesca e a atividade de lazer, não sendo permitida a remoção da cobertura vegetal, a movimentação de terra (inclusive áreas de empréstimo e de bota fora) e o lançamento de efluentes sem tratamento nos corpos d'água.

As demais áreas recebem o enquadramento na 2ª Categoria, sendo subdivididas em Classe A (áreas urbanas), Classe B (áreas de expansão urbana) e Classe C (com perfil de ocupação tipicamente rural). Nessas áreas são permitidos os seguintes usos: residencial de baixa densidade (lote mínimo de 500m² em áreas Classe A); industrial não-incômodo; comercial varejista; serviços e institucional; lazer; hortifrutícola; reflorestamento e extração vegetal.

A Lei nº 9.866/97 veio implementar uma nova política de gerenciamento das bacias que integram as Áreas de Proteção aos mananciais, vinculando sua gestão ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Para tanto, cada bacia foi definida como sendo uma *Área de Proteção e Recuperação de Mananciais (APRM)*, para a aplicação de dispositivos normativos de proteção, recuperação e preservação dos mananciais e para a implementação de políticas públicas, serão criadas as seguintes Áreas de Intervenção:

- (i) *Áreas de Restrição à Ocupação* (aquelas de interesse para a proteção dos mananciais e para a preservação, conservação e recuperação dos recursos naturais);
- (ii) *Áreas de Ocupação Dirigida* (aquelas de interesse para a consolidação ou implantação de usos rurais e urbanos, desde que atendidos os requisitos que garantam a manutenção das condições ambientais necessárias à produção de água em quantidade e qualidade para o abastecimento das populações atuais e futuras); e
- (iii) *Áreas de Recuperação Ambiental* (aquelas cujos usos e ocupações estejam comprometendo a fluidez, potabilidade, quantidade e qualidade dos mananciais de abastecimento público e que necessitem de intervenção de caráter corretivo).

Vale ser destacado que para cada APRM serão estabelecidas diretrizes e normas ambientais e urbanísticas de interesse regional, respeitadas as competências municipais e da União, considerando as especificidades e funções ambientais das diferentes Áreas de Intervenção, com

o fim de garantir padrões de qualidade e quantidade de água bruta, passível de tratamento convencional para abastecimento público.

Atualmente existem apenas 2 (duas) APRM's criadas no município de São Paulo e devidamente regulamentadas:

- (i) *APRM – Guarapiranga*, criada e definida pela Lei Estadual nº 12.233/06 e regulamentada pelo Decreto Estadual nº 51.686/07; e
- (ii) *APRM – Billings*, criada e definida pela Lei Estadual nº 13.579/09 e regulamentada pelo Decreto Estadual nº 55.342/10.

Sendo assim, tomando por base todo o anteriormente exposto bem como a localização projetada da futura Linha 6 – Laranja, entende-se que a mesma não interfere diretamente em nenhuma das APRM mencionadas e, portanto, não guarda riscos potenciais aos mananciais da RMSP.

8.2.9) Passivos Ambientais

8.2.9.1) Aspectos Metodológicos e Conceituais

Uma área contaminada pode ser definida como uma área, local ou terreno onde há comprovadamente poluição ou contaminação causada pela introdução de quaisquer substâncias ou resíduos que nela tenham sido depositados, acumulados, armazenados, enterrados ou infiltrados de forma planejada, acidental ou até mesmo natural.

Nessa área, os poluentes ou contaminantes podem se concentrar em subsuperfície, nos diferentes compartimentos do ambiente, como no solo, nos sedimentos, nas rochas, nos materiais utilizados para aterrar os terrenos, nas águas subterrâneas ou, de uma forma geral, nas zonas não saturada e saturada, além de poderem se concentrar nas paredes, nos pisos e nas estruturas de construções. (CETESB – Manual de Gerenciamento de Áreas contaminadas, 1999).

Os poluentes ou contaminantes podem ser transportados a partir desses meios, propagando-se por diferentes vias, como o ar, o próprio solo, as águas subterrâneas e superficiais, alterando suas características naturais de qualidade e determinando impactos negativos e/ou riscos sobre os bens a proteger, localizados na própria área ou em seus arredores.

Visando possibilitar a plena compreensão do processo de classificação das áreas contaminadas, apresenta-se, adiante, o Quadro 8.2.9.1-1 onde se consolida a diferenciação dos três principais conceitos abordados no “*Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas – CETESB*”, 1999 e na Lei Nº 13.577, de 8 de Julho 2009, que “*Dispõe sobre diretrizes e procedimentos para a proteção da qualidade do solo e gerenciamento de áreas contaminadas, e dá outras providências correlatas*”.

Quadro 8.2.9.1-1

Diferenciação dos Conceitos Utilizados no Gerenciamento de Áreas Contaminadas
(Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas da CETESB (1999) e pela Lei Nº 13.577 de 8 de Julho de 2009)

Conceito		CETESB, 1999	Lei Nº 13.577
CETESB	Lei nº 13.577		
Área Potencialmente Contaminada	Área com Potencial de Contaminação	Terrenos onde foram ou estão sendo desenvolvidas atividades potencialmente contaminadas, que podem causar danos e/ou riscos aos bens a proteger	Área, terreno, local, instalação, edificação ou benfeitoria onde são ou foram desenvolvidas atividades que, por suas características, possam acumular quantidades ou concentrações de matéria em condições que a tornem contaminada
Área Suspeita de Contaminação	Área Suspeita de Contaminação	Local onde existe suspeita de contaminação do solo e das águas subterrâneas e/ou outros compartimentos do meio ambiente, não tendo sido feito ensaios e estudos para sua comprovação	Área, terreno, local, instalação, edificação ou benfeitoria com indícios de ser uma área contaminada
Área Contaminada	Área Contaminada	Terreno em que foi comprovada por ensaios a existência de contaminações, que podem provocar danos e/ou riscos aos bens existentes na própria área investigada ou em seus arredores	Área, terreno, local, instalação, edificação ou benfeitoria que contenha quantidades ou concentrações de matéria em condições que causem ou possam causar danos à saúde humana, ao meio ambiente ou a outro bem a proteger

Fonte: CETESB, 1999 e Lei Nº 13.577 de 8 de Julho de 2009

No desenvolvimento do presente diagnóstico, visando a determinação das áreas com potencial de contaminação ao longo da Linha 6 – Laranja do Metrô e seu entorno imediato, foram utilizados como base dois estudos, realizados por empresas distintas (*REGEA – Geologia e Estudos Ambientais* e *NeoCorp Desenvolvimento de Projetos e Serviços Ltda.*). Essas empresas realizaram a *Avaliação Ambiental Preliminar* de toda a área / extensão da Linha 6 – Laranja do Metrô, de forma complementar, tendo a primeira empresa avaliado o trecho compreendido entre as estações São Joaquim e João Paulo I e a segunda o restante do trajeto, até o Pátio Morro Grande.

As Avaliações Ambientais Preliminares, conforme mencionadas anteriormente, consolidaram um levantamento das áreas potencialmente contaminadas no entorno do traçado, utilizando como base as seguintes fontes:

- ✓ Levantamentos cartográficos disponíveis: Planta Geral da Cidade de São Paulo (CGG – Comissão Geográfica e Geológica, 1914) e Levantamentos planialtimétricos do Município de São Paulo (Sara Brasil S/A, 1930; Cruzeiro do Sul, 1954; IGGSP – Instituto Geográfico e Geológico do Estado de São Paulo, 1971; GEGRA – Sistema Cartográfico Metropolitano da Grande São Paulo, 1974; e EMPLASA – Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S/A, 1981).
- ✓ Cadastro de empresas com atividades industriais, postos de combustível, oficinas mecânicas, tinturarias, etc., fornecido pela Associação Comercial de São Paulo (ACSP, 2009).

- ✓ Cadastro de empresas com atividades industriais, postos de combustível, oficinas mecânicas, tinturarias, etc., obtidos no SIPOL – Sistema de Fontes de Poluição da CETESB.
- ✓ Cadastro de Áreas Contaminadas da CETESB (2008)
- ✓ Cadastro de imóveis com uso industrial, atual ou pretérito, tombados, disponibilizado pelo CONPRES (2009) e CONDEPHAAT (2009).
- ✓ Cadastro das indústrias, postos de combustível, oficinas mecânicas, hospitais e cemitérios mais significativos, disponibilizado pelo Google Earth (2009).
- ✓ Cadastro das indústrias, postos de combustível, oficinas mecânicas, hospitais e cemitérios mais significativos, disponibilizado pelo Wikimapia (2009).
- ✓ Plantas e mapas de macrodrenagem da área fornecidos pela Secretaria de Infraestrutura e Obras do Município de São Paulo.
- ✓ Plantas baixas das galerias e canalizações da área fornecidas pela Secretaria de Infraestrutura e Obras do Município de São Paulo.

Assim, tendo-se como base os dados consolidados nas Avaliações Preliminares, o presente item deste EIA foi construído a partir de uma primeira ação; qual seja: a determinação da *área de interesse* para este estudo considerando dois aspectos:

- ✓ Provável *cone de rebaixamento do nível d'água subterrânea* a ser formado durante a fase de obras subterrâneas, principalmente no entorno de estações e poços de ventilação e saída de emergência; e/ou
- ✓ *Histórico do uso e ocupação do solo* da região.

Isso resultou em uma faixa de 600m, abrangendo todo o eixo principal do traçado projetado da Linha 6 e seu entorno imediato, e por consequência, toda a Área Diretamente Afetada - ADA.

Tais medidas são justificáveis devido ao fato das obras que serão realizadas para sua concretização incluírem um raio do cone de rebaixamento do lençol freático de aproximadamente 400m; ou seja, entende-se que caso haja alguma fonte de contaminação situada no interior daquele limite do cone, conforme previamente estabelecido, ela poderá ser alterada e propagada em decorrência das obras previstas. Portanto, qualquer atividade potencialmente contaminadora que já foi ou está sendo desenvolvida nesta área / "faixa" de 600m deve ser levada em consideração durante o período de execução das obras.

Posteriormente, foi também elaborada uma relação dos estabelecimentos comerciais / industriais / de serviços que exercem atividades potencialmente contaminadoras e que constam nos estudos da *REGEA* e da *NeoCorp* para localizá-las na área de estudo deste relatório.

Por fim, fez-se um levantamento das áreas contaminadas, incluídas no Cadastro de Áreas Contaminadas da CETESB (2010), situadas nas proximidades do traçado projetado da Linha 6. Este levantamento foi concluído com visitas de campo aos estabelecimentos identificados na área de interesse, que serviu também para a consolidação das informações referentes ao uso e ocupação do solo da região. Nestas visitas, foram identificados os locais que apresentaram

indícios de contaminação, passando a ser classificados como Áreas Suspeitas de Contaminação e não mais apenas Áreas Potencialmente Contaminadas.

Portanto, juntando-se as informações contidas nos dois estudos supracitados, bem como os dados obtidos no Cadastro de Áreas Contaminadas da CETESB de novembro de 2009, foi possível se estabelecer o cenário atual quanto às condições de contaminação (confirmada, potencial ou suspeita) no entorno imediato das obras projetadas, necessárias à implantação da Linha 6.

8.2.9.2) Área de Influência Direta – AID e Área Diretamente Afetada - ADA

⇒ **Levantamento das Áreas com Potencial de Contaminação, conforme o “Uso e Ocupação do Solo” predominante**

As diferentes formas de uso e ocupação do solo de uma região estão diretamente ligadas à potencialidade de contaminação da mesma. Com isso, é importante que antes de se estabelecer as áreas de potencial ou suspeitas de contaminação no entorno da Linha 6 – Laranja tenha-se conhecimento das atuais condições de uso do solo do entorno do eixo principal linha projetada, bem como aspectos importantes identificados que levaram a essa ocupação da forma como ela se dá.

Vale ainda ser destacada a distinção que se deve fazer entre Alto, Médio e Baixo potencial de contaminação, conforme o uso e ocupação do solo apresentados no Quadro 8.2.9.2-1 a seguir.

Quadro 8.2.9.2-1
Correlação entre Potencial de Contaminação e
Predominância do Uso e Ocupação do Solo

Uso e Ocupação do Solo	Potencial de Contaminação
Residencial	Baixo
Predomínio Comércio e Serviços	Médio
Predomínio Industrial	Alto

A classificação “*Baixo Potencial de Contaminação*” está correlacionada com o predomínio do uso e ocupação do solo de áreas e estabelecimentos residenciais ou equipamentos públicos como escolas ou outros onde não são desenvolvidas atividades potencialmente contaminadoras.

Já a classificação “*Médio Potencial de Contaminação*” correlaciona o predomínio de comércio e serviços, que está diretamente atrelada a estabelecimentos como oficinas mecânicas, estacionamentos e garagens de ônibus, caminhões e carros, postos de combustíveis, entre outras atividades que podem representar algum risco de contaminação.

Por último, a classificação “*Alto Potencial de Contaminação*” está associada ao predomínio do uso e ocupação do solo industrial ou equipamentos públicos como cemitérios e aeroportos, que representam maiores riscos de contaminação para as áreas em que estão inseridos.

✓ Breve Histórico e Cenário Atual do Uso e Ocupação do Solo ao Longo do traçado Projetado da Linha 6

No extremo norte do traçado projetado predominam habitações precárias e favelas, intercaladas com o uso residencial horizontal e alguns estabelecimentos comerciais e de serviços, além de

certos remanescentes de mata e vegetação antrópica. Essa região é caracterizada pela ocupação desordenada, porém não possui em seu histórico registros de intensas atividades industriais ou outras formas de uso de grande potencial de contaminação.

Na medida em que se avança da região da Brasilândia para a da Freguesia do Ó percebe-se a gradativa alteração do padrão construtivo das casas, apresentando elas melhores acabamentos, estado de conservação e calçadas mais largas. Nota-se também a presença de uso residencial vertical restrito e poucas indústrias. Ao se alcançar a região das estações João Paulo I e Freguesia do Ó o uso misto já é mais intensificado, aumentando, portanto o número de estabelecimentos comerciais e de serviços, bem como industriais, o que aumenta também o número de áreas que representam potencial de contaminação.

Do outro lado do Rio Tietê, na região da Barra Funda, antes de alcançar a linha férrea, observa-se um histórico de uso predominantemente industrial e intenso. Essa intensificação do uso industrial no local ocorreu devido a diversos fatores como a proximidade com a marginal do rio Tietê e com os bairros Campos Elíseos e Higienópolis e a concentração de mão-de-obra composta de imigrantes em busca de trabalhos, além da construção das estradas de ferro Sorocabana e São Paulo Railway.

Esse período com predomínio do setor industrial foi característico dessa região entre 1880 e 1930, permanecendo com menor intensidade até 1970. A partir daí, a região assistiu a uma evasão das indústrias deixando inúmeros galpões abandonados e ampliação do setor de comércio e serviços, tornando essa região de uso misto. No entanto, essa intensa atividade industrial assistida em uma época em que não existiam grandes preocupações no que diz respeito à proteção ambiental faz com que na região da Barra Funda possam estar inseridas diversas áreas com potencial de contaminação.

Ainda logo após a linha férrea, observa-se também na Avenida Santa Marina uma grande concentração de indústrias a qual deve ser dada especial atenção. Contudo, na medida em que se avança passa-se a observar o uso misto residencial e de comércio e serviços, bem como a presença de equipamentos públicos, de saúde, educação, esporte e lazer, diminuindo-se significativamente a quantidade de indústrias presentes.

No decorrer das estações Pompéia, Perdizes e Cardoso de Almeida observa-se o uso residencial, principalmente vertical, além de estabelecimentos comerciais e de serviço. Tais regiões podem ser consideradas de médio a alto padrão, cuja localização é bastante privilegiada na cidade de São Paulo.

Em seguida, alcança-se a região da Consolação/Jardins, região intensamente verticalizada de uso residencial, comercial e de serviços, além da maior variedade de equipamentos de cultura e lazer da cidade de São Paulo. É também considerada uma região de alto padrão.

No bairro de Higienópolis, onde há a predominância do uso residencial, os casarões antigos começaram a dar lugar aos primeiros edifícios na década de 1950, e até hoje ela mantém a característica de bairro de alto padrão, abrigando exemplares da arquitetura moderna, expressiva colônia judaica, famílias tradicionais paulistas e diversos artistas (EMPLASA, 2008).

Esse comportamento de predominância residencial com alguns estabelecimentos comerciais e de serviços se mantém até o final do traçado da Linha 6 – Laranja do Metrô, passando pela Bela Vista até alcançar o bairro da Liberdade. A presença de estabelecimentos industriais é esporádica ao longo de todo o traçado, tendo maior concentração na região da Barra Funda (considerando-se os usos atual e pretérito).

✓ Áreas Potencialmente Contaminadas

Conforme o Manual de Gerenciamento da CETESB qualquer terreno em que se exerça ou já se tenha sido exercida alguma atividade potencialmente contaminadora, podendo causar danos e/ou riscos ao meio ambiente, é considerado uma Área Potencialmente Contaminada.

Para isso, foram consideradas como “atividades potencialmente contaminadoras” as passíveis de licenciamento ambiental junto à CETESB e as relacionadas na Deliberação CRH 52 de 2005. É importante observar que, apesar de não ser exigido licenciamento ambiental para oficinas mecânicas, elas foram incluídas nesse estudo devido ao manuseio de hidrocarbonetos em pequena quantidade que ocorre nestes estabelecimentos, além deles estarem relacionados na Deliberação CRH 52. Pelo mesmo motivo, foram também incluídos nesta categoria locais que realizam a lavagem de veículos, bem como garagens de veículos automotores de grande porte onde, de forma geral, também são realizadas manutenções preventivas / corretivas dos veículos.

A partir dessas informações obteve-se junto às diferentes fontes de informação as listas dos estabelecimentos industriais e comerciais compreendidos na área de interesse, de tal forma pudessem ser realizados os trabalhos de campo; ou seja, o reconhecimento de tais estabelecimentos e suas características e assim verificar quais deles se enquadram nos critérios estipulados.

De acordo com as Avaliações Ambientais Preliminares realizadas pela *REGEA* e pela *NeoCorp*, foram identificados ao longo do traçado da Linha 6 – Laranja do Metrô e em seu entorno imediato 319 estabelecimentos que se encaixam nesta definição, sendo eles divididos nas seguintes categorias:

- ✓ Cemitério;
- ✓ Hospital;
- ✓ Indústria;
- ✓ Oficina Mecânica, incluindo estabelecimentos que realizam lavagem de veículos (lava rápido) e garagens de automóveis;
- ✓ Posto de Combustível;
- ✓ Depósito de Resíduos diversos, como lixões, ferro-velho ou terrenos baldios;
- ✓ Comércio e Serviços onde sejam comercializados ou estocados materiais que podem contaminar os bens a proteger, como produtos químicos, entre outros.

A Tabela 8.2.9.2-1 apresenta a relação destes estabelecimentos subdivididos em suas respectivas categorias, estando eles devidamente localizados através do “*Mapa das Áreas Potencialmente Contaminadas*” (MF-LLJ-07), conforme apresentado no ANEXO: CARTOGRAFIA.

Tabela 8.2.9.2-1
Relação das Áreas Potencialmente Contaminadas no Entorno da Linha 6 – Laranja

Ramo de Atividade / Uso	Quantidade de Estabelecimentos
Cemitério	2
Hospital	11
Indústria	101
Oficina Mecânica	131
Posto de Combustível	46
Depósito de Resíduos	1
Comércio e Serviços	27
TOTAL	319

No referido “*Mapa das Áreas Potencialmente Contaminadas*” (MF-LLJ-07) é possível notar que no entorno da Estação Freguesia do Ó existe uma grande concentração de indústrias, oficinas mecânicas e estabelecimentos de comércio e serviços com potencial de contaminação. Já no entorno da Estação Santa Marina até se alcançar a Estação Água Branca, a predominância é de áreas industriais, o que condiz com o histórico de uso e ocupação industrial da região. É importante observar que a própria ferrovia a ser transposta pelo traçado da Linha 6 – Laranja também representa uma área com potencial de contaminação.

Entre as estações Água Branca e Pompéia observa-se além de indústrias um grande número de oficinas mecânicas. O trecho que compreende as estações Cardoso de Almeida, Angélica-Pacaembú e Higienópolis/Mackenzie não dispõe de um número significativo de Áreas Potencialmente Contaminadas, sendo perceptível um aumento das oficinas mecânicas nas proximidades da Estação Perdizes. Finalmente, a partir da Estação 14 Bis até o final da linha, na Estação São Joaquim, percebe-se a presença de diversas indústrias, oficinas mecânicas, postos de combustível e hospitais.

Destaca-se a grande concentração de Áreas Potencialmente Contaminadas na porção centro-sul do traçado da Linha 6 – Laranja, provavelmente associada à maior presença de estabelecimentos comerciais e industriais distribuídos nessas regiões quando comparado à região norte, que apresenta uso do solo predominantemente residencial, como explicitado anteriormente.

✓ Áreas Suspeitas de Contaminação

Nos relatórios utilizados como base para o presente trabalho foram identificados, por meio de trabalhos de campo, os estabelecimentos onde existam alguns indícios visuais de contaminação, passando de Áreas Potencialmente Contaminadas para Áreas Suspeitas de Contaminação. A estes estabelecimentos deve ser dada especial atenção não apenas por representarem risco ao meio ambiente, em decorrência das atividades neles desenvolvidas, mas também por não ter sido feita a confirmação e, portanto, não se ter conhecimento das dimensões e intensidade das possíveis contaminações dos terrenos.

Os locais identificados como Áreas Suspeitas de Contaminação estão representados no “*Mapa das Áreas Contaminadas e Suspeitas de Contaminação*” (MF-LLJ-08), conforme apresentado no ANEXO: CARTOGRAFIA e listados também a seguir:

- **AS-01** – Refere-se à cava da antiga Pedreira Anhanguera, com portão de entrada localizado na Rua Raimundo de Cunha Matos 440, cujo terreno era usado como descarte de resíduos diversos, inclusive perigosos. Ao se consultar os registros referentes a este estabelecimento junto à CETESB, encontra-se o processo nº 29/00254/98 de 08/04/1998 no qual a Pedreira Anhanguera S/A - Empresa de Mineração Filial Morro Grande solicita ao órgão ambiental a Licença de Instalação para a atividade de produção de artefatos de concreto e preparação de massa de concreto. Mesmo tendo recebido a LI nº 104.273.234.110 em 15/05/1998, tal atividade nunca foi realizada e, após inspeção realizada em 01/10/2001 pela própria CETESB, constatou-se que no local eram descartados resíduos de forma irregular. Em 26/12/2002 a Pedreira Anhanguera S/A - Empresa de Mineração Filial Morro Grande recebeu um Auto de Infração (nº 299001137) por utilizar a parte interna da área para disposição de resíduos inertes sem licenciamento ambiental. Com isso, em 09/04/2003 a empresa solicitou junto à CETESB a Licença de Instalação para a realização de serviços de triagem e eliminação de resíduos sólidos Classe III. Datam de 15/05/2006 e 27/09/2006 a emissão de duas Licenças de Operação (nº 29002735 e nº 29002887 respectivamente) para a disposição de resíduos de construção civil no local. (NeoCorp, 2010).
- **AS-02** – Terreno baldio situado na Rua Elói Salmon onde são depositados resíduos sólidos urbanos, como restos de materiais de construção, plásticos, madeiras, latas, entre outros. (NeoCorp, 2010).
- **AS-03** – Localizado na Estrada do Sabão 26, o WYL Auto Posto Ltda. foi convocado para licenciamento na oitava lista de convocação da CETESB, publicada em 2008, onde era exigida sua adequação às condições mínimas de operação instituídas pelo órgão ambiental. Não consta no site da CETESB a emissão de nenhuma Licença de Operação para o estabelecimento. (NeoCorp, 2010).
- **AS-04** – Posto de Serviços atualmente desativado, localizado à Av. Ministro Petrônio Portela 545. Apesar das vistorias realizadas no local não terem apontado para evidências superficiais de contaminação, a probabilidade de existirem tanques subterrâneos no terreno é grande, o que o torna uma área com suspeita de contaminação, além de não existirem quaisquer registros do histórico do estabelecimento na CETESB. (NeoCorp, 2010).
- **AS-05** – Refere-se ao Posto Green Ville, situado na Av. Itaberaba 1802. É considerado área suspeita de contaminação por possuir diversas fraturas e ranhuras em seu piso, manchas de óleo, além de não realizar a correta captação de efluentes da pista de abastecimento e troca de óleo, para posterior tratamento e destino final adequado. Não possui poços de monitoramento no local e lança efluentes de origem desconhecida junto à via pública por meio de uma tubulação. O estabelecimento foi convocado para licenciamento pela CETESB, onde consta a emissão de Licença Prévia e de Instalação em 29/06/2010, porém a Licença de Operação ainda está em análise pelo órgão ambiental, tendo sido solicitada em 17/08/2010. Existe ainda um Auto de Infração em nome do estabelecimento (nº 29003176) de 03/02/2009 devido ao funcionamento do posto de serviços sem LO. (NeoCorp, 2010).
- **AS-06** – Localizado na Av. João Paulo I 370, o Auto Posto Green Ltda. é considerado uma área suspeita de contaminação por possuir canaletas de contenção no entorno da pista de abastecimento ligadas diretamente ao sistema de drenagem pluvial. Além disso, não se constatou a existência de caixa separadora de água e óleo no local. Ao se

consultar os processos na CETESB referentes a este estabelecimento, verifica-se a emissão de Licença Prévia e de Instalação de 13/02/2008 e a solicitação de Licença de Operação ainda em análise pelo órgão ambiental de 13/03/2008. (NeoCorp, 2010).

- **AS-07** – A CETEC Correntes e Engrenagens Ltda., localizada na Rua Enéas Luis Carlos Barbanti 119, é uma indústria metalúrgica de usinagem e torno. Nela, foram observadas manchas de óleo lubrificante no entorno de máquinas e piso em estado precário, o que aponta para suspeita de contaminação do solo e/ou águas subterrâneas. Segundo a CETESB, a indústria possui Licença Prévia e de Instalação (14/01/2003), bem como Licença de Operação (12/05/2003). (REGEA, 2009).
- **AS-08** – Situada na Av. Nossa Senhora do Ó 1842, a Profusa Produtos para Fundição Ltda. produz materiais químicos auxiliares para fundição. Na visita realizada ao local, foram observados pontos com suspeita de contaminação do solo e/ou águas subterrâneas como tambores com armazenamento inadequado de resíduos de fundição, e pontos de vazamento na estação de tratamento de efluentes industriais. Tal empresa possui Dispensa de Licenciamento Ambiental pela CETESB. (REGEA, 2009).
- **AS-09** – A Alclan Indústria de Conectores Ltda. está situada Av. Santa Marina 2219 e é produtora de ferragens para distribuição de energia elétrica. Foram observadas manchas de óleo lubrificantes no entorno de suas máquinas, o que a caracteriza com área suspeita de contaminação. Ela possui Licença Prévia e de Instalação datada de 21/03/2006, bem como Licença de Operação de 21/03/2007. (REGEA, 2009).
- **AS-10** – Refere-se à Lucano Indústria e Comércio Ltda., localizada na Rua Capitão Francisco Teixeira Nogueira 154, cujo ramo de atividade é a fabricação de fitas e tintas de impressora e cartuchos para impressora a laser. Nela foram observados o armazenamento inadequado de resíduos de tintas e efluentes de lavagem de peças (solventes) em tambores abertos, dispostos ainda em locais de circulação de funcionários e sem barreira de contenção. Observou-se também manchas de tinta no piso. Não foi possível encontrar nenhuma documentação referente a essa empresa junto à CETESB. (REGEA, 2009).
- **AS-11** – A antiga fábrica de produtos químicos Carboquímica S/A, situada à Av. Santa Marina 1661, recebeu um Auto de Infração da CETESB (processo nº 00456-93) por armazenar inadequadamente resíduos industriais (borra de fundo de tanques de produção de sulfatos) e dispor produtos químicos diretamente no solo. Atualmente no local funciona uma empresa chamada Glass Mosaic. (REGEA, 2009).
- **AS-12** – A Rayton Industrial S/A, situada na Rua Guaicurus, nº 206, possui Licença de Operação emitida em 20/12/2006 e diversos Certificados de Aprovação de Destinação de Resíduos Industriais, tendo sido emitido o mais recente deles em 03/02/2009. Sua atividade é a fabricação de engrenagens mecânicas. Num relatório de inspeção da CETESB de 04/06/2002 foi constatado lançamento de efluentes líquidos industriais sem tratamento prévio na rede pública de esgoto, além da disposição inadequada de resíduos industriais (sucata com óleo) e peças com resíduos de óleo do processo produtivo dispostas no pátio fabril. Este relatório contém ainda diversas outras más práticas realizadas no estabelecimento que colocam em risco o meio ambiente e os bens a proteger, além de inconformidades entre as determinações do CADRI que a empresa possui e os resíduos que estão efetivamente sendo dispostos em caçamba específica. (REGEA, 2009).

Das Áreas Suspeitas de Contaminação, conforme identificadas anteriormente, destaca-se a AS-01, referente à cava da antiga Pedreira Morro Grande, espaço no qual está prevista a implantação do *Pátio Morro Grande* (estacionamento e manutenção de trens da Linha 6). Localizado no extremo norte do traçado, existem fortes indícios de contaminação no terreno onde anteriormente foram desenvolvidas as atividades da pedreira, principalmente devido à utilização de uma parcela dessa área para descarte de lixos e entulhos, sem o devido monitoramento ou controle ambiental. Em visita de campo realizada em 25 de maio de 2010, também se constatou a existência de estruturas e construções abandonadas e em estado precário, que podem contribuir para a contaminação do meio. As Fotos 8.2.9.2-1 a 8.2.9.2-6 foram tiradas nesta visita e representam a situação atual do terreno em questão.

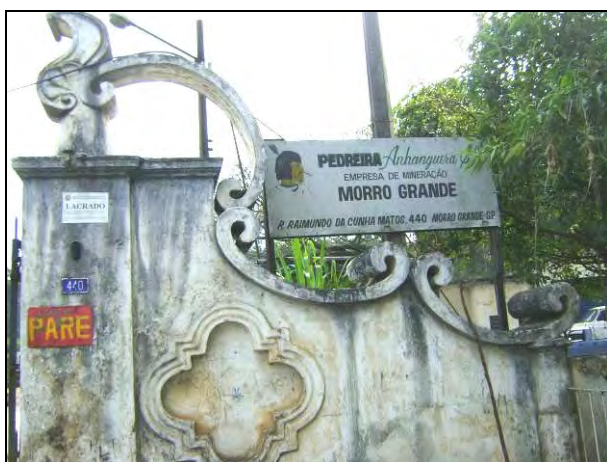


Foto 8.2.9.2-1 – Entrada da antiga Pedreira Anhanguera na Rua Raimundo de Cunha Matos 440.



Foto 8.2.9.2-2 – Vista da face sul do terreno da antiga pedreira onde está prevista a construção do pátio do metrô.



Foto 8.2.9.2-3 – Água acumulada na cava da antiga pedreira.



Foto 8.2.9.2-4 – Construção abandonada no terreno da antiga pedreira.



Foto 8.2.9.2-5 – Máquinas abandonadas no terreno da antiga pedreira..



Foto 8.2.9.2-6 – Detalhe de máquina abandonada no local que mostra as condições precárias em que ela se encontra.

Além do terreno da Pedreira Anhanguera, as áreas AS-05 (Posto Green Ville), AS-09 (Alclan Indústria de Conectores Ltda.) e AS-11 (antiga fábrica de produtos químicos Carboquímica S/A) também estão situadas exatamente ao longo do traçado da Linha 6 – Laranja do Metrô, aumentando assim a necessidade de se investigar a contaminação dos terrenos uma vez que as obras para a construção do metrô irão influir diretamente nessas áreas.

⇒ **Levantamento das Áreas Contaminadas, conforme “Cadastro da CETESB – 2010”**

O diagnóstico das áreas contaminadas inseridas na AID/ADA foi realizado através da consulta do Cadastro de Áreas Contaminadas da CETESB de dezembro de 2010. No cadastro da CETESB constam 66 áreas consideradas como contaminadas e situadas próximas ao eixo principal do traçado projetado da Linha 6 - Laranja.

O Quadro 8.2.9.2-2 mostra a relação dessas áreas, bem como as principais informações referentes ao respectivo gerenciamento que está sendo realizado. Por sua vez, os locais identificados como Áreas Contaminadas estão representados no “Mapa das Áreas Contaminadas e Suspeitas de Contaminação” (MF-LLJ-08), conforme apresentado no ANEXO: CARTOGRAFIA.

Quadro 8.2.9.2-2
Relação de Áreas Contaminadas Inseridas na Área de Interesse do Estudo
(CETESB, 2010)

Nº da Área	Endereço	Nome da Empresa	Atividade	Etapas do Gerenciamento	Fonte de Contaminação	Meios Impactados	Contaminantes Presentes
AC4	Av. Angélica 1569	Duque & Cia. Ltda.	Posto de combustível	Remediação com monitoramento da eficiência e eficácia	Armazenagem	Subsolo e águas subterrâneas	Combustíveis líquidos e PAHs
AC5	Av. Angélica 1322	Auto Posto Hygienópolis Ltda.	Posto de combustível	Remediação com monitoramento da eficiência e eficácia	Armazenagem	Subsolo e águas subterrâneas	Combustíveis líquidos e PAHs

Nº da Área	Endereço	Nome da Empresa	Atividade	Etapas do Gerenciamento	Fonte de Contaminação	Meios Impactados	Contaminantes Presentes
AC6	Rua Conselheiro Brotero 1469	Auto Posto Veiga Filho Ltda.	Posto de combustível	Remediação com monitoramento da eficiência e eficácia	Armazenagem	Subsolo e águas subterrâneas	Combustíveis líquidos e solventes aromáticos
AC7	Av. Arnolfo de Azevedo 261	Auto Posto Pacaembu Ltda.	Posto de combustível	Monitoramento para encerramento	Armazenagem	Subsolo e águas subterrâneas	Combustíveis líquidos e solventes aromáticos
AC8	Rua Alagoas 900	Centro Automotivo Orgulho Ltda.	Posto de combustível	Investigação confirmatória	Armazenagem	Águas subterrâneas	Combustíveis líquidos e solventes aromáticos
AC10	Rua Marquês de Paranaguá 21	Auto Posto Duque Centro Ltda.	Posto de combustível	Investigação detalhada e plano de intervenção	Armazenagem	Águas subterrâneas	Combustíveis líquidos e solventes aromáticos
AC11	Rua Paim 28	Posto Le Mans Ltda.	Posto de combustível	Investigação confirmatória	Armazenagem	Subsolo e águas subterrâneas	Combustíveis líquidos e solventes aromáticos
AC12	Rua Frei Caneca 803	Auto Posto Quinta Avenida Ltda.	Posto de combustível	Remediação com monitoramento da eficiência e eficácia	Armazenagem	Subsolo e águas subterrâneas	Combustíveis líquidos, solventes aromáticos e PAHs
AC13	Rua Cel. Nicolau dos Santos 40	Serviços Automotivos Super Legal da Bela Vista Ltda.	Posto de combustível	Investigação confirmatória	Armazenagem	Subsolo e águas subterrâneas	Combustíveis líquidos e solventes aromáticos
AC14	Rua Fernando de Albuquerque 216	Auto Posto Bela Cintra Ltda.	Posto de combustível	Investigação confirmatória	Armazenagem	Subsolo e águas subterrâneas	Combustíveis líquidos, solventes aromáticos e PAHs
AC15	Av. Nove de Julho 991	Posto e Estacionamento o Lavagem Ltda.	Posto de combustível	Investigação confirmatória	Armazenagem	Subsolo e águas subterrâneas	Combustíveis líquidos e solventes aromáticos
AC16	Praça 14 Bis 27	Emanuela Auto Posto Ltda.	Posto de combustível	Monitoramento para encerramento	Armazenagem	Águas subterrâneas	Combustíveis líquidos
AC17	Praça 14 Bis 63	Auto Posto 14 Bis Ltda.	Posto de combustível	Monitoramento para encerramento	Armazenagem	Águas subterrâneas	Combustíveis líquidos, solventes aromáticos e PAHs
AC18	Rua Dr. Plínio Barreto 31	Auto Posto Granero Ltda.	Posto de combustível	Remediação com monitoramento da eficiência e eficácia	Armazenagem	Solo superficial, subsolo e águas subterrâneas	Combustíveis líquidos e PAHs
AC19	Rua Santo Antônio 885	Auto Posto Sauipe Ltda.	Posto de combustível	Remediação com monitoramento da eficiência e eficácia	Armazenagem	Águas subterrâneas	Combustíveis líquidos, solventes aromáticos e PAHs
AC20	Av. Brigadeiro Luís Antônio 1679	Bela Vista J C Auto Posto Ltda.	Posto de combustível	Remediação com monitoramento da eficiência e eficácia	Armazenagem	Subsolo e águas subterrâneas	Combustíveis líquidos e solventes aromáticos

Nº da Área	Endereço	Nome da Empresa	Atividade	Etapas do Gerenciamento	Fonte de Contaminação	Meios Impactados	Contaminantes Presentes
AC21	Av. Brigadeiro Luís Antônio 1678	Bela Vista Auto Posto Ltda.	Posto de combustível	Remediação com monitoramento da eficiência e eficácia	Armazenagem	Subsolo e águas subterrâneas	Combustíveis líquidos, solventes aromáticos e PAHs
AC22	Rua Conselheiro Carrão 501	Auto Posto Grana Ltda.	Posto de combustível	Monitoramento para encerramento	Armazenagem	Subsolo e águas subterrâneas	Combustíveis líquidos e solventes aromáticos
AC23	Rua Pedroso 454	Tocantins Auto Posto Ltda.	Posto de combustível	Investigação confirmatória	Armazenagem	Subsolo e águas subterrâneas	Combustíveis líquidos e solventes aromáticos
AC24	Rua Pedroso 288	Auto Posto Nakia Ltda.	Posto de combustível	Remediação com monitoramento da eficiência e eficácia	Armazenagem	Águas subterrâneas	Combustíveis líquidos e PAHs
AC25	Rua Conselheiro Ramalho 910	Auto Posto e Centro Automotivo V. D. C. Ltda.	Posto de combustível	Investigação confirmatória	Armazenagem	Águas subterrâneas	Combustíveis líquidos e solventes aromáticos
AC26	Rua Fortaleza 199	Auto Posto Princesa dos Campos Ltda.	Posto de combustível	Remediação com monitoramento da eficiência e eficácia	Armazenagem	Subsolo e águas subterrâneas	Combustíveis líquidos, solventes aromáticos e PAHs
AC27	Rua Manoel Dutra 236	Eduardo Correa Cavalcanti	Posto de combustível	Investigação confirmatória	Armazenagem	Subsolo e águas subterrâneas	Combustíveis líquidos, solventes aromáticos e PAHs
AC28	Rua Manoel Dutra 288	Auto Posto Bixiga Ltda.	Posto de combustível	Investigação detalhada e plano de intervenção	Armazenagem	Subsolo e águas subterrâneas	Combustíveis líquidos e solventes aromáticos
AC29	Av. Liberdade 774	Toscano Auto Posto Ltda.	Posto de combustível	Avaliação de risco/gerenciamento de risco	Armazenagem	Águas subterrâneas	Combustíveis líquidos, solventes aromáticos e PAHs
AC30	Rua Prof. Antônio Prudente 47	Jet Park Serviços Automotivos Ltda.	Posto de combustível	Investigação confirmatória	Armazenagem	Subsolo e águas subterrâneas	Combustíveis líquidos e PAHs
AC31	Rua Conselheiro Furtado 974	auto posto Buchamas Ltda.	Posto de combustível	Investigação confirmatória	Armazenagem	Subsolo e águas subterrâneas	Solventes aromáticos
AC32	Rua Bueno de Andrade 404	Auto Posto Spy Ltda.	Posto de combustível	Investigação detalhada e plano de intervenção	Armazenagem	Subsolo e águas subterrâneas	Combustíveis líquidos, solventes aromáticos e PAHs
AC33	Rua Bueno de Andrade 435	Posto Jenner Ltda.	Posto de combustível	Investigação detalhada e plano de intervenção	Armazenagem	Subsolo e águas subterrâneas	Combustíveis líquidos
AC34	Av. da Aclimação 11	Auto Posto Dansa Ltda.	Posto de combustível	Remediação com monitoramento da eficiência e eficácia	Armazenagem	Subsolo e águas subterrâneas	Combustíveis líquidos e solventes aromáticos

Nº da Área	Endereço	Nome da Empresa	Atividade	Etapas do Gerenciamento	Fonte de Contaminação	Meios Impactados	Contaminantes Presentes
AC35	Av. Miguel Conejo 1051	Auto Posto Novo Morro Grande Ltda.	Posto de combustível	Remediação com monitoramento da eficiência e eficácia	Armazenagem	Subsolo e águas subterrâneas	Combustíveis líquidos, solventes aromáticos e PAHs
AC36	Av. Santa Marina 2148	Shark S/A Máquinas para Construção	Comércio	Investigação confirmatória	Desconhecida	Subsolo e águas subterrâneas	Metais e PAHs
AC39	Av. Otaviano Alves de Lima 3926	Centro de Abastecimento de Gás Milena Ltda.	Posto de combustível	Remediação com monitoramento da eficiência e eficácia	Armazenagem	Águas subterrâneas	Combustíveis líquidos, solventes aromáticos e PAHs
AC40	Rua Almeida Torres 119	Fibrayon Administradora S/C Ltda.	Resíduo	Avaliação de risco/gerenciamento de risco	Descarte/Disposição	Solo superficial, subsolo, águas superficiais, águas subterrâneas e sedimentos	Metais e fenóis
AC41	Rua Turiassu 1499	Auto Posto Uniprimos Ltda.	Posto de combustível	Remediação com monitoramento da eficiência e eficácia	Armazenagem	Águas subterrâneas	Solventes aromáticos e PAHs
AC42	Rua Itapicuru 591	Macapé Serviços Automotivos Ltda.	Posto de combustível	Investigação detalhada e plano de intervenção	Armazenagem	Subsolo e águas subterrâneas	Combustíveis líquidos, solventes aromáticos e PAHs
AC43	Rua Dr. Homem de Melo 930	Posto São Martinho Ltda.	Posto de combustível	Monitoramento para encerramento	Armazenagem	Águas subterrâneas	Combustíveis líquidos e solventes aromáticos
AC44	Rua Minerva 352	Auto Posto Carolina Ltda.	Posto de combustível	Monitoramento para encerramento	Armazenagem	Águas subterrâneas	Solventes aromáticos e PAHs
AC45	Rua João Ramalho 1020	Posto Araújo Ltda.	Posto de combustível	Remediação com monitoramento da eficiência e eficácia	Armazenagem	Subsolo e águas subterrâneas	Combustíveis líquidos e PAHs
AC46	Rua Padre Chico 19	Posto Tambaú Ltda.	Posto de combustível	Investigação detalhada e plano de intervenção	Armazenagem	Subsolo e águas subterrâneas	Combustíveis líquidos, solventes aromáticos e PAHs
AC47	Rua Caiubi 1093	Telecomunicações de São Paulo S/A TELESP	Abastecimento	Investigação detalhada e plano de intervenção	Armazenagem	Subsolo e águas subterrâneas	Combustíveis líquidos e solventes aromáticos
AC48	Rua Caiubi 760	Posto Caiubi Ltda.	Posto de combustível	Remediação com monitoramento da eficiência e eficácia	Armazenagem	Subsolo e águas subterrâneas	Combustíveis líquidos, solventes aromáticos e PAHs
AC49	Av. Des. Do Vale 748	Auto Posto Raul Pompéia Ltda.	Posto de combustível	Monitoramento para encerramento	Armazenagem	Subsolo e águas subterrâneas	Combustíveis líquidos e solventes aromáticos

Nº da Área	Endereço	Nome da Empresa	Atividade	Etapas do Gerenciamento	Fonte de Contaminação	Meios Impactados	Contaminantes Presentes
AC50	Rua Cardoso de Almeida 570	Surga Auto Posto Ltda.	Posto de combustível	Monitoramento para encerramento	Armazenagem	Águas subterrâneas	Combustíveis líquidos
AC51	Av. Sumaré 574	Auto Posto Iperoig Ltda.	Posto de combustível	Remediação com monitoramento da eficiência e eficácia	Armazenagem	Águas subterrâneas	Combustíveis líquidos e solventes aromáticos
AC52	Av. Sumaré 658	Carlos Alberto de Almeida Metello	Posto de combustível	Remediação com monitoramento da eficiência e eficácia	Armazenagem	Águas subterrâneas	Combustíveis líquidos e solventes aromáticos
AC53	Rua Cayowaá 55	Auto Posto Bauru Ltda.	Posto de combustível	Monitoramento para encerramento	Armazenagem	Subsolo e águas subterrâneas	Combustíveis líquidos, solventes aromáticos e PAHs
AC54	Rua Cotoxó 364	Auto Posto Bondinho Ltda.	Posto de combustível	Monitoramento para encerramento	Armazenagem	Águas subterrâneas	Combustíveis líquidos e solventes aromáticos
AC55	Av. Pompéia 310/324	Auto Posto YKM Derivados de Petróleo Ltda.	Posto de combustível	Investigação detalhada e plano de intervenção	Armazenagem	Subsolo e águas subterrâneas	Combustíveis líquidos e solventes aromáticos
AC56	Rua Dr. Augusto de Miranda 452	Encol S/A Engenharia Comércio e Indústria.	Indústria	Monitoramento para encerramento	Armazenagem, produção e descarte/disposição	Subsolo e águas subterrâneas	Metais
AC57	Rua Ribeiro de Barros 18	Auto Posto Reivilo Ltda.	Posto de combustível	Monitoramento para encerramento	Armazenagem	Águas subterrâneas	Combustíveis líquidos e solventes aromáticos
AC58	Rua Guaicurus 543	Auto Posto GMV Lapa Ltda.	Posto de combustível	Monitoramento para encerramento	Armazenagem	Águas subterrâneas	Combustíveis líquidos e solventes aromáticos
AC59	Av. Santa Marina 1293	Comfix Componentes para Fixação Ltda.	Posto de combustível	Investigação confirmatória	Produção e infiltração	Águas subterrâneas	Metais
AC60	Av. Santa Marina 1317/1357	A M P Indústria e Comércio de Peças Automotivas Ltda.	Indústria	Investigação confirmatória	Armazenagem e produção	Subsolo e águas subterrâneas	Metais e PAHs
AC61	Av. Marquês de São Vicente 3650	Auto Posto Marquês de São Vicente Ltda.	Posto de combustível	Investigação detalhada e plano de intervenção	Armazenagem	Subsolo e águas subterrâneas	Combustíveis líquidos, solventes aromáticos e PAHs
AC62	Rua Ado Benatti 21	Expresso de Prata Ltda.	Posto de combustível	Investigação detalhada e plano de intervenção	Armazenagem	Subsolo e águas subterrâneas	Combustíveis líquidos e solventes aromáticos
AC63	Av. Ermano Marchetti 535	Auto Posto Ermano Marchetti Ltda.	Posto de combustível	Remediação com monitoramento da eficiência e eficácia	Armazenagem	Solo superficial e águas subterrâneas	Combustíveis líquidos, solventes aromáticos e PAHs
AC64	Rua Mateo Forte 85	Manzali Transportador a Turística Ltda.	Posto de combustível	Investigação confirmatória	Armazenagem	Águas subterrâneas	Combustíveis líquidos

Nº da Área	Endereço	Nome da Empresa	Atividade	Etapas do Gerenciamento	Fonte de Contaminação	Meios Impactados	Contaminantes Presentes
AC65	Pça. dos Inconfidentes 105	Piloto Auto Posto Ltda.	Posto de combustível	Investigação confirmatória	Armazenagem	Solo superficial e águas subterrâneas	Combustíveis líquidos, solventes aromáticos e PAHs
AC66	Rua Marquês de Paranaguá 21	Auto Posto Duque Centro Ltda.	Posto de combustível	Investigação detalhada e plano de intervenção	Armazenagem	Águas subterrâneas	Combustíveis líquidos e solventes aromáticos

Nota: A AC 56 – Indústria ENCOL / S/A, conforme identificada na Tabela acima, foi suprimida no Relatório da REGEA (pg. 58) – “áreas de interesse final”, por não atender ao critério definido para “indústria química” (distância mínima de 500m).

É importante destacar que das 60 Áreas Contaminadas, levantadas junto ao Cadastro da CETESB, 56 delas são postos de abastecimento de combustíveis. Com isso, na maior parte destas áreas os contaminantes presentes são derivados deste tipo de atividade, como combustíveis líquidos, solventes aromáticos e PAHs. Em todos os casos as águas subterrâneas foram comprometidas pela contaminação, e na maioria deles o subsolo também foi atingido.

Especial atenção, obviamente, deverá ser dispensada àqueles estabelecimentos – postos de combustíveis / indústrias – (consolidados no Quadro 8.2.9.2-2), cujas localizações se mostrem extremamente próximas ou “coincidentes” ao eixo do traçado projetado da Linha 6 – Laranja do Metrô.

Complementarmente, também foi verificada a publicação do Relatório de Áreas Contaminadas do Município, consolidado trimestralmente pela Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente - SVMA, de acordo com o Decreto Municipal nº 51.436/2010. O mesmo baseia-se nos relatórios do Sistema de Informação de Gerenciamento de Áreas Contaminadas – SIGAC.

No relatório mencionado (abril/2011), foram encontradas 6 áreas localizadas próximas ao eixo principal do traçado projetado da Linha 6 – Laranja, cujas principais informações estão consolidadas no Quadro 8.2.9.2-3, a seguir.

Quadro 8.2.9.2-3
Relação de Áreas Contaminadas Inseridas na Área de Interesse do Estudo
(Cadastro/ SVMA - Prefeitura Municipal de São Paulo – Abril/2011)

Área / Endereço	Classificação	Restrição	Contaminante	Tipo de Intervenção
R. Clélia, nº 122 (Coord.: 328187.63 / 7397401.38)	Contaminada sob Investigação	Água Subterrânea	Metais e Outros Inorgânicos	Monitoramento Ambiental
R. Almeida Torres, s/n (Coord.: 333903.00 / 7392800.26)	Contaminada sob Investigação	Água Subterrânea	Ftalatos, Metais, PAHs e Combustíveis Líquidos	X-X-X

Av. Santa Marina nº 1.544/1.588 (Coord.: 327251.60 / 7398924.40)	Contaminada sob Investigação	Água Subterrânea	Metais e Solventes Halogenados	Ozone Sparging
R. Francisco Luiz de Souza Junior, nº 198, esquina com Av. Marquês de São Vicente (Coord.: 327711.43 / 7398613.71)	Contaminada sob Investigação	Água Subterrânea	Metais, PAHs e Combustíveis Líquidos	Cobertura de resíduo / solo contaminado, Monitoramento Ambiental, Remoção de solo/resíduo
R. Carlos Vicari, 340 (Coord.: 328005.40 / 7397574.60)	Contaminada Sob Investigação	Água Subterrânea	Metais e Solventes Halogenados	X-X-X
Av. Marquês de São Vicente, 2353 (Coord.: 328410.21 / 7397883.14)	Em Processo de Monitoramento para Reabilitação	Água Subterrânea	Metais e PAHs	Monitoramento Ambiental

Das seis áreas identificadas, cinco delas estão classificadas como áreas “contaminadas sob investigação” e uma como área “em processo de monitoramento para reabilitação”. Em todas as áreas as águas subterrâneas foram afetadas pela contaminação, sendo que os principais contaminantes são metais, PAHs, combustíveis líquidos e solventes halogenados.

8.2.10) Susceptibilidade dos Terrenos à Ocorrência de Processos Físicos de Dinâmica Superficial e/ou de Inundações

8.2.10.1) Aspectos Metodológicos

O diagnóstico referente ao tema ora analisado, especificamente para as áreas de influência direta – AID e diretamente afetada – ADA será consolidado com base na análise e na interpretação integrada de um conjunto de informações relacionadas, em especial, aos aspectos geológico-geotécnicos e geomorfológicos daquelas áreas referidas.

Complementarmente, buscando dar subsídios ao referido diagnóstico, será consolidada uma cartografia específica, com destaque aos Mapas de Declividades e de Curvaturas Vertical e Horizontal, abrangendo especialmente as AID e ADA da Linha 6 - Laranja

Por fim, serão analisados e interpretados os dados oriundos do controle Centro de Gerenciamento de Emergências da Prefeitura de São Paulo - CGESP, bem como as informações já obtidas a respeito dos recursos hídricos da região, como forma de melhor diagnosticar os terrenos com potencial de inundação, situados ao longo do eixo principal projetado da Linha 6.

8.2.10.2) Conceituação Básica

A ocupação urbana em áreas com declividades elevadas e/ou várzeas transforma os potenciais processos de escorregamentos e/ou erosões e/ou inundações nos processos mais importantes

dentre as ameaças naturais que podem atingir a região de interesse para o presente estudo, em especial a AID/ADA e seu entorno imediato.

Vale ser destacado que a incidência desses processos decorre, principalmente, da associação de três fatores: (i) das características do quadro natural geológico e geomorfológico dos terrenos aqui considerados; (ii) da expansão urbana acelerada, verificada no município de São Paulo; (iii) das formas inadequadas de uso e ocupação do solo na cidade de São Paulo (loteamentos irregulares em áreas de risco, como por exemplo, em encostas e várzeas fluviais).

As erosões urbanas promovem situações de risco às comunidades devido o seu grande poder destrutivo, ameaçando habitações e equipamentos públicos, transformando-se no condicionante mais destacado para a expansão urbana e assentamento de obras de infraestrutura. Por outro lado, os sedimentos produzidos pela “erosão acelerada” provocam assoreamento de cursos d'água e de reservatórios, dentro das áreas urbanas e periurbanas.

Nesse contexto, será considerada no presente estudo apenas a *potencialidade natural* ou a *suscetibilidade dos terrenos à ocorrência de processos físicos de dinâmica superficial – erosão / escorregamentos – e/ou inundações*. Não serão consideradas, portanto, as ações e intervenções humanas.

Esta potencialidade natural depende, além da intensidade e distribuição das chuvas (que não apresentam grandes diferenças nos âmbitos das AID / ADA), de outros vários fatores, conforme detalhados a seguir, entre os quais: (i) erodibilidade dos solos; (ii) variáveis topográficas do terreno (curvaturas horizontal e vertical); e (iii) declividades predominantes do terreno.

⇒ **Erodibilidade dos Solos**

Refere-se à maior ou menor facilidade dos solos serem erodidos e depende, principalmente, dos tipos de rochas e solos evoluídos a partir destas, sendo que estudos específicos (IPT, 1993) já demonstraram que os solos de alteração das “rochas cristalinas têm erodibilidade cerca de 6 a 20 vezes maior, se comparados aos solos de alteração das rochas terciárias sedimentares e com os solos superficiais”.

⇒ **Variáveis Topográficas do Terreno (“curvaturas horizontal e vertical”)**

Técnicas atuais de geoprocessamento permitem gerar mapas considerando algumas variáveis topográficas como curvatura vertical, curvatura horizontal e orientação de vertentes, viabilizando, por exemplo, a identificação de áreas mais propícias a erosão e alagamento.

A curvatura vertical retrata o formato da vertente quando observada em perfil, podendo caracterizar o terreno sob este aspecto de três diferentes maneiras: convexo, côncavo ou retilíneo. Associada à orientação de vertentes, a curvatura vertical é um dos fatores determinantes da evapotranspiração e, conseqüentemente, no balanço hídrico. Esta variável também está relacionada aos processos de migração e acúmulo de matéria através da superfície (sobretudo água), proporcionados pela gravidade.

Dessa forma, em vertentes retilíneas, o tipo de erosão predominante vai depender da extensão e da declividade da vertente. Já os setores côncavos de vertentes tendem a concentrar o escoamento superficial, favorecendo a erosão linear ou em sulcos. São nesses vetores da vertente que os escorregamentos são mais propícios por apresentarem camada espessa de solo e constituirão áreas de convergência de fluxo de água com grande volume de material (colúvio

ou tálus) a ser mobilizado. As vertentes convexas, por sua vez, favorecem a ocorrência de erosão do tipo laminar justamente por dispersarem o escoamento superficial.

Importante também destacar como a ação da curvatura vertical sobre a hidrologia de superfície pode variar ao longo da vertente; ou seja, como se dá o equilíbrio entre os processos de infiltração e escoamento nessas áreas. Em vertentes côncavas, por exemplo, a infiltração da água tende a ser maior na base da vertente, enquanto que em vertentes convexas ela é mais intensa no topo e o escoamento maior se concentra em sua porção inferior (Figura 8.2.10.2-1).

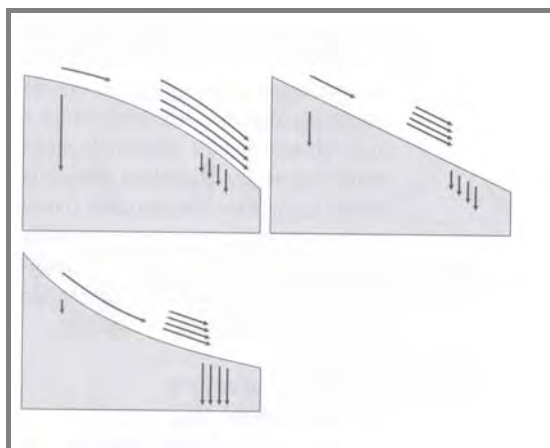


Figura 8.2.10.2-1: Atuação dos processos de infiltração e escoamento em diferentes vertentes.

Já a curvatura horizontal representa o formato da vertente quando observada em projeção horizontal e caracteriza as linhas de fluxo quanto ao seu caráter de divergência, convergência ou planar. De forma geral essa variável está relacionada à intensidade dos processos de migração e acúmulo de água, minerais e matéria orgânica no solo através da superfície, também proporcionados pela gravidade.

Assim como a curvatura vertical, a curvatura horizontal é muito importante na compreensão do balanço hídrico. Como forma de medida de concentração do escoamento superficial, é uma variável importante também para a compreensão de problemas urbanos ligados ao posicionamento de estruturas de drenagem e mapeamento das possíveis áreas de alagamento.

Observadas essas duas variáveis em conjunto, os casos extremos de combinações de curvatura do terreno são representados pelas seguintes formas:

- (i) *côncavo-convergente* → máxima concentração e acúmulo do escoamento; e
- (ii) *convexo-divergente* → máxima dispersão do escoamento.

As combinações intermediárias (Figura 8.2.10.2-2) têm características hidrológicas mais dependentes das relações entre as intensidades dos efeitos individuais (VALERIANO, 2008).

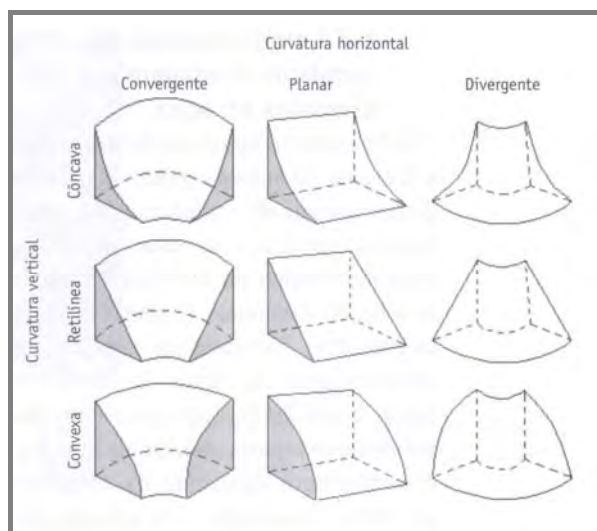


Figura 8.2.10.2-2: Combinação das curvaturas para caracterização das formas do terreno.

⇒ **Declividades Predominantes**

Os diferentes percentuais de declividades dos terrenos definem as diferentes formas de energia potencial para o desenvolvimento dos processos erosivos e determinam, por sua vez, a intensidade e a concentração das águas que escoam superficialmente.

8.2.10.3) Área de Influência Direta – AID e Área Diretamente Afetada - ADA

Tomando-se por referência toda a *base conceitual* apresentada anteriormente, acrescida dos dados disponíveis acerca das *variáveis topográficas* (em especial: declividades e curvaturas horizontal-vertical dos terrenos da AID e ADA), foi possível a consolidação dos seguintes mapas temáticos, conforme apresentados a seguir:

- “*Mapa da Curvatura Vertical dos Terrenos da AID/ADA*” (**MF-LLJ-09**), que retrata em planta os principais compartimentos de curvatura vertical observados nos terrenos que definem a AID e ADA da Linha 6.
- “*Mapa da Curvatura Horizontal dos Terrenos da AID/ADA*” (**MF-LLJ-10**), que retrata em planta os principais compartimentos de curvatura horizontal observados nos terrenos que definem a AID e ADA da Linha 6.
- O “*Mapa de Declividades da AID/ADA*” (**MF-LLJ-11**), que retrata em planta os principais compartimentos de declividade observados nos terrenos que definem a AID e ADA da Linha 6.

INSERIR

"Mapa da Curvatura Vertical dos Terrenos da AII e AID" (MF-LLJ-09)

INSERIR

"Mapa da Curvatura Horizontal dos Terrenos da AII e AID" (MF-LLJ-10)

INSERIR

"Mapa de Declividades da AII e AID" (MF-LLJ-11)

Assim, com base nas informações consolidadas através da cartografia temática mostrada anteriormente (variáveis topográficas) e, da mesma forma, nos trabalhos de campo desenvolvidos ao longo de todo o “eixo principal” projetado da Linha 6 e seu entorno imediato, além da análise de todas as informações relacionadas aos aspectos geológico-geotécnicos e geomorfológicos, foi possível estabelecer o seguinte cenário geral de **potencial suscetibilidade à erosão dos terrenos da ADA** e seu entorno imediato, conforme mostrado no Quadro 8.2.10.3-1, a seguir.

Quadro 8.2.10.3-1
Potencial Suscetibilidade à Erosão – ADA e entorno imediato

Linha 6 ("Segmentos Referenciais")	Formas Básicas de Relevos	Tipos de Rochas e Solos	Declividades Predominantes	Amplitude Topográfica	Suscetibilidade à Erosão
▪ Entre as Estações São Joaquim e Pompéia	Colinas e Morrotes em rochas sedimentares terciárias (relevo predominante mente suave ondulado a pontualmente ondulado)	Solos de alteração em rochas sedimentares terciárias argilas e em menor proporção areias e argilas arenosas	3 a 20%	Até 40m	Baixa (podendo "localmente" ser alta)
▪ Entre as Estações Água Branca e Freguesia do Ó	Planície Aluvial (relevo predominante mente suave ondulado a plano)	Areias variadas, argilas, cascalheiras fluviais, solos moles e/ou orgânicos	0 a 8%	Terrenos planos e baixos, com amplitudes inferiores a 10m	Muito baixa
▪ Entre as Estações Freguesia do Ó e Vila Brasilândia	Morros baixos em rochas cristalinas (relevos suave ondulado a forte ondulado)	Solos de alteração em rochas cristalinas variando, desde predominante mente arenosos e areno-siltosos até francamente siltosos	8 a 45%	Até 100m	Alta

Há de se destacar, entretanto, que os cenários analisados (*segmentos referenciais* / Linha 6) e consolidados no Quadro 8.2.10.3-1 se referem, na verdade, à situação atualmente instalada ao longo do eixo projetado da Linha 6 - Laranja; ou seja, terrenos pavimentados e impermeabilizados de forma geral, ocupados por vias públicas, e que de alguma forma impedem a instalação de processos erosionais naturais mais rígidos, em especial nas áreas mais planas.

Por outro lado, quando analisado esse mesmo cenário, nessas mesmas áreas referenciais estabelecidas no Quadro 8.2.10.3-3, porém, *considerando a etapa de “execução de obras” de implantação do empreendimento (em especial: terraplenagens / escavações / aterros)*, deverão ser levadas em conta as informações consolidadas nos Mapas de Curvatura Vertical (MF-LLJ-09) e Horizontal (MF-LLJ-10). Estas, quando analisadas de forma integrada, retratam que ao longo da maior parte do eixo projetado da Linha 6 predomina (em superfície) a ocorrência de

uma alternância ritmada de “combinações” de curvatura do terreno *côncavo-convergente* e *convexo-divergente* que, de maneira geral, poderão gerar o desencadeamento de processos erosionais pontuais, acompanhados de uma potencial produção de sedimentos, com conseqüente “contribuição” ao **assoreamento dos cursos d'água locais**.

Vale ser comentada, ainda, que a atual dinâmica de ocupação do solo urbano, conforme observada também na área de influência deste projeto, proporciona forçosamente uma dificuldade da infiltração das águas pluviais no solo natural, em decorrência das altas taxas de impermeabilização dos terrenos e que tem como consequência principal a formação de **áreas com riscos de alagamentos / inundações** (em especial, nos períodos de elevada pluviosidade).

Assumindo tal realidade, buscou-se identificar tanto no âmbito mais regional (com base no Mapa das Áreas Potenciais das Ocorrências de Inundações : Região Metropolitana de São Paulo - IG/USP, 1998. Escala 1:250.000), assim como no âmbito mais restrito ao eixo principal do traçado da Linha 6 (com base nos registros do CGESP – Centro de Gerenciamento de Emergências da Prefeitura de São Paulo), a localização / cadastramento dos principais pontos de alagamento na ADA.

Da análise do Mapa das Áreas Potenciais das Ocorrências de Inundações da Região Metropolitana de São Paulo, conforme mencionado acima, foi possível se compilar informações suficientes para a elaboração do “*Mapa das Áreas Potenciais de Ocorrência de Inundações – All e AID*” (MF-LLJ-12), conforme apresentado adiante.

Deste mapa se observa que, partindo-se de qualquer uma das extremidades do traçado projetado da Linha 6 em direção ao rio Tietê (porção central do traçado), a potencialidade de ocorrência de inundações aumenta (de *baixa* a *média alta*) até atingir índices de potencialidade *muito alta / áreas inundáveis*, próximo das áreas onde se projeta a construção das estações / poços de ventilação / saída emergência Água Branca, Santa Marina e Freguesia do Ó.

Da mesma forma, a área onde se projeta a instalação da Estação São Joaquim / poços de ventilação / saída de emergência é tida como área inundável.

INSERIR

"Mapa das Áreas Potenciais de Ocorrência de Inundações – AII e AID" (MF-LLJ-12)

CODIGO: RT-6.00.00.00/8N4-001	EMIÇÃO: 31/10/2011	Folha: 261
APROVAÇÃO: / /	VERIFICAÇÃO: / /	REVISÃO: B