

Legenda:

- Pontos de Medição de Ruído
- Área Diretamente Afetada - ADA
- Área de Influência Direta - AID

Convenções Cartográficas

- Rede hidrográfica
- Corpo d'água
- Rede viária
- Ferrovia
- Estação de trem



Fonte:
 - Mapeamento contínuo da base cartográfica da RMSP, escala 1:100.000, ano 2006 (EMPLASA).
 - Levantamento em Campo (Outubro/2009)

 <small>ENGENHARIA E TOPOGRAFIA AMBIENTAL</small> 	<small>CLIENTE:</small> EMURB - Empresa Municipal de Urbanização
	<small>ESTUDO:</small> Estudo de Impacto Ambiental da Operação Urbana Consorciada Água Branca
<small>LOCAL:</small> São Paulo - SP	<small>TÍTULO:</small> MAPA DE LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES DE MEDIÇÕES DOS NÍVEIS DE RUÍDO
<small>REFERÊNCIA</small>	<small>AB 01 5P 003-0</small>

5.1.4) Aspectos Geológicos

5.1.4.1) Aspectos Metodológicos

A caracterização dos aspectos geológicos relacionados às áreas de influência da Operação Urbana Consorciada Água Branca foi realizada em duas escalas de abordagem, uma primeira que contempla a Área de Influência Indireta - All do empreendimento e a segunda que engloba tanto a Área de Influência Direta - AID como a Área Diretamente Afetada - ADA, ambas abrangendo parcialmente a Bacia Hidrográfica do Alto Tietê.

Para o contexto geológico da Área de Influência Indireta - All do empreendimento tomou-se como limite o município de São Paulo. Já para a Área de Influência Direta - AID foi considerado o perímetro da Operação Urbana como sendo tal área de influência, enquanto que a Área Diretamente Afetada – ADA consiste no conjunto de áreas de intervenções para a implantação das obras previstas no Plano Urbanístico. Para este diagnóstico foram utilizados dados secundários 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 ilustrar o tema em pauta através de produtos cartográficos típicos, ou seja, foram elaborados dois mapas, um em escala 1:250.000, identificado como “*Mapa Geológico da All*” (AB 01 5P 004 - 0) e outro em escala 1:50.000, chamado de “*Mapa Geológico da AID e ADA*” (AB 01 5P 005 - 0). Estes produtos cartográficos correspondem a compilações (com adequações) dos estudos realizados pelo Departamento Nacional da Produção Mineral & Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – DNPM/CPRM *apud Geologia Urbana da Região Metropolitana de São Paulo 1998* e pelo Instituto de Geociências da USP – *Mapa Geológico da Bacia do Alto Tietê 1999*.

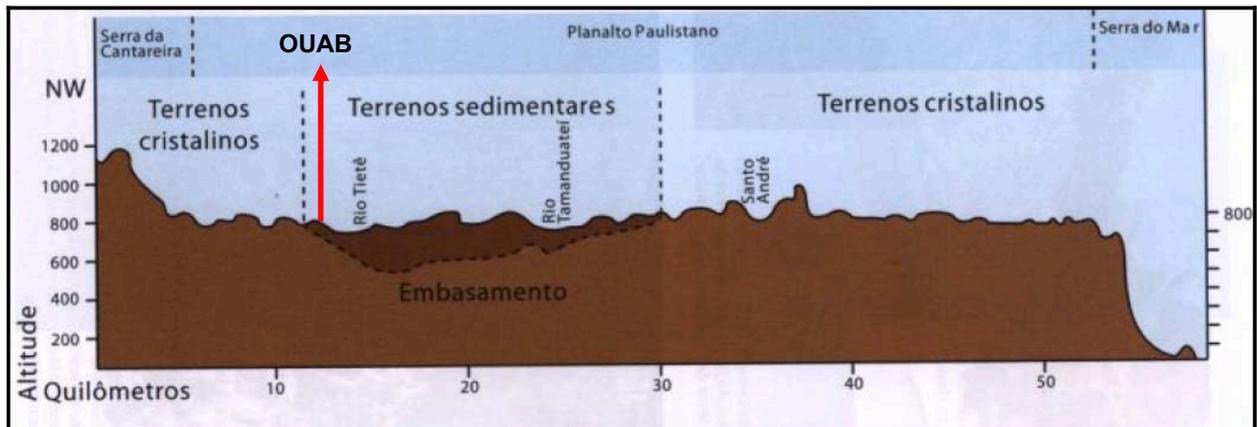
De uma maneira geral, as áreas de influência adotadas para o empreendimento estão inseridas nos sedimentos cenozóicos da Bacia Sedimentar de São Paulo, a qual está sob um arcabouço geológico constituído por terrenos policíclicos do Cinturão de Dobramentos Ribeira representado por rochas metamórficas,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

5.1.4.2) Área de Influência Indireta - All

De acordo com o estudo *Geologia Urbana da Região Metropolitana de São Paulo (1998)*, a área de influência indireta – All do Plano Urbanístico 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 e coluviais (Cenozóico).

A Figura 5.1.4.2-1 apresenta o contexto geológico-geomorfológico regional para a área onde será implantada a Operação Urbana Água Branca. Nesta pode ser observado desde os terrenos Pré-Cambrianos até as Coberturas Quaternárias.



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

Figura 5.1.4.2-1: Seção Geológica-Geomorfológica Esquemática SE-NW da Região Metropolitana de São Paulo

Granitos, granodioritos, monzogranitos e granitóides indiferenciados representam as rochas do embasamento cristalino, as quais ocorrem predominantemente na região norte do município de São Paulo, servindo como sustentação da Serra da Cantareira e, ao sul, em corpos isolados. Metassedimentos de natureza diversificada e metavulcânicas básicas dos grupos São Roque e Itaberaba, além de rochas do Complexo Embu, representadas por migmatitos, ganisses, xistos e quartzitos também perfazem os tipos de rochas predominantes do embasamento (*GEO cidade de São Paulo: panorama do meio ambiente urbano 2004*).

Sedimentos de origem terciária, os quais foram depositados na Bacia Sedimentar de São Paulo, estão localizados em toda a área central da cidade de São Paulo, também ao longo da margem esquerda do rio Tietê e em manchas isoladas ao sul, ao norte (região de Santana) e no sudoeste do município, representando o sítio geológico com maior densidade de ocupação urbana do Brasil. A maior parte dos processos de preenchimento sedimentar dessa Bacia é representada por depósitos relacionados a antigas planícies aluviais de rios entrelaçados. Os diamictitos e conglomerados com seixos e lamitos predominantemente arenosos, gradando para arenitos, em meio a sedimentos síltico-argilosos representam as rochas mais típicas dos sedimentos terciários.

Os Sedimentos Quaternários ocorrem ao longo das várzeas dos rios e córregos atuais oriundos de depósitos aluviais, com destaque para as planícies dos rios Tietê e Pinheiros, as quais foram intensamente remodeladas pela ação antrópica, através de retificações dos canais e aterramento das várzeas. A característica meândrica das planícies aluvionares dos rios Tietê e Pinheiros foi significativamente alterada pelos processos de retificações e inversões de correnteza, o que acarreta na alteração das principais características hidrossedimentológicas como, por exemplo, capacidade de transporte sedimentar entre outras.

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.

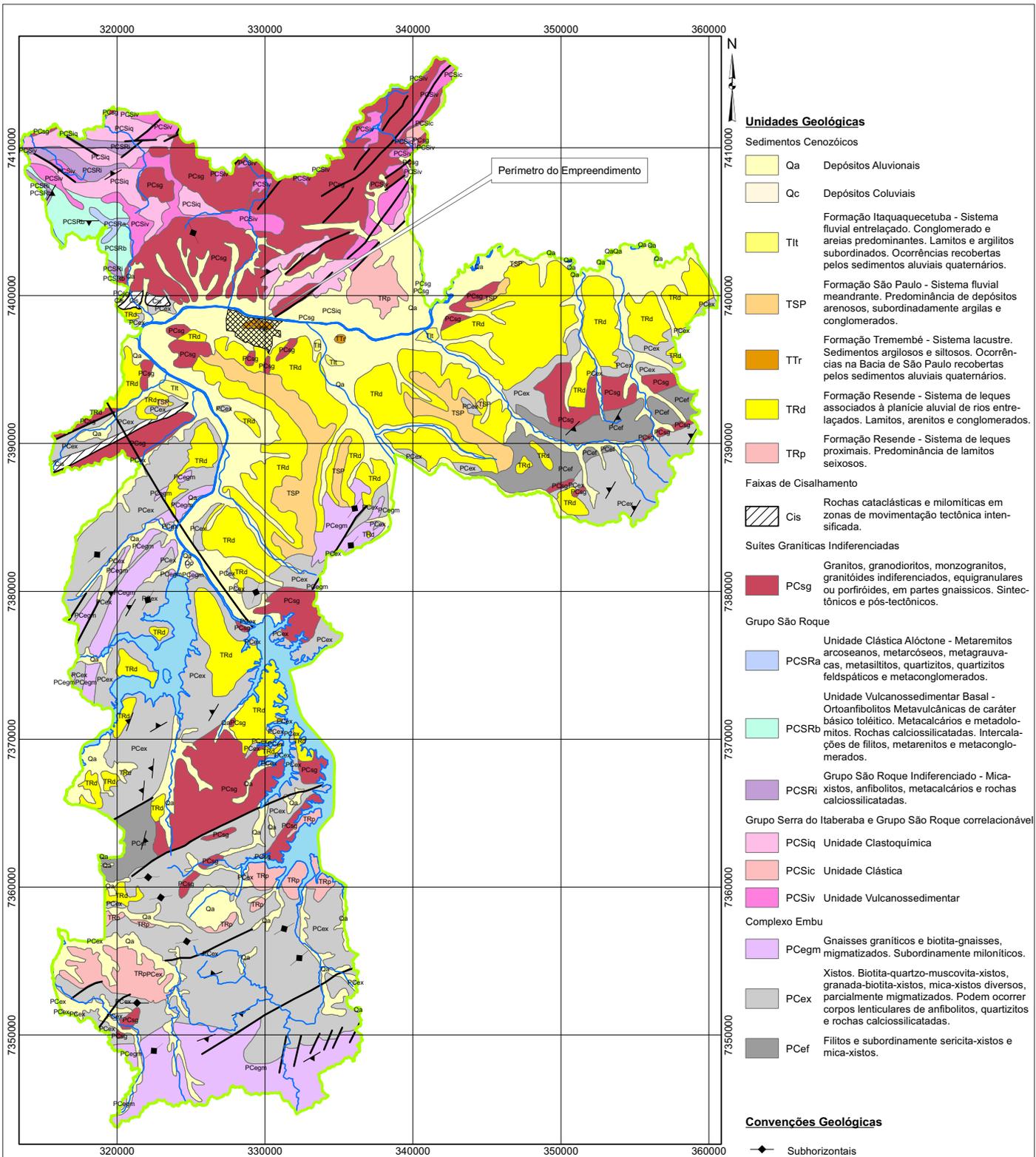
Em relação às principais características estruturais, destaca-se a feição tectônica responsável pela formação da Bacia Sedimentar de São Paulo denominada de *Rift* Continental do Sudeste do Brasil (RCSB), o qual possui idade Cenozóica e se estende desde o Estado do Paraná até o Rio de Janeiro, totalizando uma extensão de aproximadamente 900 km.

Desse modo, como forma de melhor visualizar os limites de ocorrência das unidades geológicas que ocorrem na Área de Influência Indireta – All da Operação Urbana Consorciada Água Branca, consolidou-se o “Mapa Geológico da All” (**AB 01 5P 004 - 0**), conforme apresentado adiante.

Da mesma forma, o Quadro 5.1.4.2-1 consolida as principais informações relacionadas às unidades litoestratigráficas identificadas nesta área de influência.

Quadro 5.1.4.2-1
Unidades Litoestratigráficas – All

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
	Qc	Depósitos Coluviais
	Tlt	Formação Itaquaquecetuba: Conglomerados e areias predominantes. Lamitos e argilitos subordinados – Sistema fluvial entrelaçado
	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
PRÉ-CAMBRIANO	PCsg	Suites Graníticas Indiferenciadas: Granitos, granodioritos, monzogranitos, granitóides indiferenciados, equigranulares ou porfiróides, em parte gnáissicos – Sintectônicos e pós – tectônicos
	PCSRa	Grupo São Roque: Unidade Clástica Alóctone – Metarenitos arcoseanos, metarcóseos, metagrauvacas, metasiltitos, quartzitos, quartzitos feldspáticos e metaconglomerados
	PCSRb	Grupo São Roque: Unidade Vulcanossedimentar Basal – Ortoanfíbolitos metavulcânicas de caráter básico toleítico. Metacalcários e metadolomitos. Rochas calciossilicatadas. Intercalações de filitos, metarenitos e metaconglomerados
	PCSRI	Grupo São Roque: Indiferenciado – Micaxistos, anfíbolitos, metacalcários e rochas calciossilicatadas
	PCSiq	Grupo Serra do Itaberaba e Grupo São Roque correlacionável: Unidade Clastoquímica
	PCSic	Grupo Serra do Itaberaba e Grupo São Roque correlacionável: Unidade Clástica
	PCSiv	Grupo Serra do Itaberaba e Grupo São Roque correlacionável: Unidade Vulcanossedimentar
	PCegm	Complexo Embu: Gnaisses graníticos e biotita – gnaisses, migmatizados. Subordinadamente miloníticos
	PCex	Complexo Embu: Xistos, Biotita – quartzo – muscovita – xistos, mica – xistos diversos, parcialmente migmatizados. Podem ocorrer corpos lenticulares de anfíbolitos, quartzitos e rochas calciossilicatadas
	PCef	Complexo Embu: Filitos e subordinadamente sericita-xistos e mica xistos



Unidades Geológicas

- Sedimentos Cenozóicos**
- Qa Depósitos Aluviais
 - Qc Depósitos Colúviais
 - Tlt Formação Itaquaquecetuba - Sistema fluvial entrelaçado. Conglomerado e areias predominantes. Lamitos e argilitos subordinados. Ocorrências recobertas pelos sedimentos aluviais quaternários.
 - TSP Formação São Paulo - Sistema fluvial meandrante. Predominância de depósitos arenosos, subordinadamente argilas e conglomerados.
 - TTr Formação Tremembé - Sistema lacustre. Sedimentos argilosos e siltosos. Ocorrências na Bacia de São Paulo recobertas pelos sedimentos aluviais quaternários.
 - TRd Formação Resende - Sistema de leques associados à planície aluvial de rios entrelaçados. Lamitos, arenitos e conglomerados.
 - TRp Formação Resende - Sistema de leques proximais. Predominância de lamitos seixosos.
- Faixas de Cisalhamento**
- Cis Rochas cataclásticas e miloníticas em zonas de movimentação tectônica intensificada.
- Suites Graníticas Indiferenciadas**
- PCsg Granitos, granodioritos, monzogranitos, granitóides indiferenciados, equigranulares ou porfíroides, em partes gnáissicos. Sintetônicos e pós-tectônicos.
- Grupo São Roque**
- PCSRa Unidade Clástica Alóctone - Metaremitos arcoseanos, metarcóseos, metagrauvas, metasiltilos, quartzitos, quartzitos feldspáticos e metaconglomerados.
 - PCSRb Unidade Vulcanossedimentar Basal - Ortoanfíbolitos Metavulcânicas de caráter básico toléitico. Metacalcários e metadolomitos. Rochas calciossilicatadas. Intercalações de filitos, metarenitos e metaconglomerados.
 - PCSRi Grupo São Roque Indiferenciado - Mica-xistos, anfíbolitos, metacalcários e rochas calciossilicatadas.
- Grupo Serra do Itaberaba e Grupo São Roque correlacionável**
- PCSiq Unidade Clastoquímica
 - PCSiC Unidade Clástica
 - PCSiV Unidade Vulcanossedimentar
- Complexo Embu**
- PCegm Gnaisses graníticos e biotita-gnaisses, migmatizados. Subordinadamente miloníticos.
 - PCex Xistos. Biotita-quartzo-muscovita-xistos, granada-biotita-xistos, mica-xistos diversos, parcialmente migmatizados. Podem ocorrer corpos lenticulares de anfíbolitos, quartzitos e rochas calciossilicatadas.
 - PCef Filitos e subordinadamente sericita-xistos e mica-xistos.

Convenções Geológicas

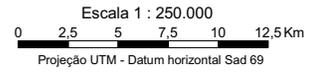
- ◆ Subhorizontais
- ▲ Estruturas planares, com indicação do mergulho
- Lineamentos morfoestruturais (prováveis falhas)

Legenda

- Área de Influência Indireta - AIi
- Área de Influência Direta - AID

Convenções Cartográficas

- Rede Hidrográfica
- Corpo d'água

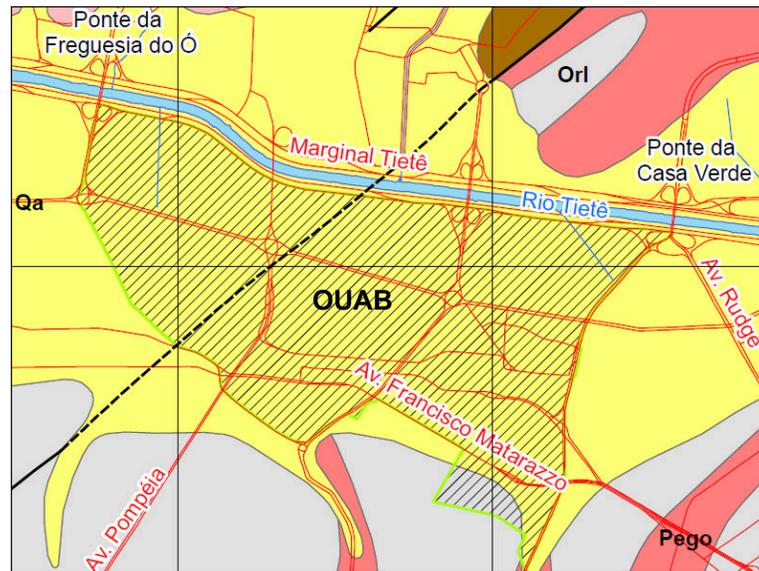


Fonte:
 - Mapa Geológico da Região Metropolitana de São Paulo, São Paulo, IG/USP, 1998. Escala 1:250.000.
 - Banco de Dados espaciais da Bacia do Alto Tietê - Instituto de Geociências (IGC).
 - Mapeamento contínuo da base cartográfica da RMSPL, escala 1:100.000, ano 2006 (EMPLASA).

	CLIENTE:	EMURB - Empresa Municipal de Urbanização
	ESTUDO:	Estudo de Impacto Ambiental da Operação Urbana Consorciada Água Branca
LOCAL:	São Paulo - SP	
TÍTULO:	MAPA GEOLÓGICO DA AIi	
REFERÊNCIA:	AB 01 5P 004-0	

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

Utilizando como referência o *Mapa Geológico da Bacia do Alto Tietê*, Instituto de Geociências da USP, Laboratório de Informática Geológica, 1999, foi possível gerar o “*Mapa Geológico da AID e ADA*” (**AB 01 5P 005 - 0**), em escala 1:50.000, conforme apresentado mais adiante. Com base neste mapa elaborado é possível concluir que na Área de Influência Direta – AID e no conjunto de áreas de intervenções para a implantação das obras da Operação Urbana Consorciada Água Branca – ADA predominam, basicamente, duas unidades litoestratigráficas, os Depósitos Aluvionais e os Depósitos de Sistemas de Leques Aluviais. A Figura 5.1.4.3-1, que representa um “recorte” do Mapa **AB 01 5P 005 - 0**, exibe estas duas unidades geológicas em planta, incluindo o perímetro da Operação Urbana Consorciada Água Branca.



Fonte: Instituto de Geociências USP 1999

Figura 5.1.4.3-1: Unidades Litoestratigráficas com Ocorrência na AID e ADA do empreendimento

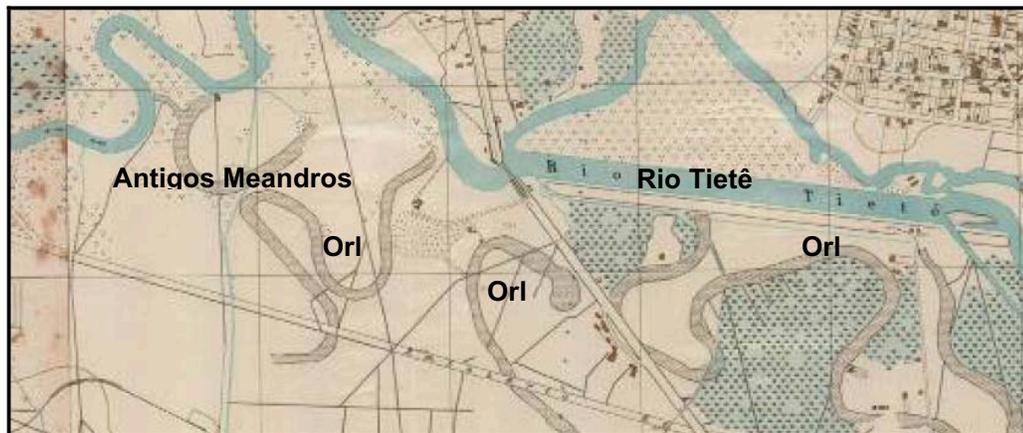
De forma predominante tem-se a ocorrência dos Depósitos Aluvionais (**Qa**), os quais são sedimentos quaternários constituídos, predominantemente, por areias, argilas e materiais orgânicos, sendo que os depósitos de grande porte são particularmente encontrados ao longo do rio Tietê.

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 e os depósitos mais antigos representados por colúvios são datados por volta de 50 Ka. Segundo este mesmo estudo, ocorreram duas fases mais recentes de deposição dos sedimentos quaternários, uma por volta de 0,6 Ka, e outra, atuante principalmente após 1950 comprovando provável interferência antrópica durante o processo de ocupação do meio físico.

Ressalta-se que os principais problemas ambientais relacionados à ocupação urbana desordenada sobre estes Depósitos Quaternários Aluviais são:

- Áreas mais susceptíveis a inundações;
- Recalques devido ao adensamento de solos moles;
- Lençol freático raso.

Já os Depósitos de Sistemas de Leques Aluviais (**Orl**) são constituídos, predominantemente, por lamitos arenosos e argilosos, e estão presentes em uma pequena porção a sudeste da área destinada à implantação da Operação Urbana Água Branca. Estes sedimentos mais areno-argilosos foram depositados em ambiente de planície fluvial entrelaçada. Para a região em estudo, o ambiente de deposição foi a própria planície de inundação do rio Tietê, o qual, em função da intensa ocupação urbana de suas margens, mostra-se nos dias atuais extremamente retificado o que conseqüentemente acarretou o desaparecimento dos antigos meandros preenchidos por estes depósitos de leques aluviais. Este processo de retificação do traçado natural do rio Tietê e diminuição do seu potencial hidráulico de deposição de sedimentos dentro da cidade de São Paulo pode se observado na Figura 5.1.4.3-2.



Planta de 1928



Foto Aérea de 2004

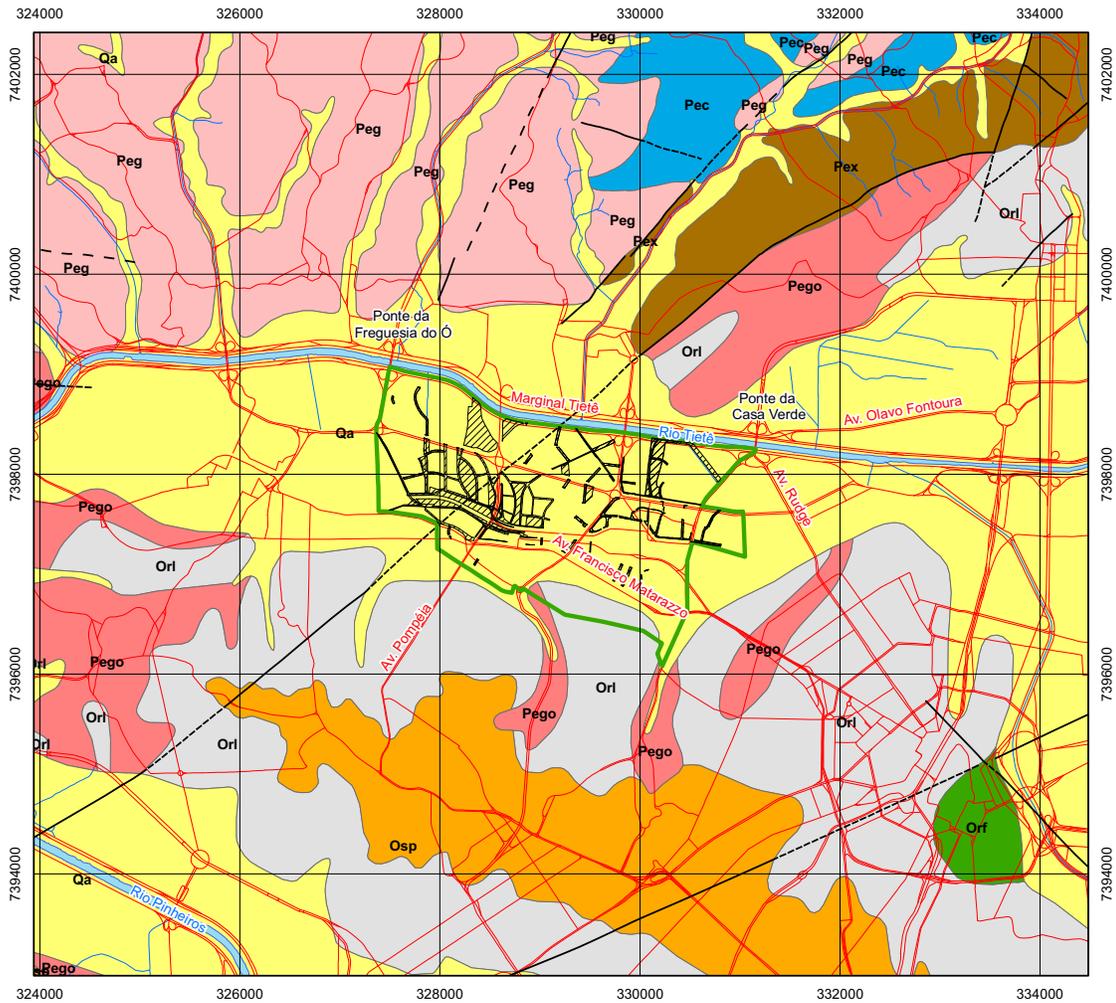
Fonte: SARA BRASIL e Prefeitura Municipal de São Paulo

Figura 5.1.4.3-2: Processo de Retificação do Rio Tietê e Desaparecimento de Antigos Meandros

Em trabalho de campo, realizado nos dias 6 e 19 de Outubro de 2009, devido à intensa malha urbana já consolidada, não foi verificada a presença de afloramentos rochosos no entorno imediato da Operação Urbana Água Branca, decorrente do que tal tema foi tratado com a compilação de dados secundários.

5.1.4.4) Síntese dos Aspectos Relevantes

- ✓ Predominam na AID e ADA do empreendimento os Depósitos Aluvionais (**Qa**), os quais são sedimentos quaternários constituídos, predominantemente, por areias, argilas e materiais orgânicos, sendo que os depósitos de grande porte são particularmente encontrados ao longo do rio Tietê.
- ✓ Os principais problemas ambientais relacionados à ocupação urbana desordenada sobre estes Depósitos Quaternários Aluviais são:
 - Áreas mais susceptíveis a inundações;
 - Recalques devido ao adensamento de solos moles;
 - Lençol freático raso.
- ✓ A planície de inundação do rio Tietê, devido à intensa ocupação urbana de suas margens, mostra-se nos dias atuais extremamente modificada (principalmente em função da retificação do curso do Tietê) o que conseqüentemente acarretou o desaparecimento dos antigos meandros preenchidos por depósitos de leques aluviais (**Orl**).



Escala 1:50.000
 0 0,5 1 1,5 2 2,5 km
 Projeção UTM - Datum horizontal SAD 69

Unidades Geológicas

Cenozóico - Quaternário

Qa Depósitos sedimentares aluviais, predominantemente areno-argilosos.

Cenozóico - Terciário

Formação São Paulo

Osp Depósitos de sistema fluvial meandrante, compostos por cascalho, areia e silte-argila.

Formação Resende

Orl Depósitos de sistemas de leques aluviais e planície fluvial entrelaçada. Predominância de lamitos arenosos e argilosos.

Orf Depósitos de sistemas de leques aluviais, com predomnância de lamitos seixosos.

Proterozóico

Pex Micaxistos, com quartzitos e metassilitos subordinados.

Peg Rochas granitóides predominantemente maciças, de granulação variada.

Pego Rochas granitóides predominantemente orientadas ou foliadas.

Pec Rochas metacarbonáticas.

Convenções Geológicas

— Falha Definida

- - - - - Falha Encoberta

- - - - - Falha Inferida

Legenda

Área de Influência Direta - AID

Área Diretamente Afetada - ADA

Convenções Cartográficas

Rede viária

Rede hidrográfica

Corpo d'água

Fonte:
 - Mapeamento contínuo da base cartográfica da RMSP, escala 1:100.000, ano 2006 (EMPLASA).
 - Mapa Geológico da Bacia do Alto Tietê, Instituto de Geociências da USP, Laboratório de Informática Geológica (LIG) - 1999.

 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL	 EMURB	CLIENTE:	EMURB - Empresa Municipal de Urbanização
		ESTUDO:	Estudo de Impacto Ambiental da Operação Urbana Consorciada Água Branca
LOCAL:		São Paulo - SP	
TÍTULO:		MAPA GEOLÓGICO DA AID E ADA	
REFERÊNCIA:		AB 01 5P 005-0	

5.1.5) Aspectos Geotécnicos

5.1.5.1) Aspectos Metodológicos

A caracterização geotécnica das áreas de influência definidas para a Operação Urbana Consorciada Água Branca 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);
- Macrodrenagem das Bacias dos Córregos Sumaré e Água Preta – Relatório de Estudos Hidrológicos e Hidráulicos (2004).
- Mapa - Maciços de Solo e Rocha, escala 1:100.000, *in* Município em Mapas / Série Pôster: Panorama (SEMPLA e SVMA - 2000), com base em: PMSP & IPT. Carta Geotécnica do Município de São Paulo, 1992.

A partir da consolidação dos dados presentes nos estudos supracitados foi possível realizar uma abordagem geotécnica geral, referente à Área de Influência Indireta – AII do Plano Urbanístico, bem como um estudo de maior detalhe, para a Área de Influência Direta – AID e Área Diretamente Afetada – ADA do empreendimento.

5.1.5.2) Área de Influência Indireta - AII

Sabe-se que os principais 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 discontinuidades (xistosidades, 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*” (**AB 01 5P 004 - 0**), apresentam-se a seguir os principais compartimentos / aspectos geotécnicos gerais para os limites da Área de Influência Indireta – AII.

⇒ **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 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 anfíbolitos, devido à presença de argila expandida.

⇒ **Complexo Embu**

Nesta unidade composta por uma grande variedade litológica (gnaisses graníticos e biotitagnaises migmatizados, xistos, mica-xistos, filitos e corpos lenticulares de anfibólitos, 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 (All) conforme descritos acima, apresenta-se a seguir a Figura 5.1.5.2-1 (*reprodução adaptada do Mapa - Maciços de Solo e Rocha, escala 1:100.000 / SEMPLA-SVMA*) como forma de melhor se ilustrar todo o anteriormente exposto.

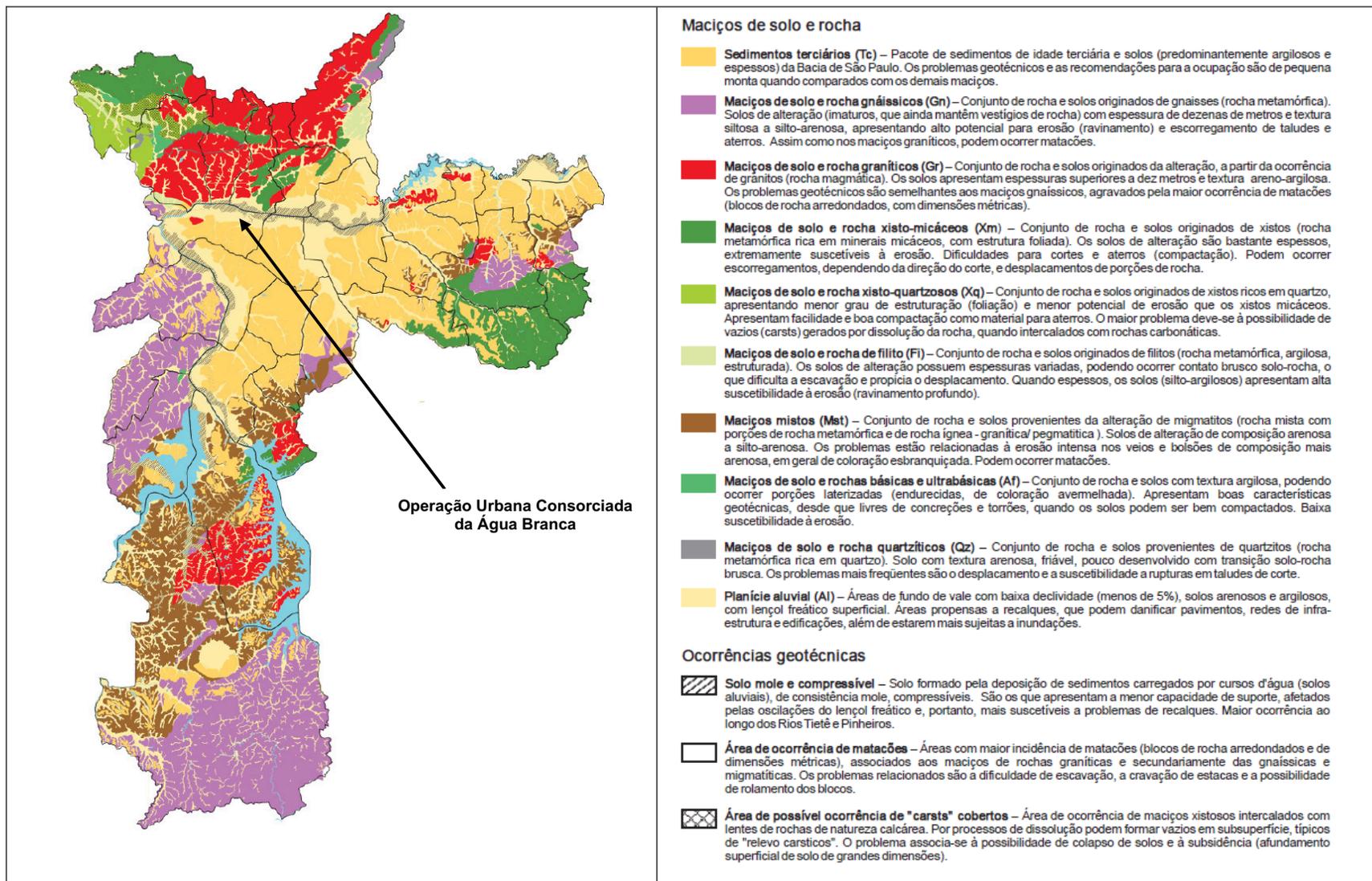
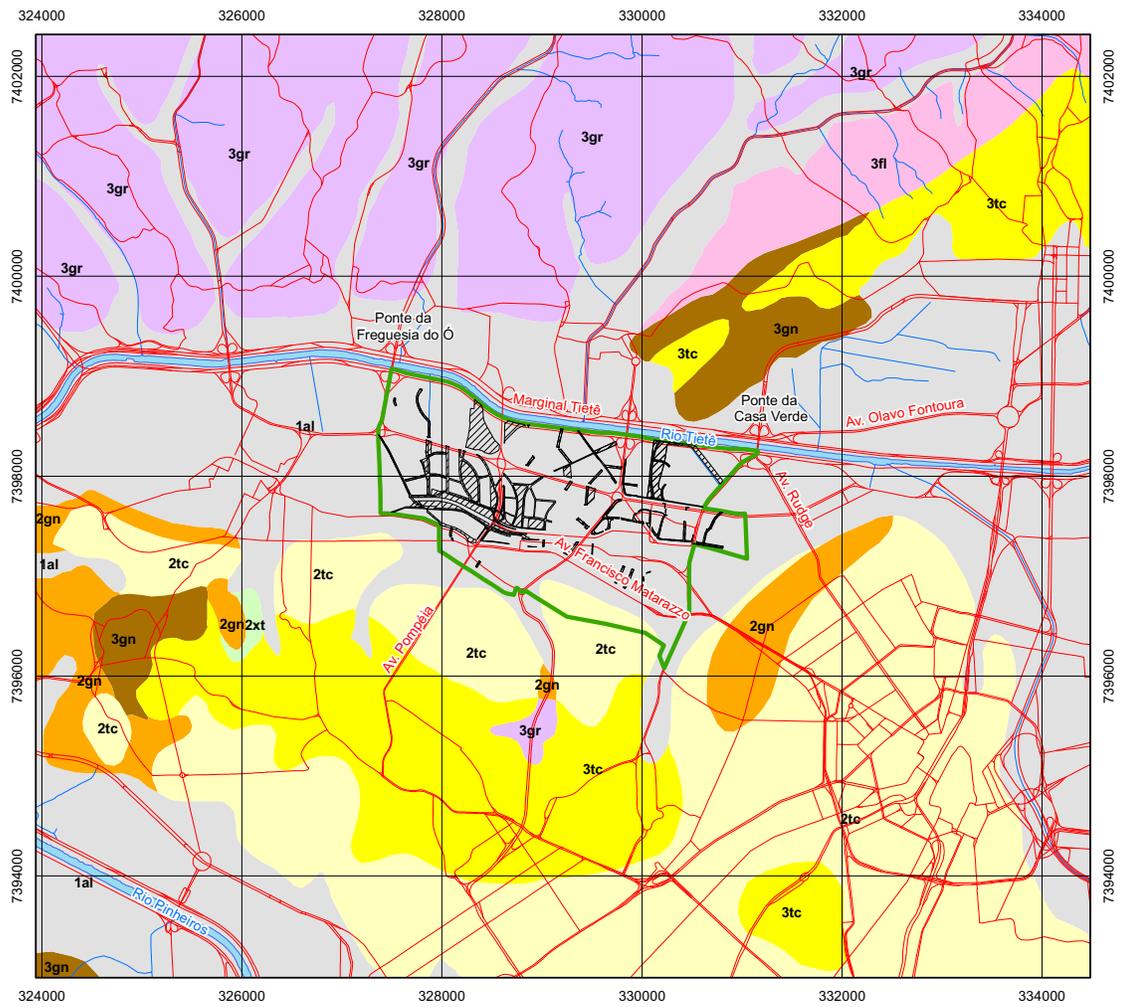


Figura 5.1.5.2-1: Caracterização / Compartimentação Geotécnica Geral e Simplificada da Área de Influência Indireta – All

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

Utilizando-se como referência principal a Carta Geotécnica da Grande São Paulo, escala 1:50.000 (IPT 1984), entre outras bases cartográficas, foi consolidado para a Área de Influência Direta – AID e Área Diretamente Afetada – ADA do empreendimento e seu entorno imediato a “*Carta Geotécnica Simplificada da AID e ADA*” (**AB 01 5P 006 - 0**), conforme apresentada a seguir.

Através desta carta geotécnica elaborada é possível observar que na área correspondente à AID e ADA e seu entorno imediato predominam as seguintes unidades homogêneas, conforme apresentadas no Quadro 5.1.5.3-1, adiante.



Unidades Homogêneas (legenda detalhada em anexo)

-  1al
-  2tc
-  2xt
-  2gn
-  3tc
-  3fl
-  3gr
-  3gn

Legenda

-  Área de Influência Direta - AID
-  Área Diretamente Afetada - ADA

Convenções Cartográficas

-  Rede viária
-  Rede hidrográfica
-  Corpo d'água

Fonte:
 - Mapeamento contínuo da base cartográfica da RMSP, escala 1:100.000, ano 2006 (EMPLASA).
 - Carta Geotécnica da Grande São Paulo, escala 1:50.000, IPT (1985).

 WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAIS	 EMURB	CLIENTE:	EMURB - Empresa Municipal de Urbanização
		ESTUDO:	Estudo de Impacto Ambiental da Operação Urbana Consorciada Água Branca
LOCAL:		São Paulo - SP	
TÍTULO:		CARTA GEOTÉCNICA SIMPLIFICADA DA AID E ADA	
REFERÊNCIA:		AB 01 5P 006-0	

Quadro 5.1.5.3-1
Unidades Geotécnicas Homogêneas – AID / ADA e Entorno Imediato

Litologia	Unidade Homogênea	Feições Geomorfológicas	Aspectos Geotécnicos Solo Superficial (SS); Depósitos Aluviais (AL); Solo de Alteração (AS); Sedimento Terciário (TC); Rocha Muito Alterada (RMA)	Problemas Esperados (Dinâmica do Meio Físico)
Aluvião (al)	1al	<p align="center">Planícies Aluviais</p> Terrenos baixos e planos junto aos rios e córregos. Declividades 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 às várzeas não são inundáveis.	<p>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.</p> <p>Nota: É comum encontrar sobreposto a esses horizontes deposição de materiais erodidos e resíduos domésticos e industriais.</p>	<p align="center">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.</p>
Sedimentos da Formação São Paulo e Correlatos Terciário (tc)	2tc	<p align="center">Relevo de Colinas</p> 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	<p>SS - Argilo-arenoso, espessura de até 3m, baixa erodibilidade, frequentemente com linha de seixos na base.</p> <p>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</p>	<p>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 adotem medidas de proteção superficial. Os problemas específicos de cada litologia são</p>

Litologia	Unidade Homogênea	Feições Geomorfológicas	Aspectos Geotécnicos Solo Superficial (SS); Depósitos Aluviais (AL); Solo de Alteração (AS); Sedimento Terciário (TC); Rocha Muito Alterada (RMA)	Problemas Esperados (Dinâmica do Meio Físico)
		arredondados. Vales fechados com planícies aluviais restritas. Drenagem de média a baixa densidade (até 30 cursos d'água perene numa área de 10 km ²).	até centenas de metros próximo à várzea do rio Tietê.	semelhantes, em gênero, àqueles descritos abaixo, para as unidades 3, porém em menos grau.
Xistos (xt)	2xt		<p>SS - Xisto micáceo (micaxisto) Argiloso, espessura de 2 a 3 metros, baixa erodibilidade.</p> <p>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.</p> <p>SS - Xisto quartzoso - Argilo-arenoso, espessura de 2 a 3 metros, baixa erodibilidade.</p> <p>SA - Xisto quartzoso - Silto-arenoso, micáceo, com foliação preservada, bastante espesso, podendo atingir até algumas dezenas de metros com transição gradual para RMA, alta erodibilidade.</p>	
Gnaisses (gn)	2gn		<p>SS - Argilo-arenoso, espessura de até 2 metros, baixa erodibilidade.</p> <p>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 Gnaisse. Ocorrências de matações imersos no SA e em superfície, em grande quantidade nos domínios das rochas graníticas.</p>	

Litologia	Unidade Homogênea	Feições Geomorfológicas	Aspectos Geotécnicos Solo Superficial (SS); Depósitos Aluviais (AL); Solo de Alteração (AS); Sedimento Terciário (TC); Rocha Muito Alterada (RMA)	Problemas Esperados (Dinâmica do Meio Físico)
Sedimentos da Formação São Paulo e Correlatos Terciário (tc)	3tc		Solos e sedimentos de características semelhantes aos da unidade 2 tc.	Instabilização em taludes de corte associados à desagregação superficial (empastilhamento) nos níveis argilosos; instabilização localizada (queda de blocos) provocada por erosão retrogressiva (piping) nas camadas mais arenosas, quando taludes de corte interceptam lençóis suspensos. Ruptura de taludes de corte íngremes, quando saturados.
Filitos (fl)	3fl	<p>Relevo de Morrotes Amplitudes em torno de 60 m podendo atingir até 90 m. Declividades predominantes entre 20 e 35% nas porções inferiores das encostas, e entre 10 e 20% nas porções superiores e topos. Subordinadamente maior que 35% no terço inferior de algumas encostas e em anfiteatros. Encostas com perfis retilíneos a convexos e superfícies desde levemente sulcadas a ravinadas (linhas de drenagem natural), com alguns anfiteatros. Topos relativamente amplos e alongados. Vales fechados com planícies aluviais restritas. Drenagem de alta densidade (mais de 30 cursos d'água perenes numa área de 10 km²)</p>	<p>SS Filito - Argiloso com espessura da ordem de 1m, baixa erodibilidade. SA Filito - Siltoso, foliação preservada, espessura variando desde alguns centímetros até 2m. Transição gradual para RMA. Erodibilidade média a baixa variando com a espessura da camada e com a proximidade da interface SA/RMA.</p>	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) e desagregação superficial (empastilhamento-filito) em taludes de corte em RMA; 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.

Litologia	Unidade Homogênea	Feições Geomorfológicas	Aspectos Geotécnicos Solo Superficial (SS); Depósitos Aluviais (AL); Solo de Alteração (AS); Sedimento Terciário (TC); Rocha Muito Alterada (RMA)	Problemas Esperados (Dinâmica do Meio Físico)
Granitos (gr) Gnaisses (gn)	3gr 3gn		<p>SS - Solos de características semelhantes ao da unidade 2 gn, predominando espessuras entre 1 e 2 metros. SA - Solos de características semelhantes ao da unidade 2 gn. Espessuras variando de alguns metros até dezenas de metros. Devido à irregularidade do topo rochoso, notadamente nos granitos, pode-se encontrar, em pontos localizados, a rocha sã em profundidade próximas a 3m.</p> <p>SS/SA Metaconglomerado.</p>	<p>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 matacões; queda de blocos em taludes de corte e em encostas por descalçamento e por erosão do material terroso envolvente.</p>

Especificamente na área de implantação da Operação Urbana Consorciada Água Branca, conforme apresentado no Mapa **AB 01 5P 006 - 0** e no Quadro 5.1.5.3-1, predomina a ocorrência da unidade geotécnica 1aI, sendo que na porção sudeste da área do empreendimento também aparece a unidade 2tc. A seguir serão melhor caracterizadas estas duas unidades geotécnicas.

⇒ **Unidade Homogênea 1aI**

Essa unidade ocorre, praticamente, em toda a área destinada ao Plano Urbanístico. De maneira geral ela representa terrenos baixos e planos, além de declividades inferiores a 5%. Corresponde às zonas das planícies aluviais (ou aos Depósitos Aluviais – Qa), bem desenvolvidas e sujeitas periodicamente a inundações, enquanto que os terraços fluviais, alçados de poucos metros em relação às várzeas, não são inundáveis.

O substrato dessa região é representado por sedimentos inconsolidados com baixa capacidade de suporte, notadamente em presença de camadas de argila orgânica. Nível freático, quase sempre, está situado próximo à superfície.

Na área de incidência dessa unidade poderão ocorrer: (i) assoreamento das várzeas; (ii) enchentes periódicas; (iii) dificuldade na drenagem e escoamento das águas servidas e pluviais; (iv) nível freático próximo à superfície do terreno; (v) estabilidade precária das paredes de escavação; (vi) solapamento das margens dos cursos d'água e (vii) recalque das fundações.

⇒ **Unidade Homogênea 2tc**

Essa unidade ocorre em uma pequena porção a sudeste da área da Operação Urbana Água Branca.

Nessa área predomina o relevo de colinas (topos amplos e arredondados), com amplitudes em torno de 40 m e declividades predominando entre 10% e 20%, correspondendo à zona de ocorrência das rochas da Formação Resende (TRp), com predominância de lamitos e secundariamente lentes arenosas.

Localmente, o substrato local é composto por um pacote sedimentar de espessura variável, incluindo camadas intercaladas de argilas, siltes, areias finas argilosas e, subordinadamente, areias grossas e cascalhos, podendo também ocorrer níveis limoníticos.

Na área de incidência dessa unidade poderão ocorrer 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 adotem medidas de proteção superficial.

⇒ **Interpretação de Sondagens Geotécnicas Realizadas na AID e ADA**

Para os estudos básicos preliminares para reforço das galerias dos córregos Água Preta e Sumaré, ambos inseridos dentro da área da Operação Urbana Água Branca, foram executados oito furos de sondagens a percussão. As informações advindas dessas sondagens serão utilizadas neste EIA com o objetivo de realizar um maior detalhamento geotécnico da área do empreendimento. Ressalta-se que estes furos de sondagens foram realizados em 2004 pelo Consórcio ALPHAGEOS-PLANSERVI.

A Figura 5.1.5.3-1 apresenta o croqui de localização destas sondagens realizadas.

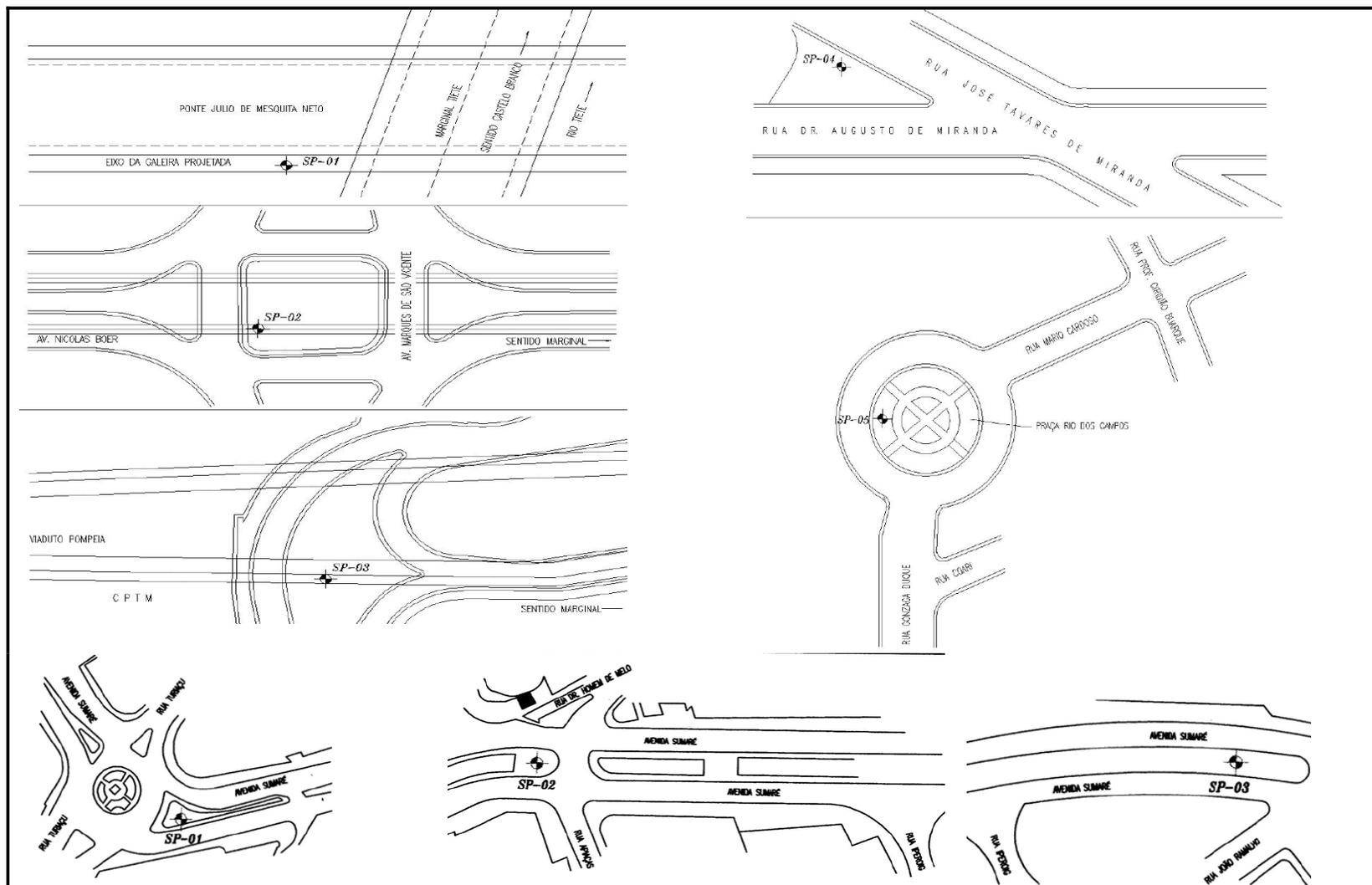


Figura 5.1.5.3-1: Croqui de Localização das Oito Sondagens a Percussão Realizadas na Área do Empreendimento – SP 01 A 05 Realizadas nas Proximidades do Córrego Água Preta e SP 01 a 03 Realizadas nas Proximidades do Córrego Sumaré

Já as Figuras 5.1.5.3-2 a 5.1.5.3-9 apresentam os perfis individuais das oito sondagens à percussão realizada.

As sondagens executadas mostram que, conforme já previsto no estudo realizado com base na Carta Geotécnica elaborada pelo IPT 1984, ocorre formação típica de fundo de vale do município de São Paulo. Inicialmente, predominam camadas de aterro, com textura argilo siltosa, com espessuras variáveis entre 1,60 e 4,00 metros. Abaixo das camadas de aterro, passam a ocorrer solos aluvionares constituídos essencialmente por camadas de argilas siltosas orgânicas muito moles a moles, com espessuras superiores a até 6 metros. Ocasionalmente, ocorrem camadas arenosas entremeadas nas argilas, principalmente na porção inferior da camada aluvionar. Finalmente, passam a ocorrer sedimentos terciários argilosos, constituídos por argilas siltosas, de coloração cinza-esverdeada e consistência rija à dura. Ressalta-se que o nível d'água foi detectado a pequenas profundidades, sendo que o valor médio para as oito sondagens executadas foi de 2,90 metros.

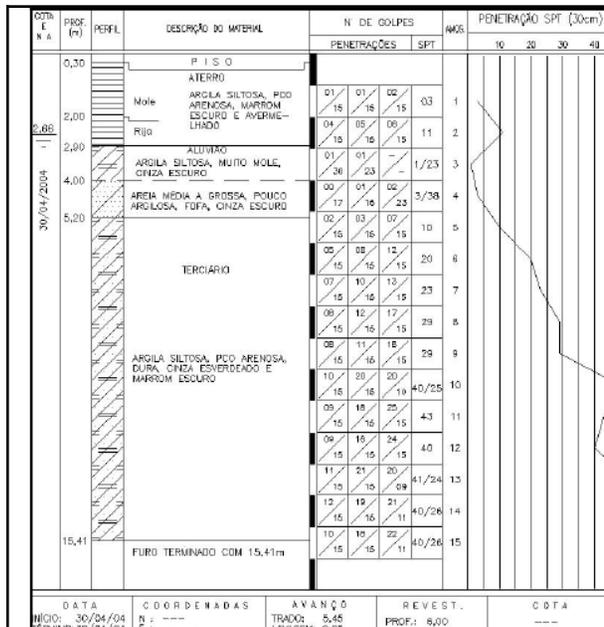


Figura 5.1.5.3-2: Perfil Geotécnico – SP - 01 – Córrego Água Preta

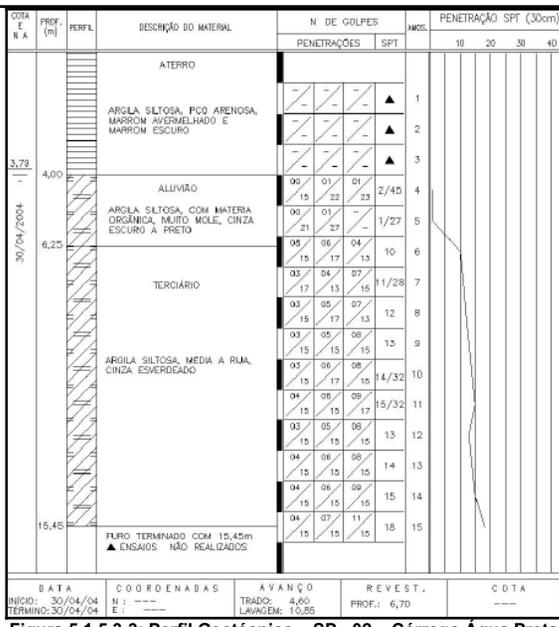


Figura 5.1.5.3-3: Perfil Geotécnico – SP - 02 – Córrego Água Preta

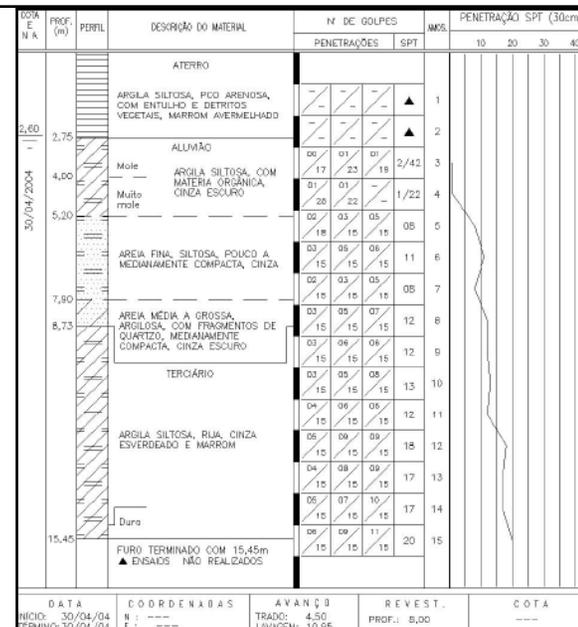


Figura 5.1.5.3-4: Perfil Geotécnico – SP - 03 – Córrego Água Preta

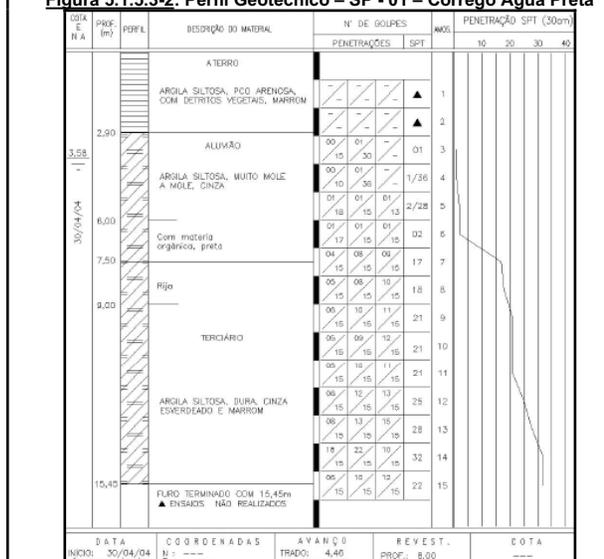


Figura 5.1.5.3-5: Perfil Geotécnico – SP - 04 – Córrego Água Preta

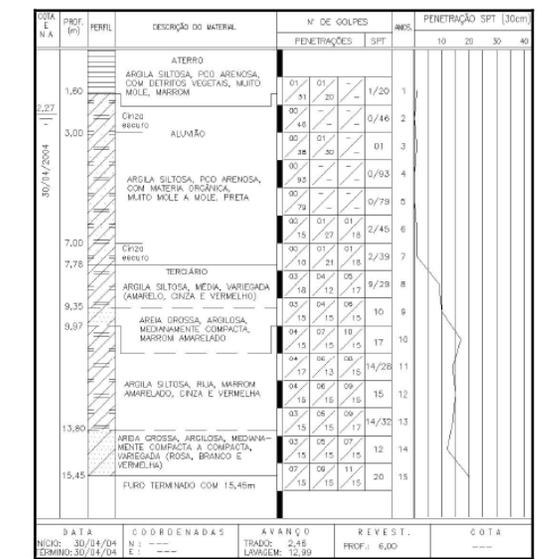
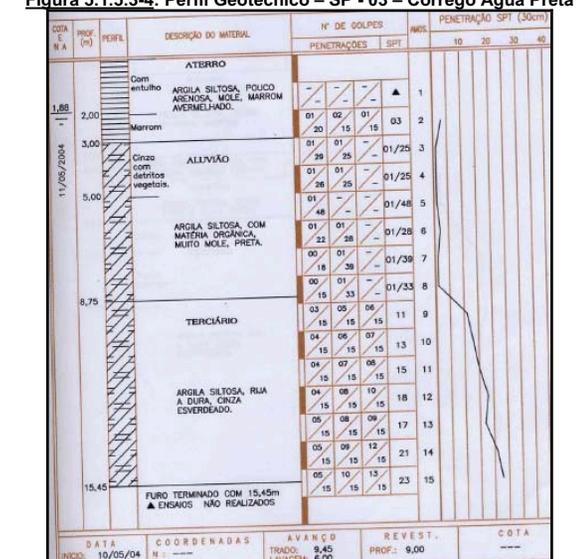


Figura 5.1.5.3-6: Perfil Geotécnico – SP - 05 – Córrego Água Preta



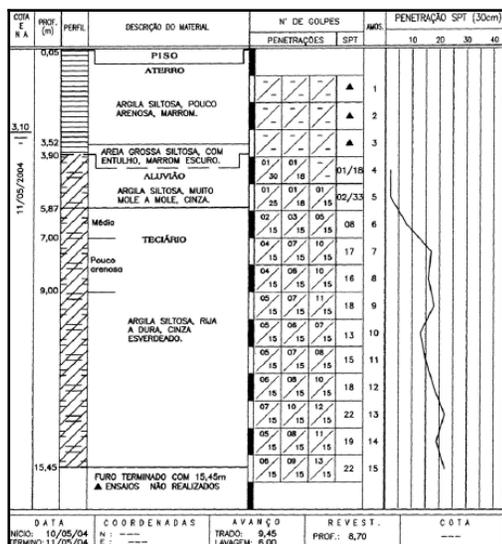


Figura 5.1.5.3-8: Perfil Geotécnico – SP - 02 – Córrego Sumaré

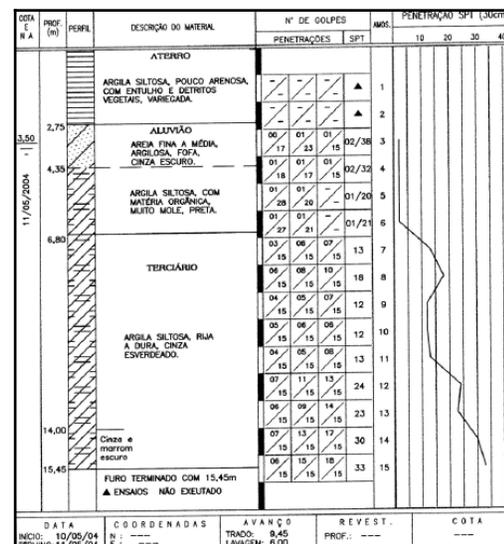


Figura 5.1.5.3-9: Perfil Geotécnico – SP - 03 – Córrego Sumaré

Fonte: ALPHAGEOS-PLANSERVI 2004

5.1.5.4) Síntese dos Aspectos Relevantes

- ✓ Na AID e ADA do empreendimento prevalecem duas unidades geotécnicas, sendo elas:
 - Unidade Homogênea 1a: representada por sedimentos inconsolidados com baixa capacidade de suporte, notadamente em presença de camadas de argila orgânica. Nível freático, quase sempre, está situado próximo à superfície.
 - Unidade Homogênea 2tc: composta por um pacote sedimentar de espessura variável, incluindo camadas intercaladas de argilas, siltes, areias finas argilosas e, subordinadamente, areias grossas e cascalhos, podendo também ocorrer níveis limoníticos.

- ✓ Os principais problemas geotécnicos esperados nestas principais unidades serão:
 - Assoreamento das várzeas;
 - Enchentes periódicas;
 - Dificuldade na drenagem e escoamento das águas servidas e pluviais;
 - Nível freático próximo à superfície do terreno;
 - Estabilidade precária das paredes de escavação;
 - Solapamento das margens dos cursos d'água e
 - Recalque das fundações.

- ✓ De forma geral, na AID e ADA da Operação Urbana Água Branca ocorre formação típica de fundo de vale do município de São Paulo. Inicialmente, predominam camadas de aterro, com textura argilo siltosa, com espessuras variáveis entre 1,60 e 4,00 metros. Abaixo das camadas de aterro, passam a ocorrer solos aluvionares constituídos essencialmente por camadas de argilas siltosas orgânicas muito moles a moles, com espessuras superiores a até 6 metros. Ocasionalmente, ocorrem camadas arenosas entremeadas nas argilas, principalmente na porção inferior da camada aluvionar. Finalmente, passam a ocorrer sedimentos terciários argilosos, constituídos por argilas siltosas, de coloração cinza-esverdeada e consistência rija à dura. Ressalta-se que o nível d'água foi detectado a pequenas profundidades, sendo que o valor médio para as oito sondagens executadas foi de 2,90 metros.

5.1.6) Aspectos Geomorfológicos

5.1.6.1) 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 – All, representada neste EIA pelo município de São Paulo. Enquanto que a segunda tem por objetivo a caracterização da Área de Influência Direta – AID (Perímetro da Operação Urbana Consorciada Água Branca) e Área Diretamente Afetada – ADA, considerada como as áreas de intervenções para a implantação da Operação Urbana Água Branca.

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 All 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 All (**AB 01 5P 007 - 0**) foi utilizado como fonte o *Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo*, escala 1:500.000, USP – IPT, 1997.

5.1.6.2) Área de Influência Indireta - All

A Área de Influência Indireta - All considerada no presente EIA é representada pelo município de São Paulo.

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 na área de estudo.

Estas unidades morfoestruturais presentes na área de estudo possuem diversas outras unidades morfoesculturais, no entanto, na área em análise observa-se a presença das seguintes unidades morfoesculturais: Planalto Atlântico dentro do Domínio do Cinturão Orogênico do Atlântico; e o Planalto de São Paulo e Planícies Fluviais dentro do Domínio das Bacias Sedimentares Cenozóicas. Quanto às unidades morfológicas, há mais divisões para cada uma das unidades morfológicas.

O Quadro 5.1.6.2-1 apresentado a seguir mostra, de maneira geral, a divisão taxonômica utilizada para a elaboração do “*Mapa Geomorfológico da All*” (**AB 01 5P 007 - 0**), escala 1:250.000, conforme apresentado adiante.

Quadro 5.1.6.2-1
Divisão Taxonômica Utilizada

1º Táxon – Unidades Morfoestruturais	2º Táxon – Unidades Morfoesculturais	3º Táxon – Unidades Morfológicas / Tipos de Relevo
Bacias Sedimentares Cenozóicas / Depressões Tectônicas	Planalto de São Paulo	-x-x-x-x-x-
	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 – All, 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 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 à 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.

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 – All da Operação Urbana Água Branca. Basicamente, morros médios e altos com topos convexos são as formas de relevo predominantes e 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 dissecção 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 o Planalto de São Paulo.

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.

Dessa forma, somente serão analisadas as Planícies Fluviais e o Planalto de São Paulo, as quais são as unidades morfoesculturais inseridas na área de estudo.

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

✓ Planícies Fluviais

Para a área de estudo, esta unidade é restrita a uma pequena porção localizada no sul da All e no entorno imediato da 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.

✓ **Planalto de São Paulo**

A unidade morfoescultural do Planalto de São Paulo está presente em boa parte da All do empreendimento, se estendendo de SW a NE, e abrangendo, praticamente, 40% da área onde será implantada a Operação Urbana Água Branca.

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.

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

✓ **Planícies Fluviais Diversas**

Para o caso deste estudo a unidade morfológica Planícies Fluviais Diversas é representada pela planície fluvial do rio Tietê, a qual atravessa de leste para oeste a All do empreendimento, e apresenta declividade inferior a 2%, 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.

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

Como já mencionado, a área onde será implantada a Operação Urbana Água Branca encontra-se totalmente inserida em zona urbana e fortemente antropizada, onde as superfícies naturais do terreno e seus respectivos relevos se apresentam, na maioria das vezes, bastante alteradas.

Dessa maneira, o tema em análise foi contemplado, também para a AID e ADA, com base no produto cartográfico apresentado anteriormente (**AB 01 5P 007 - 0**), além de observações diretas, em campo, de onde é possível se concluir (respeitando-se as limitações da escala original adotada) que na área correspondente ao local de implantação do empreendimento e seu entorno imediato predominam, grosso modo, apenas dois tipos de unidades geomorfológicas:

- (i) O Planalto de São Paulo, situado na porção sul da área onde será realizada a Operação Urbana, em porções do território municipal de São Paulo, consolidando formas de relevo de topo convexo com grau de dissecação horizontal médio e vertical muito fraco, denotando nível de fragilidade médio a baixo.
- (ii) As Planícies Fluviais, as quais são representadas pela planície fluvial do rio Tietê e correspondem a cerca de 60% da área destinada à Operação Urbana Água Branca. O nível de fragilidade desta unidade geomorfológica é considerado muito alto, devido, principalmente, a inundações periódicas, lençol freático pouco profundo e sedimentos inconsolidados sujeitos a acomodações constantes.

A Figura 5.1.6.3-1 apresentada abaixo, correspondendo a um “recorte” do “Mapa Geomorfológico da AII” (**AB 01 5P 007 - 0**), ilustra de forma simples o anteriormente exposto.

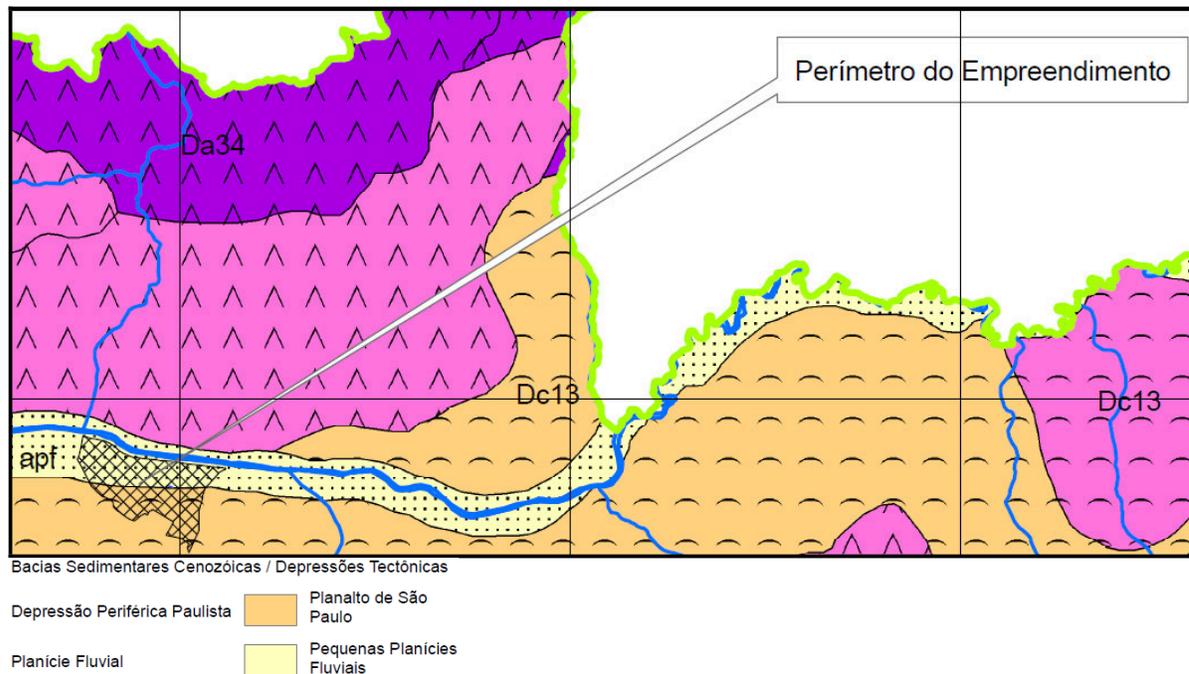


Figura 5.1.6.3-1: Unidades Geomorfológicas com Ocorrência na AID e ADA do Empreendimento

Já o Quadro 5.1.6.3-1, resume as principais características das unidades / táxons geomorfológicos identificados na AID e ADA da Operação Urbana Água Branca.

Quadro 5.1.6.3-1
Classificação Geomorfológica da AID e ADA Referente ao 5º Táxon

Unidades Litoestratigráficas	Formas de Relevo (Características da Forma Maior)	Tipos de Vertentes	Declividades Predominantes	Amplitudes Topográficas
Sedimentos da Formação São Paulo e Correlatos (Terciário)	Colinas e Morrotes	Convexas e Retilíneas	Entre 10 e 20%	Entre 40 e 70m
Planícies Aluviais	Planície Aluvial	Planas	Inferiores a 5%	Inferiores a 10m

Fonte: Carta Geotécnica IPT, 1984 – Adaptado.

5.1.6.4) Síntese dos Aspectos Relevantes

- ✓ Para as áreas de influência direta – AID e diretamente afetada – ADA predominam basicamente dois tipos de unidades geomorfológicas: o Planalto de São Paulo e as Planícies Fluviais.
- ✓ As amplitudes topográficas dentro da AID variam entre 5 e 70 metros, enquanto que as declividades predominantes estão entre 5 e 20%, representando desde planícies aluviais até colinas e morrotes.

5.1.7) Suscetibilidade dos Terrenos à Ocorrência de Processos Físicos de Dinâmica Superficial e/ou de Inundações

5.1.7.1) Aspectos Metodológicos

⇒ *Base Conceitual*

A ocupação urbana em encostas e/ou várzeas transforma os escorregamentos e as 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:

- As características do quadro natural geológico e geomorfológico dos terrenos aqui considerados;
- A expansão urbana acelerada, verificada no município de São Paulo;
- As 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 *suscetibilidade à erosão* que, na verdade, expressam diferentes capacidades para o desenvolvimento de processos erosivos; ou seja, a maior ou menor fragilidade dos terrenos para o desenvolvimento de processos erosivos. Não serão consideradas, portanto, as ações e intervenções humanas.

Esta potencialidade natural depende de vários fatores, entre os quais: (i) a intensidade e distribuição das chuvas; (ii) a maior ou menor facilidade dos solos serem erodidos (definidos isoladamente pelos tipos de solos e rochas) e (iii) pelas características topográficas ou o relevo da região de interesse.

Considerando que as chuvas não apresentam grandes diferenças nos âmbitos das AID / ADA aqui consideradas, a potencialidade natural dos terrenos à erosão foi definida a partir de dois atributos mais significativos do meio físico:

- Erodibilidade (maior ou menor facilidade dos solos serem erodidos): 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*”.
- Formas Básicas de Relevo / Declividades Predominantes: 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.

Os Quadros 5.1.7.1-1 e 5.1.7.1-2 apresentados a seguir apresentam, respectivamente, o grau de suscetibilidade à erosão relacionados a determinados tipos de relevos e de rochas / solos e as declividades predominantes para determinados tipos de relevos e amplitudes topográficas.

Quadro 5.1.7.1-1

Suscetibilidade à Erosão / Principais Tipos de Relevo e Rocha – Solos da AID/ADA

Relevos	Tipos de Rochas e Solos	Suscetibilidade à Erosão
Planície Aluvial (relevo baixo e plano)	Areias variadas, argilas, cascalheiras fluviais, solos moles e orgânicos	Muito baixa
Colinas e Morrotes em rochas sedimentares terciárias (relevo predominantemente suave)	Solos de alteração em rochas sedimentares terciárias argilas e em menor proporção areias e argilas arenosas	Baixa (<i>podendo "localmente" ser alta</i>)

Quadro 5.1.7.1-2

Formas Básicas do Relevo e Declividades Predominantes – AID/ADA

Formas Básicas de Relevo	Declividades Predominantes	Amplitudes Topográficas
Planície Aluvial	Inferiores a 5%	Terrenos planos e baixos, com amplitudes inferiores a 10m
Colinas Morrotes	Até 30%	Até 40m

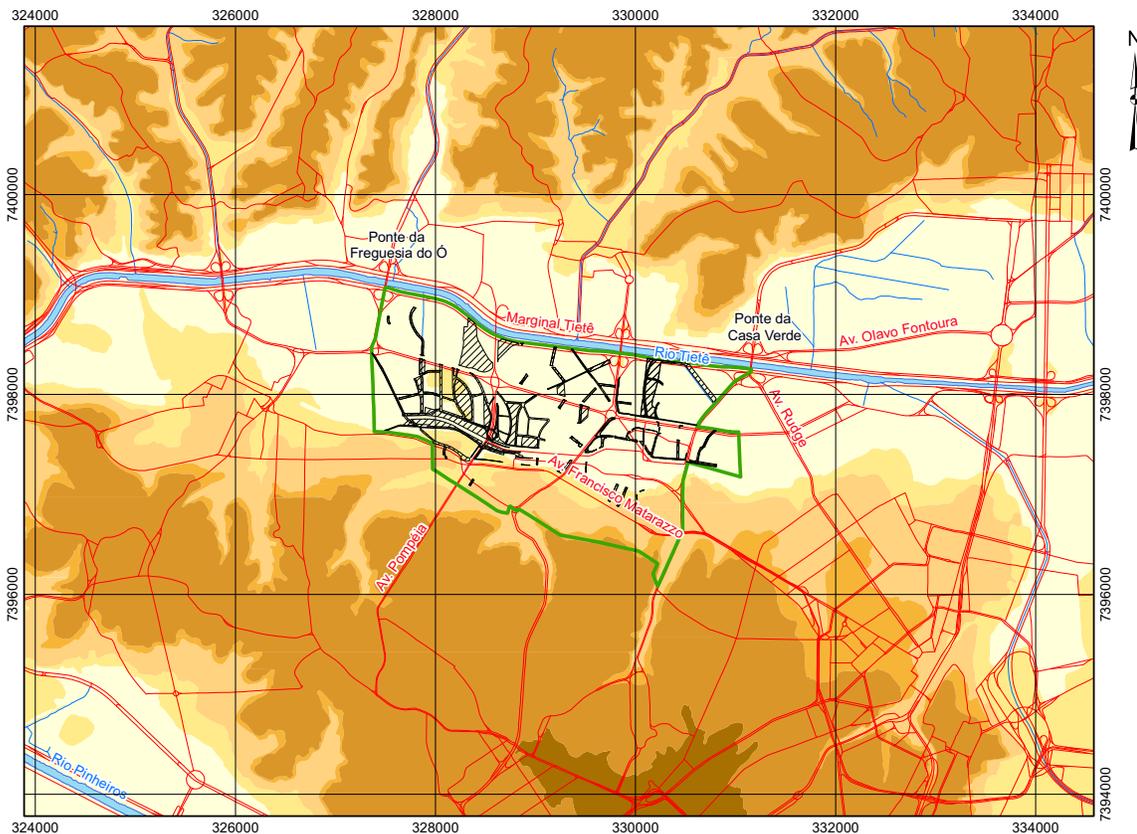
Para o diagnóstico referente à suscetibilidade dos terrenos, inseridos na AID e ADA do empreendimento, aos processos físicos de inundações, foram utilizados dados oriundos do *Mapa de Drenagem – Município de São Paulo*, Atlas Ambiental 2000; do *Mapa das Áreas Potenciais das Ocorrências de Inundações: Região Metropolitana de São Paulo* – IG/USP, 1998, do “*Relatório de Estudos Hidrológicos e Cálculos Hidráulicos*” elaborado pelo consórcio ALPHAGEOS-PLANSERVI em 2004, do estudo “*Avaliação dos Estudos Existentes e Diretrizes Gerais de Drenagem*” realizado pela HIDROSTUDIO ENGENHARIA Ltda em 2007 e também dos “*Estudos Hidrológicos e Hidráulicos – Determinação das Características Fisiográficas das Bacias dos Córregos Água Preta e Sumaré*” elaborado em 2009 pelo Consórcio MAUBERCOM.

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

✓ **Suscetibilidade à Erosão**

Dessa maneira, mediante a metodologia abordada acima, é possível estabelecer compartimentos diferenciados, com potencialidades ou suscetibilidades diferenciadas no desenvolvimento dos processos erosivos, pelas ações e intervenções humanas.

De forma a contribuir com as informações utilizadas para se diagnosticar os compartimentos diferenciados de suscetibilidade e potencialidades aos processos erosivos, é apresentado adiante o “*Mapa Hipsométrico da AID e ADA*” (**AB 01 5P 008 - 0**), em escala 1:20.000, que ilustra o cenário das amplitudes topográficas na região de interesse.



Escala 1:50.000
 0 0,5 1 1,5 2 2,5 km
 Projeção UTM - Datum horiz. SAD 69 - Fuso 23S

Hipsometria

- Planícies de Inundação
720m - 730m
- Terraços fluviais de baixadas
relativamente enxutas
730m - 745m
- Baixas colinas terraceadas
745m - 750m
- Colinas tabulares do nível intermediário
750m - 800m
- Patamares e rampas suaves escalonadas
dos flancos do espigão central
800m - 830m
- Altas colinas dos rebordos
dos espigões principais
830m - 1200m

Legenda

- Área Diretamente Afetada - ADA
- Área de Influência Direta - AID

Convenções Cartográficas

- Rede viária
- Rede hidrográfica
- Corpo d'água

Fonte:
 - Mapeamento contínuo da base cartográfica da RMSP, escala 1:100.000, ano 2006 (EMPLASA).
 - Mapa Hipsométrico, escala 1:20.000, ano 2007, fornecido pelo cliente.

 <small>WALM</small> <small>ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL</small>	 <small>EMURB</small>	<small>CLIENTE:</small> EMURB - Empresa Municipal de Urbanização <small>ESTUDO:</small> Estudo de Impacto Ambiental da Operação Urbana Consorciada Água Branca
	<small>LOCAL:</small> São Paulo - SP	<small>TÍTULO:</small> MAPA HIPSOMÉTRICO DA AID E ADA

Dessa forma, ao se promover uma análise em conjunto das informações apresentadas nos Quadros 5.1.7.1-1 e 5.1.7.1-2 e nos “recortes” dos mapas temáticos de Geologia (Figura 5.1.4.3-1), Geomorfologia (Figura 5.1.6.3-1), no “*Mapa Hipsométrico da AID e ADA*” (AB 01 5P 008 - 0) e na “*Carta Geotécnica Simplificada da AID e ADA*” (AB 01 5P 006 - 0), conforme mostrados anteriormente, pode-se concluir que nos limites estabelecidos para Área de Influência Direta – AID e para a Área Diretamente Afetada – ADA, estão presentes áreas classificadas como de muito baixa a baixa suscetibilidade aos processos erosivos superficiais.

No entanto, caso não venham a ser implantadas as medidas de proteção superficial necessárias, é de se destacar que localmente podem vir a ocorrer processos erosivos, em sulco e laminar, que se limitam a ocorrer em áreas onde o solo de alteração é exposto, ou seja, corte ou aterro.

✓ **Suscetibilidade aos Assoreamentos**

A produção de sedimentos é, principalmente, derivada da erosão das terras da planície aluvial, devido à ação das chuvas, escoamento das águas e outros agentes, tendo nos dias atuais, e, principalmente, para o empreendimento em análise, a ação antrópica como uma forte influência decorrente do mau uso dos solos, ou seja, ocupações em áreas consideradas de risco, como encostas e várzeas fluviais sem o necessário planejamento e gestão do uso e ocupação do solo pretendido. As enxurradas formadas pelas chuvas levam os sedimentos aos cursos d’água e conseqüentemente acabam por assoreá-los. A chuva e a enxurrada, que são agentes erosivos, são muito atuantes quando o solo encontra-se desprotegido de sua cobertura vegetal ou impermeabilizado, como acontece nos grandes centros urbanos.

Dessa maneira, pode-se afirmar que os movimentos de terras responsáveis pelas grandes alterações do relevo, como por exemplo, cortes para aterros, áreas de empréstimo, etc., cujas intervenções não se limitam às camadas superficiais dos solos (solos superficiais) são os maiores responsáveis pela enorme produção de sedimentos na maioria dos municípios, como também em São Paulo.

Para a região metropolitana de São Paulo, conforme Santos - *Diálogos Geológicos: (é preciso conversar mais com a terra)*, 2008, a perda média de solos por erosão está estimada em algo entre 10 e 15 toneladas de solo por hectare/ano, o que implica a produção anual de até 3.570.000 m³/ano de sedimentos e sua decorrente liberação para o assoreamento da rede de drenagem.

Este assoreamento pode ser considerado como grave e intenso, considerada a baixa declividade do eixo maior (rio Tietê) da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, como foi diagnosticado anteriormente. Este cenário pode estar associado ao processo de retificação dos leitos dos principais rios da região, antigamente intensamente meandrantas, fato que revela a natural dificuldade que toda a região metropolitana de São Paulo tem em escoar rapidamente suas águas superficiais.

Especificamente na AID/ADA aqui consideradas, tem-se a presença da planície aluvial do rio Tietê com extensas áreas de várzea e brejo. Nestas áreas tem se tornado frequente a prática de aterramentos, favorecendo a ocorrência posterior de típicas erosões urbanas, redução de várzeas e todos outros efeitos ambientais negativos.

De acordo com o relatório “*Avaliação dos Estudos Existentes e Diretrizes Gerais de Drenagem*” elaborado pela empresa HIDROSTUDIO ENGENHARIA LTDA em 2007, as principais deficiências encontradas, as quais interferem na capacidade de escoamento das galerias dos córregos inseridos na AID e ADA (Córregos Água Branca, Água Preta, Sumaré, Quirino dos

Santos e Pacaembu) e conseqüentemente contribuem para o processo de assoreamento dos mesmos são:

- Galerias de ligação salientes em relação ao plano da parede da galeria principal, que provocam perda de carga, turbulência e acúmulo de detritos;
- Armadura exposta e saliente, que facilita acúmulo de detritos, além do aspecto de segurança;
- Ensecadeiras não retiradas à época de construção, além de obstrução transversal, pelo piso ou pelo teto, que diminuem a altura útil da galeria e limitam a capacidade de vazão, provocando remanso e escoamento em carga;
- Detritos de grandes dimensões obstruindo a seção.

Destaca-se que a Operação Urbana Água Branca prevê a recuperação da interface do rio Tietê com a cidade de São Paulo e a implantação de um sistema de drenagem correlacionado a um sistema de áreas verdes. Tal sistema de drenagem a ser implantado deverá ter como um dos seus objetivos imediatos a implantação de um Plano de Desassoreamento e limpeza periódica das galerias dos córregos inseridos na AID/ADA.

✓ **Áreas Potenciais de Ocorrência de Inundações**

As Áreas de Influência Direta – AID e Diretamente Afetada – ADA da Operação Urbana Água Branca contemplam as áreas de várzeas do rio Tietê e de seus afluentes pela margem esquerda, sendo eles os córregos Água Branca, Água Preta, Sumaré, Quirino dos Santos e Pacaembu. Esta região de estudo era conhecida antigamente como a “*Várzea da Barra Funda*”, na qual sempre se manifestaram processos de inundações, devido, principalmente, ser naturalmente uma área de várzea de um extenso curso d’água, o rio Tietê.

Para este caso específico da área onde será implantado o Plano Urbanístico, a incorporação das ferrovias Sorocabana e Santos-Jundiaí modificou de forma considerada a malha urbana e principalmente, em relação à rede hidrográfica, gerou uma barreira física a qual condicionou os traçados dos córregos supracitados, retificando-os e na maioria das vezes restringindo a passagem dos mesmos por meio de galerias de baixa altura, com potenciais de carga hidráulica muito baixos, ou até mesmo insuficientes.

Soma-se a estes fatores o intenso e crescente ritmo da ocupação urbana nestas áreas consideradas mais baixas, o qual contribuiu de forma direta com o processo de aterramento e conseqüentemente descaracterização da rede hídrica natural, como por exemplo, desaparecimento de antigos meandros, como no caso do próprio rio Tietê, que foi alvo de uma inexorável retificação, já apresentada no *item 5.1.4.3* deste EIA.

Esta nova dinâmica implantada de ocupação urbana proporcionou forçosamente uma dificuldade ao escoamento das águas superficiais que tem como consequência as constantes inundações que se verificam nas épocas de chuvas, especialmente ao longo da Av. Marquês de São Vicente. A baixa declividade imposta pelo terreno plano às galerias pluviais favorece também o assoreamento destes córregos e por fim a ocorrência de enchentes.

Santos, 2008 resume, de forma clara e sem prejuízo da precisão a “*equação básica*” das enchentes na região metropolitana de São Paulo, a qual também é aplicável para a região do empreendimento, a saber:

“Volumes crescentemente maiores de água, em tempos sucessivamente menores, sendo escoados para drenagens naturais e construídas progressivamente incapazes de lhes dar vazão, tendo como palco uma região geológica já naturalmente caracterizada por sua dificuldade em dar bom e rápido escoamento às águas superficiais”.

Neste sentido, os tipos de processos e respectivos cenários de risco de natureza hidrológica, considerando-se restritamente à AID e ADA, ou mais especificamente a sua porção “central”, predominam quase que exclusivamente áreas de risco de inundação, associadas ao contexto geológico-geomorfológico local. Ou seja, nas áreas de ocorrência dos depósitos sedimentares de idades terciária e quaternária, onde predominam os Depósitos aluviais (Qa) da várzea do rio Tietê.

Entende-se que o principal cenário de risco se refere às inundações de áreas de baixada fluvial (*porção central*), ocupadas por núcleos residenciais, atividades industriais, comerciais e serviços diversos, e segmentos importantes da malha viária local. Nesse cenário, destacam-se as várzeas do rio Tietê que sofrem com episódios freqüentes de cheias e inundações dos seus terrenos marginais.

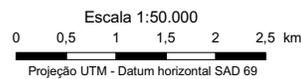
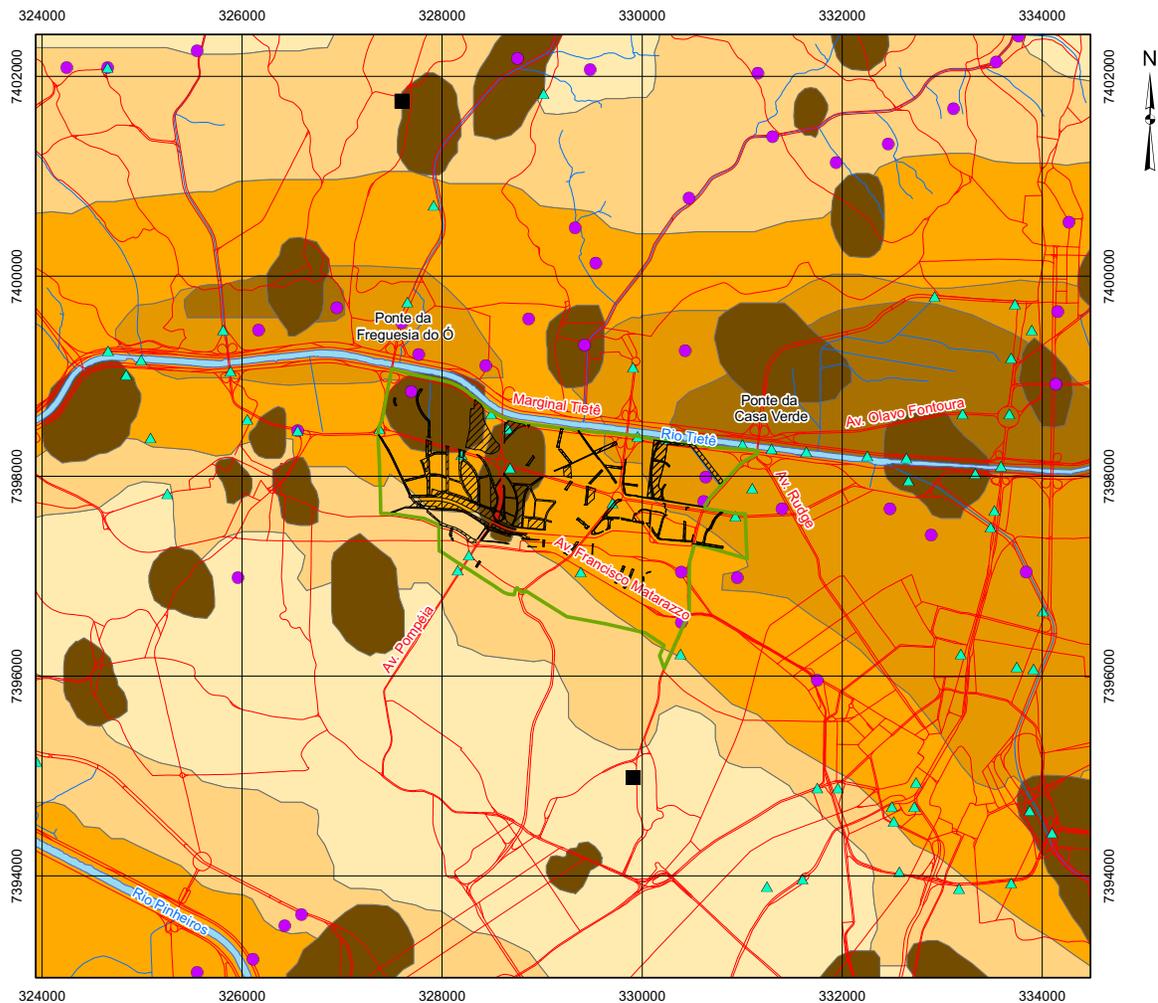
As situações de risco de inundação nessas áreas estão associadas à enchente e transbordamento das águas dos canais de drenagem natural para os terrenos marginais ocupados e a conseqüente inundação de trechos baixos de ruas e avenidas locais, como por exemplo, a Av. Marquês de São Vicente e a Rua Turiassú.

Outro cenário de risco, associado aos processos hidrológicos é o que envolve as populações residentes em assentamentos precários, sujeitos ao impacto direto das águas ou aos processos de erosão e solapamento dos taludes marginais, como pode ser observado na Foto 5.1.7.2-1.



Foto 5.1.7.2-1: Populações Residentes em Assentamentos Precários nas Margens do Córrego Água Branca - AID

O “*Mapa das Áreas Potenciais de Ocorrência de Inundações*” (AB 01 5P 009 - 0), apresentado a seguir, ilustra as potencialidades de ocorrência de inundações, onde se contempla desde áreas com potencialidade baixa até áreas inundáveis, bem como os pontos de alagamento e piscinões inseridos na AID e seu entorno imediato.



Potencialidades de Ocorrência de Inundações

- Potencialidade Baixa
- Potencialidade Média
- Potencialidade Média a Alta
- Potencialidade Alta
- Potencialidade Muito Alta
- Área Inundável, segundo EMPLASA (1985)
- Piscinões
- Pontos de Alagamento (1990/93)
- Pontos de Alagamento (2000)

Legenda

- Área de Influência Direta - AID
- Área Diretamente Afetada - ADA

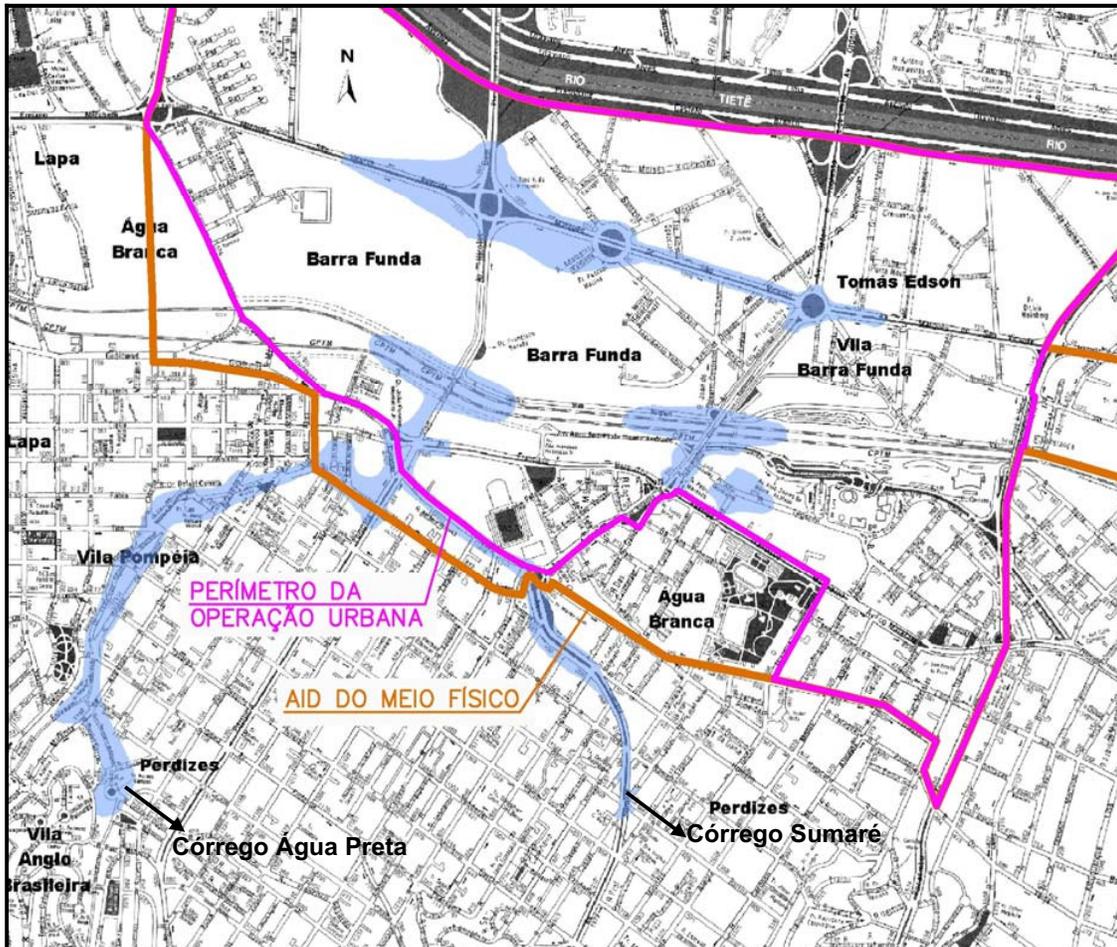
Convenções Cartográficas

- Rede viária
- Rede hidrográfica
- Corpo d'água

Fonte:
 - Mapeamento contínuo da base cartográfica da RMSP, escala 1:100.000, ano 2006 (EMPLASA).
 - Mapa das Áreas Potenciais das Ocorrências de Inundações : Região Metropolitana de São Paulo - IG/USP, 1998, Escala 1:250.000
 - Mapa de Drenagem - Município de São Paulo - Atlas Ambiental, 2000.

 WALM CONSULTORIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL	 EMURB	CLIENTE:	EMURB - Empresa Municipal de Urbanização
		ESTUDO:	Estudo de Impacto Ambiental da Operação Urbana Consorciada Água Branca
LOCAL:		São Paulo - SP	
TÍTULO:		MAPA DAS ÁREAS POTENCIAIS DE OCORRÊNCIA DE INUNDAÇÕES DA AID	
REFERÊNCIA:		AB 01 5P 009-0	

Com o objetivo de dar maior detalhamento ao mapeamento das áreas inundáveis inseridas na Área de Influência Direta do empreendimento, foi utilizado o estudo realizado pelo Consórcio ALPHAGEOS-PLANSERVI (*“Relatório de Estudos Hidrológicos e Cálculos Hidráulicos”* 2004). Este estudo analisou 4 alternativas para se minimizar o problema de enchentes nos córregos Água Preta e Sumaré, com o intuito de aumentar a capacidade das atuais galerias destes córregos, suportando cheias com períodos de retorno mais longos. Nele, estão representadas as “manchas de inundações” dos córregos Sumaré e Água Preta, inseridos na AID da Operação Urbana, conforme pode ser visualizado na Figura 5.1.7.2-1 abaixo.



Fonte: ALPHAGEOS-PLANSERVI 2004

Figura 5.1.7.2-1: “Manchas de Inundações” dos Córregos Água Preta e Sumaré – AID

Além disso, foi adquirida junto ao Centro de Gerenciamento de Emergências – CGE (2009) a frequência de ocorrências de alagamentos nas principais vias de trânsito sujeitas a inundações, conforme pode ser observado no Quadro 5.1.7.2-1.

Quadro 5.1.7.2-1
Ocorrências de Alagamentos Entre 2005 e 2009 nas Principais Vias da AID

Av. Francisco Matarazzo X Av. Pompéia	
Data da Ocorrência da Inundação	Sentido da Via
12-mar-05	MARG/POMPÉIA
20-mar-06	AMBOS
10-mar-06	B/C
04-dez-06	AMBOS
31-mar-07	AMBOS
27-nov-06	AMBOS
23-dez-06	-
08-fev-07	AMBOS
13-jan-08	AMBOS
08-nov-07	AMBOS
03-fev-08	POMPEIA/MARGINAL
13-jan-09	AMBOS
27-jan-09	AMBOS
24-nov-08	AMBOS
07-fev-09	AMBOS
Av. Marquês de São Vicente X Av. Nicolas Bôer (PÇ José V. de C. Mesquita)	
Data da Ocorrência da Inundação	Sentido da Via
25-fev-07	AMBOS
16-mar-07	LAPA/BARRA FUNDA
14-jan-08	LAPA/BARRA FUNDA
09-mar-08	AMBOS
24-fev-08	LAPA/BARRA FUNDA
07-fev-09	BARRA FUNDA/LAPA
Av. Marquês de São Vicente X Av. Ordem e Progresso (PÇ Luis Carlos de C. Mesquita)	
Data da Ocorrência da Inundação	Sentido da Via
20-mar-06	AMBOS
03-jan-06	AMBOS
29-mar-06	BARRA FUNDA/LAPA
25-nov-06	BARRA FUNDA/LAPA
19-dez-07	BARRA FUNDA/LAPA
14-jan-09	BARRA FUNDA/LAPA
10-dez-08	LAPA/BARRA FUNDA
27-jan-09	AMBOS
07-fev-09	AMBOS
07-fev-09	AMBOS
25-fev-09	LAPA/BARRA FUNDA
17-mar-09	LAPA/PERUS
07-fev-09	AMBOS
Av. Marquês de São Vicente X Praça Paschoal Martins	
Data da Ocorrência da Inundação	Sentido da Via
08-abr-05	AMBOS
04-jan-06	CENTRO/BAIRRO
07-fev-06	AMBOS
29-mar-06	AMBOS
06-mar-06	BAIRRO/CENTRO
03-mar-06	AMBOS

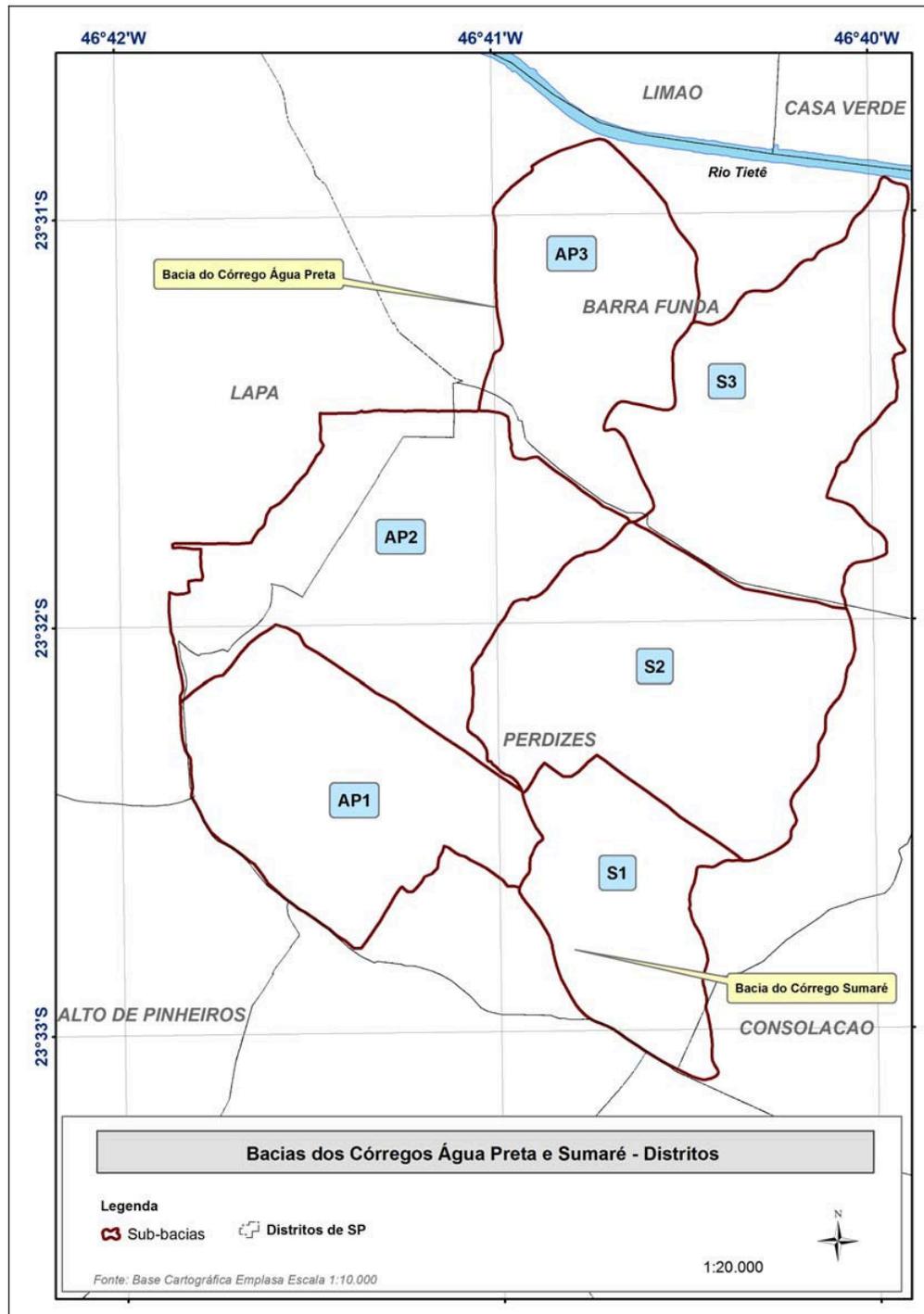
16-mar-07	AMBOS
18-jan-08	LAPA/BARRA FUNDA
12-fev-08	BARRA FUNDA/LAPA
03-abr-08	BARRA FUNDA/LAPA
09-mar-08	AMBOS
14-jan-08	LAPA/BARRA FUNDA
13-mar-08	LAPA/BARRA FUNDA
02-fev-09	LAPA/PERUS
07-fev-09	AMBOS
27-jan-09	AMBOS
17-nov-08	AMBOS
15-fev-09	LAPA/BARRA FUNDA
13-jan-09	AMBOS
24-nov-08	LAPA/BARRA FUNDA

Fonte: CGE – Centro de Gerenciamento de Emergências (2009).

Nota: Foram consideradas as ocorrências somente no período chuvoso (Novembro a Abril) dos respectivos anos.

⇒ **Caracterização Fisiográfica dos Córregos Água Preta e Sumaré**

Em 2009 foi realizado um estudo pelo Consórcio MAUBERCOM (*“Estudos Hidrológicos e Hidráulicos – Determinação das Características Fisiográficas das Bacias dos Córregos Água Preta e Sumaré”*). Sua área de estudo abrangeu os distritos Barra Funda, Perdizes e uma pequena porção da Lapa, indo além da Área de Influência Direta da Operação Urbana Água Branca. A Figura 5.1.7.2-2 mostra a divisão das sub-bacias dos córregos Água Preta e Sumaré feita pelo estudo em questão para uma melhor compreensão de suas análises.



Fonte: Consórcio MAUBERCOM 2009

Figura 5.1.7.2-2: Divisão das Sub-Bacias dos Córregos da Água Preta e Sumaré

Na figura, a sigla AP corresponde ao córrego Água Preta, enquanto S corresponde ao Sumaré. Os números 1, 2 e 3 referem-se às porções Alta, Média e Baixa de cada córrego, respectivamente. Neste estudo foram apresentados os resultados para permeabilidade e impermeabilização do solo, comprimentos dos talvegues e tempos de concentração das sub-bacias, além do respectivo uso e ocupação do solo. Essa caracterização do uso e ocupação do

solo foi fundamental para que, em conjunto com a análise geológica da área de abrangência, fosse possível determinar as condições de permeabilidade do solo ou sua capacidade de infiltração.

A avaliação da permeabilidade do solo das sub-bacias se deu a partir da identificação dos grupos hidrológicos do solo na região (Kutner *et al* – 2001 apud Consórcio MAUBERCOM) e da determinação da parcela permeável média por sub-bacia, associando-se os grupos hidrológicos anteriormente obtidos com os valores de número da curva (CN) da parcela permeável, calculados a partir do método Soil Conservation Service. (SCS). Isso porque as condições de escoamento superficial e de infiltração de uma bacia estão diretamente ligadas ao grau de uso e ocupação da região e à natureza dos solos que a constituem, com relação a sua capacidade de percolação.

Pela metodologia SCS, a classificação dos solos deve se dar da seguinte forma:

- Grupo A – Solos de mais baixo potencial de deflúvio, profundos de constituição arenosa, com pouco silte e argila. Também podem ser constituídos por cascalhos de alta permeabilidade.
- Grupo B – Solos com potencial de escoamento moderadamente baixo. Predominantemente arenoso, menos profundo e menos agregados do que o Grupo A. Apresenta capacidade de infiltração acima da média, após seu intenso umedecimento.
- Grupo C – Solos com potencial de escoamento moderadamente alto. Inclui solos rasos e contendo consideráveis teores de argilas e colóides, porém menores que o Grupo D. Após saturação, sua infiltração é abaixo da média
- Grupo D – Solos com mais alto potencial de escoamento. Inclui a maior parte das argilas e solos rasos com sub-horizontes impermeáveis próximos à superfície.

Para este estudo, foi utilizada a seguinte adequação das áreas das sub-bacias, por Kutner (2001) apud Consórcio MAUBERCOM:

- Sub-bacia 13.2 Mandaqui: compreende as sub-bacias do córrego Água Preta porção baixa (AP3) e Sumaré (S1, S2 e S3);
- Sub-bacia 14.2 Confluência Tietê/Pinheiros – Pirituba: compreende as sub-bacias do córrego Água Preta porção alta e média (AP1 e AP2).

Determinou-se então os grupos hidrológicos de solo predominantes nas sub-bacias, como mostra a Quadro 5.1.7.2-2:

Quadro 5.1.7.2-2
Grupos Hidrológicos Predominantes nas Sub-Bacias (Kutner, 2001 apud Consórcio MAUBERCOM)

Sub-Bacias	% dos Grupos de Solos Equivalentes			
	A	B	C	D
13.2 Mandaqui	14,2	34	23,7	28,1
14.2 Confl. Tietê/Pinheiros - Pirituba	12,6	27,4	29,1	30,9

Depois de definidos os grupos hidrológicos das sub-bacias, pode-se determinar o CN da parte permeável, utilizando-se a tabela SCS, como mostra a Tabela 5.1.7.2-1.

Tabela 5.1.7.2-1
CN da Parcela Permeável

Usos	Área Impermeável (%)	CN				CN da parcela permeável			
		A	B	C	D	A	B	C	D
<i>Distritos Urbanos</i>									
Comercial e de negócios	85	89	92	94	95	38	58	71	78
Industrial	72	81	88	91	93	37	62	73	80
<i>Áreas Residenciais</i>									
< 505 m ²	65	77	85	90	92	38	61	75	81
< 1011 m ²	38	61	75	83	87	38	61	74	80
< 1350 m ²	30	57	72	81	86	39	61	74	81
< 2023 m ²	25	54	70	80	85	39	61	74	81
< 4046,83 m ²	20	51	68	79	84	39	61	74	81
< 8093 m ²	12	46	65	77	82	39	61	74	80
Valor médio		59	74	82	87	39	61	74	80

Para se determinar o CN equivalente da parcela permeável das sub-bacias dos córregos Água Preta e Sumaré foi calculado o produto do valor médio do CN da parcela permeável (Tabela 5.1.7.2-1) pela porcentagem dos grupos hidrológicos dos solos equivalente para cada sub-bacia (Quadro 5.1.7.2-2). A seguir, apresenta-se a Tabela 5.1.7.2-2 com o CN médio permeável por sub-bacia, parâmetro que será utilizado na determinação do CN equivalente por sub-bacia.

Tabela 5.1.7.2-2
CN Médio da Parcela Permeável

Sub-Bacia	Área de Drenagem (km ²)	CN Resultante	CN Médio Permeável
AP1	1,31	CN (Pinheiros/Pirituba)	66
AP2	1,69	CN (Pinheiros/Pirituba)	66
AP3	1,12	CN (Mandaqui)	68
Água Preta	4,12	0,73 (Pinheiros/Pirituba) e 0,27 (Mandaqui)	67
S1	0,86	CN (Mandaqui)	68
S2	1,63	CN (Mandaqui)	68
S3	1,42	CN (Mandaqui)	68
Sumaré	3,91	CN (Mandaqui)	68

Em seguida, para a avaliação da impermeabilização do solo foi utilizado um estudo de Tucci e Campana (1994) no qual eram estabelecidas relações entre a área impermeável e a densidade habitacional. As equações para a determinação dos valores mostrados na Tabela 5.1.7.2-3 estão dispostas abaixo:

$$A_{imp} = 0,489 \cdot d \quad \text{para } d \leq 110 \text{ pop/ha}$$

$$A_{imp} = 55,56 + 0,0361 \cdot d \quad \text{para } d > 150 \text{ pop/ha} \quad d = \text{densidade populacional (pop/ha)}$$

Com essas equações, foi possível calcular a fração impermeável de cada sub-bacia:

Tabela 5.1.7.2-3
Taxa de Impermeabilidade por Distritos Municipais

Sub-Bacias	Bairros	Impermeabilidade (%)	
		2009	2020
AP1	Perdizes	61,4	61,4
AP2	Perdizes (0,72) e Lapa (0,28)	52,3	52,3
AP3	Barra Funda	11,3	11,3
Água Preta	Perdizes (0,62), Lapa (0,12) e Barra Funda (0,26)	44,5	44,5
S1	Perdizes	61,4	61,4
S2	Perdizes	61,4	61,4
S3	Barra Funda	11,3	11,3
Sumaré	Perdizes (0,64) e Barra Funda (0,36)	43,4	43,4

Na seqüência do estudo do Consórcio MAUBERCOM foram calculados os comprimentos dos talvegues de cada sub-bacia, bem como suas respectivas declividades médias. Finalmente, pode-se então determinar o tempo de concentração de cada uma delas, a partir da fórmula de Desbordes, representada matematicamente por:

$$T_c = 0,0869 * A^{0,3039} * S^{-0,3832} * A_{imp}^{-0,4523}$$

Sendo:

- T_c = Tempo de concentração (h) – Foram acrescidos 10 minutos a cada T_c em consideração ao tempo estimado para as águas atingirem a primeira boca de lobo do sistema de drenagem.
- A = Área da sub-bacia (km^2);
- S = Declividade média (m/m);
- A_{imp} = fração da área impermeável.

Assim, os resultados obtidos para todos os cálculos acima descritos podem ser vistos na Tabela 5.1.7.2-4. A partir deles, conclui-se que as taxas de impermeabilização das sub-bacias são mais elevadas nas porções alta e média tanto para o córrego Água Preta como para o Sumaré. Da mesma forma, essas duas regiões também apresentam grande densidade populacional e talvegues com declividade bastante acentuada.

Tabela 5.1.7.2-4
Resumo das Características Fisiográficas Determinadas nas Sub-Bacias

Sub-Bacias	Área de Drenagem (km)	Área Impermeável (%)	CN Médio Permeável	Comprimento do Talvegue (km)	Cota de Montante (m)	Cota de Jusante (m)	Declividade (m/m)	Tempo de Concentração (h)	Velocidade Média (m/s)	Tempo de Retardo (min)	CN Equivalente
AP1	1,31	61	66	1,73	832,0	737,0	0,0549	0,52	0,92	18,87	86
AP2	1,69	52	66	2,65	812,0	727,0	0,0321	0,68	1,09	24,36	83
AP3	1,12	11	68	1,89	732,0	721,0	0,0058	1,90	0,26	68,28	71
Água Preta	4,12	44	67	4,82	832,0	721,0	0,0230	0,98	1,36	35,43	81
S1	0,86	61	68	1,32	818,0	755,0	0,0477	0,50	0,74	17,95	86
S2	1,63	61	68	1,89	787,0	732,0	0,0290	0,65	0,80	23,57	86
S3	1,42	11	68	2,43	752,5	721,0	0,0130	1,53	0,44	55,22	71
Sumaré	3,91	43	68	4,81	818,0	721,0	0,0202	1,02	1,31	36,83	81

Analisando-se esses dados obtidos pelo Consórcio MAUBERCOM juntamente com o estudo realizado pelo Consórcio ALPHAGEOS-PLANSERVI, pode-se concluir que as condições de drenagem dos córregos Água Preta e Sumaré são bastante precárias, devido a fatores como as altas taxas de impermeabilização de suas bacias ou a capacidade de suas galerias para atender a cheias com períodos de retorno muito baixos.

Levando-se em conta as áreas classificadas como impermeáveis inseridas nas áreas de drenagem dos córregos Sumaré e Água Preta (diagnóstico atual) igual a 3,49 km² (1,81 km² – 44% + 1,68km² – 43%), e a previsão de implantação de 0,35 km² de áreas verdes na Operação Urbana Água Branca como um todo, a qual possui 5,4 km². As áreas verdes previstas irão equivaler a aproximadamente 10% desta área dita como impermeável e 6,4% da área da Operação Urbana Água Branca, dessa maneira, é de se esperar um ganho significativo na taxa de infiltração das águas pluviais no solo, representando, a implantação de áreas verdes, uma medida de média a alta eficácia para a solução dos problemas relacionados à inundação.

⇒ Ações Previstas na Operação Urbana Água Branca para Minimizar os Problemas Relacionados às Cheias

O Quadro 5.1.7.2-3 exibe as ações que serão realizadas pela Operação Urbana Água Branca que terão como objetivo atenuar os problemas relacionados às inundações na região do estudo.

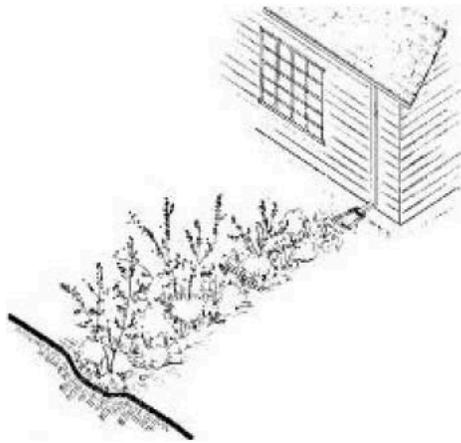
Quadro 5.1.7.2-3

Quadro Resumo das Ações Previstas para os Córregos Inseridos na AID/ADA

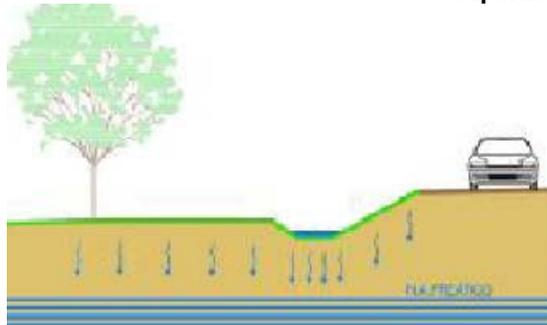
Córrego	Ações Previstas
Água Branca	Aumento da capacidade hidráulica Implantação de Parque Linear Direcionamento da microdrenagem
Água Preta	Isolamento da galeria das vazões provenientes desta bacia Implantação de dois lagos Implantação de áreas gramadas rebaixadas nas praças existentes, sendo o excesso drenado para os dois lagos
Sumaré	Isolamento da galeria das vazões provenientes desta bacia Direcionamento da microdrenagem Reforço e ampliação do sistema de galerias existentes Implantação de áreas gramadas rebaixadas nas praças existentes, sendo o excesso drenado para as galerias
Quirino dos Santos	Cadastro interno da galeria sob a Rua Quirino dos Santos Aumento da capacidade da galeria e do córrego Implantação de Parque Linear Reforço e direcionamento da microdrenagem

Fonte: HIDROSTUDIO ENGENHARIA Ltda 2007

As ilustrações da Figura 5.1.7.2-3 são exemplos que poderão ser utilizados na área de estudo para aumentar o processo de infiltração e, conseqüentemente, diminuir o escoamento das águas pluviais.



Superfícies de Infiltração



Valeta de Infiltração Aberta



Bacia de Percolação



Pavimento Poroso

Fonte: HIDROSTUDIO ENGENHARIA Ltda 2007

Figura 5.1.7.2-3: Medidas Complementares Previstas para Aumentar o Processo de Infiltração

5.1.7.3) Síntese dos Aspectos Relevantes

Para a AID e ADA do empreendimento em análise, tem-se que:

Quanto à suscetibilidade à erosão:

- ✓ Nos limites estabelecidos para Área de Influência Direta – AID e para a Área Diretamente Afetada – ADA, estão presentes áreas classificadas como de muito baixa a baixa suscetibilidade aos processos erosivos superficiais.

Quanto à suscetibilidade aos assoreamentos dos cursos d'água locais:

- ✓ Em relação à planície aluvial do rio Tietê, com extensas áreas de várzea e brejo, tem se tornado frequente a prática de aterramentos, favorecendo a ocorrência posterior de típicas erosões urbanas, redução de várzeas e todos outros efeitos ambientais negativos.
- ✓ As principais deficiências encontradas, as quais interferem na capacidade de escoamento das galerias dos córregos inseridos na AID e ADA (Córregos Água Branca, Água Preta, Sumaré, Quirino dos Santos e Pacaembu) e conseqüentemente contribuem para o processo de assoreamento dos mesmos são: galerias de ligação salientes em relação ao plano da parede da galeria principal que provocam perda de carga, turbulência e acúmulo de detritos; armadura exposta e saliente que facilita acúmulo de detritos, além do aspecto de segurança; enscadeiras não retiradas à época de construção, além de obstrução transversal, pelo piso ou pelo teto, que diminuem a altura útil da galeria e limitam a capacidade de vazão, provocando remanso e escoamento em carga; detritos de grandes dimensões obstruindo a seção.
- ✓ A Operação Urbana Água Branca prevê a recuperação da interface do rio Tietê com a cidade de São Paulo e a implantação de um sistema de drenagem correlacionado a um sistema de áreas verdes, assim como a implantação de um

Plano de Desassoreamento e limpeza periódica das galerias dos córregos inseridos na AID/ADA.

Quanto às áreas potenciais de ocorrência de inundações:

- ✓ O principal cenário de risco se refere às inundações de áreas de baixada fluvial (*porção central*), ocupadas por núcleos residenciais, atividades industriais, comerciais e serviços diversos, e segmentos importantes da malha viária local. Nesse cenário, destacam-se as várzeas do rio Tietê que sofrem com episódios frequentes de cheias e inundações dos seus terrenos marginais.

Os principais locais com maior frequência de ocorrência de alagamentos na AID/ADA do empreendimento são:

- ✓ Cruzamento entre a Avenida Marquês de São Vicente e Avenida Nicolas Bôer;
- ✓ Cruzamento entre a Avenida Francisco Matarazzo e Avenida Pompéia – Viaduto Pompéia (Córrego Água Preta está subterrâneo e em galeria neste cruzamento);
- ✓ Cruzamento entre a Avenida Marquês de São Vicente e Avenida Ordem e Progresso;
- ✓ Avenida Marquês de São Vicente na Praça Pascoal Martins;
- ✓ Cruzamento entre a Avenida Gustavo Willy Borghoff e Viaduto Antártica (Córrego Sumaré) e Viaduto Pompéia (Córrego Água Preta).