

V.1	MEIO FÍSICO	3
V.1.1	Climatologia e Condições Meteorológicas	3
V.1.1.1	Caracterização Climatológica	3
V.1.1.1.1	Sudeste	3
V.1.1.1.2	Área de Influência Indireta - AII	4
V.1.1.2	Aspectos metodológicos	6
V.1.1.3	Análise e Apresentação dos Dados Obtidos	9
V.1.1.3.1	Temperatura	9
V.1.1.3.2	Pressão atmosférica	14
V.1.1.3.3	Precipitação	16
V.1.1.3.4	Umidade Relativa do Ar	18
V.1.1.4	Qualidade do Ar	22
V.1.1.4.1	Padrões de Qualidade do Ar	22
V.1.1.4.2	Monitoramento da Qualidade do Ar	23
V.1.1.4.3	Resultados do Monitoramento	27
V.1.2	Geologia	32
V.1.2.1	Geologia na Área de Influência Indireta	32
V.1.2.1.1	Rochas Pré-Cambrianas	35
V.1.2.1.2	Bacia do Paraná	37
V.1.2.1.3	Bacia de Taubaté	39
V.1.2.2	Geologia das Áreas de Influência Direta e Diretamente Afetada	39
V.1.2.3	Geologia Estrutural	59
V.1.3	Geomorfologia	60
V.1.3.1	Aspectos Geomorfológicos na Área de Influência Indireta	60
V.1.3.2	Aspectos Geomorfológicos na Área de Influência Direta e Área Diretamente Afetada	65
V.1.4	Pedologia	74
V.1.4.1	Pedologia na Área de Influência Indireta	75
V.1.4.2	Pedologia na Área de Influência Direta e Área Diretamente Afetada ..	79
V.1.4.3	Aptidão Agrícola	87
V.1.4.3.1	Avaliação da Aptidão Agrícola	87
V.1.5	Geotecnia	95
V.1.5.1	Geotecnia na Área de Influência Indireta	96
V.1.5.2	Geotecnia na Área de Influência Direta e Área Diretamente Afetada	100
V.1.5.3	Risco Geológico-Geotécnico	121
V.1.6	Recursos Hídricos, Hidrologia e Qualidade da Água	125
V.1.6.1	Estado de Minas Gerais	126
V.1.6.2	Estado de São Paulo	128
V.1.6.3	Caracterização do Regime Fluvial	137
V.1.6.4	Comportamento Sedimentológico	153
V.1.6.5	Vulnerabilidade dos Recursos Hídricos	154
V.1.6.5.1	Suscetibilidade à Erosão e aos Movimentos de Massa	154
V.1.6.5.2	Suscetibilidade ao Assoreamento	155
V.1.6.5.3	Suscetibilidade à Inundação	156
V.1.6.5.4	Estabilidade da Encosta	156
V.1.6.5.5	Ocorrência de Arraste/ Deposição de Sedimentos nas Principais Drenagens que serão atravessadas pelo duto	157



V.1.6.6	Área de Proteção aos Mananciais.....	159
V.1.6.7	Índices de Qualidade das Águas das Unidades de Gerenciamento	164
V.1.6.8	Enquadramento e Qualidade das Principais Drenagens atravessadas pelo duto.....	171
V.1.6.8.1	Qualidade da Água.....	171
V.1.6.9	Águas Subterrâneas.....	181
V.1.6.9.1	Aqüíferos Fraturados.....	185
V.1.6.9.2	Aqüíferos Sedimentares.....	187
V.1.6.9.3	Qualidade das águas subterrâneas.....	194
V.1.7	Processos Minerários.....	198
V.1.7.1	Metodologia Utilizada para Estudo da Situação dos Direitos Minerários.....	198
V.1.7.2	Interferências na Área de Influência Indireta.....	199
V.1.7.3	Interferências na Área de Influência Direta e Área Diretamente Afetada.....	205
V.1.8	Patrimônio Espeleológico e Indícios Paleontológicos	210
V.1.8.1	Indícios Paleontológicos.....	210
V.1.9	Sismologia.....	211
V.1.9.1	Sismologia nas Áreas de Influência do Empreendimento	213
V.1.10	Ruídos.....	219
V.1.10.1	Descrição dos Pontos de Medição e Resultados	223

V.1 MEIO FÍSICO**V.1.1 Climatologia e Condições Meteorológicas****V.1.1.1 Caracterização Climatológica****V.1.1.1.1 Sudeste**

O sudeste situa-se em uma região de transição entre os climas quentes de latitudes baixas e os climas mesotérmicos de tipo temperado das latitudes médias. Caracteriza-se genericamente por apresentar uma estação seca bem definida no inverno e uma estação chuvosa de chuvas convectivas no verão.

Aponta Nimer (1989) que são diversos fatores estáticos e dinâmicos que atuam simultaneamente em interação constante oferecendo à Região sudeste uma notável heterogeneidade climática.

Dos fatores estáticos destacam-se a posição geográfica e a topografia. Em relação à posição deve-se observar em especial a variabilidade latitudinal. A mesma garante diversificação do regime de temperaturas ao longo do ano, mesmo encontrando-se os quatro estados em sua maioria na zona tropical.

A posição na borda oriental do subcontinente sul americano possibilita a influência direta das dinâmicas climáticas oceânicas, além da presença de superfície líquida à disposição de intenso processo de evaporação e condensação. Esses processos originam condensações nas camadas inferiores da atmosfera, contribuindo para o acréscimo de chuvas, sempre que a região é atingida por frentes frias e outros fenômenos de ascendência climática.

Outro fator estático, que garante variabilidade climática, é a topografia singular, que oferece os maiores contrastes morfológicos do Brasil com escudos cristalinos e depósitos sedimentares que podem chegar a topos superiores a 2700 metros e médias altimétricas superiores ao restante do país, além de grandes vales por onde deitam-se cursos fluviais em baixas altitudes próximas as baixadas litorâneas.

Essa geomorfologia garante a criação de verdadeiros canais que favorecem a ascendência orográfica de correntes de ar forçando perda de temperatura e formação de núcleos de condensação, ampliando significativamente a precipitação.

O fator relevo garante também variabilidade de temperatura entre baixadas e altos planaltos, esses gradientes térmicos induzem também circulações locais, influenciando o regime de ventos regional. A combinação desses fatores favorece a presença de matas biodiversas que por sua vez atuam também no clima, retraindo e liberando umidade entre os períodos diurnos e noturnos.

Para contemplar a compreensão integral do clima sudestino, deve-se somar os fatores dinâmicos do clima.

Alguns dos sistemas de grande escala, que acabam por influenciar todo subcontinente sul americano são descritos a seguir. Sopram majoritariamente ventos de este (E) e nordeste (NE) originados do Anticiclone Subtropical do Atlântico sul (ASAS), uma massa de ar quente e úmida proporcionada pela intensa radiação solar e evaporação marítima e com circulação ativa durante o ano inteiro. O ASAS exerce grande influência sobre a região sudeste durante os meses de inverno do hemisfério sul, gerando condições de estabilidade e inibição/redução parcial de nebulosidade constituindo um período seco regional.

O sistema atmosférico continental conhecido como Baixa do Chaco, localizado sobre o Chaco paraguaio, interage com o ASAS, sobretudo no mês de janeiro, condicionando a ocorrência de convergência de umidade nos baixos níveis numa faixa orientada de noroeste para sudeste.

Outro sistema, o Anticiclone Subtropical do Pacífico sul (ASPS) tem sua ação limitada pelos Andes, praticamente só exercendo influência a partir dos 6000 metros de altitude.

A Zona de Convergência do Atlântico sul (ZCAS) constitui-se de uma faixa de nebulosidade e precipitação, com orientação noroeste-sudeste, que se estende desde o sul da região Amazônica até a região central do Atlântico sul. Essa ZCAS é apontada como protagonista na formação de precipitação de verão da região analisada.

Existem ainda sistemas de meso-escala atuantes na região.

Complexos convectivos de meso-escala atuam especialmente sobre a região do Vale do Paraíba do sul, deslizando sobre o vale até a baixada fluminense, são sistemas de nuvens aproximadamente circulares e com um crescimento explosivo num intervalo de tempo de 6 a 12 horas, são responsáveis por notável instabilidade regional.

Brisas marítimas do oceano para o continente garantem às áreas litorâneas o aumento da umidade relativa do ar e redução da oscilação térmica, este processo exerce alcance até o Vale do Paraíba.

V.1.1.1.2 Área de Influência Indireta - AII

Pelo caráter linear e extenso do empreendimento, é natural que a variabilidade latitudinal garanta também múltiplos climas. Imperam também as características climáticas do ASAS que, diferentemente dos fatores estáticos, proporcionam a ausência de fenômenos notáveis com manutenção das temperaturas médias em patamares mais ou menos elevados, altos níveis de umidade relativa e céu limpo, azul e livre de nebulosidade.

A extensão total do duto proporciona a presença de uma zona de intersecção climática. De forma mais genérica, o duto percorre em sua extensão duas unidades climáticas, segundo a classificação de Köppen:

- Cwa em seu trecho mais meridional, após Paulínia, caracterizando-se como clima subtropical úmido com verões quentes e chuvosos e invernos temperados e secos e
- Cwb na metade setentrional, do triângulo mineiro às cercanias de Paulínia, caracterizando-se como clima tropical de altitude com verões temperados e chuvosos e invernos secos.

Estudos climatológicos compilados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) analisaram minuciosamente essa primeira regionalização climática e chegaram a uma caracterização mais detalhada. Dos cinco climas zonais ou genéticos do território brasileiro evidencia-se na AI apenas o Tropical Brasil Central, onde está compreendida praticamente toda a região sudeste.

Dentro dessa classificação primária, encontram-se três subclimas:

- Quente – temperaturas médias maiores que 18°C em todos os meses,
- Subquente – média entre 15° e 18°C, em pelo menos um mês, e
- Mesotérmico Brando – média entre 10° e 15°C.

Cada subclima apresenta ainda uma classificação conforme a umidade registrada que pode variar entre semi-árido, semi-úmido, úmido e super-úmido. A **Figura V.1.1.1.2-1** traz uma representação dessa caracterização climática.

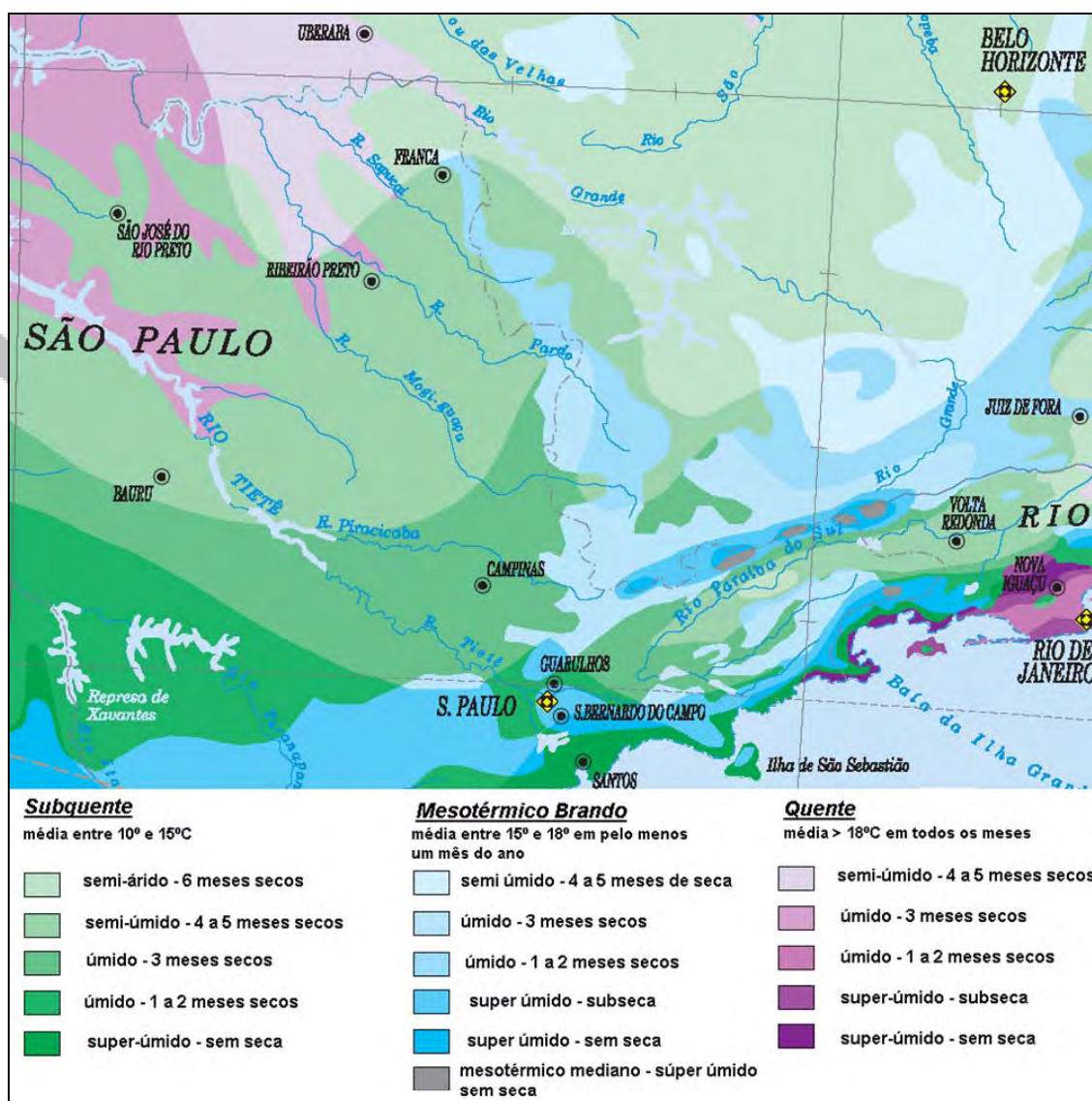


Figura V.1.1.1.2-1 - Caracterização do clima da All.

Fonte: IBGE, 2002 (adaptado).

V.1.1.2 Aspectos metodológicos

É justamente essa heterogeneidade do clima em cada trecho da AI que torna imprescindível uma observação linear dos parâmetros climáticos, capaz de compreender cada trecho e suas peculiaridades além de sua relação com o clima regional.

Em relação à climatologia e condições meteorológicas, foram analisados os seguintes parâmetros:

- temperatura;
- pluviometria e regime de chuvas;
- pressão atmosférica;
- umidade relativa do ar;

- regime, direção e velocidade dos ventos.

Na medida do possível, os dados apresentados correspondem a médias mensais de Normais Climatológicas-Padrão, ou simplesmente Normais Climatológicas, do período observacional de 1961-1990.

Contudo, nem todas as estações escolhidas apresentam Normais Climatológicas-Padrão, pois as estações automáticas são recentes e com isso os dados médios mensais não podem ser calculados com base em normais de 30 anos. Um encontro de especialistas do clima em Washington, Estados Unidos em 1989 estabeleceu o consenso de cálculo de Normais Climatológicas Provisórias, com séries observacionais iguais ou superiores a 10 anos, garantindo que dados até então não disponíveis pudessem ser utilizados.

Ao todo 28 pontos de coleta de dados meteorológicos foram levantados para a pesquisa, praticamente um para cada município da AI, porém, por diversas vezes os dados disponibilizados correspondiam a períodos observacionais curtos, eram antigos, anteriores a 1970, e/ou dispunham de poucos dados, somente temperatura média mensal e precipitação média mensal na maioria dos casos.

Optou-se então pela seguinte prioridade metodológica: Estações que apresentam normais climatológicas-padrão para o maior número de parâmetros possível; na ausência desses, dados recentes superiores a 10 anos.

Das 9 estações escolhidas, 6 apresentam normais climatológicas de 1961-1990. As demais apresentam dados obtidos a partir de um período observacional mais curto ou diferente da normal padrão, porém recentes e sempre superiores a 11 anos. Dessa forma, foi possível obter uma relativa fidedignidade quanto às caracterizações climáticas, assim como a garantia de interpolações mais ajustadas à realidade.

Ao todo foram escolhidas nove estações localizadas em municípios onde está prevista a construção do duto ou em municípios vizinhos. A seguir a **Tabela V.1.1.2-1** demonstra a localização, os parâmetros climáticos colhidos e o período observacional para cada estação.

Tabela V.1.1.2-1 - Relação das Estações Meteorológicas

Estação Meteorológica	Localização			Parâmetros					Período Observacional
	LAT (S)	LONG (W)	Alt. (m)	Temp.	Pressão	Precip.	Umidade	Ventos	
Uberaba	19.45	47.55	743						1961-1990
Franca	20.33	47.26	1027						1961-1990
Ribeirão Preto	21,18	47,8	521						1961-1990
São Simão	21.29	47.33	618						1978-1990
São Carlos	22.01	47.53	856						1961-1990
Araras	22,3	47,38	611						1972-2004
Limeira	22,53	47,45	639						1961-1990
Campinas	23,04	47,08	702						1961-1990/ 1993-2008
Taubaté	23.03	45.55	577						1997-2008

Dados disponíveis
 Dados não disponíveis

Optou-se pela aquisição de dados de estações meteorológicas o mais equidistantes possível, não apresentando distâncias superiores a 164 quilômetros (Campinas-Taubaté) e inferiores a 23 quilômetros (Araras-Limeira) entre cada estação vizinha.

A altitude de cada estação meteorológica influencia também nos parâmetros climatológicos e, portanto, as diferenças altimétricas entre as estações e os trechos do duto correspondentes devem ser levadas em consideração. A **Figura V.1.1.2-1** apresenta a relação entre o perfil altimétrico do duto com base em medições de altitude a cada 10 quilômetros e as altitudes de cada estação.



Figura V.1.1.2-1 - Perfil altimétrico do duto e altitude das estações meteorológicas.

Dados referentes de ventos para Taubaté, São Carlos e Franca foram obtidos através do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). O Instituto Agrônomo (IAC) disponibilizou os dados de suas estações meteorológicas para Taubaté e Campinas, somente temperatura e precipitação.

Para os dados de precipitação e temperatura média da estação de Campinas foi possível obter normais climatológicas de 1961-1990, porém para as médias mensais de temperatura máxima e mínima, os dados disponíveis são referentes ao período observacional de 1993 a 2008. Para Limeira foi possível obter junto ao IAC também, normais climatológicas 1961-1990 para os dados de temperatura média mensal e precipitação.

Demais dados referentes às Normais Climatológicas de Uberaba, Franca, São Simão e São Carlos foram obtidos em publicação do Ministério da Agricultura e Reforma Agrária de 1992, compilados pelo Departamento Nacional de Meteorologia (DNMET).

Os dados de Araras de temperatura média mensal e precipitação foram obtidos junto ao Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal de São Carlos.

V.1.1.3 Análise e Apresentação dos Dados Obtidos

Optou-se pela análise de dados mensais para que pudesse ser evidenciada a sazonalidade de cada parâmetro de acordo com um período que compreende um ano.

V.1.1.3.1 Temperatura

Por encontrar-se em região de transição entre zonas tropical e temperada, é natural que esse mosaico climático, em que se encontra a AI, apresente uma amplitude de temperatura mais alta do que as regiões caracteristicamente tropicais, que apresentam temperaturas homogêneas tanto em uma análise diária quanto das temperaturas anuais. Sobretudo diante dum perfil altimétrico variável de trechos em trechos, essa amplitude se eleva ainda mais na área estudada. Porém, algumas condições dinâmicas e estáticas previamente explicadas ajudam na amenização desses fatores.

É sabido que os meses de dezembro, janeiro e fevereiro apresentam os picos de temperaturas máximas e os de junho, julho e agosto os de temperatura mínima.

O interessante nessa análise é reparar nas diferenças que as estações podem oferecer na comparação de dados entre cada, e a amplitude total que pode ser observada ao longo do ano em uma única estação.

É natural que as médias mensais mais altas de temperatura máxima, mínima e média sejam evidenciadas em localidades mais setentrionais no hemisfério sul, pois estão mais próximas ao equador e recebem insolação mais direta possibilitando um aquecimento mais rápido de sua superfície e atmosfera. Uberaba é justamente a estação que apresenta essas maiores médias. Apesar de não sustentar os picos médios para os meses de verão, a estação está sempre entre as três maiores médias analisando-se cada mês.

A segunda estação mais setentrional é a de Franca, contudo essa apresenta as médias de temperatura máxima mais baixas de todas as estações analisadas. No caso de Franca, influi o gradiente térmico negativo por conta da altitude da estação meteorológica (1027m), que impede que a amplitude térmica ultrapasse 4,5°C na média mensal de temperatura máxima, tendo o maior valor médio registrado em 25,1°C para outubro e o menor de 20,1°C para julho.

As médias de temperaturas mínimas em Franca são também frequentemente abaixo das médias registradas para as demais estações meteorológicas nos meses de verão, contudo para os meses de inverno, evidencia-se o oposto.

As demais localidades apresentam médias mensais mínimas inferiores às de Franca, configurando novamente uma baixa amplitude térmica para essa estação,

pouco superior a 5,0°C para todo o ano. Esse é exemplo que pode ser explicado em parte pela da inter-relação latitude e altitude, onde a latitude preserva temperaturas mais altas durante o inverno e a altitude ameniza temperaturas de verão.

Logo, diante de amplitudes de temperaturas mais estreitas e de médias mensais que não trazem para os meses de verão as temperaturas mais quentes, em Franca não ficam caracterizados no tocante a temperatura, como nas demais localidades, os meses de verão e inverno.

Na comparação entre as médias mensais de temperaturas máxima, média e mínima, fica claro também que as temperaturas médias se aproximam mais das mínimas do que da curva de máxima, mostrando que os picos de temperaturas elevadas em Franca são eventos mais restritos possivelmente só evidenciados no início das tardes, enquanto perduram temperaturas sensivelmente mais baixas ao longo dos dias. A **Figura V.1.1.3.1-1** ilustra essa realidade.

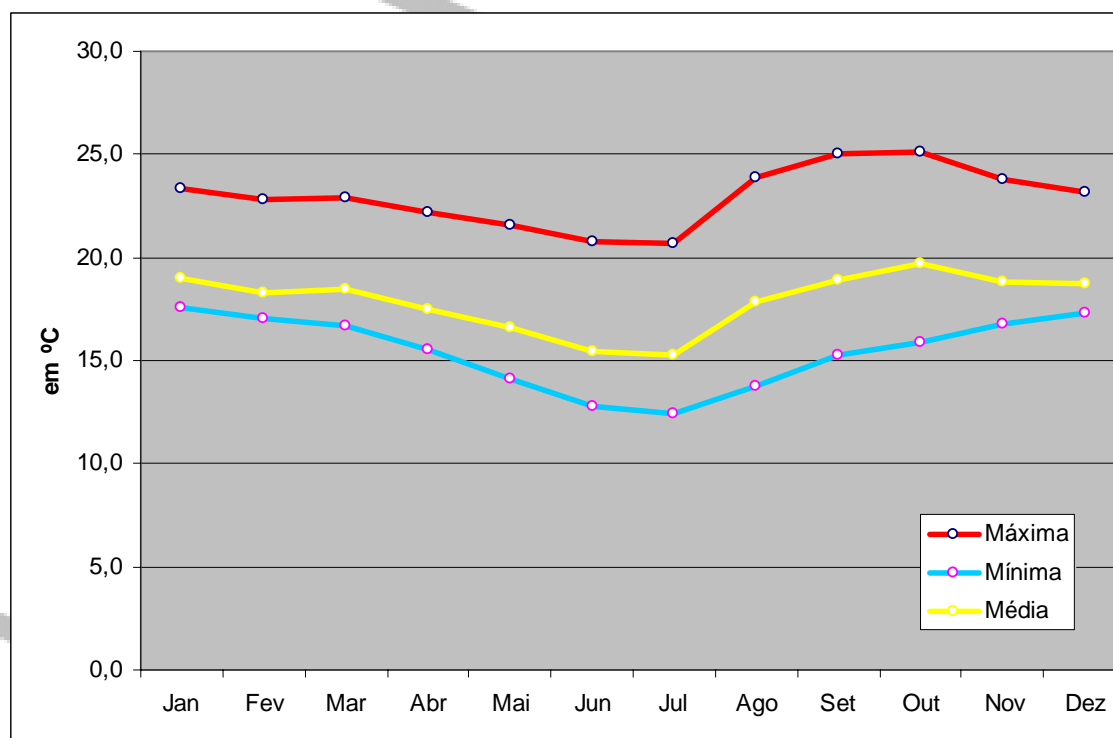


Figura V.1.1.3.1-1 - Gráfico da Normal Climatológica (1961-1990) para médias mensais de temperatura máxima, média e mínima para a estação meteorológica de Franca.

Fonte: DNMET.

As demais localidades apresentam estações de verão e inverno mais bem definidas como em grande parte da região sudeste. A média mensal de temperatura máxima mais elevada encontra-se em Taubaté, com 30,8°C calculados para o mês de fevereiro. Campinas sustenta as menores médias de temperatura mínima em vários meses, a média mais baixa registrada está em 7,2°C para junho. Taubaté, que é a segunda localidade que apresenta médias inferiores às demais, apresenta em julho 10,7°C como média mensal mínima.

Curiosamente Campinas apresenta médias de temperatura máxima frequentemente inferiores às demais localidades, somente superando Franca e São Carlos. Combinadas com a média de mínimas essas informações levariam a crer que a média de temperatura global mensal se encontra abaixo das demais localidades, mas não é isso que ocorre. De fato, as médias globais de temperatura de Campinas estão sempre entre as duas maiores, evento que pode ser explicado por médias diárias elevadas que se aproximam mais das temperaturas máximas do que das mínimas, sendo essas últimas, somente evidenciadas em períodos curtos de picos de temperaturas mínimas, durante as últimas horas da madrugada e primeiras horas da manhã, não sendo suficientes para reduzir a média diária, como demonstrado na **Figura V.1.1.3.1-2**

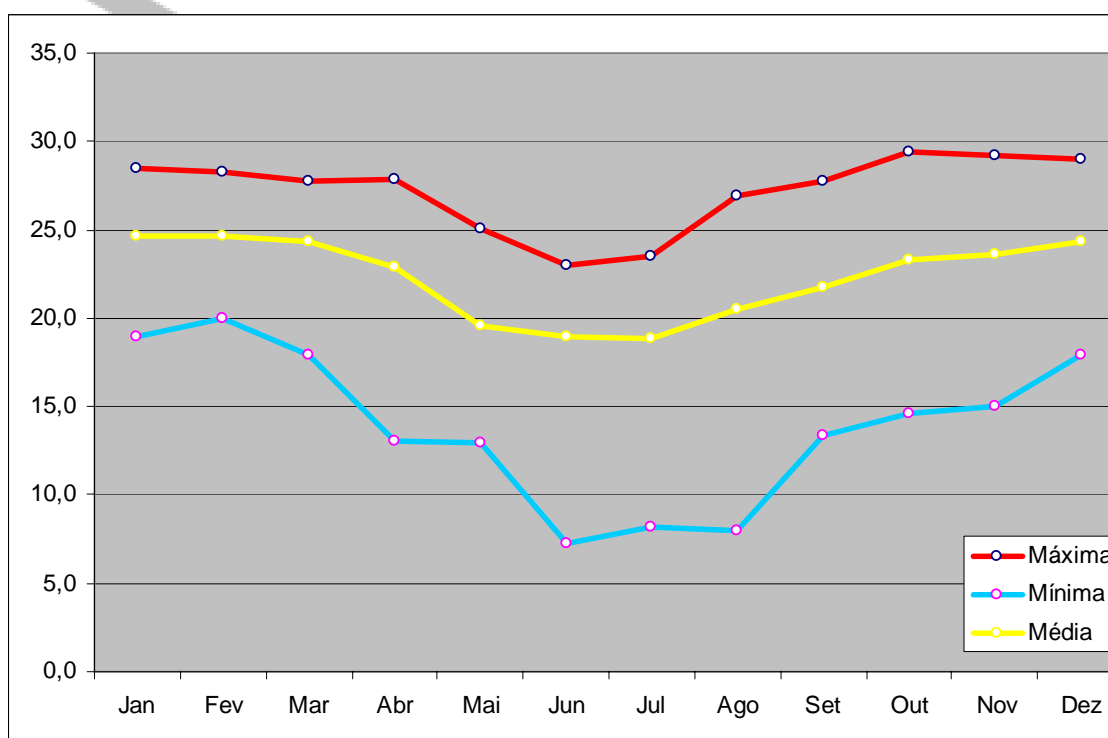


Figura V.1.1.3.1-2 - Gráfico para médias mensais de temperatura máxima, mínima (1993-2008) e média (1961-1990) para a estação meteorológica de Campinas.

Fonte: IAC.

Os gráficos que seguem nas **Figuras V.1.1.3.1-3 e V.1.1.3.1-4** revelam os comentários realizados e oferecem uma ilustração completa para esses parâmetros na AI.

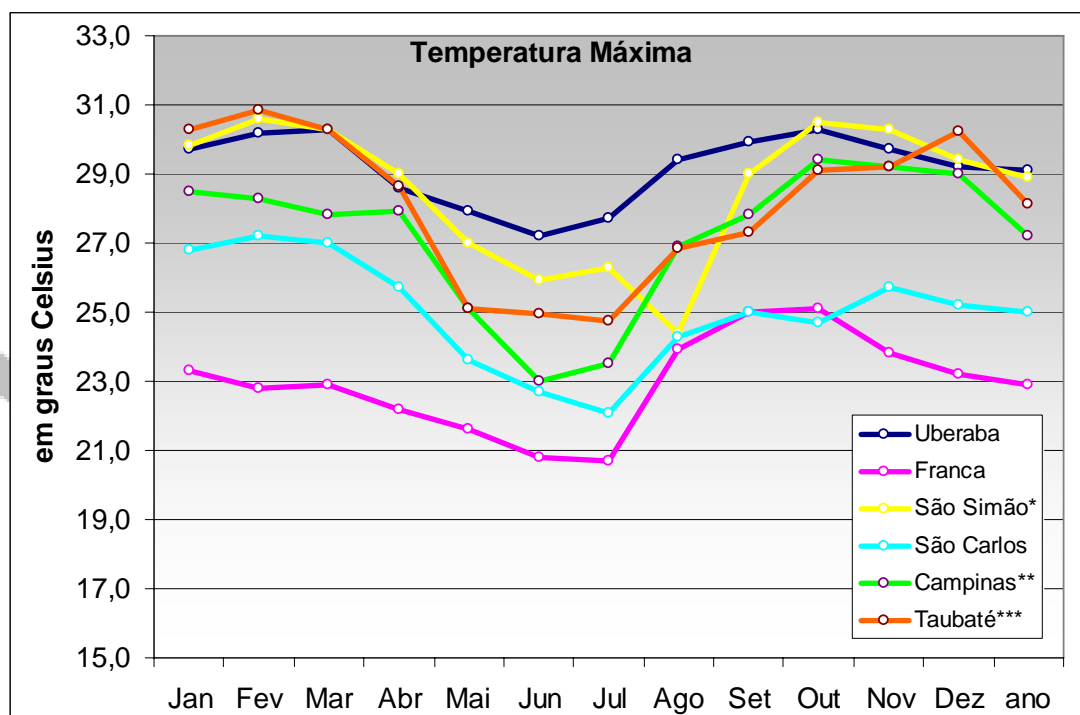


Figura V.1.1.3.1-3 - Normais Climatológicas (1960-1991) de médias mensais de temperatura máxima, média e mínima para a AII. *Dados relativos à 1978-1990, **Dados relativos à 1993-2008, ***Dados relativos à 1997-2008.
Fonte: IAC / DNMET.

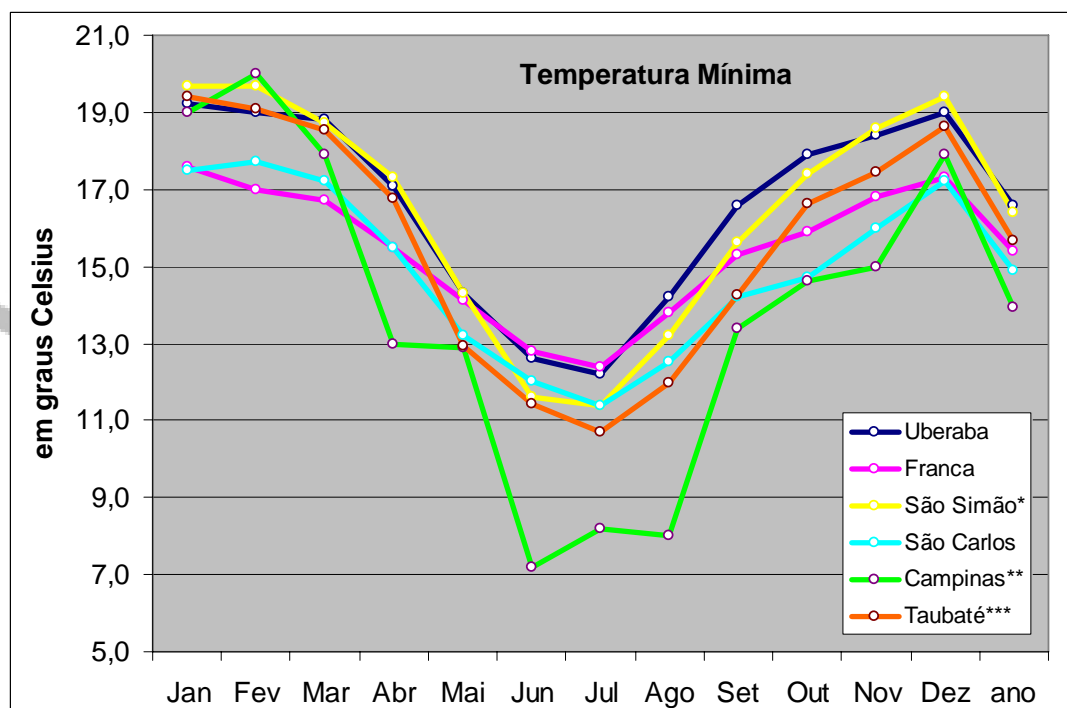


Figura V.1.1.3.1-4 - Normais Climatológicas (1960-1991) de médias mensais de temperatura máxima, média e mínima para a AII. *Dados relativos à 1978-1990, **Dados relativos à 1993-2008, ***Dados relativos à 1997-2008.
Fonte: IAC / DNMET.

Em relação às médias mensais de temperatura, Taubaté, Ribeirão Preto, Campinas, São Simão, Araras e Uberaba alternam-se entre as mais elevadas e Franca e São Carlos são respectivamente as mais amenas. Taubaté soma as maiores médias para o verão com 25°C em fevereiro, as menores são atribuídas a Franca com média de 18,7°C para dezembro.

No inverno Franca também apresenta as médias mais baixas com 15,3°C em julho. A seguir a **Figura V.1.1.3.1-5** apresenta o gráfico dessas médias.

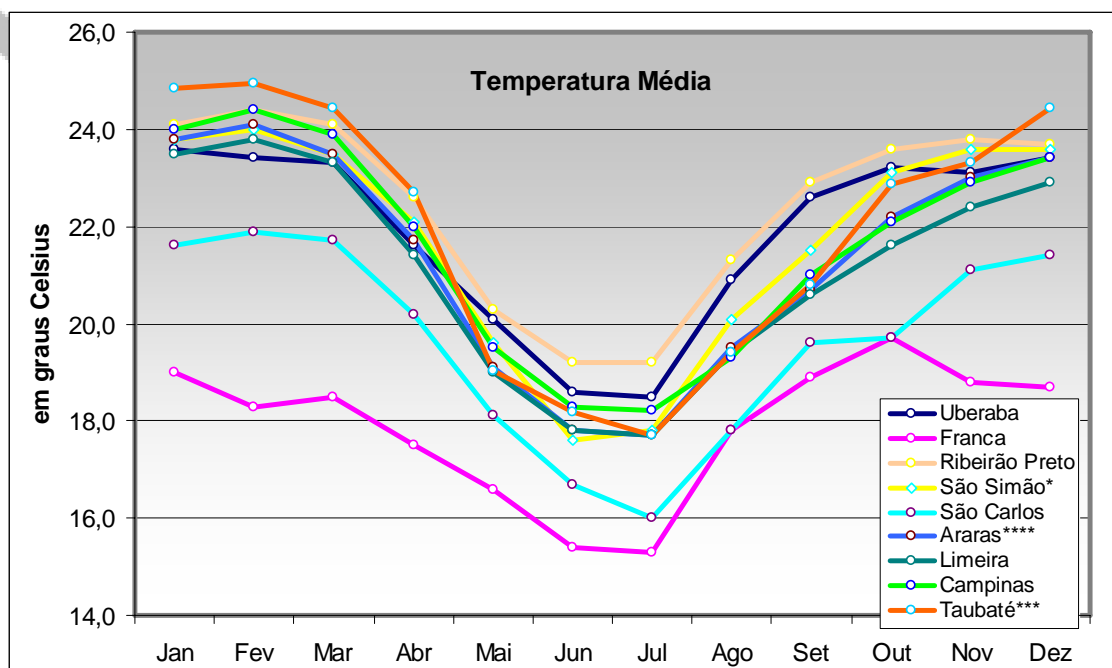


Figura V.1.1.3.1-5 - Normais Climatológicas (1960-1991) de médias mensais de temperatura média para a AII. *Dados relativos à 1978-1990. ***Dados relativos à 1997-2008. ****Dados relativos a 1972-2004.

Fonte: IAC / DNMET / CCA

Esses dados oferecem um panorama anual para cada estação meteorológica escolhida na AII. A maior média anual de temperatura máxima foi calculada para Uberaba com 29,1°C. Campinas apresenta a menor média de temperatura mínima anual com 13,9°C. As médias anuais de temperatura média compreendem 22,4°C e 17,9°C para Ribeirão Preto e Franca respectivamente, estando as demais localidades inseridas entre esses valores. Este gráfico é representado a seguir na **Figura V.1.1.3.1-6**

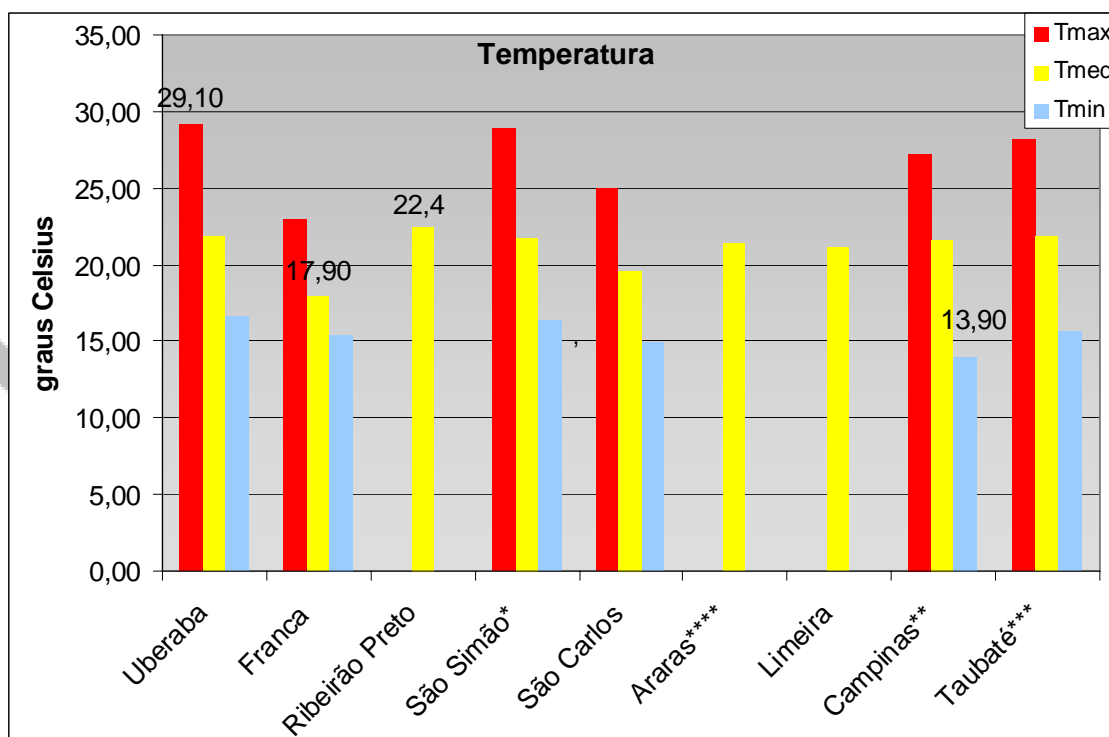


Figura V.1.1.3.1-6 - Médias anuais de temperatura máxima, mínima e média com base nas Normais Climatológicas (1961-1990) da All. *Dados relativos à 1978-1990, **Dados relativos à 1993-2008 (Tmax e Tmin) e 1961-1990 (Tmed), ***Dados relativos à 1997-2008. ****Dados relativos a 1972-2004.

Fonte: IAC / DNMET / CCA

Durante os períodos observacionais foram registradas temperaturas máximas e mínimas absolutas na maioria das estações meteorológicas. A **Tabela V.1.1.3.1-1** traz estes registros com respectiva data de ocorrência para os dados obtidos junto ao DNMET e somente do mês de ocorrência para Campinas e Taubaté, dados obtidos junto ao IAC.

Tabela V.1.1.3.1-1 - Temperaturas mínima e máxima absolutas da All.

	Mínima Absoluta		Máxima Absoluta	
Uberaba	-2,2	21/07/81	38,5	17/11/85
Franca	0,8	21/07/89	35,5	05/10/63
São Simão	-0,6	01/06/79	38,2	18/10/87
São Carlos	-0,1	18/07/75	36,9	17/11/85
Campinas	0,3	Junho	37,2	Outubro
Taubaté	1,0	Julho	43,1	Dezembro

Fonte: IAC / DNMET.

V.1.1.3.2 Pressão atmosférica

Os dados coletados de pressão atmosférica na All de forma geral obedecem ao gradiente de pressão de acordo com a elevação das altitudes das estações meteorológicas, só desobedecendo essa regra a localidade de São Carlos, que apresenta a menor média de pressão anual, 882,7 hPa, entre as estações colhidas

mesmo registrando a segunda maior altitude. São Simão apresenta 939,6 hPa de pressão média anual, sendo a maior média entre as estações observadas. A **Figura V.1.1.3.2-1** traz as médias anuais de pressão atentando-se para a altitude de cada estação meteorológica.

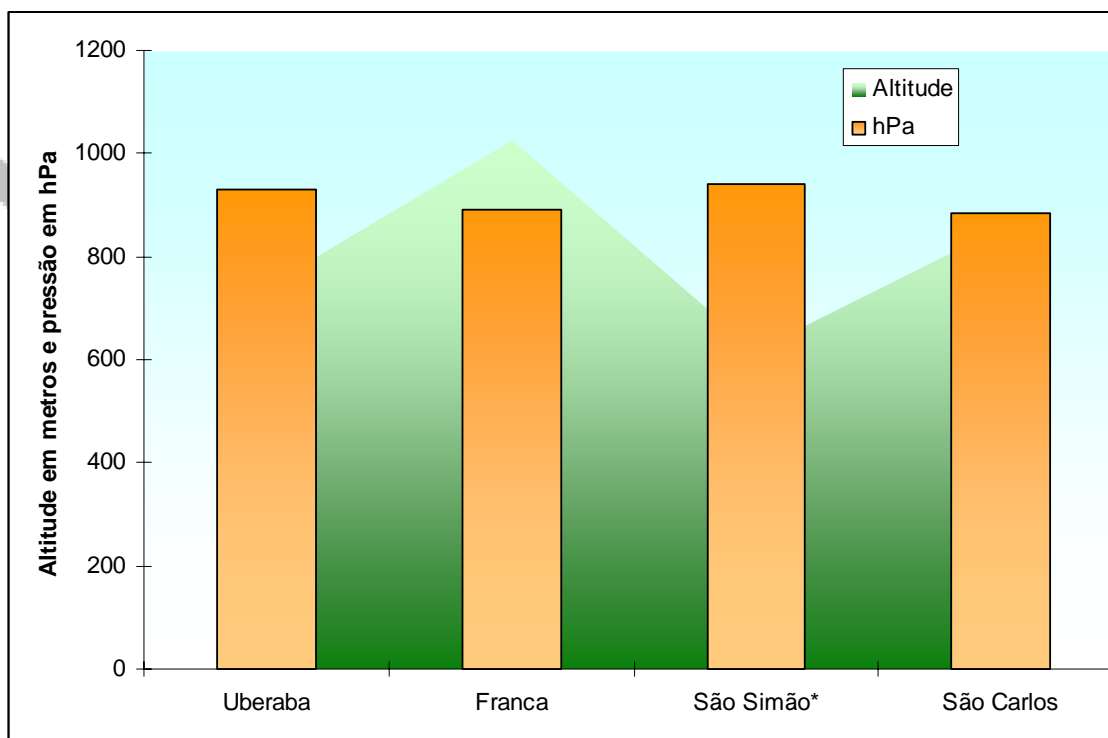


Figura V.1.1.3.2-1 - Média anual (1960-1991) de pressão atmosférica da AII e relação com altitude da estação meteorológica. * Dados de 1978-1990.
Fonte: DNMET.

A pressão atmosférica também apresenta variações conforme as estações do ano. Nas localidades meridionais, São Simão e São Carlos, observa-se brusca queda na pressão atmosférica média mensal durante os meses de inverno, já Uberaba e Franca apresentam suave elevação dos níveis de pressão na mesma época. Franca ainda registra queda acentuada no trimestre que compreende fevereiro a abril.

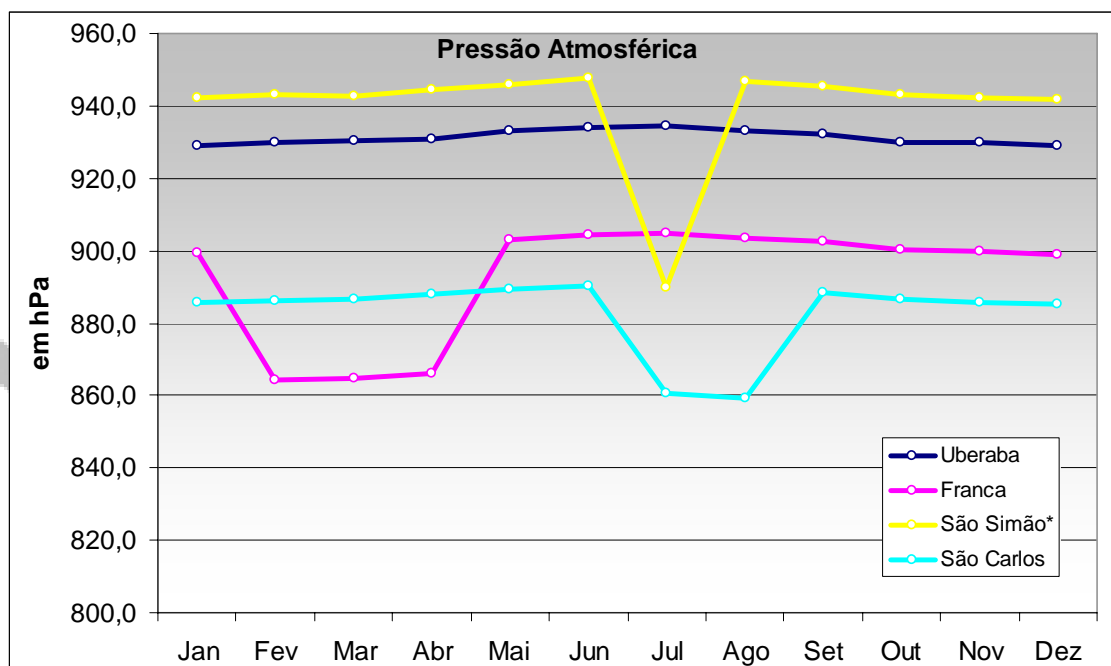


Figura V.1.1.3.2-2 - Normais Climatológicas (1960-1991) de pressão atmosférica da All. *Dados de 1978-1990).

Fonte: DNMET

V.1.1.3.3 Precipitação

Predominam nos meses de verão os maiores valores de precipitações e na estação de inverno os menores. Graças às convecções orográficas locais e as passagens de frentes frias, a All, sobretudo nas áreas onde a topografia favorece os fenômenos de convecção, apresenta as estações de chuva mais intensas do sudeste durante dezembro, janeiro e fevereiro.

As reduzidas chuvas que ocorrem no inverno, que apresenta temperaturas médias mais baixas e menor evaporação, são em sua maioria originadas por passagens de sistemas frontais.

Para os meses de verão a maior precipitação mensal registrada foi para a estação meteorológica de Franca em Janeiro, registrando 297,1 milímetros de média de chuvas acumuladas para o mês. Taubaté por sua vez registrou o menor valor em dezembro com 171,7 milímetros.

No inverno os menores índices foram registrados em Uberaba para o mês de agosto, com 15,1 milímetros e os maiores, em São Carlos com 40,4 milímetros em junho. Estes resultados apontam para relativa homogeneidade das precipitações na comparação entre estações, porém é marcante a sazonalidade dos regimes pluviométricos de acordo com as épocas do ano, com meses chuvosos bem característicos e outros com precipitação média mensal não superior a 50 milímetros.

O gráfico da **Figura V.1.1.3.3-1**, a seguir, ilustra essas evidências.

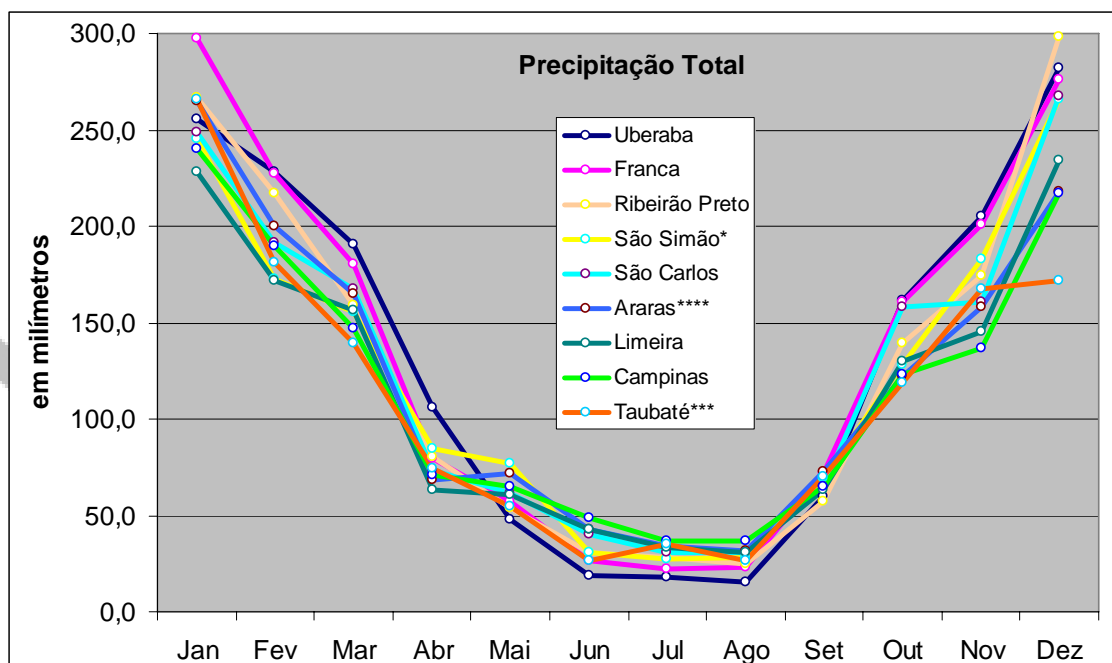


Figura V.1.1.3.3-1 - Normais Climatológicas (1961-1990) de Média de Precipitação Total Mensal. *Dados relativos à 1978-1990. ***Dados relativos à 1997-2008.

****Dados relativos a 1972-2004.

Fonte: INMET / IAC / DNMET / CCA

Das estações da All, Franca é a que apresenta a maior amplitude pluviométrica, variando entre 297,1 milímetros em janeiro e 21,9 milímetros em julho.

Campinas e Limeira apresentam a menor amplitude pluviométrica com uma amplitude total entre o mês mais e o menos chuvoso de 203 milímetros.

A maior precipitação em 24 horas, 194,1 milímetros, foi registrada em São Carlos, em 21 de julho de 1990. Esse dado, observado em um mês seco de acordo com a Normal Climatológica, sustenta a ocorrência, em toda a região, de eventos fora da curva normal que podem ser evidenciados em toda a região.

Com referência às precipitações anuais acumuladas, a média do total de chuvas anuais para cada município compreendeu os patamares máximos e mínimos entre 1623,3 e 1332,1 milímetros para Franca e Taubaté respectivamente, como mostra a **Figura V.1.1.3.3-2** que segue.

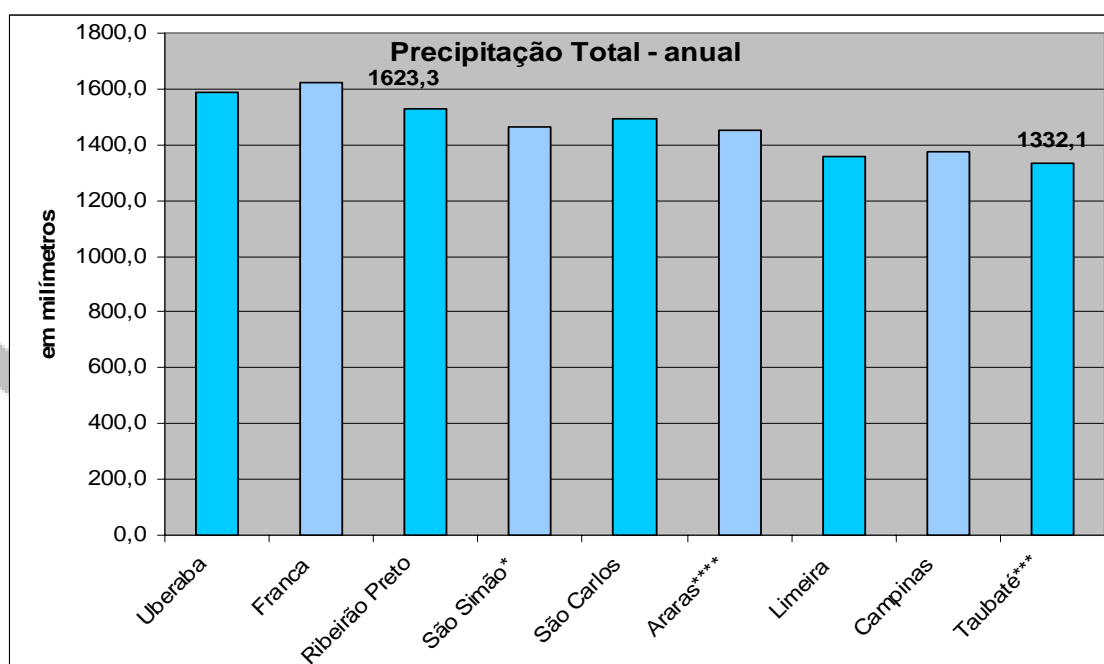


Figura V.1.1.3.3-2 - Normais Climatológicas (1961-1990) de Precipitação Total anual. *Dados relativos à 1978-1990. ***Dados relativos à 1997-2008. ****Dados relativos a 1972-2004.

Fonte: INMET / IAC / DNMET / CCA

V.1.1.3.4 Umidade Relativa do Ar

Os valores de umidade relativa do ar são inversamente proporcionais à temperatura do ar e dependem, regionalmente, dos processos de aquecimento ou resfriamento do ar, transporte horizontal de vapor d'água e precipitações. Em situações de intensas frentes frias acompanhadas de chuvas, os valores de umidade relativa do ar podem sofrer acentuadas elevações até a saturação, que resultam nas precipitações.

Na AII os menores registros acompanham os meses de agosto e setembro, com médias que podem chegar a 54 e 55% respectivamente para São Carlos e Franca.

Franca aponta também a maior média mensal, em janeiro com 81%, Uberaba em fevereiro com 80,9% é a segunda maior média, coincidindo com os meses chuvosos.

Em relação às médias anuais, os valores encontram-se entre 68% para São Carlos e 73,4% para Uberaba. As **Figuras V.1.1.3.4-1** e **V.1.1.3.4-2** traduzem os dados supracitados.

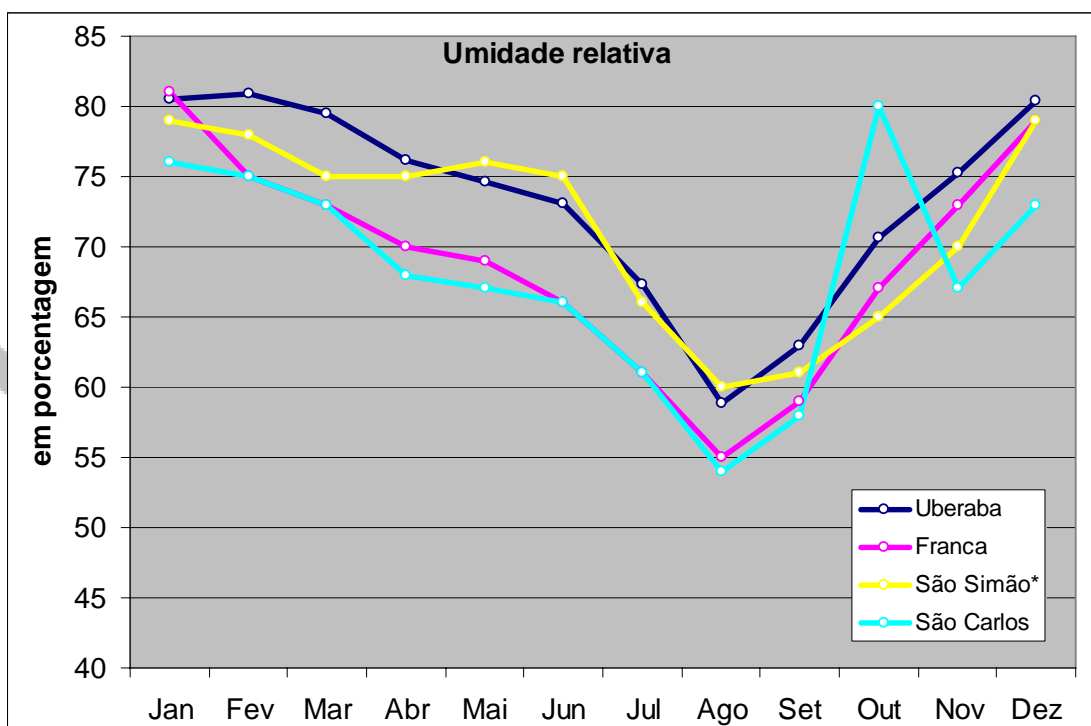


Figura V.1.1.3.4-1 - Normais Climatológicas (1961-1990) média anual de Umidade Relativa do Ar da AII. *Dados de 1978-1990.
Fonte: DNMET

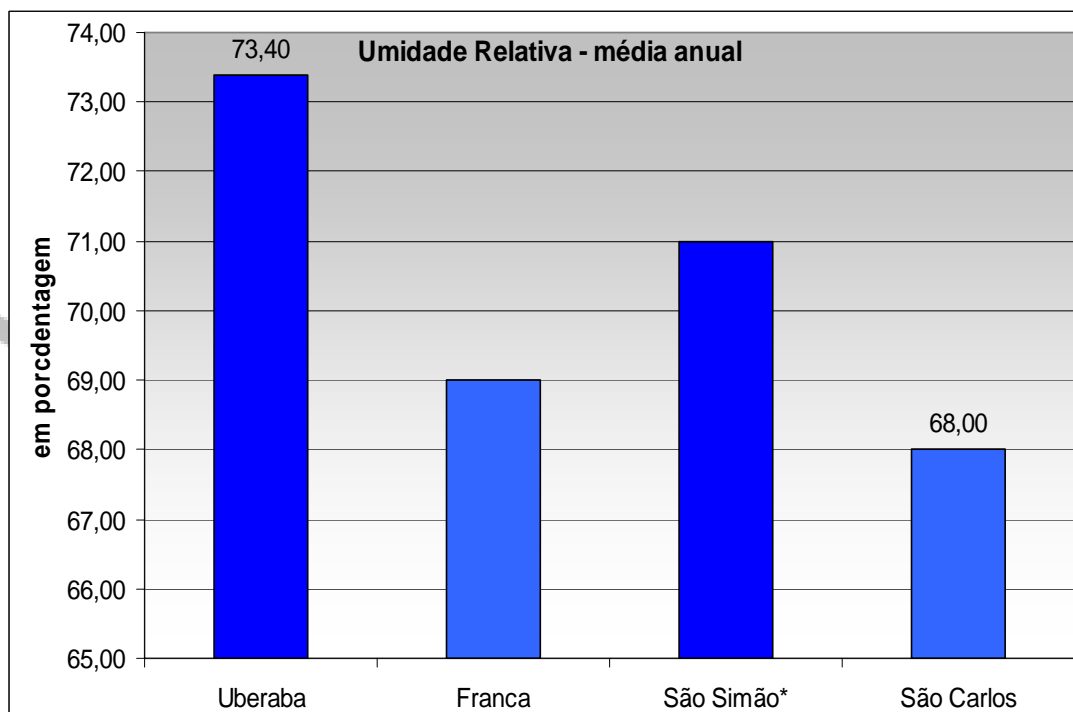


Figura V.1.1.3.4-2 - Normais Climatológicas (1961-1990) média anual de Umidade Relativa do Ar da AII. *Dados de 1978-1990.
Fonte: DNMET

V.1.1.3.5 Regime de Ventos

Três estações foram contempladas na análise de velocidade média e direção predominante dos ventos, Franca, São Carlos e Taubaté, configurando para o percurso do duto, três porções de análise: setentrional; central; meridional, correspondendo respectivamente às estações citadas.

As velocidades médias em metros por segundo (m/s) apresentadas da **Tabela V.1.1.3.5-1 à Tabela V.1.1.3.5-3** representam as duas direções predominantes dos ventos, para um período observacional de 16 anos em cada estação, 1993 a 2008.

Tabela V.1.1.3.5-1 – Média mensal de 1ª e 2ª direção predominante dos ventos, frequência e velocidade média correspondente. Franca

Franca						
MÊS	1ª direção predominante			2ª direção predominante		
	direção	Frequência (%)	Velocidade (m/s)	direção	Frequência (%)	Velocidade (m/s)
Jan	NO	12,5	3,1	NE	12,4	2,5
Fev	E	12,1	2,4	NE	11,5	2,6
Mar	E	15,9	2,5	NE	13,8	2,6
Abril	E	19,4	2,4	-	-	-
Maio	E	17,3	2,4	-	-	-
Junho	NE	16,2	2,8	E	15,3	2,4
Julho	E	17,7	2,7	NE	17,4	2,9
Ago	E	20,0	2,5	NE	19,8	2,9
Set	NE	18,7	2,9	E	17,4	2,7
Out	E	18,1	2,5	NE	16,8	2,8
Nov	NE	15,4	2,8	E	13,0	2,6
Dez	NO	13,3	3,3	NE	13,3	2,8

Fonte: INMET

Tabela V.1.1.3.5-2 – Média mensal de 1ª e 2ª direção predominante dos ventos, frequência e velocidade média correspondente. São Carlos

São Carlos						
MÊS	1ª direção predominante			2ª direção predominante		
	direção	frequência (%)	velocidade (m/s)	direção	frequência (%)	velocidade (m/s)
Jan	N	23,6	2,6	-	-	-
Fev	N	19,9	2,5	E	18,8	2,4
Mar	N	21,4	2,3	-	-	-
Abril	E	27,8	2,3	-	-	-
Maio	E	26,0	2,0	-	-	-
Junho	E	30,7	2,1	-	-	-
Julho	E	30,1	2,3	-	-	-
Ago	E	28,6	2,3	-	-	-
Set	E	24,2	2,9	-	-	-
Out	E	24,4	2,7	-	-	-
Nov	E	20,4	2,9	N	16,5	2,8
Dez	N	21,3	2,6	E	20,1	2,4

Fonte: INMET

Tabela V.1.1.3.5-3 – Média mensal de 1ª e 2ª direção predominante dos ventos, frequência e velocidade média correspondente. Taubaté

Taubaté						
MÊS	1ª direção predominante			2ª direção predominante		
	direção	frequência (%)	velocidade (m/s)	direção	frequência (%)	velocidade (m/s)
Jan	NE	9,6	1,9	N	8,8	2,1
Fev	NE	9,6	1,7	-	-	-
Mar	NE	10,7	1,6	-	-	-
Abril	NE	10,3	1,9	S	9,1	1,6
Maio	S	10,1	1,4	SO	9,8	1,8
Junho	SO	11,4	1,6	S	8,8	1,3
Julho	SO	9,7	1,7	NE	9,4	1,9
Ago	NE	11,3	2,2	S	10,0	1,5
Set	NE	11,9	2,6	S	9,8	2,0
Out	NE	12,8	2,6	S	10,2	2,0
Nov	NE	9,9	2,2	S	9,3	2,2
Dez	NE	10,9	2,1	-	-	-

Fonte: INMET.

A **Tabela V.1.1.3.5-4** é a síntese anual do regime de ventos para essas três estações. As normais climatológicas aqui apresentadas correspondem a parciais de 12 anos, do período de 1993 à 2004.

Apontam a velocidade média mensal de todas as direções de origem de ventos registradas nas estações e a direção predominante. NO corresponde a direção predominante dos ventos noroeste, N, norte, NE, nordeste, E, Este ou leste, S, sul, SO, sudoeste.

Tabela 5.1.1.3.5-4 - Velocidade média dos ventos e direção predominante.

	Velocidade Média dos Ventos (m/s)												
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	ano
Franca	1,9	1,7	1,7	1,7	1,5	1,7	1,8	1,9	2,1	2,2	2,2	2,1	1,9
São Carlos	2,0	1,9	1,9	1,9	1,7	1,8	1,9	2,0	2,2	2,4	2,4	2,3	2,0
Taubaté	1,6	1,5	1,4	1,4	1,5	1,4	1,7	2,1	2,2	1,9	1,7	1,7	1,7

Direção predominante - NO N NE E S SO

Fonte: INMET

Nota-se que na porção setentrional do duto predominam durante todo ano ventos de Este e nordeste, no mês de agosto esses somam quase 40% da frequência de ventos para a região, apresentam velocidades médias para essas direções superiores à média mensal global registrada para o mesmo mês.

Para a porção central imperam ventos de Este e norte. Mais de 30% dos ventos registrados em Junho em São Carlos são de Este. As velocidades médias das duas predominantes são sempre maiores do que as mensais globais.

O panorama na porção austral é um pouco distinta, também predominam ventos nordeste, porém a segunda predominância é de sul, as duas se alternam nas duas principais predominâncias durante os 12 meses com algumas intromissões de

ventos de sudoeste e norte. Contudo, diferentemente das duas estações a norte, a frequência somada das duas direções predominantes raramente supera 20%, além de apresentar por vezes velocidade média das predominantes inferior a média mensal global.

A média anual para cada estação encontra-se em um patamar não superior a 2,0 m/s, evidenciado para São Carlos, Franca aponta 1,9 e Taubaté 1,7 m/s. Para as direções predominantes são registradas velocidades médias mensais de até 3,3 m/s para a direção noroeste em Franca no mês de dezembro, 2,9 em Novembro sentido Este em São Carlos e 2,6 m/s nordeste em setembro e outubro para Taubaté.

V.1.1.4 Qualidade do Ar

V.1.1.4.1 Padrões de Qualidade do Ar

Segundo a Resolução CONAMA 03/1990: “Entende-se como poluente atmosférico qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos, ou que possam tornar o ar:

II - inconveniente ao bem estar público;

III - danoso aos materiais e a fauna;

IV - prejudicial a segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade.”

Esta Resolução estabeleceu os parâmetros de qualidade do ar, conforme **Tabela V.1.1.4.1-1**; e seus critérios para episódios agudos, conforme **Tabela V.1.1.4.1-2**.

Tabela V.1.1.4.1-1 - Padrões Nacionais de Qualidade do Ar

Poluente	Tempo de Amostragem	Padrão Primário ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Padrão Secundário ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Partículas Totais em Suspensão – PTS	24 horas ⁽¹⁾	240	150
	MGA ⁽²⁾	80	60
Dióxido de Enxofre - SO ₂	24 horas ⁽¹⁾	365	100
	MAA ⁽³⁾	80	40
Monóxido de Carbono – CO	1 hora ⁽¹⁾	40.000	40.000
	8 horas ⁽¹⁾	35 ppm 10.000 9 ppm	35 ppm 10.000 9 ppm
Ozônio – O ₃	1 hora ⁽¹⁾	160	160
Fumaça	24 horas ⁽¹⁾	150	100
	MAA ⁽³⁾	60	40
Partículas Inaláveis – PI	24 horas ⁽¹⁾	150	150
	MAA ⁽³⁾	50	50
Dióxido de Nitrogênio – NO ₂	1 hora	320	190
	MAA ⁽³⁾	100	100

(1) Não deve ser excedido mais que uma vez ao ano.

(2) Média geométrica anual.

(3) Média aritmética anual.

Fonte: Resolução CONAMA 03/1990

Tabela V.1.1.4.1-2 - Critérios para Episódios Agudos de Poluição do Ar

Parâmetros		Níveis		
		Atenção	Alerta	Emergência
Dióxido de Enxofre	SO ₂ (µg/m ³) – 24 h	800	1.600	2.100
Partículas Totais em Susp.PTS	(µg/m ³) – 24 h	375	625	875
Ozônio	O ₃ (µg/m ³) – 1 h	400*	800	1.000
Partículas Inaláveis	PI (µg/m ³) – 24 h	250	420	500
Fumaça	(µg/m ³) – 24 h	250	420	500
Dióxido de Nitrogênio	NO ₂ (µg/m ³) – 1 h	1.130	2.260	3.000
Monóxido de Carbono	CO (ppm) – 8 h	15	30	40

O nível de atenção declarado pela CETESB com base na legislação que é mais restritiva (200µg/m³).
Fonte: Resolução CONAMA 03/1990

No Estado de São Paulo, o Decreto Estadual 8.468 de 08/09/1976, dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição ambiental, e estabelece os mesmos padrões de qualidade do ar e critérios para episódios agudos de poluição da Resolução CONAMA 03/1990, à exceção do parâmetro ozônio.

V.1.1.4.2 Monitoramento da Qualidade do Ar

No Estado de São Paulo, a CETESB mantém uma rede automática e manual de monitoramento de qualidade do ar.

Dos municípios da AII no Estado de São Paulo, apenas alguns possuem estações de rede de monitoramento automática, quais sejam: São José dos Campos, Campinas e Paulínia. Os municípios monitorados pela rede manual são: Campinas, Cosmópolis, São José dos Campos, Paulínia, Taubaté, Ribeirão Preto e Limeira.

No Estado de Minas Gerais apenas o município de Uberaba faz parte da AII. Neste Estado, a FEAM é órgão responsável pela política de proteção e conservação de Minas Gerais e não possui pontos monitoramento da qualidade do ar nesta localidade. As estações mais próximas estão a mais de 100 quilômetros de distância, inviabilizando a correlação entre os dados nelas coletados e a qualidade do ar na região de Uberaba.

O nível de detalhe do monitoramento da qualidade do ar realizado pelos órgãos de controle ambiental é diretamente proporcional ao grau de saturação de uma determinada área, ou seja, quanto mais comprometida a qualidade do ar de um local mais intenso será o esforço de monitoramento empenhado.

Desta forma a FEAM dispõe de uma grande quantidade de dados de monitoramento para a qualidade do ar da Região Metropolitana de Belo Horizonte, porém não dispões de estações de monitoramento em Uberaba.

A CETESB consolida os dados de monitoramento da qualidade ar agrupando-os conforma a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) à qual os municípios monitorados pertencem.

Para o entendimento de forma geral da qualidade do ar dos municípios da AII esta análise é adequada e apresentada neste diagnóstico.

Embora a CETESB tenha uma rede mais ampla de monitoramento, o nível de detalhes é maior para as regiões metropolitanas e inexistentes para as menores cidades da AII.

Para os municípios onde não haverá instalações pontuais (centros coletores e estações de bombeamento) a interferência do SEDA na qualidade do ar ocorrerá na fase de implantação com a ressuspensão de material particulado das vias de tráfego e dos locais das obras.

Para os municípios onde haverá instalações pontuais, ocorrerá na fase de operação a emissão de compostos orgânicos voláteis (COV), que na atmosfera na presença dos óxidos de nitrogênio forma o ozônio (O₃).

Como decorrência do acima exposto, o diagnóstico da qualidade do ar elaborado apresenta ainda informações material particulado (partículas inaláveis e totais) para os municípios da AII onde existem estações de monitoramento e para estes poluentes e para os municípios da AII onde haverá instalações pontuais (Ribeirão Preto, Paulínia e Taubaté – embora Uberaba tenha instalação pontuais inexistentes dados disponíveis) também serão apresentadas informações sobre óxidos de nitrogênio, ozônio e VOC (como HCNM).

Embora a CETESB tenha uma rede ampla de monitoramento, o nível de detalhes é maior para as regiões metropolitanas e mais simplificado ou inexistentes para as menores cidades da AII.

O diagnóstico da qualidade do ar elaborado apresenta as informações de material particulado (partículas inaláveis e totais) para os municípios nos quais existem este tipo de monitoramento para os municípios da AII onde haverá instalações pontuais (Ribeirão Preto, Paulínia e Taubaté) também serão apresentadas informações sobre óxidos de nitrogênio, ozônio e VOC (como HCNM).

A CETESB consolida os dados de monitoramento da qualidade ar, agrupando-os conforma a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) à qual os municípios monitorados pertencem. Para o entendimento de forma geral da qualidade do ar dos municípios da AII esta análise é apresentada neste diagnóstico.

UGHRI 8

Esta UGHRI engloba os seguintes municípios da AII: Igarapava, Aramina, Ituverava, Guará, São Joaquim da Barra e Orlândia.

Nesta UGHRI existe apenas monitoramento de fumaça e de dióxido de enxofre no Município de Franca. Tanto pela localização quanto pelos parâmetros monitorados os dados disponíveis não apresentam relação com o SEDA.

UGHRI 4

Esta UGHRI engloba 23 municípios, sendo os seguintes municípios da AI: Sales de Oliveira, Jardinópolis, Sertãozinho, Ribeirão Preto, Cravinhos e São Simão. De acordo com o Anexo III da Lei Estadual No 9034/94 – PERH, esta UGRHI é classificada como “Em industrialização”, compreendendo uma população estimada em 2007 de 1.069.929 habitantes. Têm predominância na UGRHI as atividades industriais, destacando-se a agroindústria – extração e refino de óleos vegetais, papel e celulose, usinas de açúcar e álcool, além de indústrias alimentícias. Existe grande número de loteamentos e incremento do comércio varejista, como atividades não industriais.

De acordo com o Relatório da Qualidade do Ar (CETESB, 2007) em 2007, a média anual de material particulado ultrapassou o padrão anual de qualidade do ar na estação manual localizada em Ribeirão Preto. No curto prazo, os valores se aproximaram do padrão diário, inclusive para a estação automática, mas não chegaram a registrar nenhuma ultrapassagem.

Foram registradas ultrapassagens do padrão para o ozônio, porém nenhuma ultrapassagem do nível de atenção.

UGHRI 9

Esta UGHRI engloba os seguintes municípios da AI: Santa Rita do Passa Quatro, Porto Ferreira, Pirassununga, Leme, Araras e Engenheiro Coelho.

Inexistem dados consolidados de monitoramento da qualidade do ar para os municípios desta UGHRI.

UGHRI 4

Esta UGHRI engloba 57 municípios, sendo os seguintes municípios da AI: Artur Nogueira, Cosmópolis, Paulínia, Jaguariúna, Atibaia, Nazaré Paulista, Campinas, Morungaba, Itatiba, Bragança Paulista e Piracaia. De acordo com o Anexo III da Lei Estadual No 9034/94 – PERH, esta UGRHI é classificada como “Industrial”, compreendendo uma população estimada em 2007 de 4.923.861 habitantes. Entre as principais atividades econômicas desenvolvidas na região destacam-se as industriais, voltadas para os setores de telecomunicações e informática, montadoras de automóveis, refinaria de petróleo, papel e celulose, alimentos, usinas sucroalcooleiras, produtos alimentícios e têxtil.

Desenvolvem-se também atividades não industriais com incremento no número de loteamentos e comércio varejista. No setor primário, a cana-de-açúcar é a lavoura predominante, seguida por citricultura e hortifruticultura.

Nesta UGHRI destacam-se a cidade de Campinas, com uma população superior a um milhão de habitantes, considerada a sede da região e o município de Paulínia, que conta com um grande parque industrial.

Assim como na RMSP, a região possui uma frota de veículos que é responsável por parte significativa da poluição atmosférica.

A estimativa de emissão por tipo de fonte é apresentada na **Tabela V.1.1.4.2-1**.

Tabela V.1.1.4.2-1. - Estimativa de emissão por tipo de fonte na Região Metropolitana de Campinas

Fonte	Emissão (1000 t/ano)				
	CO	HC	NOx	SOx	MP
Móvel (veículos)	290,78	66,88	64,05	1,42	5,64
Fixa (Indústrias)	2,54	6,39	10,74	14,90	4,56
Total	293,32	73,27	74,79	16,32	10,20

Fonte: Relatório da Qualidade do Ar, CETESB, 2007

Como pode ser observado na tabela acima, a frota veicular é a principal responsável pela emissão de poluentes atmosféricos na região metropolitana de Campinas, onde estão alguns municípios da All.

Não obstante o alto grau de industrialização da UGRHI, em 2007, com exceção do ozônio e do material particulado, não foram verificadas ultrapassagens do padrão de qualidade do ar. Porém, em 2007, foram registradas ultrapassagens dos padrões de qualidade do ar para material particulado em Limeira, Santa Gertrudes, Cordeirópolis e Piracicaba. Também para o ozônio, observaram-se ultrapassagens do padrão em Jundiaí, Paulínia e Americana.

UGHRI 2

Esta UGHRI engloba 34 municípios, sendo os seguintes municípios da All: Igaratá, São José dos Campos, Caçapava e Taubaté.

De acordo com o Anexo III da Lei Estadual No 9034/94 – PERH, esta UGRHI é classificada como “Industrial”, compreendendo uma população estimada em 2007 de 1.975.465 habitantes.

Inserida no principal eixo econômico do país, esta UGRHI destaca-se pela diversidade de seu parque industrial, sobressaindo-se a indústria aeronáutica, automobilística, papel e celulose, química, mecânica, eletroeletrônica e extrativista, além de centros de pesquisa tecnológica com mão-de-obra especializada. Em relação às atividades não industriais observa-se a existência crescente de loteamentos. Na agricultura predominam as culturas destinadas à pecuária. Em alguns municípios o eucalipto ocupa extensas áreas, sendo que arroz, feijão e milho são cultivados em áreas reduzidas.

Atualmente, o parque industrial de São José dos Campos conta com cerca de 800 empresas e a frota é constituída de, aproximadamente, 230 mil veículos.

São José dos Campos está localizado às margens da Rodovia Presidente Dutra, que liga os dois maiores centros produtores e consumidores do país, Região Metropolitana de São Paulo e Rio de Janeiro.

A estimativa de emissão por tipo de fonte e a contribuição relativa, na **Tabela V.1.1.4.2-2**.

Tabela V.1.1.4.2-2 - Estimativa de emissão por tipo de fonte em São José dos Campos

Fonte	Emissão (1000 t/ano)				
	CO	HC	NOx	SOx	MP
Móvel (veículos)	45,33	10,60	9,26	0,22	0,85
Fixa (Indústrias)	0,75	4,89	6,00	11,53	1,00
Total	46,08	15,49	15,26	11,75	1,85

Fonte: Relatório da Qualidade do Ar, CETESB, 2007

Com exceção de MP e SOx, a frota veicular é responsável pela grande maioria dos poluentes lançados na atmosfera em São José dos Campos.

Em São José dos Campos, o número de ultrapassagens do padrão de ozônio aumentou em 2007 na comparação com os últimos anos. Para o material particulado, as concentrações mantiveram-se abaixo dos respectivos padrões de qualidade em São José dos Campos e Taubaté. Para o dióxido de enxofre, as concentrações registradas em todos os locais de medição da UGRHI estão abaixo do PQAr e têm se aproximado dos limites inferiores de detecção do método.

V.1.1.4.3 Resultados do Monitoramento

O único município da AII que tem monitoramento de hidrocarbonetos totais menos metano (HCNM), que pode ser considerado como COV, é Paulínia, existindo resultados para este monitoramento até 2004. Em 2003 as duas maiores concentrações horárias foram de 1,94 e 1,46 ppm e em 2004 foram 1,26 e 1,25 ppm. Inexistem padrões na legislação brasileira para comparar com estes resultados.

A **Tabela V.1.1.4.3-1 e 2** apresentam os parâmetros de Partículas Inaláveis nos anos 2005 a 2007.

A **Tabela V.1.1.4.3-3** apresenta as concentrações de ozônio nos anos 2005 a 2007.

A **Tabela V.1.1.4.3-4** apresenta as concentrações de NO₂ nos anos 2005 a 2007.

Tabela V.1.1.4.3-1 – Rede Automática: Partículas Inaláveis (MP₁₀)

Local de amostragem	2005							2006						
	N	Média Aritmér. µg/m³	Máximas 24h		Perc 98	Nº de Ultrapassagens		N	Média Aritmér. µg/m³	Máximas 24h		Perc 98	Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m³	2ª µg/m³		PQAR	AT			1ª µg/m³	2ª µg/m³		PQAR	AT
São José dos Campos	327	24	60	60	57	0	0	351	26	79	79	64	0	0
Ribeirão Preto	354	28	100	94	73	0	0	90	15	37	28	26	0	0
Campinas	336	29	70	67	54	0	0	348	37	83	77	68	0	0
Paulínia	343	35	101	96	74	0	0	204	36	82	80	75	0	0

Local de amostragem	2007						
	N	Média Aritmér. µg/m³	Máximas 24h		Perc 98	Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m³	2ª µg/m³		PQAR	AT
São José dos Campos	365	26	89	80	55	0	0
Ribeirão Preto	135	48	122	110	100	0	0
Campinas	352	38	129	102	76	0	0
Paulínia	172	43	93	92	84	0	0

N = Número de Dias Válidos

PQAR = Padrão Nacional de Qualidade do Ar

AT = Atenção (declarados e não declarados)

Fonte: "Qualidade do Ar no Estado de São Paulo - Séries Relatórios 2007". CETESB

Tabela V.1.1.4.3-2 – Rede Manual: Partículas Inaláveis (MP₁₀)

Local de amostragem	2005							2006						
	N	Média Aritmér. µg/m³	Máximas 24h		Perc 98	Nº de Ultrapassagens		N	Média Aritmér. µg/m³	Máximas 24h		Perc 98	Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m³	2ª µg/m³		PQAR	AT			1ª µg/m³	2ª µg/m³		PQAR	AT
Ribeirão Preto	53	40	89	79	63	0	0	58	49	115	103	95	0	0
Limeira	66	56	144	110	90	0	0	50	52	109	104	89	0	0

Local de amostragem	2007						
	N	Média Aritmér. µg/m³	Máximas 24h		Perc 98	Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m³	2ª µg/m³		PQAR	AT
Ribeirão Preto	54	53	125	103	95	0	0
Limeira	56	57	140	113	98	0	0

N = Número de Dias Válidos

PQAR = Padrão Nacional de Qualidade do Ar

AT = Atenção (declarados e não declarados)

Fonte: “Qualidade do Ar no Estado de São Paulo - Séries Relatórios 2007”. CETESB

Tabela V.1.1.4.3-3 – Rede Automática: Ozônio

Local de amostragem	2005						2006					
	N	Máximas 1 hora		Perc 98	Nº de Ultrapassagens		N	Máximas 1 hora		Perc 98	Nº de Ultrapassagens	
		1ª µg/m³	2ª µg/m³		PQAR (1ªh)	AT		1ª µg/m³	2ª µg/m³		PQAR (1ªh)	AT
São José dos Campos	361	202	175	154	5	1	348	191	170	149	2	0
Ribeirão Preto	341	166	154	143	1	0	73	150	117	111	0	0
Paulínia	334	218	192	174	19	1	122	202	166	154	2	1

Local de amostragem	2007					
	N	Máximas 1 hora		Perc 98	Nº de Ultrapassagens	
		1ª µg/m³	2ª µg/m³		PQAR (1ªh)	AT
São José dos Campos	365	209	201	170	14	2
Ribeirão Preto	137	175	169	160	4	0
Paulínia	154	258	224	217	22	6

N = Número de Dias Válidos

PQAR = Padrão Nacional de Qualidade do Ar

AT = Atenção (declarados e não declarados)

Fonte: "Qualidade do Ar no Estado de São Paulo - Séries Relatórios 2007". CETESB

Tabela V.1.1.4.3-4 – Rede Automática: Dióxido de Nitrogênio

Local de amostragem	2005							2006						
	N	Média Aritmér. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 1h		Perc 98	Nº de Ultrapassagens		N	Média Aritmér. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 1h		Perc 98	Nº de Ultrapassagens	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$		PQAR 1ªh	AT			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$		PQAR 1ªh	AT
Ribeirão Preto	204	23*	104	99	83	0	0	57	13*	69	56	56	0	0
Paulínia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Local de amostragem	2007						
	N	Média Aritmér. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 1h		Perc 98	Nº de Ultrapassagens	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$		PQAR 1ªh	AT
Ribeirão Preto	114	22*	110	108	98	0	0
Paulínia	-	-	-	-	-	-	-

N = Número de Dias Válidos

PQAR = Padrão Nacional de Qualidade do Ar

AT = Atenção (declarados e não declarados)

* Não atendeu ao critério de representatividade

Fonte: "Qualidade do Ar no Estado de São Paulo - Séries Relatórios 2007". CETESB

V.1.2 Geologia

Para a caracterização dos aspectos geológicos regionais e locais foram consultados trabalhos bibliográficos existentes ao longo do traçado, mapas geológicos em diversas escalas e imagens de satélite para a visualização das principais unidades estruturais existentes. O mapa geológico regional foi elaborado a partir do mapa esquemático de unidades litoestratigráficas elaborado pelo IPT, 1981 e sua caracterização regional foi baseada principalmente nos trabalhos de IPT, escala 1:500.000 (1981) e CPRM, escala 1:750.000 (2005).

O mapa geológico local foi elaborado a partir dos mapas geológicos do DAEE-UNESP, escala 1:250.000 (vide referências) e das bases topográficas, escala 1:50.000 complementadas pelas atividades de campo ao longo da Área de Influência Direta (AID) e da Área Diretamente Afetada (ADA).

A descrição das Áreas de Influência Direta e Diretamente Afetada será num único item para evitar repetições na descrição já que as unidades são as mesmas. O mesmo procedimento será utilizado para os outros elementos do meio físico.

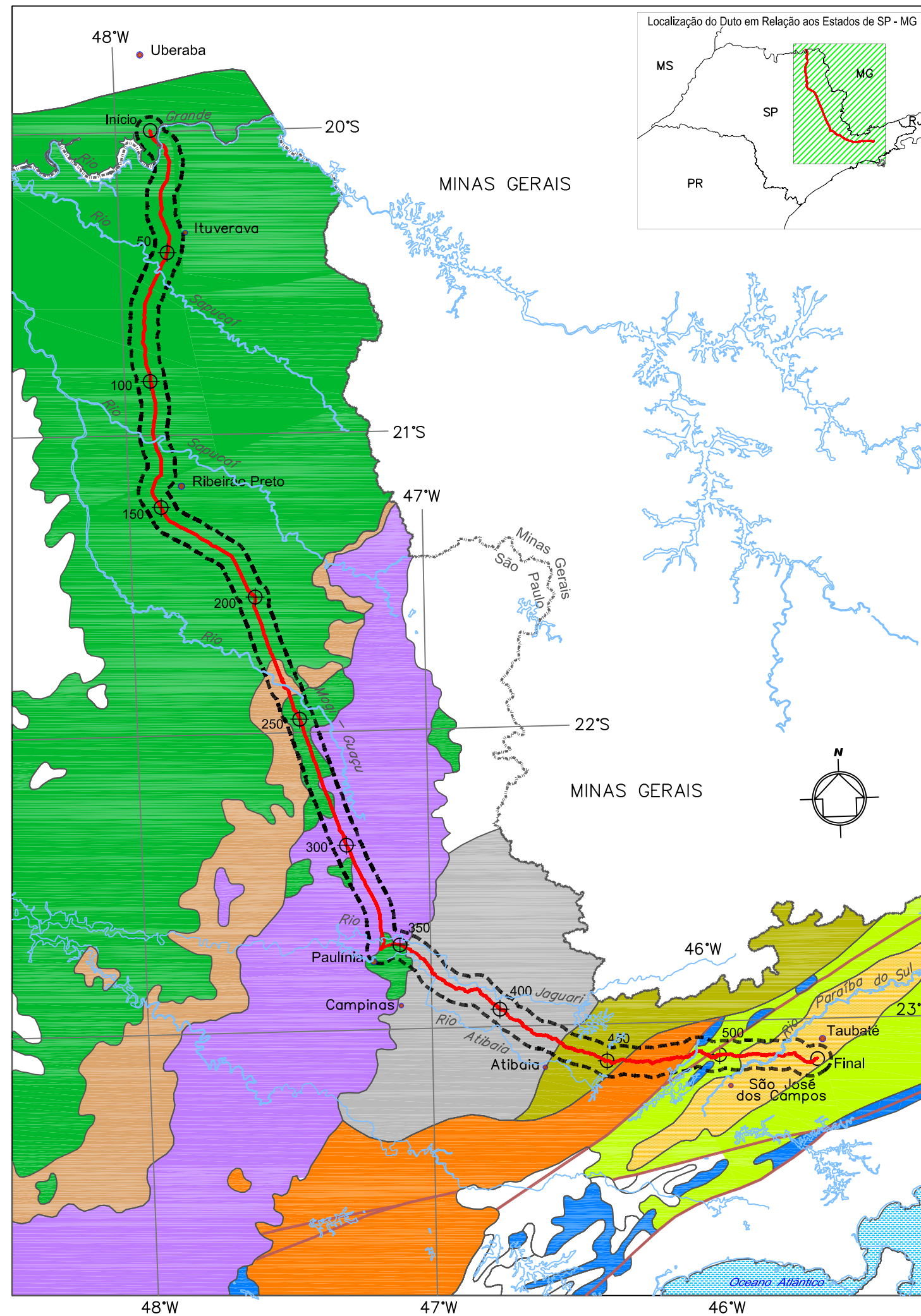
A elaboração de mapas regionais e locais com autores diferentes resulta em nomenclaturas próprias; desta forma será mantida a nomenclatura litológica para cada mapa utilizado, bem como um texto base correlacionado a estas nomenclaturas.

V.1.2.1 Geologia na Área de Influência Indireta

Para a descrição da Área de Influência Indireta (AII) foram utilizadas as grandes unidades litoestratigráficas existentes, segundo IPT, (1981) que abrangem as regiões dos municípios de Uberaba a Taubaté; no trecho correspondente ao projeto SEDA. O mapa geológico regional (**Figura V.1.2.1-1**) ilustra estas unidades.

Neste contexto, foram abrangidas unidades litoestratigráficas que cortam os sedimentos da Bacia de Taubaté, rochas pré-cambrianas do embasamento cristalino, rochas sedimentares da Bacia do Paraná, bem como os derrames basálticos da Bacia, além dos sedimentos quaternários, distribuídos ao longo dos grandes cursos d'água que abrangem as margens do duto.

A seguir são descritas as principais unidades litoestratigráficas regionais.



Legenda Geológica

COBERTURAS CENOZÓICAS:

BACIA DE TAUBATÉ

Formação Caçapava – Arenitos
Formação Tremembé – Folhelhos e argilitos

BACIA DO PARANÁ:

Grupo São Bento
Formação Serra Geral – Rochas Vulcânicas Toleíticas
Formação Botucatu – Arenitos
Formação Pirambóia – Arenitos silticos–argilosos
Grupo Passa Dois
Formação Irati – Siltitos e folhelhos

Grupo Tubarão

Formação Itararé – Arenitos, siltitos e diamictitos

PROTEROZÓICO SUPERIOR:

Grupo São Roque – Xistos, filitos e quartzitos

Complexo Pilar do Sul – Clorita xistos, quartzitos e filitos

Complexo Embu – Migmatitos

PROTEROZÓICO INFERIOR:

Complexo Amparo – Gnaisses, charnoquitos e migmatitos

Complexo Paraíba do Sul – Gnaisses e migmatitos

Contato Geológico Inferido

Falha

Convenções do Mapa

--- All – Buffer de 5Km

100
— Diretriz do Duto com indicação do Km



Convenções Cartográficas

— Drenagem

--- Limite Estadual

• Sede Municipal

Fonte: Mapa Modificado de Almeida Et al, 1981
Mapa Geológico do Estado de São Paulo

 PETROBRAS		 MINERAL Engenharia e Meio Ambiente	
SISTEMA DE ESCOAMENTO DUTOVIÁRIO DE ÁLCOOL E DERIVADOS - SEDA			
ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL			
MAPA GEOLÓGICO REGIONAL			
ESCALA: 1:1.750.000		DATA: Abril/2009	
FIGURA Nº: V.1.2.1-1		REV.: 2	

Escala Gráfica
0 50 100Km
Projeção UTM – SAD 69 – Fuso 23S



V.1.2.1.1 Rochas Pré-Cambrianas

Complexo Amparo

Existem várias discussões sobre as características geológicas do complexo Amparo, porém, há um consenso entre as litologias presentes. Esta unidade litoestratigráfica, foi definida inicialmente por Ebert (1967) que caracterizou seqüências predominantemente parametamórficas de médio e alto grau, reconhecidas por Wernick (1965, 1967 a, b). Foi redefinido por Campos Neto e Basei (1983), Campos Neto et al. (1984 a, b) e Basei et al. (1986) como conjuntos de migmatitos estromáticos e flebíticos, ortoderivados, de composição tonalito-granodiorítica.

De acordo com CPRM (2005) esta unidade apresenta contatos alóctones, através de um sistema de cavalgamentos, situando-o na base do Complexo São Gonçalo do Sapucaí (PPsg) e Grupo Andrelândia. Contatos mais tardios por superfícies de deslocamento vertical com as mesmas unidades ocorrem nas Zonas de Cisalhamento Jacutinga e Natércia. É recoberto na região sul de afloramento pela pilha crustal da Nappe de Empurrão Socorro-Guaxupé. Enclaves dos migmatitos ocorrem no Ortognaisse Serra Negra (PPsn).

De acordo com vários autores e com o observado em trabalhos de campo, a litologia predominante na área de abrangência desta unidade envolvem migmatitos com leucossomas e melanossomas bem desenvolvidos. As principais estruturas migmatíticas apresentadas correspondem a estromática-flebítica e a nebulito-schlieren; sendo que, estas últimas, definem corpos extensos que se transicionam ou se justapõem tectonicamente (in CPRM 2005).

Os leucossomas possuem composição trondhjemitica ou granítica, mais raramente granodiorítica, e constituem-se de oligoclásio, quartzo, microclínio e biotita. Os melanossomas constituem-se de biotita, hornblenda, plagioclásio e quartzo. Compreendem os mesossomas biotita e/ou hornblenda-biotita gnaisse de composição granodiorítica a tonalítica constituídos de oligoclásio, microclínio, quartzo, biotita e hornblenda. Corpos de anfibolito e xisto ultramáfico ocorrem como enclaves ou boudins.

Complexo Paraíba do Sul

Esta unidade aflora a norte da Falha de Jundiuvira, desde a região de Campos do Jordão a E-NE, até a Falha de Camanducaia onde limita-se com o Complexo Amparo.

A primeira descrição do Complexo Paraíba do Sul foi realizada por Moraes Rego (1933), in CPRM (2005), que descreveu um conjunto de rochas contendo camadas lenticulares de calcários magnesianos. Ebert (1957) a definiu como “Série Paraíba” e, posteriormente, em 1968 a descreveu como grupo. Nesta descrição Ebert (op. cit.) menciona rochas gnáissicas, migmatíticas e granulíticas.

De acordo com IPT (1981), o “Grupo Paraíba do Sul” teve sua área restringida por diversos autores com o decorrer do tempo, porém, em 1981 Hasui et al. retomam o termo “Paraíba do Sul” denominando como Complexo Paraíba do Sul às rochas do Proterozóico Superior que afloram nos limites mencionados anteriormente.

De acordo com IPT (1981), litologicamente esta unidade é composta por gnaisses e migmatitos com estruturas, predominantemente, estromatíticas. Ocorrem também, como litologias não individualizadas, granulitos com intercalações subordinadas de xistos feldspáticos, quartzitos, mármore dolomíticos e rochas calciossilicáticas, bem como, rochas básicas metamorfizadas.

No entanto, muitos autores a mencionam como uma sequência metassedimentar e in CPRM (2005) a unidade é descrita, essencialmente como terrígena. Nesta descrição além dos litotipos mencionado em IPT (op.cit) também são descritos corpos contendo cordierita e sillimanitas (kinzigitos) que podem apresentar horizontes de xistos grafitosos em contatos transicionais com granada-biotita gnaisses.

Localmente, podem haver camadas lenticulares e descontínuas de quartzitos que migram para mica-quartzo xistos ou gnaisses quartzosos, bem como rochas metacarbonáticas, calciossilicáticas, anfibolitos e ocorrências restritas de concentrações manganíferas (gonditos).

A fácies metamórfica do Complexo Paraíba do Sul é anfibolito, sendo que, localmente, podem atingir fácies granulito.

Grupo São Roque

O Grupo São Roque (Juliani, 1992, Carneiro, 1983 apud Catharino, et al 2004), é delimitado a sul pela falha de Taxaquara, que separa estas rochas das rochas do Complexo Embu e a norte é delimitado pela falha de Jundiuvira.

Estas rochas ocorrem numa faixa com orientação aproximada E-W e são constituídas por uma grande diversidade de rochas com baixo grau de metamorfismo, como Clorita xistos, quartzo-mica xistos com biotita e/ou muscovita, metassiltitos, metagrauvacas, calcários dolomíticos, calciossilicáticas, filitos, quartzo filitos, filitos grafitosos, quartzitos micáceos e feldspáticos, metarcósios, metaconglomerados oligomíticos e polimíticos, anfibolitos, metagabros e epídoto anfibolitos (Hasui, 1969, IPT, 1981 e IG, 1999).

Nesta unidade, xistos e filitos são as rochas predominantes em termos de área, mas o que se destaca em termos de modelado de relevo são as rochas quartzíticas devido a sua resistência ao intemperismo, configurando os relevos mais proeminentes.

Complexo Embu

O Complexo Embu foi inicialmente definido por Hasui (1975 a) e Hasui e Sadowski (1976) e, corresponde a uma faixa contínua de direção NE-SW, entre os estados do Rio de Janeiro à São Paulo e porções do Paraná. É limitado, a sul, pela falha de Cubatão e, a norte, pelas falhas de Taxaquara, Jaguari e Monteiro Lobato (Hasui et al. 1981).

Esta unidade é constituída, predominantemente, por biotita gnaisses homogêneos, de composição granodiorítica a tonalítica. Os termos granodioríticos exibem estrutura fortemente orientada e feições protomiloníticas a blastomiloníticas. São compostos por plagioclásio, microclínio e biotita orientada. Os termos tonalíticos encontram-se, geralmente, recristalizados, sendo formados por biotita, quartzo e plagioclásio (Bistrichi et al. 1990).

O metamorfismo principal do Complexo Embu está situado no final do grau médio e início do forte (zona da sillimanita \pm muscovita à zona da sillimanita \pm feldspato potássico, com anatexia local).

Além da unidade descrita acima, como predominante dentro desta unidade, ocorrem unidades menores e individualizadas, dos quais se destaca a unidade milonítica.

Unidade Milonítica

A unidade milonítica tem área de ocorrência restrita no Complexo Embu, limitando-se às proximidades de zonas de falhas. As rochas originais que deram origem a estes milonitos são, geralmente, granada-biotita-muscovita xistos, com freqüente presença de porfiroblastos de muscovita. Um bandamento é dado pela alternância de biotita quartzitos finos, biotita xistos com porfiroblastos de muscovita, biotita xistos a granada e, subordinadamente, sericita filitos, metarcóseos finos e pegmatitos a muscovita e turmalina (Silva 1992).

V.1.2.1.2 Bacia do Paraná

Esta Bacia, constituída por uma espessa seqüência sedimentar de origem intracratônica, desenvolveu-se sobre a crosta continental e abrange uma área de aproximadamente 1.400.00km² (Quintas et al., 1999), estendendo-se pelos estados de São Paulo, Santa Catarina, Paraná, sul de Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Goiás e pelos países: Uruguai, Paraguai e Argentina.

A evolução desta bacia pode ser entendida em quatro grandes episódios (Almeida, 1981), cada um sendo característico de um ciclo tectono-sedimentar completo (Sloss, 1963). Os dois primeiros ciclos estão relacionados à sedimentação em uma bacia sinforme subsidente, e os dois últimos correspondendo às fases de soerguimento e extrusão de grande quantidade de lavas toleíticas relacionadas ao intumescimento da crosta ocorrido ao redor de 135 - 120 Ma.

Cerca de 730.000 km² da parcela brasileira desta Bacia estão recobertos pela Formação Botucatu e pelos derrames relacionados ao Magmatismo Serra Geral, correspondentes às fases finais de preenchimento desta bacia, porção que atinge cerca de 1.700 metros de espessura junto ao seu depocentro, posicionado no oeste do Estado do Paraná.

A implantação do deserto Botucatu, ciclo sedimentar final do preenchimento da Bacia do Paraná, iniciou-se por uma vasta superfície de deflação eólica que marcou o clímax da aridez desértica no interior desta Bacia, caracterizando um prolongado episódio de interrupção da sedimentação que vinha se desenvolvendo, associado a fenômenos de rearranjo da sua morfologia.

A implantação das condições de abrasão eólica dentro da bacia acompanha uma tendência regional de desenvolvimento de fases distensionais e de soerguimentos a partir do Mesotriássico, e se insere temporalmente nos momentos iniciais do grande ciclo geotectônico que levaria a desagregação do Pangea, e a fragmentação dos continentes Africano e Sul-americano (Milani et al.1998, Scherer, 2000).

No topo da seqüência estratigráfica da Bacia do Paraná, a Formação Serra Geral demarca o término do episódio magmático eocretácico de preenchimento desta entidade geológica, correspondendo a um dos maiores eventos vulcânicos do planeta, o qual se encerra com a abertura do Atlântico Sul e ruptura do Gondwana, fragmentação esta gerada pela atuação da Pluma Mantélica de Tristão da Cunha, “motor” que mobilizou a separação dos continentes.

O contato entre as areias do deserto Botucatu e os derrames de lavas do Serra Geral, em função da natureza distinta dessas rochas, configura uma não conformidade de ambientes geológicos, deserto vulcânico, mas mesmo assim existe uma relação transicional entre estes, dada a alternância entre estes ambientes, mantida durante certo intervalo de tempo, entre o campo de dunas eólicas e os derrames de lavas. Esta transição estende-se até o total soterramento das areias pelas lavas, impedindo a manutenção e desenvolvimento do regime desértico após os primeiros eventos eruptivos.

Em diversas regiões, como em Santa Cruz-RS, pode-se observar a morfologia das dunas ainda perfeitamente preservadas, sendo recobertas progressivamente por vários fluxos extrusivos, assim como a presença de corpos eólicos lenticulares intercalados nos derrames inferiores da seção Serra Geral, materializando esta interdigitação basalto/arenito, elemento ilustrativo da coexistência temporal de ambos os sistemas. Esses elementos também constituem um importante critério cronológico para o estabelecimento da idade mínima do deserto de Botucatu; cuja idade mais jovem é a mesma da implantação do magmatismo Serra Geral (138 Ma).

As unidades da Bacia do Paraná que são atravessadas na área de Influência Indireta correspondem aos sedimentos dos Grupos São Bento, Passa Dois e Tubarão.

V.1.2.1.3 Bacia de Taubaté

Os sedimentos do Grupo Taubaté, denominação introduzida por Derby (1889), estão inseridos no contexto geológico do Rift Continental do Sudeste do Brasil, dentro da Bacia de Taubaté.

De acordo com Vidal et. al (2004) a bacia apresenta seu arcabouço tectônico subdivididos em três compartimentos com geometrias típicas de bacias tipo rifte. Sua sedimentação é caracterizada por depósitos de leques aluviais e de planície aluvial e lacustre de idade paleogênica e por depósitos fluviais meandrante, aluvial e coluvial do Neógeno até o Quaternário (Ricomini, 1989).

O formato alongado da bacia está condicionado por antigas descontinuidades de direção geral ENE do embasamento cristalino. Tais estruturas favoreceram a tectônica ressurgente da bacia caracterizando seu arcabouço. Nestas condições ocorrem semigrabens com depocentros invertidos e leques aluviais associados às falhas da borda.

Vários trabalhos desenvolvidos na bacia a dividiram em duas unidades a Formação Caçapava (Carneiro et.al. 1976) associados a depósitos fluviais e a Formação Tremembé (Almeida, 1958) associada aos pelitos lacustres. Posteriormente, através de novos estudos, in Ricomini 1989, foi proposta uma nova divisão, excluindo-se a Formação Caçapava do Grupo Taubaté onde teríamos duas fases de deposição na bacia.

A primeira sintectônica ao Rifte, incluindo todos os depósitos do Grupo Taubaté e uma segunda posterior à tectônica diastrófica com a deposição da Formação Pindamonhangaba e depósitos aluviais e coluviais. Como neste trabalho o mapa geológico é baseado no mapeamento executado por DAEE-UNESP (1982) aqui serão consideradas as Formações Tremembé e Caçapava que serão descritas na geologia da área de influência direta.

V.1.2.2 Geologia das Áreas de Influência Direta e Diretamente Afetada

Nas áreas de influência do projeto afloram rochas de idades distintas do Proterozóico ao Cenozóico, conforme apresentado na figura a seguir.

Os mapas de detalhes da AII, AID e ADA ao longo do traçado do duto são apresentadas no **Anexo 1**.

Coluna Litoestratigráfica*

Qa	Depósitos aluvionais, areias e argilas, conglomerados na base
TQcv	Depósitos coluviais de espigão, areias com matriz argilosa, cascalhos de limonita e quartzo na base
TQc	Formação Caçapava- Arenitos, argilitos, subordinadamente folhelhos e conglomerados
Tt	Formação Tremembé - Folhelhos argilosos, localmente pirobetuminosos, incluindo intercalações de arenitos e brechas sedimentares
	Suítas Básicas- Diques e sills em geral básicos, incluindo diabásios, dioritos pórfiros, monzonitos pórfiros, andesitos pórfiros, traquiandesitos, gabros e lamprófiros
JKsg	Formação Serra Geral - Basaltos toleíticos em derrames tabulares superpostos e arenitos intertrapianos
TrJb	Formação Botucatu - Arenitos finos a médios, estratificação cruzada de grande porte, cores creme a avermelhado
TrJp	Formação Pirambóia - Arenitos finos a médios com matriz siltico-argilosa, estratificação cruzada de médio a grande porte, vermelho claro
Pc	Formação Corumbataí - Arenitos muito finos, siltitos, lamitos e folhelhos com níveis de calcário oolíticos e coquinas; cores lilás a cinza
Pt	Formação Tatui - Siltitos arenosos e argilosos, arenitos lamíticos e raras lentes de calcário
Pci	Formação Itararé - Arenitos finos a grosseiros, siltitos, lamitos diamictitos e ritimitos, cores amarelo, vermelho e cinza
PSôc e PSMa	<div> Suítas Graníticas <div> ôc - Corpos granitóides foliados com contatos parcialmente discordantes, textura porfiróide composição tonalítica a granodiorítica (Fácies Cantareira) Ma - Granitos de anatexia, frequentemente hiperaluminosos </div> </div>
PSeM	Complexo Embu - Migmatitos heterogêneos, estromáticos com paleossoma xistoso, ganáissos ou anfibolítico, migmatitos homogêneos variados, ofthalmíticos e dacoidal
PSPMp+Mi	Complexo Pinhal - Migmatitos ofthalmíticos, embrechitos facoidais (Mp) e Migmatitos policíclicos de estruturas diversas localmente com termos granulíticos (Mi)
PlaFb	Grupo Amparo - Paragnaisses essencialmente fitados e bandeados com intercalações de Mica xistos, quartzitos, anfibolitos, calcossilicáticas, metaultrabásicas e gonditos.
Asm e AsD	<div> Complexo Silvíanópolis <div> AsM - Gnaisses embrechíticos com núcleos de granulitos e anatexitos não diferenciados contendo ocorrências restritas do Gr. Amparo AsD - Rochas metadioríticas e Metabásicas </div> </div>

* Área de Influência Direta -

Figura V.1.2.2-1 – Coluna Estratigráfica

Podemos destacar de forma resumida e por período as seguintes unidades litológicas:

Grupo Silvanópolis

Esta unidade, de idade arqueana, aflora de Piracaia à NNW de Jaguariúna, onde faz limite com sedimentos da Bacia do Paraná. Na área de influência direta do traçado do duto, esta unidade geológica é atravessada por diversas vezes.

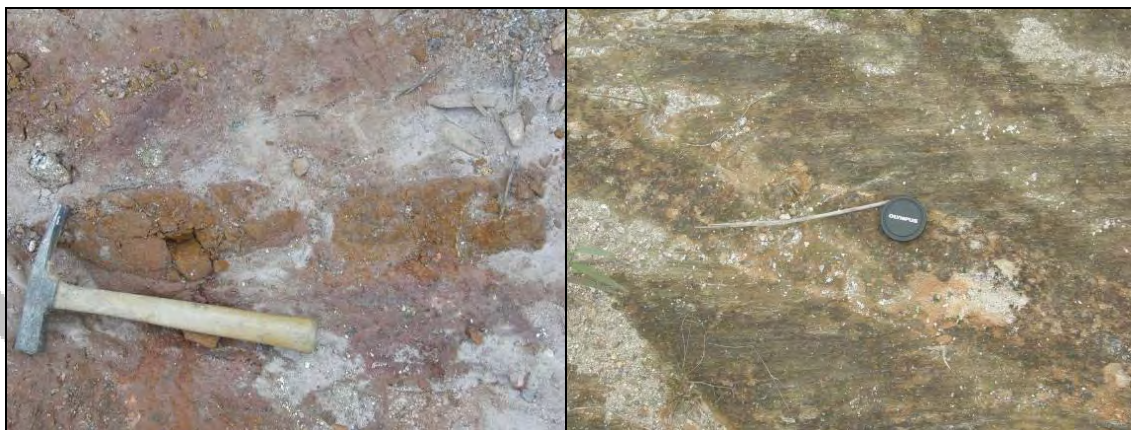
A litologia predominante corresponde a gnaisses diferenciados que podem estar associados a processos de anatexia, resultante de retrabalhamento de rochas pré-existentes. Também, podem ocorrer associados, gnaisses embrechíticos com núcleos de granulitos e anatexitos não diferenciados contendo ocorrências restritas do Grupo Amparo (DAEE-UNESP). Nestas áreas, ocorrem estruturas que podem variar entre estromática-flebítica a nebulito-schlieren.

A maioria dos afloramentos observados em campo exibem uma rocha muito alterada, o que dificulta a descrição. Predomina uma rocha gnáissica a migmatítica com paleossoma xistoso e neossoma granítico, por vezes pegmatítico, de composição tonalítica e com raras granadas. Boudins de rocha máfica (anfibolito) e diques aplíticos também foram observados.

Suas cores variam de cinza a cinza amarelado e granulometria variando de fina a média. Feições dúcteis como dobras e rúpteis como foliação milonítica e fraturas preenchidas também foram observadas.



Fotos V.1.2.2-1 e 2 - Forma de ocorrência dos gnaisses e migmatitos do C. Silvanópolis. Coordenadas 351187 / 7449632 e 355946 / 7443548.



Fotos V.1.2.2-3 e 4 - Boudin máfico e dique aplitico cortando as rochas do complexo. Observe na **Foto V.1.2.2-4**, o truncamento da Sn (paleossoma) xistoso pela rocha granítica. Coordenadas 367419 / 7444860 e 318508 / 7469779.

Grupo Amparo

Estas rochas pelo critério de mapeamento adotado estariam em sua maior parte inseridas dentro do Complexo Silvianópolis com exceção de um trecho próximo a uma falha cataclástica (será comentado em estrutural), em que a ocorrência destas rochas foram observadas.

Observou-se, afloramento em corte de estrada em que predomina uma rocha gnáissica, dobrada, granulometria média, cor cinza esverdeada com presença de boudins de anfibolito, rochas calciosilicáticas e sendo cortada por uma rocha granítica, equigranular grossa, cor cinza clara a amarelada (oxidação), vide fotos abaixo.



Fotos V.1.2.2-5 e V.1.2.2-6 - Gnaisses fitados do Grupo Amparo cortado por intrusiva granítica, observe no detalhe da **Foto V.1.2.2-6**, a estrutura sigmóides do material félsico cortado e deslocado por falha (seta). Coordenadas 310962 / 7469406.



Fotos V.1.2.2-7 e 8 - Vista geral das fotos descrita acima, onde se observa a estrutura dobrada e na **Foto V.1.2.2-8**, rocha anfibolítica cortando rocha calciosilicática. Coordenadas 310962 / 7469406 e 311007 / 7469555.

Complexo Pinhal

Corresponde a uma faixa extensa paralela e sotoposta ao Complexo Embu, com idade relativa ao Proterozóico Superior. Destaca-se por apresentar lineamentos marcantes de direção NE-SW. Em termos litológicos constitui-se em terreno formado por migmatitos cuja feição mais marcante é o aspecto oftalmítico. Porém, ocorrem estruturas diversas e por estarem associados a terrenos de alto grau, localmente, podem ocorrer termos de composição granulítica.

Da mesma forma que as rochas do Complexo Silvianópolis a maioria dos afloramentos de barrancos e em corte de estrada estão muito alterados, exceção ao afloramento da Rod. Fernão Dias que exhibe a rocha sã.

Predominam uma rocha migmatítica, granulometria média, cor cinza, com neossoma de leucogranítico e paleossoma xistoso por vezes exhibe estruturas migmatíticas diversas. Também é comum serem cortados por dique de rocha básica.



Fotos V.1.2.2-9 e V.1.2.2-10 - Migmatito do Complexo Pinhal, na **Foto V.1.2.2-9**, rocha mais preservada com estrutura nebulítica. **Fotos V.1.2.2-10**, rocha mais alterada onde se observa a forte foliação milonítica. Coordenadas 339656 / 7450128, 372313 / 7446948 e 337388 / 7460465.



Foto V.1.2.2-11- Migmatito do Complexo Pinhal, rocha básica (anfíbolito) cortando as rochas migmatíticas ou também podem ocorrer na forma de boudins.
Coordenadas 339656 / 7450128, 372313 / 7446948 e 337388 / 7460465.

Complexo Embu

Na região de interesse está caracterizada por duas unidades distintas:

Unidade de xistos, localmente migmatíticos

Esta unidade de xistos migmatíticos é bastante expressiva, ocorrendo em toda a área de exposição do Complexo Embu, com amplo domínio em sua porção sul. Na região entre Cunha e Paraibuna rochas relacionadas a esta unidade foram informalmente designadas de Unidade Rio Una por Fernandes (1991). A unidade caracteriza-se por apresentar mica xistos e quartzo xistos alternados ritmicamente.

Localmente, ocorrem intercalados aos xistos rochas calcissilicáticas, anfíbolitos e rochas metaultramáficas. Os mica xistos são descritos como muscovita-biotita-quartzo xistos com cianita, estauroлита, granada, sillimanita e turmalina, com estrutura xistosa, finamente laminada. Os quartzos xistos são compostos por quartzo, muscovita, biotita, granada e plagioclásio. Este conjunto é cortado por pegmatitos constituídos por K-feldspato, muscovita, quartzo e turmalina, subordinadamente, biotita e zircão (Vieira 1989, Fernandes 1991).

Unidade de gnaisses bandados

A unidade de gnaisses bandados aflora ao norte da Bacia de Taubaté. As litologias características desta unidade envolvem biotita gnaisses graníticos e granodioríticos, bandados, porfiroclásticos, por vezes granatíferos. Localmente, ocorrem biotita gnaisses monzodioríticos blastomiloníticos, biotita-hornblenda gnaisses tonalíticos, hornblenda-granada gnaisses, biotita anfíbolitos, anfíbolitos e quartzitos. Rochas ortoderivadas são representadas por gnaisses graníticos 3B miloníticos. Ocorrem ainda metassedimentos aluminosos, na forma de granada-biotita-quartzo gnaisses e xistos com sillimanita, com freqüentes intercalações de calcissilicáticas boudinadas (Bistrichi et al. 1990).

Não foram observados bons afloramentos deste complexo, na **Foto V.1.2.2-12**, pode se observar uma rocha gnáissica bastante alterada.



Foto V.1.2.2-12 - Alterito de rocha gnáissica do Complexo Embu, com as bandas félsicas mais preservadas (cinza clara) e as bandas máficas já sem a estrutura da rocha (marrom clara). Coordenadas 402023 / 7449862.

Suítes Granitóides

Correspondem a corpos granitóides do Proterozóico Superior, distribuídos na área de interesse em dois tipos: os granitóides foliados da Fácies Cantareira e os granitóides hiperaluminosos.

Os corpos de granitóides foliados constituem-se em formas alongadas balizados por extensas zonas de falha, como a Falha de Jundiuvira, que atribuem-lhe o aspecto foliado. Correspondem a corpos inequigranulares a porfiríticos de cor cinza médio a cinza rosado de composição granítica a quartzo monzonítica. Apresentam contatos bruscos, nas zonas de falhas, ou graduais quando em anatexia com outras litologias.

Os granitóides hiperaluminosos também apresentam foliação, porém, a presença de muscovita, bitotia, granada e, em certos locais, turmalina é condizente com caráter peraluminoso.

Ambos os corpos tem direções NE-SW e estão encaixados em rochas do Complexo Embu.

Essas rochas abrangem uma grande área ao longo da faixa do duto e sua forma de ocorrência é bem característica na forma de blocos e matacões residuais e também como blocos nas corredeiras e drenagens.



Fotos V.1.2.2-13 e 14 - Forma de ocorrência das rochas graníticas. Coordenadas 366631 / 7440190 e 371589 / 7445201.

Apresentam uma gama variada de litotipos desde termos equigranulares médios, inequigranulares seriados a porfiriticos de matriz média a grossa. Sua coloração varia de cinza claro a escuro, amarelado e/ou avermelhado. Os fenocristais também variam de termos bem potássicos a cálcicos representados por plagioclásios.

São predominantemente graníticos constituídos por Feldspato potássico, plagioclásio e quartzo. Biotita pode ocorrer como mineral principal ou acessório, além de anfibólio, alanita e zircão como acessórios.



Fotos V.1.2.2-15 a V.1.2.2-18 - Tipos de rochas graníticas encontrada na AID/ADA variam desde termos inequigranulares seriados a porfiriticos e equigranulares finos os médios de aspecto sacaróide. As cores predominantes são cinza claro a escuro, por vezes amarelados. Coordenadas 362886 / 7450625, 338587 / 7452256, 324089 / 7467299 e 315529 / 7470837.

Grupo Tubarão

Corresponde a sedimentos de idade Permo-Carbonífera, constituídos por pelitos e arenitos finos a grosseiros representados na AID pelos sedimentos das formações Itararé e Tatuí, sendo descritos a seguir.

Formação Itararé

A Formação Itararé no Estado de São Paulo apresenta-se como uma complexa associação de variadas litofácies, quase todas detríticas (IPT, 1981). Apresenta litofácies em grau complexo, com estratigrafia de difícil correlação, embora hajam trabalhos com tentativas de associações litológicas de âmbito local ou regional.

As litologias predominantes em São Paulo correspondem a arenitos de granulação heterogênea, mineralogicamente imaturos passando a arenitos feldspáticos a arcósios. Sua espessura varia de camadas delgadas a bancos que podem atingir várias camadas de metros.

Apresentam estruturas plano-paralelas a cruzadas, marcas de ondas e acamamento gradacional. Devido à sua variada litologia indicam ambientes diversos como fluviais, marinhos, lacustres, praianos, deltaicos, eólicos, etc (IPT 1981).

Porém, os diamictitos, são os termos mais característicos desta formação estando ligados a processos glaciais. Formam corpos de formas e dimensões variadas e têm clastos de várias litologias, formas e dimensões, dispersos em matriz abundante. Estes clastos correspondem, em sua grande maioria, às rochas do embasamento (granitos, gnaisses, migmatitos e quartizitos), porém, podem ocorrer clastos de arenitos e siltitos. Quando os diamictitos apresentam matriz maciça e homogênea com alta porcentagem de finos sobre os grãos são identificados como tilitos.



Fotos V.1.2.2–19 e 20 - Diamictitos com matriz arenosa e clastos e seixos de composição, tamanhos e formas variadas indicando ambiente de fluxo torrencial. Coordenadas 284266 / 7500006.

Também caracterizam a Formação Itararé, sedimentos ritmicos, onde ocorrem alternância de camadas de estratificação plano-paralela de arenitos finos, siltitos

cinza claro, e folhelhos cinza mais escuro. Esta litologia é descrita como varvito, que representam o acúmulo de sedimentos em lagos com superfície periodicamente gelada. Nestas condições observam-se, comumente, seixos largados por gelos flutuantes.

Nas porções areníticas tem-se acamamento gradacional e marcas onduladas enquanto as camadas de folhelhos podem apresentar pistas de artrópodes e outras estruturas.



Foto V.1.2.2-21 - Argilitos, siltitos e arenitos finos, cinza claro e roxo do Itararé. Coordenadas 278484 / 7504861 e 276749 / 7504352.



Foto V.1.2.2-22 - Argilitos, siltitos e arenitos finos, cinza claro e roxo do Itararé. Coordenadas 278484 / 7504861 e 276749 / 7504352.

Conglomerados e arenitos conglomeráticos também ocorrem podendo atingir vários metros de espessura. Exibem estratificação cruzada ou graduada. Camadas de carvão podem ocorrer localmente representando ocasiões de recuo de gelo. A Formação Itararé apresenta um conteúdo fóssilífero considerável, porém ainda não

existem estudos aprofundados a respeito. Alguns estudos palinológicos indicam idade do Carbonífero Superior ao Permiano Médio.

As diversas litofácies apresentadas nesta unidade mostram diferentes arranjos em tempo e espaço, como ocorrem condições de período glacial. A existência de pavimentos estriados, presença de tilitos com seixos e blocos trabalhados por abrasão glacial, ritimitos com características de varvitos, rocha moutonée, etc evidenciam ambiente glacial de tipo continental.

A unidade apresenta indícios de hidrocarbonetos, principalmente gás, e se constitui em importante prospecto na bacia. Em um estudo regional de subsuperfície, França & Potter (1988) propuseram uma divisão tripartite do Grupo por meio de ciclos de granodecrescência ascendente, com arenito, diamictito, ritmito e folhelho; tais ciclos foram formalizados como as formações Lagoa Azul, Campo Mourão e Taciba, da base ao topo.

Formação Tatuí

A presença de níveis de arenitos grossos e conglomerados, ricos em clastos de sílex, é característica marcante da parte superior da formação Tatuí no centro-leste do Estado de São Paulo. Pertencem a um trato de sistemas de mar alto caracterizado pela progradação de sistemas de leques aluviais costeiros (Ibicatu) sobre uma plataforma marinha dominada por marés. Paleocorrentes indicam mergulho deposicional para sul, paleolinha de costa na direção aproximada leste-oeste e área-fonte a norte da área estudada.

O trato deposicional da parte superior da formação Tatuí foi recoberto pelos folhelhos transgressivos do Membro Taquaral (formação Irati). Durante a transgressão houve retrabalhamento de parte dos sedimentos da formação Tatuí por agentes marinhos costeiros, gerando superfícies de ravinamento por onda, sobre as quais ocorrem níveis delgados de conglomerados ricos em grânulos e seixos de sílex e bioclastos (escamas, dentes e espinhos de nadadeiras de peixes e coprólitos). Este nível de conglomerados constitui a base do trato de sistema transgressivo Taquaral, tendo sido interpretados como depósitos residuais transgressivos.

O contato entre as formações Tatuí e Irati (Membro Taquaral) é dado pela descontinuidade L4 de Soares (1972), apud Assine et al., (2003) que é marcada, em muitos locais, por delgados níveis de conglomerados maciços clasto-sustentados, ricos em grânulos e seixos de sílex e de bioclastos, com espessura de 1 a 20cm, descritos anteriormente por vários autores Mezzalana, (1957), Barbosa & Gomes, (1958), Ragonha, (1978), apud Assine et al., (2003).

São escassos os afloramentos dessas unidades, sendo mais preservados em alguns cortes de estrada como os das fotos abaixo, em que foi observado um argilito com fraturas, gretas de ressecamento e seixos pingados. No mapa geológico utilizado como base este afloramento estaria localizado entre os sedimentos das Fms. Tatuí e Irati, sendo mais provável pelo tipo litológico encontrado pertencer aos sedimentos

da Fm Irati ou até mesmo do Grupo Itararé, pela presença de material de origem fino (lagunar) com presença de seixos pingados.



Fotos V.1.2.2-23 e V.1.2.2-24 Siltitos cinza claro com presença de fraturas e gretas de ressecamento, na **Foto V.1.2.2-24** se observa os seixos pingados, observe cor mais clara ao redor indicando que o material foi depositado em substrato lamoso possivelmente lagunar. Coordenadas 7536113 / 266922.

Grupo Passa Dois

A formação de ocorrência do Grupo Passa Dois, restringe-se na área à Formação Corumbataí.

Formação Corumbataí

A Formação Corumbataí, aflora continuamente do divisor de águas dos rios Tietê e Piracicaba para norte do estado até o limite com o estado de Minas Gerais. Esta formação, em sua parte basal, apresenta siltitos, argilitos e folhelhos cinzentos a roxo acizentados podendo apresentar cimentação calcária. A coloração vermelha e roxa passam a predominar nas porções média a superior, onde também ocorrem lentes e bancos calcários. Essas rochas podem ser oolíticas, ricas em conchas e podem apresentar estromatólitos.

Esta formação é fossilífera, predominando palecípodes. Também ocorrem ostracóides, conchostráceos, peixes e restos vegetais. O estudo de seu conteúdo fossilífero, permite classificá-la como idade Permiana.

As rochas sedimentares da formação Corumbataí são formadas por siltitos e argilitos de diversas tonalidades que estão relacionadas principalmente ao conteúdo de óxidos e hidróxidos de ferro (Moreno et al., 2000).

Há polêmica com relação ao seu ambiente deposicional. No entanto, um ambiente deposicional marinho regressivo e, onde depositaram-se siltitos argilosos, folhelhos silticos, raros arenitos e calcários micríticos e microespartíticos maciços e laminados sucessivos por depósitos de transição, com sucessão de camadas representadas

por depósitos de planícies de maré correspondente aos siltitos, arenitos e calcários atualmente é o mais aceito.



Foto V.1.2.2-25 - Arenitos finos com cobertura coluvionar (limite do martelo) e folhelhos cinza escuro, ambos da Fm. Corumbataí. Coordenadas 252810 / 7564140 e 244422 / 7590824.



Foto V.1.2.2-26 Arenitos finos com cobertura coluvionar (limite do martelo) e folhelhos cinza escuro, ambos da Fm. Corumbataí. Coordenadas 252810 / 7564140 e 244422 / 7590824.

Grupo São Bento

O Grupo São Bento é representado em sua base pela Formação Pirambóia, seguida das formações Botucatu e Serra Geral.

Formação Pirambóia

Esta formação está exposta ao longo de toda faixa de ocorrência de sedimentos mezosóicos na Depressão Periférica, porém inexiste no vale do Rio Grande (IPT, 1981). Repousa em discordância angular sobre camadas paleozóicas. No topo, pode gradar à Formação Botucatu ou apresentar discordância erosiva.

A litologia desta unidade corresponde a uma sucessão de camadas arenosas, comumente, vermelhas que podem atingir algumas centenas de metros. Tais arenitos têm granulação média à fina com frações argilosas.

Localmente, podem ocorrer arenitos grossos, conglomeráticos. Apresentam estruturas plano-paralelas a estratificações cruzadas, também ocorrem marcas de ondas ou correntes.

Os litotipos e geometria dos estratos da formação Pirambóia na região estudada, sugerem um ambiente deposicional de lençóis de dunas eólicas com interdunas úmidas localmente intercaladas com depósitos fluviais, semelhantes ao ambiente descrito por Caetano-Chang (1993), apud Strugale et al., (2004).

O conteúdo fossilífero apresenta conchostráceos, ostracódios, escamas de peixes e raros restos vegetais.

Formação Botucatu

Esta formação está exposta em uma faixa contínua às margens das serras basálticas e em suas escarpas. Próximo ao vale do rio Grande, localmente, assenta-se sobre rochas pré-cambrianas, porém na Depressão Periférica recobre a Formação Pirambóia, descrita anteriormente. Seu contato superior com a Formação Serra Geral, faz-se por interdigitação.

A Formação Botucatu constitui-se de arenitos de granulação fina à média, uniforme, com boa seleção de grãos foscos e alta esfericidade. Possuem tom avermelhado, com estratificação cruzada tangencial de médio a grande porte.

Localmente, podem ocorrer arenitos de deposição subaquosa que formam corpos lenticulares de arenitos heterogêneos, de granulação média a grossa passando a arenitos conglomeráticos. De acordo com IPT (1981) estas sequências hidroclásticas denotam ciclos com acamamento graduado mostrando invasão da área de dunas por torrentes. Seu conteúdo fossilífero é muito baixo, ocorrendo alguns crustáceos, pistas de vermes e pegadas de vertebrados.



Fotos V.1.2.2–27 e 28 Arenitos finos e rosados da Fm. Botucatu, com presença de estratificações cruzadas. No mesmo ponto ocorre um dique de diabásio cortando a Fm. Botucatu. Coordenadas 208508 / 7761160.

A Formação Botucatu representa diversos subambientes de clima desértico, com aridez crescente até o vulcanismo basáltico da Formação Serra Geral. Neste contexto, temos um ambiente deposicional fluvial tipo entrelaçado (braided) em clima árido, resultado de fluxos esporádicos de água, e eventuais planícies de inundação com lagos efêmeros. Esta fácies corresponde à Fácies Torrencial de Soares (1973), apud Strugale et al., (2004) posicionada na base da formação Botucatu, denominação que será mantida neste texto. O contato desta fácies com a formação Pirambóia dá-se na forma de discordância angular, a qual é uma superfície ondulada com formas de preenchimento de canal, sucedida por cerca de 40cm de uma brecha de matriz arenosa com bolas de siltito-argiloso verde e marrom, grânulos e seixos de quartzo, além de laminações convolutas.

Formação Serra Geral e Intrusivas Básicas

A Formação Serra Geral é composta essencialmente por basaltos, mas também por riolacitos e riólitos (cerca de 4% da lava total e com espessura média de 400 m) sobrepondo-os. Composicionalmente associados às rochas efusivas são observados diques e soleiras (sills) estas intrudidas nos sedimentos da bacia.

O magmatismo mesozóico da Bacia do Paraná apresenta características regionais relacionadas a anomalias químicas, indicando uma pluralidade de fontes e mecanismos na formação do magma. O derrame vulcânico continental é composto em mais de 90% do volume por basaltos toleíticos e andesito basáltico, geralmente exibindo vesículas e amígdalas no topo do derrame.

Os basaltos toleíticos apresentam espessura individual bastante variável, desde poucos metros a mais de 50 m e extensão individual que pode ultrapassar a dez quilômetros. Neles, intercalam-se arenitos da Formação Botucatu, a maioria com estruturas típicas de dunas e outros indicando deposição subaquosa. Os diabásios são em geral de granulação fina, cinza escuro a negros, maciços, no qual se destacam ripas de plagioclásio.

Os derrames são constituídos por rochas de coloração cinza escura a negra, em geral afaníticas. Naqueles mais espessos, a zona central é maciça, microcristalina e apresenta-se fraturada por juntas de contração subverticais (disjunção colunar). Na parte superior dos derrames aparecem vesículas e amígdalas (estas parcial ou totalmente preenchidas por calcedônia, quartzo, calcita, zeólitas e nontronita), além de grandes geodos que podem ocorrer na sua parte mais profunda.

A porção basal dos derrames também pode apresentar tais características, porém em espessura e abundância sensivelmente mais reduzidas.



Fotos V.1.2.2–29 e 30 Vista geral dos derrames basálticos, capeado por latossolos e detalhe da estrutura e padrão de alteração destes derrames. A rocha é maciça e de textura variando de afanítica a fanerítica fina, de cores cinza (rocha sã) e amarelada quando alterada. Padrão de alteração se inicia ao longo das fraturas resultando em blocos residuais de forma aproximadamente concêntricas.
Coordenadas 216910 / 7636315.

A espessura máxima da Formação Serra Geral foi medida em sondagem em Cuiabá Paulista (Pontal do Paranapanema, Estado de São Paulo), indicando 1.700 m de derrames (Almeida 1986, apud Embrapa, 2005). Tal pacote adelgaça-se para as bordas do Planalto Ocidental, onde as serras basálticas possivelmente não alcançam um terço desse valor (IPT 1981b).

Segundo diversos estudos geocronológicos atuais o evento magmático da Bacia do Paraná tem idades de 138-126 Ma, talvez com o clímax entre 133 e 131 Ma (Mantovani, et al, 2000). A duração total do magmatismo Paraná parece ser de 10 Ma, em contraste ao curto intervalo de tempo de erupção inferida para muitos derrames basálticos continentais e consistente com um modelo de magma produzido pela condução de calor de manto litosférico heterogêneo e com voláteis.

Grupo Taubaté

Representados pelas Formações Tremembé e Caçapava.

Formação Tremembé

Caracteriza-se pela intercalação de calcários, ritmitos e argilitos verdes maciços. Suas argilas são frequentemente fossilíferas e os ritmitos formados pela alternância de folhelhos e margas localmente fossilíferos e pirobetuminosos.

Apresentam gradação normal para arenitos finos e quartzosos e, em direção ao topo, para siltitos e argilitos com gretas de contração. Nesta unidade, calcários dolomíticos ocorrem como intercalações tabulares e contínuas.

As argilas, frequentemente, são fossilíferas e podem apresentar concreções calcíferas. Os ritmitos são formados pela alternância de lâminas e os folhelhos laminados. Nas porções externas do ambiente deposicional temos arenitos grossos arcoseanos a conglomeráticos, localmente conglomerado com seixos de argilas na base.

Apresentam gradação normal a arenitos finos. De acordo com Ricomini (1989), esta formação apresenta ambiente deposicional lacustre do tipo playa-lake. A idade da Formação Tremembé é oligocênica, de acordo com estudos realizados em seu conteúdo fossilífero por Yamamoto (1995).

Formação Caçapava

Esta formação foi, inicialmente, proposta por Carneiro et. al. (1976), associada a depósitos fluviais. Possui idade neocênica a pleistocênica. Ricomini, 1991 propõe a designação de Formação Pindamonhangaba à anteriormente denominada, Formação Caçapava. Aqui mencionamos o nome da formação por que o mapa base DAEE-UNESP, ainda utiliza esta nomenclatura.

Esta unidade é composta na base por conglomerados com matriz de areia grossa com granodecrescência ascendente.

Em direção ao topo ocorrem areias finas gradando para siltitos ora maciços ora com estratificações cruzadas. Seu ambiente deposicional compreende canais fluviais, planícies de inundação e lagos esparsos.



Foto V.1.2.2-31 – Sedimentos da Fm. Caçapava, siltitos de cores cinza e roxo (de topo). Coordenadas 415998 / 7445518 e 436487 / 7440928.



Foto V.1.2.2-32 – Sedimentos da Fm. Caçapava, arenitos finos com presença de grânulos e seixos, por vezes conglomerático (sedimentos basais) de cores amarela, cinza e roxo. Coordenadas 415998 / 7445518 e 436487 / 7440928.

Sedimentos Continentais Indiferenciados

Correspondem a depósitos continentais incluindo sedimentos elúvio-coluvionares de natureza areno-argilosa e depósitos de caráter variado associados a encostas.

Distribuem-se como manchas irregulares ao redor de vários municípios dentre este podemos destacar os municípios de Guará, Ipuã, Ituverava e a NW de São Joaquim da Barra, descritos no trabalho de (CBH-SMG, 2000), ou nos municípios de Bom Sucesso e São José dos Campos (observações de campo).

Sua ocorrência é na forma de extensas coberturas arenosas de origens diversas, de diferentes idades compreendendo depósitos eluviais, coluviais, de tálus e algumas coberturas de derivação incerta (CBH-SMG, 2000).

Os depósitos aluviais recobrem extensos chapadões e espigões essencialmente conglomeráticos (limonitizados), correspondendo possivelmente à depósitos residuais associados a Superfície Sul-Americana do Terciário (Hellmeister Jr, 1997 apud CBH-SMG, 2000).

Nos terraços predominam depósitos conglomeráticos pouco espessos. As fácies lamíticas e as estruturas sedimentares são raras, restringindo-se à incipiente acamamento e imbricações de seixos (CBH-SMG, 2000).



Foto V.1.2.2–33 - Prováveis paleo-terraços fluviais sobre rochas do embasamento. sedimento com granodecrescência ascendente, conglomerático na base e com areia fina pouco siltosa, cinza clara no topo, abaixo (linha) alterito de rocha gnáissica de cores roxa e amarela. Drenagem próxima Rib. Turvo. Coordenadas 399213 / 7447104 e 383888 / 7445237.

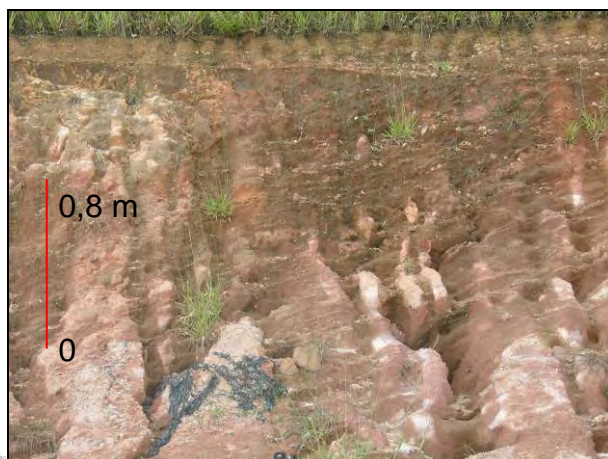


Foto V.1.2.2-34 - Prováveis paleo-terraços fluviais sobre rochas do embasamento. Prox. Rib. Grande com sedimento arenoso recoberto por colúvio. Coordenadas idem.

Os coluviões são os depósitos mais espalhados na área, recobrimdo as formas mais variadas de relevo e tipos de rochas, principalmente nas encostas, geralmente na frente das cuestas. São constituídos de areias intercaladas com níveis de cascalhos, principalmente retrabalhados dos depósitos sobrejacentes, parcialmente limonitizados (CBH-SMG, 2000).



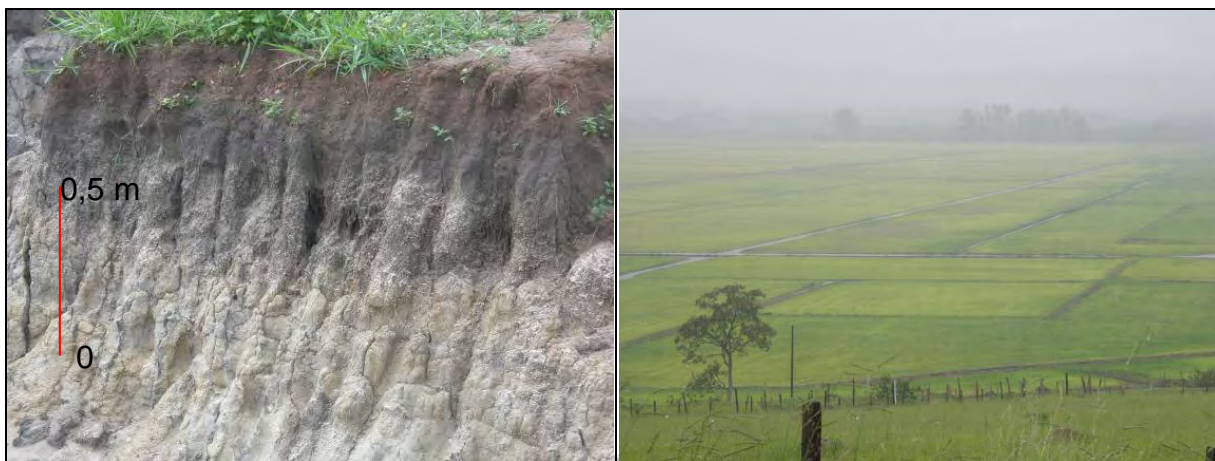
Fotos V.1.2.2-35 e V.1.2.2-36 Colúvios sobre rochas do embasamento e sedimentos da bacia de Taubaté, com linha de seixo bem definida. Coordenadas 378438 / 7442092 e 417256 / 7446889.

Depósitos aluvionares

Sob esta denominação informal são englobados todos os depósitos quaternários e recentes. Constituem-se em depósitos nas margens, fundos de canal e planícies de inundação dos rios. Correspondem a depósitos de areias, cascalheiras, siltes, argilas e localmente turfas; todos resultantes de processos erosivos.

Os depósitos aluviais mais recentes, em geral localizados nas porções mais baixas do vale, junto ao leito menor dos rios, formam a várzea, leito maior ou planície de inundação, enquanto os mais antigos formam os terraços fluviais, que são degraus

ou patamares paralelos à várzea e perpendiculares à linha de costa, cuja altitude, na área, raramente ultrapassa 10m. Os terraços têm sua origem associada às fases de regressão marinha do Quaternário, quando o recuo do mar possibilitou a erosão dos depósitos aluviais, modelando os níveis atuais de terraço.



Fotos V.1.2.2-37 e V.1.2.2-38 – Sedimentos aluvionares das várzeas dos Rios Mogi e Paraíba do Sul. No primeiro predominam argilas com matéria orgânica, argila plástica a siltosa e areia, no segundo a camada de argila orgânica turfosa (turfas) é mais espessa, gradando para argila plásticas e areias. Coordenadas 246758 / 7581438 e 430620 / 7445280.

V.1.2.3 Geologia Estrutural

Serão descritos a seguir as principais feições estruturais existentes nas áreas de influência do empreendimento e ilustradas no mapa geológico, **Anexo 1**.

A Área de Influência Indireta - AII - em sua porção leste exhibe rochas Proterozóicas dispostas em faixas. As feições estruturais mais relevantes constituem-se em falhas transcorrentes que formam faixas cataclásticas podendo atingir até 1500m de espessura (IPT 1981). Nestas áreas, observam-se foliações cataclásticas subverticais.

Na área correspondente à Bacia do Paraná ocorrem pequenas falhas, fraturas e diáclases. O desenvolvimento estrutural da bacia apresenta direções predominantes NNE-NE e NW. Como lineamento mais marcante da bacia destaca-se o Arco de Ponta Grossa, que corresponde a uma estrutura alongada para noroeste, dentro da bacia. Atribui-se à reativação do Arco, a formação de fraturas de distensão orientadas para NW que foram preenchidas pelo magma basáltico que formam os derrames, *sills* e diques da bacia.

Na Área de Influência Direta e Área Diretamente Afetada há um forte controle estrutural de unidades do embasamento devido à grandes falhas que cortam suas litologias que correspondem basicamente a gnaisses, migmatitos, e intrusões graníticas. Estas falhas condicionam importantes vales, como o Vale do Rio Paraíba.

No Vale do rio Paraíba, conforme mencionado, antigas falhas do embasamento foram reativadas permitindo o desenvolvimento da Bacia de Taubaté dentro do contexto Rift. Esta bacia possui forma alongada, com direção geral ENE. Neste contexto ocorre o sistema de falhas que bordeja a bacia formando um complexo de grabens e semigrabens ao longo de seu contorno.

A feição estrutural mais significativa dentro da área de interesse corresponde à Falha Jundiuvira que se desenvolve em feixe de lineamentos até a borda da Bacia de Taubaté. Esta falha limita o Complexo Embu e forma zonas de transcorrência como a Zona Cataclástica Sousas (nas proximidades da cidade homônima, próximo às cidades de Pedreira e Jaguariúna). As direções gerais destas estruturas é NE-SW. Ocorre também, a Falha do Rio Jaguari bordejando a Bacia de Taubaté e a Falha de Campinas nas proximidades da cidade de Pedreira com direção NE-SW.



Fotos V.1.2.3-1 e V.1.2.3-2: Rocha milonítica sobre a faixa de Jundiuvira e rocha cataclástica a milonítica sobre a falha de Campinas. Coordenadas 368995 / 7443844 e 302503 / 7476759.

V.1.3 Geomorfologia

Para a caracterização geomorfológica da Área de Influência Indireta foram utilizados os trabalhos de Ross e Moroz, escala 1:500.000 (1997) e Ponçano, escala 1:1000.000 (1981), destacando-se as principais unidades geomorfológicas existentes ao longo do trecho cortado pelo duto SEDA. A caracterização da Área de Influência Direta e Área Diretamente Afetada tiveram por base os trabalhos de IPT, (1981). Além dos trabalhos mencionados, também foram utilizados mapas topográficos, escala 1:50.000, imagens de satélite, escala 1:75.000 sendo complementados por atividades de campo.

V.1.3.1 Aspectos Geomorfológicos na Área de Influência Indireta

Para a elaboração do mapa geomorfológico regional, **Figura V.1.3.1-1** utilizou-se o mapa geomorfológico de Ponçano, escala 1:1000.000 de 1981, bases topográficas na escala 1:50.000 e imagens de satélite na escala 1:75.000 com ênfase nas grandes unidades geomorfológicas presentes ao longo do traçado e que serão descritas a seguir.

Nos levantamentos efetuados, observou-se que a Área de Influência Indireta (AII) abrange as unidades morfoestruturais e morfoesculturais definidas como:

Bacia Sedimentar do Paraná

Abrange o Planalto Ocidental Paulista com as unidades Planalto em Patamares Estruturais de Ribeirão Preto e Planalto Residual Franca / Batatais e a Depressão Periférica Paulista compreendida pela Depressão Mogi-Guaçu e Médio Tietê.

Esta unidade geomorfológica abrange, em termos de geologia, os derrames basálticos que cobrem as unidades sedimentares do final do ciclo de deposição da Bacia do Paraná e às coberturas sedimentares que, por sua vez, foram depositadas na Bacia Bauru, acima desses basaltos, e abrangendo as áreas de várzea do Rio Pardo e um trecho do Rio Mogi ocorre a Unidade Morfoestrutural Bacias Sedimentares Cenozóicas.

Planalto Ocidental Paulista

O Planalto Ocidental Paulista é subdividido em função das variações fisionômicas regionais em unidades geomorfológicas distintas sendo representado na AII pelo predomínio da Unidade Planalto em Patamares Estruturais de Ribeirão Preto e representando menos de 2% da AII a Unidade Planalto Residual de Franca / Batatais. Seus modelados dominantes são as formas de relevo denudacionais que são o Relevo Colinoso - Colinas Amplas e Baixas (Planalto de Ribeirão) e as Colinas com topos aplanados (Planalto Residual de Franca / Batatais), além das Planícies Fluviais da Unidade Bacias Sedimentares.

O planalto caracteriza-se por um relevo “monótono”, levemente ondulado, de colinas. A densidade de drenagem apresenta fortes variações entre os sistemas de relevo reconhecidos e até mesmo no interior de um mesmo sistema. De modo geral, as cabeceiras de cursos d’água exibem uma maior ramificação da drenagem e, conseqüentemente, densidades médias até altas.

Depressão Periférica Paulista

A Depressão Periférica Paulista é representada na região pela Zona do Médio Tietê e do Mogi Guaçu. A Zona do Médio Tietê se caracteriza por apresentar relevos denudacionais com modelados constituídos basicamente por colinas, de topos tabulares e convexos, entalhamento de vales até 20m, dimensão interfluvial que varia de 750 a 3.750m, altimetrias entre 500 e 650m e declividades entre 5 e 10%.

Também são características do relevo dessa Zona colinas médias, nas quais predominam interflúvios com áreas de 1 a 4 km², topos aplanados, vertentes com perfis convexos a retilíneos, drenagem de média a baixa densidade, padrão sub-retangular, vales abertos a fechados, planícies aluviais interiores restritas e presença eventual de lagoas perenes ou intermitentes.

Morrotes alongados e espigões também estão presentes, notadamente nas cabeceiras das drenagens da margem esquerda do Tietê, entre Salto e Porto Feliz, e nas proximidades de Sorocaba e ao redor da Serra de Araçoiaba. A rede de drenagem regional tem padrão dendrítico com vales abertos e planícies aluviais, no geral restritas, compondo parte da bacia hidrográfica do médio curso do rio Atibaia.

A Zona do Mogi Guaçu se caracteriza por apresentar relevos denudacionais com modelados constituídos basicamente por colinas com topos amplos, vertentes convexas a plano-convexas, altimetrias entre 500 e 700m e declividades entre 10 e 20%. A rede de drenagem regional tem padrão dendrítico por vezes retangular com vales abertos e planícies aluviais, no geral restritas.

Cinturão Orogênico do Atlântico

Planalto Atlântico que engloba as unidades morfoestruturais Planalto de Jundiá, Planalto de Serra Negra / Lindóia, Planalto e Serra da Mantiqueira e Planalto do Médio Vale do Paraíba.

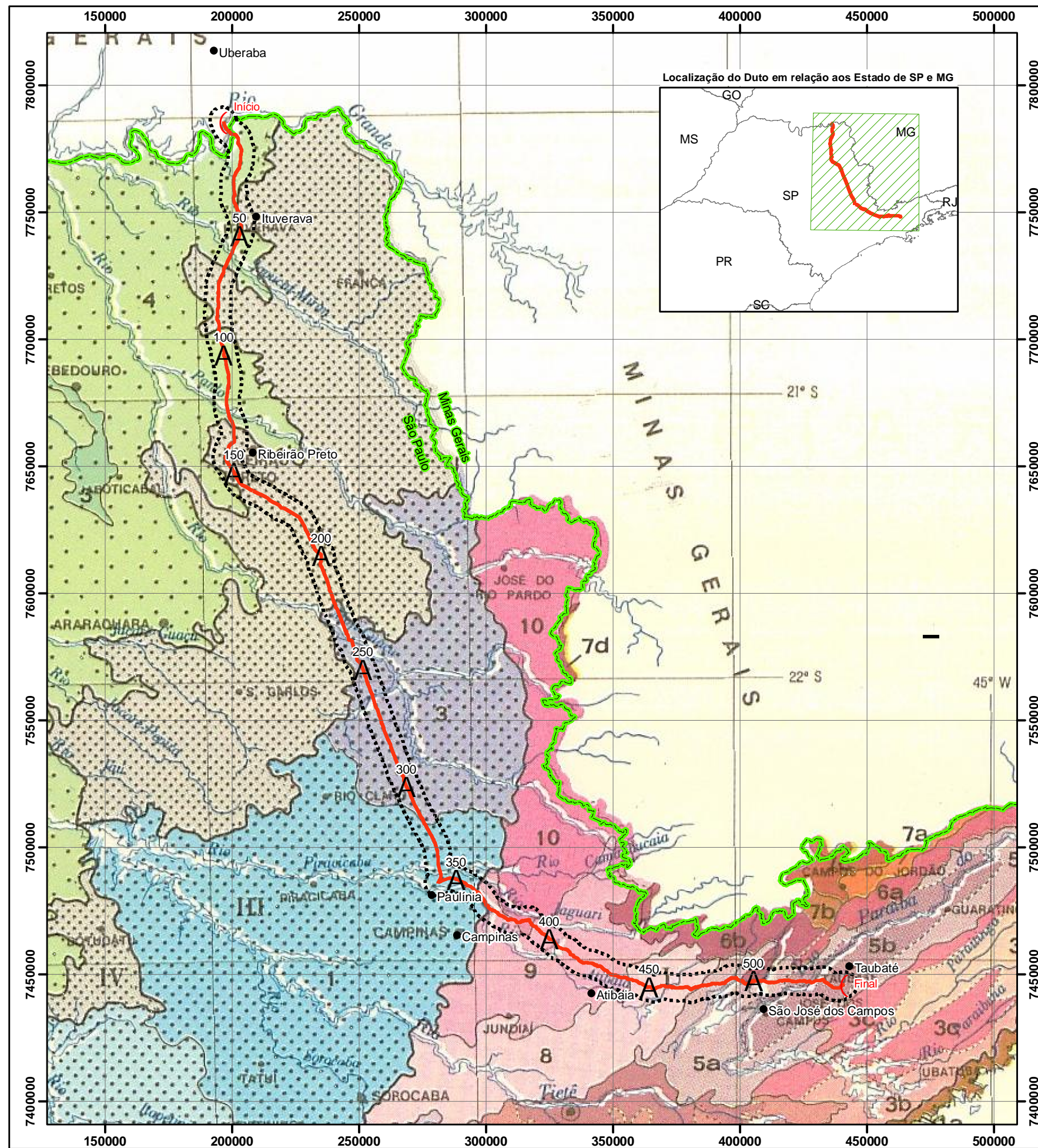
De acordo com Ross (1997), a primeira unidade de referência para o mapeamento geomorfológico do Estado de São Paulo corresponde à Unidade Morfoestrutural Cinturão Orogênico do Atlântico.

A origem do Cinturão Orogênico do Atlântico associa-se com as diferentes fases de dobramentos acompanhados de metamorfismos regionais, falhamentos e extensas intrusões, o que denota a sua constituição lito-estrutural. Nota-se, porém, que “as diversas fases orogenéticas do Pré-Cambriano foram sucedidas por ciclos de erosão” (Ross, op cit), ocasionando a interdigitação de outras formações litológicas.

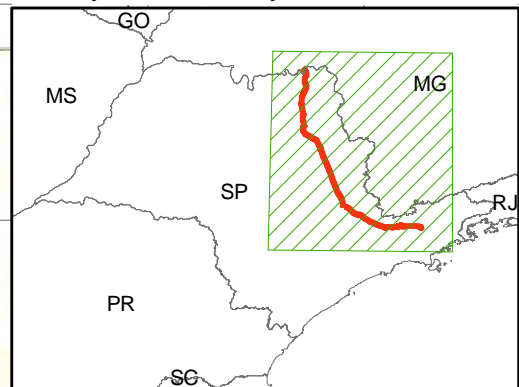
O soerguimento da Plataforma Sul-Americana em decorrência do processo epirogenético Pós-Cretácico (até o Terciário Médio), reativou antigas falhas gerando as grandes escarpas da Serra do Mar e da Serra da Mantiqueira, bem como a fossa tectônica do vale do Paraíba.

Bacias Sedimentares Cenozóicas / Depressões Tectônicas

Representada pela Depressão do Médio Paraíba e pelas Planícies Fluviais representada pela unidade Pequenas Planícies Fluviais, que se caracteriza pela presença de planícies e terraços fluviais.



Localização do Duto em relação aos Estado de SP e MG



I - PLANALTO ATLÂNTICO		
ZONAS	SUBZONAS	
1 - PLANALTO PAULISTANO	1a - Morria do Embú	
2 - PLANALTO DO JUCURIGUÊ	1b - Colinas de São Paulo	
3 - PLANALTO DO PARAÍTINGA	3a - Morria do Paraitinga	
	3b - Morria do Paraitinga	
	3c - Serrania da Natividade-Quebra-Cangalha	
4 - PLANALTO DA BOCAINA	4a - Serrania da Bocaina	
	4b - Planaltos Isolados	
5 - MÉDIO VALE DO PARAÍBA	5a - Morros Cristalinos	
	5b - Colinas Sedimentares	
6 - SERPA DA MANTIQUEIRA	6a - Oriental	
	6b - Ocidental	
7 - PLANALTO DO ALTO RIO GRANDE	7a - Planalto de Campos do Jordão	
	7b - Planalto de Santo Antônio do Pinhal	
	7c - Serrania do Alto Sapucaí	
	7d - Planalto de Caidas	
8 - SERPANIA DE SÃO ROQUE		
9 - PLANALTO DE JUNDIAÍ		
10 - SERPANIA DE LINDOIA		
11 - PLANALTO DE IBIÚNA		
12 - PLANALTO DE GUAPIARA		
13 - PLANALTO DO ALTO TURVO		

II - PROVÍNCIA COSTEIRA		
ZONAS	SUBZONAS	
1 - SERPANIA COSTEIRA	1a - Serra do Mar	
	1b - Serra de Paranapiacaba	
	1c - Serrania de Itaipu	
	1d - Serrania do Ribeira	
	1e - Planaltos Interiores	
2 - BAIXADAS LITORÂNEAS		
3 - MORRARIA COSTEIRA		

III - DEPRESSÃO PERIFÉRICA		
ZONAS		
1 - ZONA DO MÉDIO TIETÊ		
2 - ZONA DO PAPANAPANEMA		
3 - ZONA DO MOGI GUACU		

IV - CUESTAS BASÁLTICAS		
ZONAS		
1 - PLANALTO DE MARÍLIA		
2 - PLANALTO DE CATANDUVA		
3 - PLANALTO DE MONTE ALTO		
4 - ÁREAS INDIVISAS		

V - PLANALTO OCIDENTAL		
ZONAS		
1 - PLANALTO DE MARÍLIA		
2 - PLANALTO DE CATANDUVA		
3 - PLANALTO DE MONTE ALTO		
4 - ÁREAS INDIVISAS		

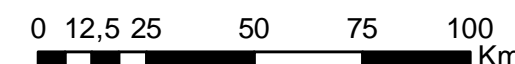
Convenções do Mapa

- 50 Diretriz do Duto com indicação do Km
- Área de Influência Indireta (AII) - 5 Km

Convenções Cartográficas



- Sede Municipal
- Limite Estadual

Escala Gráfica



Projeção UTM - SAD 69 - Fuso 23S

Fonte: Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo, 1981 - IPT

			
SISTEMA DE ESCOAMENTO DUTOVIÁRIO DE ÁLCOOL E DERIVADOS - SEDA			
ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL			
MAPA GEOMORFOLÓGICO REGIONAL			
ESCALA: 1:1.750.000		DATA: Abril/2009	
FIGURA N°: V1.3.1-1		REV. 2	



V.1.3.2 Aspectos Geomorfológicos na Área de Influência Direta e Área Diretamente Afetada

Para a caracterização da Área de Influência Direta (AID) e Área Diretamente Afetada (ADA) foram utilizados os trabalhos de Ponçano, et al. (1981) que classifica as unidades geomorfológicas seguindo a mesma linha de Ab'Saber. Aqui, as unidades geomorfológicas são descritas no sentido de Uberaba à Taubaté identificando-se as unidades atravessadas pelo traçado do duto SEDA.

No Mapa Geomorfológico Local é apresentado no **Anexo 2**, são destacadas as formas de relevo que são atravessadas pelo duto, sendo as mesmas descritas para cada unidade geomorfológica atravessada. As formas de relevo abrangidas serão ilustradas e complementadas com as informações obtidas em campo.

Cuestas Basálticas

A primeira unidade morfológica que abrange as Áreas de Influência do projeto corresponde às Cuestas Basálticas. No Mapa Geomorfológico, **Anexo 2**, corresponde às seguintes unidades: (212) Colinas amplas; (213) Colinas Médias; (221) Morros Amplos; (241) Morros Arredondados, (311) Mesas Basálticas e (512) Escarpas com espigões digitados. Sendo que das descritas, as colinas médias (221) morrotes alongados e espigões (241) e Escarpas com espigões digitados (512) destacam-se na Área de Influência Direta.

Esta unidade constitui-se numa das mais marcantes feições do relevo paulista. A morfologia apresenta um relevo escarpado com grandes plataformas estruturais inclinadas em direção à calha do Rio Paraná, onde temos derrames de rochas eruptivas superpostas.

Nas porções de interflúvios, mais elevados, tem-se arenitos do Grupo Bauru formando fronteiras escarpadas com perfis escalonados. Nas proximidades dos Rios Grande, Sapucaí-Mirim e Pardo; ao norte da Área de Influência do duto, esta unidade apresenta colinas amplas.

Ocorrem formas de relevo denudacionais constituídas basicamente por colinas amplas e baixas com topos tubulares. Ocorrem desde vales entalhados com menos de 20 m a vales com dimensão interfluvial. Esses vales apresentam vertentes de declividades baixa. As altimetrias estão no entorno de 500 a 700m com declividade entre 2% e 10%.

Entre esta unidade e a unidade subsequente, Médio Tietê, existe uma faixa de transição na qual o relevo é sustentado por arenitos e lavas basálticas. Observa-se, nesta área de transição, colinas e morrotes de topos planos e inclinação suave. Já nas porções onde ocorrem rochas básicas sobrepostas aos arenitos, tem-se o relevo denominado por mesas basálticas. A principal característica deste relevo são patamares que se desenvolvem devido à alternância entre arenitos silicificados e basaltos.

A seguir, são apresentadas algumas ilustrações destas formas de relevo, mencionadas.



Fotos V.1.3.2-1 e V.1.3.2-2 - Na **Foto V.1.3.2-1** se observa relevo de morros amplos e na **Foto V.1.3.2-2** contato colina amplas com mesas basálticas. A primeira sobre substrato basáltico e a **Foto V.1.3.2-1**, sobre os sedimentos arenosos da Fm. Botucatu. Coordenadas 224762 / 7630968 e 200838 / 7660535.



Fotos V.1.3.2-3 e V.1.3.2-4 - Colinas amplas tendo ao fundo relevo de Morros Arredondados, substrato basáltico, na **Foto V.1.3.2-4**, relevo de colinas médias com as mesas basálticas ao fundo, sedimentos arenosos. Coordenadas 243490 / 7594196 e 238567 / 7600881.

Planalto Ocidental – Áreas Indivisas

Correspondem às unidades do mapa geomorfológico (212) Colinas Amplas, além da forma de relevo planícies aluviais (111), que será comentada a parte. Nesta unidade ocorre um relevo colinoso, que situa-se essencialmente sobre rochas do Grupo Bauru, mas que não está diretamente vinculado às litologias sedimentares, pois avança sobre rochas basálticas, como é caso de partes do vale do rio Pardo. Apresenta sistema de colinas e morrotes com altitude em torno de 600 - 700m.

O relevo de colinas amplas presentes na região da bacia do Rio Pardo possui um número maior de lagos e pequenas lagoas em comparação com as outras regiões em face da presença de um substrato basáltico. A forma de relevo é denudacional constituída na AID/ADA por colinas amplas, de topos extensos e aplainados. Predominam interflúvios com área superior a 4 Km², vertentes com perfis retilíneos a convexos e padrão de drenagem subdendrítico, de baixa densidade.

Depressão Periférica

Na Área de Influência Direta e Área Diretamente Afetada esta corresponde às unidades do mapa geomorfológico (212) Colinas Amplas; (213) Colinas Médias; (234) Morrotes Alongados e Espigões e (111) Planícies Aluviais. Nesta unidade ocorre um relevo colinoso que não está diretamente vinculado às litologias sedimentares, pois avança sobre rochas do embasamento. Apresenta sistema de colinas e morrotes com altitude em torno de 600- 750m.

Ocorre, também, uma densa rede de drenagem com cursos d'água conseqüentes. Devido a esta característica, esta unidade é dividida em três grandes zonas que recebem o nome de seus principais rios (Zona do Mogi Guaçu, Depressão do Médio Tietê e Depressão do Paranapanema). Destas, exceto a Depressão do Paranapanema não se insere no contexto do projeto.

Zona do Mogi Guaçu

Esta unidade geomorfológica se caracteriza pela presença de um substrato rochoso constituído pelo predomínio de litologias do Grupo Tubarão, e áreas restritas com ocorrência de rochas da Fm. Corumbataí. Intrusões de diabásios são mais comuns nas bordas sul e oeste desta zona. A rede de drenagem varia em face das formas de relevo variando de subdendrítico a dendrítico e sub-retangular e com densidade de drenagem variando de baixa a alta.



Fotos V.1.3.2-5 e 6 - Exemplos de relevo de colinas amplas, na **Foto V.1.3.2-6**, várzea do Rio Mogi ao fundo. **Foto V.1.3.2-5** sedimentos da Fm. Tatuí e na **Foto V.1.3.2-6** substrato basáltico, Fm. Serra Geral. Coordenadas 268620 / 7523690 e 266830 / 7539523.



Fotos V. 1.3.2-7 e 8 - Em ambos os relevos de colinas amplas em primeiro plano, tendo ao fundo transição colinas médias e cuestas. Coordenadas 261483 / 7542258 e 249526 / 7568930.

Depressão do Médio Tietê

Esta unidade geomorfológica corresponde a elevações sustentadas por rochas intrusivas básicas cuja rede de drenagem é bastante organizada com padrão, normalmente, dendrítico densidade variando de médio a alto. Destacam-se colinas amplas e médias com morrotes alongados e espigões. Como existem diferentes litologias na região, há uma grande variação nos padrões de relevo, dificultando a delimitação de áreas e formando faixas híbridas.

Contudo, observam-se formas de relevo denudacionais com modelado que se constitui basicamente por colinas de topos amplos tabulares e convexos. Seus vales têm entalhamento e ampla dimensão interfluvial. As altitudes variam entre 500 e 650 m, com declividades entre 5% e 10%.



Foto V.1.3.2-9 - Relevo de colinas amplas próximo ao contato das rochas do Complexo Silvianópolis e os derrames basálticos. Coordenada 286568 / 7488609.

Unidades do Planalto Atlântico

É representado na AID/ADA pelas unidades Serrania de Lindóia, Planalto de Jundiá, Serrania de São Roque, Serra da Mantiqueira Ocidental e Médio Vale do Paraíba e que serão descritos as seguir:

Serrania de Lindóia

No Mapa Geomorfológico, apresentado no **Anexo 2**, este corresponde as unidades (232) Morrotes Alongados Paralelos, (243) Mas de Morros, (245) Morros com Serras Restritas, (251) Serras Alongadas e (111) Planícies Aluviais. Mostra-se como uma faixa de transição entre a Depressão Periféria e o Planalto de Jundiá. As altitudes médias são entorno de 1200m a 1600m com rios de forte gradiente. A morfologia acompanha os lineamentos estruturais do embasamento rochoso e caracterizam-se por Serras Alongadas e Morros de Serras Restritas que podem ocorrer associados formando um sistema de transição entre serras alongadas e relevos de morros.

Há predominância de formas de relevo denudacionais cujo modelado constitui-se por morros e cristas com topos aguçados e topos convexos. As declividades dos níveis mais baixos estão entre 20% e 30%; enquanto nas áreas serranas atingem níveis superiores a 40%. Sua drenagem apresenta padrão dendrítico, de forma geral, sendo que localmente desenvolve-se no padrão paralelo. Devido ao entalhamento de seus vales, tem-se potencial alto de fragilidade do solo com probabilidade de ocorrer movimentos de massa.



Foto V.1.3.2-10 - Em primeiro plano relevo de planície aluvionar (próximo ao Rio Jaguari), tendo ao fundo o relevo de serras alongadas. Coordenada 317815 / 7471701.



Fotos V.1.3.2-11 e V.1.3.2-12 - Foto V.1.3.2-11 em 1º plano relevo de morrotes, tendo ao fundo relevo de morros. Na **Foto V.1.3.2-12** Relevo de mar de morros na cidade de Morungaba tendo ao fundo a Serra de Santa Clara. No primeiro a transição de relevo esta relacionada ao contato migmatitos do Complexo Silvianópolis com as suítes graníticas. Coordenadas 318965 / 7474723 e 314642 / 7469289.

Planalto de Jundiá

Correspondem às unidades (243) Morros de Morros e (245) Morros com Serras Restritas. Esta unidade possui altitudes entorno de 900m a 1200m, nas porções mais altas e 700m nos vales, com declividades entre 20% e 30%. Esta unidade apresenta morrotes alongados paralelos e topos achatados com colinas amplas a médias. Onde ocorrem morros com serras restritas, a sustentação dá-se por rochas graníticas como as que se encontram nas proximidades da cidade de Morungaba. Podemos destacar, também, morrotes alongados e espigões com morrotes alongados paralelos. A drenagem apresenta padrão dendrítico e têm alta densidade.



Fotos V.1.3.2-13 e 14 - Foto V.1.3.2-13 relevo de mar de morros em 1º plano, tendo ao fundo relevo de morrotes alongados e espigões. Na **Foto V.1.3.2-14** relevo de mar de morros tendo ao fundo a Serra da Pedra Vermelha. Substrato é formado pelos Complexos Pinhal e Silvianópolis. Coordenadas 344922 / 7455611 e 349859 / 7449924.

Serrania de São Roque

Abrange as Unidades (243) Morros de Morros (244) Morros Paralelos e (245) Morros com Serras Restritas. Esta unidade apresenta altitudes em torno de 1.200 a 1.2500, nas porções mais altas e de 700-800 m nos vales. É caracterizada como uma extensa área montanhosa de constituição litológica diversificada, que é delimitada ao sul pelas falhas das serras graníticas, a leste se estende por áreas de rochas graníticas e migmatíticas compondo um relevo do tipo serras alongadas, que é a terminação ocidental da Serra da Mantiqueira. Ao norte seus limites são com as falhas setentrionais das serras que orlam esta zona, com destaque para a Serra do Japi (IPT, 1981), que vai gradualmente dando lugar ao relevo de morrotes, e a oeste, faz divisa com a Depressão Periférica que são marcadas pela passagem de morrotes alongados paralelos ao sistema de colinas e morrotes.



Fotos V.1.3.2-15 e V.1.3.2-16 - Município de Piracaia relevo de morros, e na **Foto V.1.3.2-15**, detalhe do forte entalhamento das vertentes, variando de retilíneas a convexas. Coordenada 361719 / 7448261.



Fotos V.1.3.2-17 e 18 - Relevo de morros paralelos, com vertentes côncavas a convexas e retilíneas a convexas, seus paralelismo se deve ao controle estrutural. Rochas do Complexo Embu. Coordenadas 380096 / 7443929 e 383140 / 7442991.

Serra da Mantiqueira Ocidental

Esta unidade geomorfológica caracteriza-se no mapa como as unidades (244) Morros Paralelos e (251) Serras Alongadas. A unidade Serra da Mantiqueira Ocidental, que se desenvolve ao Norte da região apresenta desníveis entre 1500 e 2000m, entre a crista da Mantiqueira e as planícies do Vale do Paraíba. Aqui, podemos observar escarpas festonadas, espigões digitados, morros paralelos e serras restritas com porções alongadas e vales profundos.

De acordo com Almeida (1964), as rochas desta unidade morfológica que exibem foliação marcante são menos resistentes e formam vales longitudinais.

Nesta unidade há formas de relevo caracterizadas por escarpas e morros altos com topos aguçados. Em suas porções mais altas a altimetria varia entre 1.000m e 2.000m com declividades entre 20% e 30%. A drenagem apresenta padrão dissecado, dendrítico, adaptado às direções das estruturas regionais assim, é possível observarmos em certos locais o desenvolvimento do padrão retilíneo.

Médio Vale do Paraíba

Representada pelas unidades (111) Planícies Aluviais, (211) Tabuleiros, (214) Colinas Pequenas com espigões locais, (232) Morrotes Alongados Paralelos, (244) Morros Paralelos, e (245) Morros com Serras Restritas. Nesta região temos morros desenvolvidos sobre rochas pré-cambrianas subdivididos por regiões de colinas sedimentares. Os morros caracterizam-se por vales com controle estrutural cujas drenagens apresentam-se desenvolvidas em linhas tectônicas. Ocorrem ao redor da Bacia de Taubaté emoldurando o relevo. Neste contexto encaixa-se a calha do Rio Paraíba do Sul, onde foram mapeadas extensas planícies aluviais ao longo do rio.

Na região da Bacia de Taubaté ocorrem colinas sedimentares de perfis inclinados e convexos. A montante de Tremembé há maior amplitude local do relevo que pode alcançar quase 100m. Neste meio, ocorrem chapadas, sendo mais notável a de São José dos Campos que se eleva gradualmente à margem da bacia. Ainda dentro da bacia, na porção leste do trecho do duto, a planície de inundação do Rio Paraíba do Sul, de acordo com IPT (1981), alcança largura que varia de 2,5Km a 4,0 Km com tendência a bordejar a parte norte da bacia onde se encontram meandros abandonados e terraços modernos com depósitos de cascalhos e areias que formam corpos descontínuos ao longo do rio (IPT 1981).

As formas de relevo denudacionais desta unidade constituem-se, basicamente, por colinas de topos convexos, com vales de entalhamento. As altimetrias variam de 600m a 700m e suas vertentes têm declividade de 5% a 20%. As drenagens apresentam padrão dendrítico, sendo que, como mencionado anteriormente, o vale do Rio Paraíba apresenta um forte controle estrutural.



Fotos V.1.3.2-19 e V.1.3.2-20 - Vista Geral transição de relevos, na 1ª foto planície (vales abertos), morro e montanha. Na **Foto V.1.3.2-20** em 1º plano relevo de morros paralelos tendo ao fundo a Serra do Guirra. Coordenadas 384014 / 7445604 e 387579 / 7445850.



Fotos V.1.3.2-21 e V.1.3.2-22 - Relevo de colinas pequenas, na **Foto V.1.3.2-22** planície, colina e a Serra do Palmital ao fundo. Coordenadas 416826 / 7444760 e 432152 / 7447243.

Coberturas Cenozóicas

As coberturas cenozóicas são representadas pela unidade (111). Aqui descritas como planícies fluviais diversas. Correspondem à áreas descontínuas localizadas em unidades maiores, como por exemplo pode-se citar as planícies fluviais do Rio Paraíba do Sul, Mogi Guaçu, Rio Pardo e Rio Grande.

As planícies fluviais apresentam declividades inferiores a 2% e ocorrem em níveis altimétricos distintos. São formadas por sedimentos fluviais arenosos e argilosos inconsolidados. Devido às suas características têm potencial de fragilidade em áreas sujeitas a inundações periódicas e estão sujeitas a acomodações constantes.



Fotos V.1.3.2-23 e V.1.3.2-24 - Planície fluvial do Rio Paraíba, na **Foto V.1.3.2-24** ao fundo Serra do Jambreiro. Coordenadas 413666 / 7443122 e 418763 / 7445615.



Fotos V.1.3.2-25 e V.1.3.2-26 - Planícies dos Rios Mogi-Guaçu e Grande. Coordenadas 246026 / 7581714 e 202058 / 7763929.

V.1.4 Pedologia

Os principais tipos de solos e suas potencialidades para uso e ocupação, foram descritos segundo as recomendações do Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (EMBRAPA, 1999), conforme Mapa Pedológico apresentado no **Anexo 3**.

Os solos que ocorrem na Área de Influência Indireta do duto abrangem os Estados de São Paulo e um pequeno trecho de Minas Gerais. Essa região grada dos planaltos mais elevados pertencentes ao Planalto Atlântico, com destaque para os Planaltos da Serra da Mantiqueira, do médio Vale do Paraíba, de Jundiaí e Serra Negra/Lindóia para a Bacia Sedimentar do Paraná, onde ocorre a Depressão Mogi-Guaçu, e os Planaltos de Ribeirão Preto e de Franca/Batatais. Formas de relevos mais restritas ocorrem entre as Unidades do Planalto Atlântico que correspondem a Depressão do Médio Paraíba e Pequenas Planícies Fluviais ao longo das principais drenagens.

Essa variedade geomorfológica resulta em grupos de solos com suas principais características e atributos diagnósticos que caracterizam cada classe.

As características pedológicas regionais e locais constantes deste estudo basearam-se principalmente nos seguintes trabalhos: Projeto Radambrasil (1986), Embrapa, (1999), e Oliveira (1999) e no mapa pedológico de Oliveira, (1999), na escala 1:500.000.

V.1.4.1 Pedologia na Área de Influência Indireta

Este item aborda de maneira geral os aspectos regionais (All), mas em face das características descritas a seguir eles também abrangem as outras áreas de influência do empreendimento, a saber, AID/ADA, e que serão detalhadas no item a seguir.

O desenvolvimento dos diferentes tipos de solos é o resultado de um longo processo de interação entre o substrato rochoso, o clima predominante e da cobertura vegetal existentes no local.

Em termos gerais, a classificação utilizada para os solos parte da concepção sistêmica de desenvolvimento do perfil, enquanto corpo contínuo, desde o topo até a base das vertentes. A classificação utilizada é descrita de forma genérica, como base para a compreensão e respectiva avaliação do funcionamento da cobertura perante a atuação dos agentes de intempérie e de intervenções antrópicas modificadoras do meio.

Foram diferenciadas, ao todo, cinco unidades de mapeamento de solos, tendo como principais classes os Latossolos, Argissolos e os Gleissolos. Estão descritas todas as classes de solos que ocorrem nessa área, mesmo aquelas que compreendem apenas a componente secundária ou terciária e inclusões das unidades ou não foram representadas no mapa de solos em face da escala, mas foram observadas em campo. As inclusões são classes que representam uma porcentagem sempre inferior a 20% da unidade e, embora não sejam representadas na legenda do mapa de solos, serão descritas para todas as áreas de influência.

As unidades pedológicas existentes serão descritas em detalhe no **item V.1.4.2**, que aborda as áreas de influência direta e diretamente afetada, sendo abordadas neste capítulo, as características pedológicas, frente os processos erosivos de forma a subsidiar o **item V.1.5 - Geotencia**.

A susceptibilidade a erosão, está diretamente relacionado a quatro fatores principais que são: clima, relevo, natureza do substrato e interferência antrópica.

Embora nas áreas de influência se verifiquem altos índices pluviométricos, cabe ressaltar que a pluviosidade é bem distribuída ao longo do ano, mesmo sendo relativamente freqüente a ocorrência de chuvas torrenciais, com implicações diretas nos processos erosivos.

Segue abaixo a **Tabela V.1.4.1-1**, definindo os graus de susceptibilidade a erosão, estimados a partir do comportamento do solo exposto a precipitação e a descrição de cada classe, conforme EMBRAPA, 1999.

Tabela V.1.4.1-1 - Susceptibilidade a erosão. (*) Conforme EMBRAPA-SNLCS, 1979, Série Miscelânea 1.

Suscetibilidade à Erosão (*)	Descrição da Classe
Li - Ligeira	Terras que apresentam ligeira susceptibilidade à erosão. Compreendem áreas de relevo plano e/ou suave ondulado, que apresentam solos de baixa erodibilidade.
Mo - Moderada	Terras que possuem moderada susceptibilidade à erosão. Compreendem áreas de relevo ondulado que apresentam solos profundos e bem-drenados ou áreas em relevo plano com solos moderadamente drenados, arenosos ou areno-argilosos.
Mo/Fo - Moderada/Forte	Terras que possuem moderada a forte susceptibilidade à erosão. Compreendem áreas de relevo ondulado e forte ondulado que apresentam solos profundos e bem-drenados.
Fo Forte	Terras que possuem forte susceptibilidade à erosão. Compreendem áreas de relevo forte ondulado e ondulado que apresentam solos profundos ou pouco profundos e bem-drenados, com gradiente textural pequeno.
Fo/MF - Forte/Muito Forte	Terras que possuem susceptibilidade à erosão forte e muito forte. Compreendem áreas de relevo forte ondulado ou montanhoso, que apresentam solos pouco profundos ou profundos e, bem e moderadamente drenados.
MF - Muito Forte	Terras que possuem muito forte susceptibilidade à erosão. Compreendem áreas de relevo montanhoso ou forte ondulado, que apresentam solos profundos, bem-drenados e gradiente textural ou solos pouco profundos, moderadamente drenados.
MF/EF - Muito Forte/Extremamente Forte	Terras que possuem susceptibilidade à erosão muito forte a extremamente forte. Compreendem áreas de relevo montanhoso e escarpado que apresentam solos profundos e pouco profundos, bem-drenados, com gradiente textural pequeno.
EF - Extremamente Forte	Terras que possuem susceptibilidade à erosão extremamente forte. Compreendem áreas de relevo escarpado e montanhoso que apresentam solos profundos e pouco profundos, bem-drenados, com gradiente textural pequeno.

A partir do quadro acima e pelas características dos solos presentes nas áreas de influência, podemos destacar as seguintes características dos solos frente aos processos erosivos.

Os Latossolos que são solos profundos, bem drenados, muito porosos, friáveis, e bem estruturado, ocorrem em relevo suave ondulado. São formados a partir da intemperização de rochas eruptivas básicas da formação Serra Geral com contribuição de arenitos e apresenta uma erodibilidade moderada.

Embora sendo solos de baixa fertilidade natural e elevada saturação por alumínio, têm, entretanto ótimo potencial para agricultura, que é condicionado pela ausência de impedimentos físicos à mecanização e relevo de baixa declividade. Requerem, para sua utilização plena, o uso de corretivos químicos.



Fotos V.1.4.1-1 e V.1.4.1-2 - Cultivo diverso e cana em área de relevo suave ondulado e substrato latossólico. Cabe destacar que os planos de manejo adequados também contribuem para a baixa erodibilidade. Coordenadas 276748 / 7505573 e 202811 e 7776543.

Nos Argissolos devemos levar em consideração a variação da textura entre os diferentes horizontes do solo, que se torna mais acentuada quando ocorre mudança textural abrupta. Assim, nos Argissolos de textura arenosa ou média sobre o horizonte B argiloso em relevo suave ondulado o risco de erosão é maior do que naqueles de textura média/argilosa nesse relevo.

Os Argissolos Espessarênico ocorrem em relevo suave ondulado, mas o risco de erosão é maior e por essa razão o grau de susceptibilidade à erosão desses solos é forte.

Os demais Argissolos têm grau de susceptibilidade à erosão moderada porque apesar de apresentar relação textural típica deles, a infiltração das águas das chuvas é mais gradativa e o risco de erosão é menor.

Nos Cambissolos o contraste de textura entre os horizontes A e B é pequeno. Entretanto, como são moderadamente drenados e pouco profundos (contatos do horizonte B com a rocha entre 50 e 100cm da superfície do solo), a penetração das águas das chuvas no perfil do solo, logo que os horizontes A e B estejam saturados corre horizontalmente sobre o horizonte Cr. Por essa razão, e como ocupam relevo suave ondulado a forte ondulado, foram incluídos no grau de suscetibilidade à

erosão Forte. Os impedimentos à mecanização é alto, no período seco e forte no período chuvoso.



Foto V.1.4.1-3 - Área de reflorestamento de eucalipto em relevo montanhoso ou forte ondulado e substrato cambissólico. Observe também erosão em sulcos ao longo da estrada, evidenciando uma maior fragilidade frente aos processos erosivos. Coordenadas 367419 / 7444860.

Para os Neossolos Litólicos a presença do horizonte A assentado diretamente sobre a rocha ou sobre o horizonte “C” ou “Cr”, o impedimento à mecanização é alta no período seco e forte no período chuvoso. Além disto, ocupam áreas de relevo ondulado a forte ondulado contribuindo para incluí-lo no grau de susceptibilidade muito forte. O mesmo ocorre com os Neossolos Regolíticos, que sobre atividade intensiva como exemplo áreas de pastagem com lotação excessiva de animais ou cultivo intensivo retiram a cobertura vegetal favorecendo a erosão hídrica que se torna forte a muito forte.

Os Neossolos Quartzarênicos também são extremamente susceptíveis a erosão hídrica e eólica, que se intensifica com o uso de algumas culturas e pastagens. Em razão de sua constituição arenosa com grãos soltos, condicionando fácil desagregabilidade de seu material constituinte, apresentam moderada suscetibilidade à erosão, apesar de ocorrerem em relevo plano.

Os Gleissolos ocorrem tipicamente em áreas de relevo plano, mal drenados, com susceptibilidade a erosão nula ou ligeira (segundo Embrapa, 1999). Apresentam boa fertilidade e são muito utilizados principalmente nas áreas de extensas planícies para o cultivo de arroz, **Foto V.1.4.1-4.**



Foto V.1.4.1-4 - Cultivo de arroz em área de relevo plano e substrato de gleissolo melânico. Coordenadas 432152 / 7447243.

V.1.4.2 Pedologia na Área de Influência Direta e Área Diretamente Afetada

A caracterização local ao longo do traçado do duto que abrange as áreas de influência AID e ADA, foram baseadas nos trabalhos bibliográficos, EIAs anteriores e das observações dos trabalhos de campo. As referências seguem listadas ao longo do trecho e no final deste capítulo.

No trecho da faixa do duto que abrange desde a porção leste do Estado de São Paulo seguindo para norte até o Estado de Minas Gerais, ocorrem segundo Oliveira, 1999 o predomínio de três ordens de solos que são: os Latossolos, seguidos de Argissolos e Gleissolos e suas subordens que são os Latossolos Vermelho Amarelos, Latossolos Vermelhos, Argissolos Vermelho-Amarelos, Argissolos Vermelhos, Gleissolos Háplicos, Gleissolos melânicos e Neossolos quartzarênicos, bem como unidades não presentes no mapa como os Cambissolos e os Neossolos litólicos e regolíticos.

Segue abaixo a descrição de cada unidade, seguida das observações de campo.

Argissolos

São constituídos por material mineral com argila de atividade baixa e horizonte B textural imediatamente abaixo de horizonte A ou E e apresentando, ainda um horizonte plântico ou horizonte glei, se presente, não está acima nem é coincidente com a parte superficial do horizonte B textural. Esses solos eram conhecidos anteriormente como Podzólico Vermelho-Amarelo.

Dentro das subordens registradas para esta classe de solo na área de influência direta ocorrem os Argissolos Vermelho-Amarelos que apresentam em geral maior relação textural entre os horizontes A ou E, e o horizonte B textural sendo por isso mais susceptível a erosão principalmente nos solos que apresentam mudança textural abrupta. Também é comum neste tipo de solo a presença do caráter arênico

ou espessoarênico, ou seja, a presença de horizonte A + E de textura arenosa e com espessura respectivamente de 50-100 cm e superior a 100 cm.

Os Argissolos são, na sua maioria, solos muito profundos não apresentando impedimento físico a penetração do sistema radicular pelo menos até 200 cm de profundidade. Mesmo a presença de saprolitos em profundidades superiores a 200 cm também não impede o enraizamento, posto que nestes casos tais camadas são espessas e a rocha intemperizada é branda.

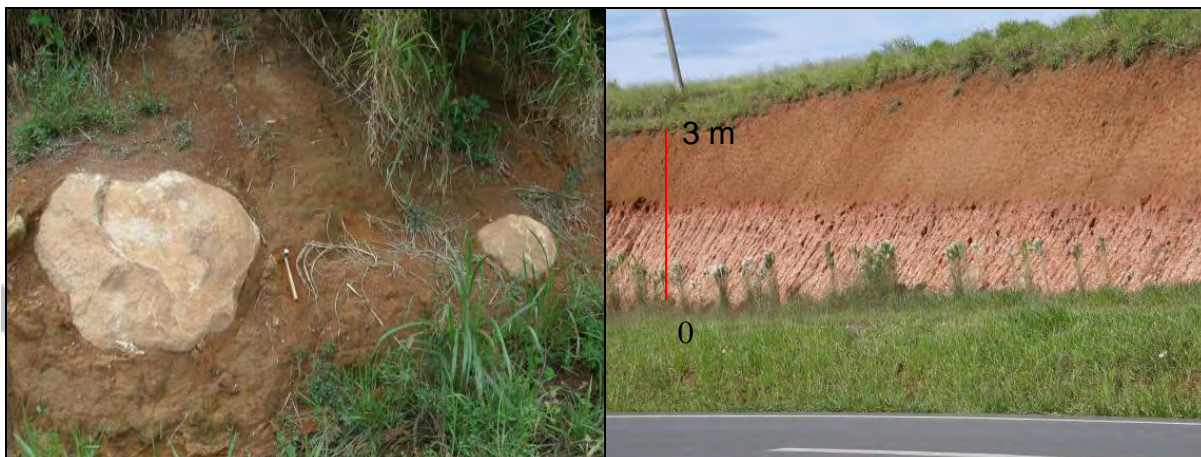
A grande diversidade de atributos de interesse agrônomo – profundidade, textura, eutrofismo, distrofismo, saturação por bases, saturação por alumínio, atividade da argila, cascalhos, calhaus, pedras e matacões, plintita, além da ocorrência nos mais variados relevos, torna difícil generalizar para a classe, como um todo.

Nestes solos pode haver sérias limitações de uso e manejo em face da sua composição variada destacando os de caráter arênico a espessoarênico e nos tipos pedológicos com mudança textural abrupta, devido à maior susceptibilidade à erosão que se intensificam em áreas de maior declividade.

Pedregosidade e texturas cascalhentas têm geralmente ocorrência em condições de relevo mais movimentado, onde os solos são muito susceptíveis à erosão. Eventualmente podem ocorrer associados à presença de matacões os quais interferem na sua utilização. Reflorestamentos, pastagens ou culturas permanentes são os usos mais adequados e tanto mais favorecidos quanto maior o estado de fertilidade do solo.



Fotos V.1.4.2-1 e V.1.4.2-2 - Argissolos sobre rochas do embasamento (migmatitos) e na **Foto V.1.4.2-2**, detalhe do caráter arênico. Coordenadas 339656 / 7450128 e 345340 / 7456445.



Fotos V.1.4.2-3 e V.1.4.2-4 - Argissolo contendo blocos de rocha e na **Foto V.1.4.2-4**, Argissolo sobre rocha sedimentar do Grupo Itararé, horizonte A não é observado somente o horizonte Bt e o C. Coordenadas 349271 / 7447946 e 276749 / 7504352.

Latossolos

Compreendem solos constituídos por material mineral, com horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer um dos tipos de horizonte diagnóstico superficial, exceto H hístico.

São solos em estágio avançado de intemperização, muito evoluídos, como resultado de enérgicas transformações no material constitutivo (salvo minerais pouco alteráveis). Os solos são virtualmente destituídos de minerais primários ou secundários menos resistentes ao intemperismo, e têm capacidade de troca de cátions baixa, inferior a 17 cmol/kg de argila sem correção para carbono, comportando variações desde solos predominantemente cauliniticos, com valores de Ki mais altos, em torno de 2,0, admitindo o máximo de 2,2, até solos oxídicos de Ki extremamente baixo.

As cores destes solos variam fortemente quando bem drenados. Embora ocorram variedades que têm cores pálidas, de drenagem moderada, ou até mesmo imperfeitamente drenados, transicionais para condições de maior grau de gleização.

Com relação à espessura são normalmente muito profundos, sendo a espessura do solum raramente inferior a um metro. Tem sequência de horizontes A, B, C, com pouca diferenciação de horizontes, e transições normalmente difusas ou graduais. Em distinção às cores mais difusas do A, o horizonte B tem aparência mais viva, as cores variando desde amarelas ou mesmo bruno-acinzentadas até vermelho-escuro-acinzentadas, nos matizes 2,5YR a 10YR, dependendo da natureza, forma e quantidade dos constituintes - normalmente óxidos e hidróxidos de ferro - segundo condicionamento de regime hídrico e drenagem do solo, dos teores de ferro na rocha de origem e se a hematita é herdada dele ou não.

No horizonte C, comparativamente menos colorido, a expressão cromática é bem variável, mesmo heterogênea, dada a natureza mais saprolítica. O incremento de argila do A para o B é pouco expressivo e a relação textural B/A não satisfaz os requisitos para B textural. De um modo geral, os teores da fração argila no solum aumentam gradativamente com a profundidade, ou permanecem constantes ao longo do perfil. Tipicamente, é baixa a mobilidade das argilas no horizonte B, ressaltados compartimentos atípicos, de solos desenvolvidos de material arenoso quartzoso, de constituintes orgânicos ou com pH positivo ou nulo.

São, em geral, solos fortemente ácidos, com baixa saturação por bases, distróficos ou álicos. Ocorrem, todavia, solos com média e até alta saturação por bases, encontrados geralmente em zonas que apresentam estação seca pronunciada, semi-áridas ou não, como, também, em solos formados a partir de rochas básicas.



Foto V.1.4.2-5 - Latossolo vermelho-amarelo, barranco em corte de estrada.
Coordenada 327763 / 7462029.

Gleissolos

São solos caracterizados pela presença do horizonte glei (cinzento) dentro de 150 cm de profundidade, imediatamente abaixo de horizonte A ou E, desde que não apresente características de horizonte vértico ou horizonte B textural com mudança textural abrupta acima ou coincidente. Caso contrário aquele perderá a condição de horizonte glei, pois qualquer dos últimos possui precedência taxonômica sobre si.

Os solos desta classe são permanente ou, periodicamente saturados por água, salvo se artificialmente drenados. A água de saturação pode permanecer estagnada internamente, ou ocorre saturação por fluxo lateral no solo. Em qualquer circunstância, a água do solo pode se elevar por ascensão capilar, atingindo a superfície do mesmo.

Caracterizam-se pela forte gleização, em decorrência do regime de umidade redutor, que se processa em meio anaeróbico, com muita deficiência ou mesmo ausência de oxigênio, devido ao encharcamento do solo por longo período ou durante o ano inteiro.

O processo de gleização implica na manifestação de cores acinzentadas, azuladas ou esverdeadas, devido a compostos ferrosos resultantes da escassez de oxigênio causada pelo encharcamento. Provoca, também, a redução e solubilização do ferro, promovendo translocação e reprecipitação dos seus compostos.

São solos mal ou muito mal drenados, em condições naturais, que apresentam seqüência de horizontes A-Cg, A-Big-Cg, A-Btg-Cg, A-E-Btg-Cg, A-Eg-Bt-Cg, Ag-Cg, H-Cg, tendo o horizonte A cores desde cinzentas até pretas, espessura normalmente entre 10 e 50 cm e teores médios a altos de carbono orgânico.

São solos que ocasionalmente podem ter textura arenosa (areia ou areia franca) somente nos horizontes superficiais, desde que seguidos de horizonte glei de textura franco arenosa ou mais fina. Aforam os horizontes A, H ou E que estejam presentes, a estrutura é em blocos ou prismática composta ou não de blocos angulares ou subangulares. Quando molhado, o horizonte apresenta-se, em geral, com aspecto maciço.

Definição: solos constituídos por material mineral, que apresentam A chernozêmico seguido por:

- Horizonte B incipiente, B textural ou B nítico, com argila de atividade alta e saturação por bases alta; ou
- Horizonte cálcico ou com caráter carbonático, coincidindo com o horizonte A chernozêmico e/ou com horizonte C, admitindo-se entre os dois, horizonte Bi com espessura < 10cm; ou
- Contato lítico desde que o horizonte A chernozêmico contenha 15% ou mais de carbonato de cálcio equivalente.

Cambissolos

Relativo ao grupamento de solos pouco desenvolvidos com horizonte B incipiente. Os Cambissolos são constituídos por material mineral, que apresenta horizonte A ou hístico com espessura <40 cm, seguido de um horizonte B, incipiente e deve satisfazer os seguintes requisitos:

- B incipiente não coincidente com horizonte glei dentro de 50 cm da superfície do solo;
- B incipiente não coincidente com o horizonte plântico;

- B incipiente não coincidente com horizonte vértico dentro de 100 cm da superfície do solo; e não apresentar a conjugação de horizonte A chernozêmico e horizonte B incipiente com alta saturação por bases e argila de atividade alta.

A maior parte dos Cambissolos do Estado ocorre em duas situações bem distintas: A mais extensa ocorre em áreas de relevo bastante acidentado variando de forte ondulado a escarpado, enquanto a outra é representada por terrenos planos de planícies aluviais, cabe destacar que as duas situações ocorrem na área do empreendimento.

A textura deste solo normalmente varia muito pouco ao longo do perfil e os teores de silte são, em geral, relativamente elevados. As terras com as características geomorfológicas e pedológicas deste domínio apresentam alta suscetibilidade aos processos erosivos e quando em terrenos planos possibilidade de inundações.

E comum neste tipo de solo a presença do horizonte Cr (saprolito) constituído por rocha parcialmente intemperizada a profundidades inferiores a 1,5 metros.



Fotos V.1.4.2-6 e V.1.4.2-7 - Cambissolos háplicos, na **Foto V.1.4.2-6** presença de matações no horizonte C saprolítico e na **Foto V.1.4.2-7**, colúvio sobre o cambissolo. Coordenadas 345436 / 7451078 e 378438 / 7442092. Susceptibilidade a erosão nestes tipos de solo é muito alta.

Neossolos

Compreendem solos constituídos por material mineral ou por material orgânico pouco espesso com pequena expressão dos processos pedogenéticos em consequência da baixa intensidade de atuação destes processos, que não conduziram, ainda, a modificações expressivas do material originário, de características do próprio material, pela sua resistência ao intemperismo ou composição química, e do relevo, que podem impedir ou limitar a evolução desses solos.

Foram observados na Área de Influência Direta e na Área Diretamente Afetada os neossolos litólicos, regolíticos e quartzarênicos e que serão descritos a seguir:

Os Neossolos Litólicos têm o horizonte A ou O hístico com menos de 40 cm de espessura, assentam diretamente sobre rocha ou sobre horizonte C ou Cr ou sobre material com 90% (por volume) ou mais de sua massa constituída por fragmentos de rochas com diâmetro maior que 2 mm (cascalho, calhaus e matações) e que apresentam contato lítico dentro de 50 cm da superfície do solo.

Admite um horizonte B em início de formação cuja espessura não satisfaz a qualquer tipo de horizonte B diagnóstico. São por definição solos que apresentam reduzida profundidade efetiva. Essa condição limita seu uso com agricultura devido ao reduzido volume de terra disponível para o ancoramento das plantas e para a retenção de umidade.

Como em sua maioria os Neossolos Litólicos ocorrem em relevo forte ondulado ou montanhoso são muito suscetíveis à erosão e apresentam sérias limitações a trafegabilidade. Seu uso requer, portanto, atenção especial no que diz respeito aos tratos conservacionistas.

São solos bem providos de nutrientes, especialmente aqueles que derivam de rochas básicas.

Os Neossolos Regolíticos são por definição solos que apresentam profundidade efetiva maior que 50 cm em contraste com os litólicos que possuem profundidade efetiva < 50cm. Essa condição restringe seu uso com agricultura devido ao reduzido volume de terra disponível para o ancoramento das plantas e para a retenção de umidade. Como em sua maioria os Neossolos Regolíticos ocorrem em relevo ondulado a forte ondulado são igualmente muito suscetíveis à erosão e apresentam sérias limitações a trafegabilidade. Seu uso requer, portanto, atenção especial no que diz respeito aos tratos conservacionistas.

Quando derivados de rochas básicas, são solos bem providos de nutrientes, ou solos mais pobres quimicamente quando derivados de rochas ácidas.

Os Neossolos Quartzarênicos se caracterizam por não apresentar contato lítico dentro de 50 cm de profundidade e apresentam textura areia ou areia franca nos horizontes até a profundidade de 150cm a partir da superfície do solo ou até o contato lítico.



Fotos V.1.4.2-8 e V.1.4.2-9 - Neossolo regolítico, sobre rochas da suíte granítica, **Foto V.1.4.2-9** detalhe da espessura do horizonte superficial > 50 cm. Coordenadas 325489 / 7465058.



Fotos V.1.4.2-10 e V.1.4.2-11 - **Foto V.1.4.2-10** Neossolo litólico sobre rochas basálticas da Fm. Serra Geral e **Foto V.1.4.2-11** - Neossolo Quartzarênico sobre sedimentos arenosos do Grupo São Bento, Fm. Botucatu / Pirambóia. Coordenadas 243490 / 7594196 e 231097 / 7626253.

V.1.4.3 Aptidão Agrícola

A avaliação da Aptidão Agrícola tem como finalidade a indicação do potencial das terras para diferentes tipos de uso, resultando numa relação custo/benefício favorável sob o ponto de vista tanto econômico como ambiental. Servindo de base para um planejamento agrícola calcado em várias opções fornecidas de forma a respeitar não somente o fator uso agrícola, mas as condições sócio-econômicas e ambientais.

Este sistema de avaliação tem como premissa os resultados de levantamentos sistemáticos e consiste, fundamentalmente, na avaliação das condições agrícolas das terras, sintetizadas em cinco qualidades básicas, visando à identificação do uso mais intensivo possível sob diferentes tipos de manejo, que abrange não somente as lavouras, mas também a pastagem plantada, a silvicultura, o reflorestamento e a pastagem natural, indicando ainda as áreas para esses tipos de utilização.

Este estudo foi elaborado a partir de dados secundários e das observações de campo, para tanto foram efetuados o levantamento, a análise e a sistematização do material básico disponível com relação às características dos solos e seus fatores de formação, especialmente material de origem, relevo e clima. Foram ainda utilizados a base cartográfica do IBGE, na escala de 1:50.000, os mapas de solo e de uso do solo na escala 1:100.000.

As bases principais para elaboração deste texto foram os trabalhos de Ramalho Filho, et al, (1994), Ranzani, (1969), Moniz, (1972) e no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999) e demais publicações normativas listadas nas referências.

A partir da interpretação dos trabalhos existentes e da elaboração do mapa pedológico e das informações coletadas nos trabalhos de campo, foram conceituadas e ajustadas as unidades de mapeamento de solos e elaborado o presente item informativo, abrangendo a caracterização dos solos, seu grau de erodibilidade e sua classificação quanto à capacidade de uso das terras.

V.1.4.3.1 Avaliação da Aptidão Agrícola

São divididas em grupo, classes e subclasses, que leva em conta o sistema de manejo e intensidade de uso, divididos em A (baixo nível tecnológico), B (médio nível tecnológico) e C (alto nível tecnológico), as classes de aptidão (baseadas no grau de limitação ao uso), classes I a VIII e da natureza da limitação de uso, divididos em função de cinco qualidades básicas (fertilidade natural, excesso de água, deficiência de água, susceptibilidade à erosão e impedimentos à mecanização) e da intensidade de limitação que persistir após a utilização de práticas agrícolas inerentes aos sistemas de manejo.

Níveis de Manejo Considerados

As práticas agrícolas são divididas em três níveis de manejo, visando diagnosticar o comportamento das terras em diferentes níveis tecnológicos, que se enquadram num contexto específico, técnico, social e econômico. Sua indicação é feita através das letras A, B e C, as quais podem aparecer na simbologia da classificação escritas de diferentes formas, segundo as classes de aptidão que apresentam as terras, em cada um dos níveis adotados.

Nível de manejo A (primitivo)

Baseado em práticas agrícolas que refletem um baixo nível tecnológico-cultural. Praticamente não há aplicação de capital para manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras. As práticas agrícolas dependem fundamentalmente do trabalho braçal, podendo ser utilizada alguma tração animal com implementos agrícolas simples.

Nível de manejo B (pouco desenvolvido)

Baseado em práticas agrícolas que refletem um nível tecnológico médio. Caracteriza-se pela modesta aplicação de capital e de resultados de pesquisas para manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras. As práticas agrícolas neste nível de manejo incluem calagem e adubação com NPK, tratamentos fitossanitários simples, mecanização com base principalmente na tração animal.

Nível de manejo C (desenvolvido)

Baseado em práticas agrícolas que refletem um alto nível tecnológico. Caracteriza-se pela aplicação intensiva de capital e de resultados de pesquisas para manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras. A motomecanização está presente nas diversas fases da operação agrícola.

Os níveis B e C envolvem melhoramentos tecnológicos em diferentes modalidades, contudo não leva em conta a irrigação, na avaliação da aptidão agrícola das terras. No caso da pastagem plantada e da silvicultura, está prevista uma modesta aplicação de fertilizantes, defensivos e corretivos, que corresponde ao nível de manejo B. Para a pastagem natural, está implícita uma utilização sem melhoramentos tecnológicos, condição que caracteriza o nível de manejo A.

As terras consideradas passíveis de melhoramento parcial ou total, mediante a aplicação de fertilizantes e corretivos, ou o emprego de técnicas como drenagem, controle à erosão, proteção contra inundações, remoção de pedras, etc., são classificadas de acordo com as limitações persistentes, tendo em vista os níveis de manejo considerados. No caso do nível de manejo A, a classificação é feita de acordo com as condições naturais da terra, uma vez que este nível não prevê técnicas de melhoramento.

Classes de Aptidão Agrícola

As classes expressam a aptidão agrícola das terras para um determinado tipo de utilização, com um nível de manejo definido, dentro do subgrupo de aptidão. Refletem o grau de intensidade com que as limitações afetam as terras. São definidas em termos de graus, referentes aos fatores limitantes mais significativos. Esses fatores, que podem ser considerados subclasses, definem as condições agrícolas das terras.

Os tipos de utilização em pauta são lavouras, pastagem plantada, silvicultura e pastagem natural e as classes de aptidão são denominadas boa, regular, restrita e inapta, para cada tipo de utilização indicado.

Classe Boa

Terras sem limitações significativas para a produção sustentada de um determinado tipo de utilização, observando as condições do manejo considerado. Há um mínimo de restrições que não reduzem a produtividade ou os benefícios expressivamente e não aumentam os insumos acima de um nível aceitável.

Classe Regular

Terras que apresentam limitações moderadas para a produção sustentada de um determinado tipo de utilização, observando as condições de manejo considerado. As limitações reduzem a produtividade ou os benefícios, elevando a necessidade de insumos, de forma a aumentar as vantagens globais a serem obtidas do uso. Ainda que atrativas essas vantagens sejam sensivelmente inferiores àquelas auferidas das terras de classe boa.

Classe Restrita

Terras que apresentam limitações fortes para a produção sustentada de um determinado tipo de utilização, observando as condições de manejo considerado. Essas limitações reduzem a produtividade ou os benefícios, ou então aumentam os insumos necessários, de tal maneira que os custos só seriam justificados marginalmente.

Classe Inapta

Terras que apresentam condições que parecem excluir a produção sustentada do tipo de utilização em questão. Ao contrário das demais, esta classe não é representada por símbolos. Sua interpretação é feita pela ausência das letras no tipo de utilização considerado.

As terras consideradas inaptas para lavouras têm suas possibilidades analisadas para usos menos intensivos (pastagem plantada (P), silvicultura (S) ou pastagem natural (N)). No entanto, as terras classificadas como inaptas para os diversos tipos de utilização considerados são, como alternativa, indicadas para a preservação da flora e da fauna, recreação ou algum outro tipo de uso não agrícola.

Trata-se de terras ou paisagens pertencentes ao grupo C, nas quais deve ser estabelecida ou mantida uma cobertura vegetal, não só por razões ecológicas, mas também para proteção de áreas contíguas agricultáveis.

O enquadramento das terras em classes de aptidão resulta da interação de suas condições agrícolas, do nível de manejo considerado e das exigências dos diversos tipos de utilização.

Serão descritos a seguir condições agrícolas das terras de forma a definir a avaliação da capacidade de uso em relação as suas aptidões e limitações.

Condições Agrícolas das Terras - subclasses

Para a análise das condições agrícolas das terras, toma-se hipoteticamente como referência um solo que não apresente problemas de fertilidade, deficiência de água e oxigênio, não seja suscetível à erosão e nem ofereça impedimentos à mecanização.

Como normalmente as condições das terras fogem a um ou vários desses aspectos estabeleceram-se diferentes graus de limitação dessa variação.

A **Tabela V.1.4.3.1-1** mostra os fatores utilizados para avaliar as condições agrícolas das terras neste estudo.

Tabela V.1.4.3.1-1 - Fatores utilizados para avaliar as condições agrícolas das terras e respectivos símbolos.

Símbolo	Fator de limitação
e	Suscetibilidade à erosão
s	Limitações do solo
a	Excesso de água ou deficiência de oxigênio

Além das características inerentes ao solo, implícitas nesses cinco fatores, tais como textura, estrutura, profundidade efetiva, capacidade de troca de cátions, saturação de bases, teor de matéria orgânica, pH, etc., outros fatores ecológicos, como temperatura, umidade, pluviosidade, luminosidade, topografia, cobertura vegetal, etc., são também considerados na avaliação da aptidão agrícola.

De modo geral, a avaliação das condições agrícolas das terras é feita em relação a vários fatores, muito embora alguns deles atuem de forma mais determinante, como a declividade, pedregosidade ou profundidade, que por si já restringem certos tipos de utilização, mesmo com tecnologia avançada.

Avaliação da Capacidade de Uso

A **Tabela V.1.4.3.1-2** abaixo ilustra a definição das categorias utilizadas no mapa de aptidão agrícola, apresentado no **Anexo 4**, define as classes e suas principais características presentes na All.

Tabela V.1.4.3.1-2 - Grupos, classes de Aptidão Agrícola e características.

Grupo	Classe e Subclasse (*)	Aptidão e Limitações
A - Terras passíveis de serem utilizadas com culturas anuais, perenes, pastagens, vida silvestre e/ou reflorestamento.	II	Terras cultiváveis com técnicas simples de conservação.
	IIs	Terras com ligeiras limitações por solos.
	Iles	Terras com ligeiras limitações por erosão e solos.
	III	Terras cultiváveis com técnicas intensas ou complexas de conservação.
	IIla	Terras com moderadas limitações por excesso de umidade no solo.
	IIles	Terras com moderadas limitações por erosão e solos.
	IV	Terras cultiváveis apenas ocasionalmente ou em extensão limitada, com sérios problemas de conservação.
	IV a	Terras com fortes limitações por excesso de umidade no solo.
	IVes	Terras com fortes limitações por erosão e solos.
B - Terras normalmente impróprias para cultivos intensivos, mas adaptadas para pastagens, reflorestamentos e/ou proteção da flora e vida silvestre.	V	Terras adaptadas em geral para pastagens e, em alguns casos, para reflorestamento, sem necessidade de práticas especiais de conservação.
	Vsa	Terras com severas limitações por solos e por excesso de umidade no solo.
	VI	Terras adaptadas para pastagens e/ou reflorestamento, com práticas especiais de conservação. São cultiváveis apenas em casos especiais de culturas permanentes protetoras do solo.
	Vles	Terras com moderado risco de erosão, fortes limitações de solos.
	VII	Terras adaptadas somente para pastagens e/ou reflorestamento, com práticas especiais de conservação.
	VIIes	Terras com fortes riscos de erosão e limitações de solos
C - Terras impróprias para cultivos anuais, perenes, pastagens ou reflorestamento. Apropriadas para proteção da flora e da fauna, recreação ou armazenamento de água.	VIII	Terras impróprias para culturas, pastagem ou reflorestamento, podendo servir de abrigo e proteção da flora e fauna silvestres, como ambiente para recreação, ou para fins de armazenamento de água.
	VIIIes	Terras com risco de erosão muito forte e extremamente forte e fortes limitações de solos.

Nota: Subclasse e - limitações pelo risco de erosão; Subclasse s - limitações de solos; Subclasse a - limitações por excesso de água; (*) Conforme LEPSCH, I. F. *et al.*, 1991 Fonte: Compilado Moniz, 1972 e Ranzani, 1969.

A **Tabela V.1.4.3.1-3** apresenta as características das classes de Capacidade de Uso das Terras.

Tabela V.1.4.3.1-3 - Classes de Capacidade de Uso de principais características.

Capacidade de Uso	Características
IIs3	Terras produtivas com relevo plano a suave ondulado, com ligeiro risco de erosão (maior nos latossolos de textura média), boa profundidade efetiva, bem drenados, fertilidade natural baixa e pequena capacidade de retenção de nutrientes.
IIs34	Terras produtivas com relevo plano ou suave ondulado, com ligeiro risco de erosão (maior nos latossolos de textura média), boa profundidade efetiva, bem drenados, fertilidade natural baixa e pequena capacidade de retenção de nutrientes.
IIs345	Terras produtivas com relevo plano ou suave ondulado, com ligeiro risco de erosão (maior nos latossolos de textura média), boa profundidade efetiva, bem drenados, fertilidade natural baixa e pequena capacidade de retenção de nutrientes. Podendo apresentar argilas expansivas e nas áreas de baixada podem apresentar lençol freático raso.
IIs234	Terras produtivas com relevo suave ondulado, com ligeiro risco de erosão, boa profundidade efetiva, bem drenados, fertilidade natural baixa e pequena capacidade de retenção de nutrientes.
Ile5s34	Terras produtivas com relevo suave e plano, ligeiro risco de erosão, boa profundidade efetiva, fertilidade natural baixa. Podem apresentar baixa permeabilidade e gradiente textural.
IIIs34a12	Terras praticamente planas com limitações ligeiras a moderadas por excesso de umidade, com pequeno risco de inundação ocasional. Uma vez instalado o sistema de drenos, a manutenção é facilitada.
IIle23s23	Terras com relevo suave ondulado, com ligeiro risco de erosão, boa profundidade efetiva, bem drenados, fertilidade natural baixa e pequena capacidade de retenção de nutrientes. Nas áreas de encostas, possuem declives longos com moderado a médio risco de erosão.
IIle3s23	Terras com declividade moderada (suave ondulado a ondulado), com risco moderado de erosão, podendo apresentar erosão laminar moderada e/ou sulcos superficiais. Apresenta geralmente boa profundidade efetiva, fertilidade natural baixa.
IIle35s34	Terras com declividade baixa a moderadas (suave ondulado a ondulado), com risco elevado de erosão sob cultivos intensivos, podendo apresentar erosão laminar moderada e/ou sulcos superficiais. Possuem gradiente textural, boa profundidade efetiva e fertilidade natural baixa.
IIle24s34	Terras com declividades baixas (ondulado e suave ondulado), com riscos elevados à erosão sob cultivos intensivos, podendo apresentar erosão laminar moderada e/ou sulcos superficiais.

Capacidade de Uso	Características
	Apresentam boa profundidade efetiva e fertilidade natural baixa. Podem ocorrer mudança textural abrupta.
IIIe235s34	São terras com declividade moderada, suave ondulado ou ondulado. Apresenta risco elevado de erosão sob cultivo intensivo, podendo apresentar erosão laminar moderada ou sulcos superficiais. Podem apresentar gradiente textural e/ou declives longos, boa profundidade e fertilidade natural baixa. Podem apresentar horizonte superficial arenoso.
IV e123s34	Terras com declividade moderada e forte, relevo ondulado e forte ondulado, com riscos elevados de erosão, sob cultivos intensivos, podendo apresentar erosão laminar moderada e/ou sulcos superficiais. Possuem declive acentuado ou longos e gradiente textural. Apresentam boa profundidade efetiva e fertilidade natural baixa e média.
IVe23s34	Terras muito limitadas por erosão para cultivos intensivos, com declives acentuados (forte ondulado ou ondulado), podendo apresentar erosão em sulco muito freqüentes. Apresentam média ou boa profundidade efetiva e moderada restrição à mecanização e baixa fertilidade natural.
IVe12s34	Terras muito limitadas por erosão para cultivos intensivos, com declives acentuados (forte ondulado a montanhoso), podendo apresentar erosão em sulco muito freqüentes. Apresentam baixa a média profundidade efetiva, alta restrição à mecanização e baixa fertilidade natural.
IVs34a123	São terras praticamente planas apresentando limitações moderadas por excesso de umidade, com risco de inundação ocasional, lençol freático elevado e deficiência de oxigênio no solo, impedindo o cultivo contínuo e a mecanização. São solos com fertilidade natural baixa e média. Incluem solos com horizonte superficial arenoso.
Vle12456s34	Terras impróprias para cultivos intensivos, apresentando susceptibilidade a erosão moderada sob pastagens, mesmo em áreas com declividade acentuada. Relevo ondulado a forte ondulado. Risco de erosão é muito forte podendo apresentar freqüentemente sulcos rasos. Sua profundidade efetiva varia de boa a média, baixa fertilidade natural e podem apresentar mudança textural abrupta ou baixa permeabilidade.
VIIe12s4	Terras impróprias para cultivos intensivos, podendo ser adaptadas para reflorestamento ou pasto. Apresenta relevo forte ondulado e montanhoso, o risco a erosão é muito forte, a profundidade efetiva varia de média a baixa.
VIIe6s34	Terras impróprias para cultivos intensivos, podendo ser adaptadas para reflorestamento ou pasto. Apresenta relevo suave ondulado e plano, sendo muito susceptíveis a erosão por cultivo intensivo e mesmo pastagem podem resultar na formação de sulcos erosivos que podem evoluir para voçorocas. São solos bem drenados e

Capacidade de Uso	Características
	baixa fertilidade natural.
VIIe125s1234	Terras impróprias para cultivos intensivos, podendo ser adaptadas para reflorestamento ou pasto. Apresenta relevo forte ondulado e montanhoso, o risco a erosão é muito forte, a profundidade efetiva varia de média a baixa, pedregosidade e rochiosidade impendem a mecanização. Podem ainda apresentar sulcos profundos de erosão.
VIIIe13s234	Terras impróprias para qualquer tipo de cultivo, incluindo florestas comerciais. Possuem relevo muito acentuado (escarpado e montanhoso). Podem apresentar sulcos profundos, ravinas e voçorocas. Incluem também solos rasos e afloramentos de rochas, sendo áreas sujeitas a escorregamentos e queda de blocos. São geralmente áreas protegidas por Lei como APPs.

Nota: subclasse e: 1 - declive acentuado; 2 - declive longo; 3 - gradiente textural; 4 - mudança textural abrupta; 5 - permeabilidade baixa e 6 - horizonte superficial arenoso / subclasse s: 1 - pouca profundidade; 2 - textura arenosa em todo perfil; 3 - pedregosidade e/ou rochiosidade; 4 - baixa saturação por bases e/ou baixa capacidade de troca catiônica; 5 - argilas expansivas / subclasse a: 1 - lençol freático elevado; 2 - risco de inundação; 3 - deficiência de oxigênio no solo;

Fonte: Modificado de LEPSCH, I. F. *et al.*, 1991

Apresenta-se, na **Tabela V.1.4.3.1- 4**, a seguir, a correspondência entre as classes de capacidade de uso das terras e as unidades de mapeamento de solos encontradas na All do empreendimento.

Tabela V.1.4.3.1- 4 - Correlação entre os tipos de solos presentes na All e a Capacidade de Uso da Terra.

Grupo de Cap. de Uso das Terras	Classificação da Capacidade De Uso	Unidade de Mapeamento De Solos
A	IIs3	LV-33, LV-38
	IIs34	LV-14, LV-15, LV-27, LV-22, LV-04, LV-59, LV-17, LV-01, LV-11, LV-51, LV-69, LVA-31, LVA-34, LVA-38, LVA-28, LVA-25, LVA-09, LVA-07, LVA-04
	IIs234	LV-66
	IIs345	LVA-40
	Ile5s34	LVA-55
	IIIe3s23	LV-79, LV-21
	IIIe23s23	LV-23
	IIIe235s34	PVA-13, PVA-20

Grupo de Cap. de Uso das Terras	Classificação da Capacidade De Uso	Unidade de Mapeamento De Solos
	IIIe24s34	PVA-58
	IIIe35s34	LV-12, LV-18
	IIIs34a12	LVA-44
	IVe123s34	LVA-49, PVA-41, PVA-26
	IVe23s34	LV-32, LVA 17
	IVe12s34	LVA-23, LVA-16, LVA-32, LVA-01
	IVs34a123	GX-07, GX-12, GM, RQ-08
B	VIIe6s34	RQ-01 e RQ-08
	Vle12456s34	PVA-27, PVA-83, PVA-66
	VIIe12s4	PVA-08
	VIIe125s1234	PVA-22, PVA-44
C	VIIIe13s234	PVA- 55

Observando a **Tabela V.1.4.3.1- 4**, nota-se que a maioria das terras presentes na AI, classificadas como Grupo A de Capacidade de Uso, são aptas para culturas de ciclo longo, ciclo curto, pastagens e reflorestamento, abrangendo uma área de 421.246,8 ha, ou seja, 79,8 % da AI. As terras classificadas como Grupo B, boas apenas para pastagens e reflorestamento, ocupam 80.042,2 ha, o que representa 15,1 % da AI. Já as terras enquadradas no Grupo C são inaptas para culturas em geral, pastagens e silvicultura, devem, portanto, ser destinadas à proteção da flora e da fauna, à recreação ou ao armazenamento de água, compreendendo 26.939,9 ha, apenas 5,1 % da AI.

V.1.5 Geotecnia

A avaliação geotécnica tem por objetivo subsidiar as obras e projetos existentes na área do empreendimento através da análise das informações do meio físico, associadas com as possíveis interferências antrópicas para a execução da obra e que refletem uma tendência de comportamento dos terrenos frente às solicitações para a implantação do empreendimento.

De uma maneira geral podemos destacar que os terrenos abrangidos ao longo da Área de Influência Indireta do projeto SEDA, apresentam diferenciados comportamentos e propriedades geotécnicas, que refletem as interações entre os condicionantes do meio físico, tais como: litologias e sua evolução tectônica; tipos de solos, resultantes do intemperismo e pedogênese do substrato rochoso; coberturas inconsolidadas; além dos fatores relacionados ao uso e ocupação dos terrenos e, os fatores climáticos.

Como condicionantes dos processos de desestabilização de taludes sejam rochosos ou em material saprolítico o caráter estrutural tem fundamental importância, seja a nível local ou regional, já que as condicionantes estruturais mesmo em taludes terrosos condicionam a evolução físico-intempérica dos solos residuais, bem como as diretrizes regionais de drenagem, sendo de vital importância para a definição dos projetos e obras a serem executados.

A natureza do substrato rochoso, aliado as suas características morfológicas que envolvem a modelagem do relevo, classe de declividade e fatores climáticos, origina tipos pedológicos que são mais ou menos susceptíveis aos processos de dinâmica superficial, seja por interferências antrópicas ou não.

A metodologia dos trabalhos realizados para as áreas de influência consistiu na consulta do Mapa Geotécnico do IPT, (1994) na escala 1:500.000 e que será a base cartográfica, análise de imagens de satélite, na escala 1:75.000, mapas topográficos na escala 1:50.000, trabalhos científicos e consulta a relatórios anteriores efetuados ao longo da área abrangida com destaque para os estudos efetuado pela empresa Biodinâmica em 2006, EIA RIMA no trecho do gasoduto Caraguatatuba - Taubaté e o Relatório Ambiental da empresa TerraByte de 2007, trecho do duto OSBRA, vide referências bibliográficas.

V.1.5.1 Geotecnia na Área de Influência Indireta

Para ilustrar as classes geotécnicas abrangidas pelo empreendimento foi utilizado o Mapa Geotécnico do IPT (1994), na escala 1:500.000, (vide **Anexo 5** - Mapa Geotécnico) inserindo o empreendimento em oito classes geotécnicas distintas que são:

Terrenos de muito alta suscetibilidade à erosão por sulcos, ravinas e boçorocas

São áreas de grande fragilidade em face destes processos erosivos seu substrato geológico é formado por arenitos Grupo Bauru, Formação Pirambóia, Formação Botucatu e depósitos recentes, os solos predominantes são os argissolos de textura arenosa média. O relevo característico é representado por colinas médias, morrotes e morros, com declividades variando entre 12 e 20%. A drenagem é entalhada e com alta densidade.

Os problemas decorrentes do desenvolvimento destes processos erosivos afetam tanto as atividades rurais, quanto as urbanas. Podem ser desencadeados a partir de simples desmatamentos, de manejos incorretos dos solos agrícolas ou, como é mais frequente, de lançamentos concentrados de águas superficiais (pluviais ou servidas), sem medidas e obras de controle adequadas. Estão quase sempre associados à construção de estradas e à ocupação urbana (loteamentos e conjuntos habitacionais).

Alta Susceptibilidade a erosão nos solos superficiais induzidos por movimentos de terra

A erosão mais comum nesta unidade é a que se manifesta por sulcos e ravinas, ocorrendo no domínio das rochas cristalinas do embasamento, a partir da retirada do solo superficial, o que propicia a exposição do seu solo de alteração (também citado como solo saprolítico ou horizonte C).

Existem diferenças na erodibilidade entre os solos de alteração das várias rochas do embasamento cristalino do Estado, ditadas pela própria litologia e suas estruturas, e pelas condicionantes climáticas, em especial, a pluviosidade. Estas diferenças podem resultar numa futura subcompartimentação desta unidade, em escala compatível e obrigatoriamente associada a recomendações mais específicas para o uso de cada subunidade assim diferenciada.

Contudo, estas mesmas diferenças se mostram pouco significativas se comparadas com a extremamente baixa erodibilidade dos solos superficiais lateríticos que capeiam e originalmente protegem estes solos de alteração (horizonte C). Este verdadeiro manto de proteção, de pequena espessura (quase nunca ultrapassa 2m), é freqüentemente removido na maioria das ações necessárias para a implementação dos vários tipos de uso do solo, com destaque, mais uma vez, para as atividades do uso urbano.

Alta Susceptibilidade a erosão por sulcos, ravinas e boçorocas de grande porte, predominantemente induzidas por concentração de escoamento superficial

A erosão nesta unidade é desencadeada, na maioria das vezes, por ações antrópicas mais drásticas do que apenas o desmatamento. Resultam basicamente de atividades que concentram o escoamento das águas pluviais à meia-encosta, lançadas sem as devidas medidas de proteção ou, em linhas de drenagem natural, em trechos de leito instável.

A ocorrência dos problemas, portanto, está intimamente associada a usos mais intensos, como expansão urbana e obras viárias, quando conduzidos inadequadamente.

As boçorocas são menos freqüentes, no entanto, quando ocorrem, tendem a atingir dimensões muito maiores, principalmente em relação à profundidade, que pode alcançar dezenas de metros, em consequência da espessura dos solos e da localização profunda do nível d'água.

A maior parte dos terrenos desta unidade situa-se no Planalto Ocidental e nas Cuestas Basálticas. Sua principal característica é a presença de solos espessos e homogêneos, de textura arenosa média, do tipo latossolo, e areia quartzosa, em áreas de relevo suave, com declividade média inferior a 6%. A drenagem é de média a baixa densidade, com vales abertos. O nível d'água é profundo ao longo de toda a encosta, em torno de 20 a 30m.

O substrato rochoso é constituído por arenitos de diversas unidades geológicas, destacando-se as formações Adamantina, Botucatu, Pirambóia, Itararé e outras mais recentes, como-Itaqueri, Rio Claro etc.

Alta Susceptibilidade a escorregamentos (naturais e induzidos), rochas do embasamento cristalino

São os terrenos nos quais estes processos naturais ocorrem em suas porções restritas de relevo mais enérgico, com frequência muito menor que na unidade anterior. Entretanto, o uso mais intensivo do solo nestes terrenos, associado à ausência de critérios orientativos adequados para esta ocupação, provoca maior número de ocorrências de movimentos induzidos. Esta subunidade é constituída por parte dos terrenos com embasamento de rochas cristalinas no Estado.

Os tipos diversificados de movimentos de massa presentes nesta unidade foram subdivididos em dois grupos, determinados tanto pela natureza dos fatores físicos que os condicionam, como pelo conjunto de diretrizes mais adequadas e necessárias para o seu controle preventivo e corretivo.

Os escorregamentos planares envolvendo solo, em especial os induzidos pela ocupação, são os mais importantes com relação aos problemas para o uso do solo, pois ocorrem com maior frequência e causam mais prejuízos e riscos que os demais.

Alta Susceptibilidade a inundações, recalques, assoreamentos e solapamento das margens dos rios

São terrenos praticamente planos, constituídos por sedimentos de textura variada, situados junto aos cursos d'água e pertencentes a planícies aluviais interiores.

Os problemas mais sérios para o uso do solo são: inundações fluviais que periodicamente atingem os terrenos situados em cotas mais baixas (várzeas); inundações pluviais que afetam também os terrenos planos situados em cotas superiores às das várzeas (terraços), quando da presença de usos mais intensivos, como a urbanização; recalques excessivos e diferenciais por adensamento de argilas moles e turfosas, localizadas principalmente nas várzeas, em decorrência da aplicação de cargas elevadas e/ou rebaixamentos do nível d'água por obras civis; assoreamento dos corpos d'água por sedimentos gerados pela erosão a montante; e solapamentos dos terrenos das margens de rios e córregos pela erosão fluvial.

Média susceptibilidade a escorregamentos (exclusivamente induzidos), em rochas sedimentares / basaltos

São os terrenos nos quais esses processos ocorrem quase que exclusivamente a partir de alterações antrópicas nas encostas. Os movimentos deflagrados são, principalmente, escorregamentos planares de solo, associados a taludes de corte e de aterros, constituídos de materiais de natureza diversa (solos, entulhos de construção civil, lixo e outros resíduos urbano-industriais), portanto, comuns em aglomerações urbanas de maior porte.

Excetuando-se os topos aplainados do relevo de mesas, as encostas possuem declividades relativamente altas, onde o tipo predominante de movimento de massa é o rastejo, com escorregamentos planares de solo registrados em setores limitados de maior declividade.

Os usos do solo predominantes nesta subunidade são as pastagens, algum cultivo agrícola, em setores mais suavizados do relevo, e cobertura florestal remanescente nos setores mais declivosos. Inexistem usos mais intensivos, como o urbano.

Problemas para os atuais usos do solo, relacionados com movimentos de massa, são pouco significativos, restringindo-se a eventuais quedas de blocos nos taludes de corte de estradas (quando há exposição de rocha) e a potencialização da erosão em sulcos e ravinas associada aos setores mais afetados por rastejos.

Baixa Susceptibilidade aos diversos processos do meio físico

São os terrenos onde os processos analisados, ainda que possam ocorrer, são localizados e relativamente pouco freqüentes e/ou pouco significativos em relação aos problemas referentes aos usos do solo.

Sua presença é maior nas bacias sedimentares terciárias (Bacias de São Paulo e de Taubaté), na Depressão Periférica e nas áreas basálticas de Ribeirão Preto, Franca e Ourinhos/Assis, onde se conjugam terrenos com relevo colinoso e solos mais resistentes à erosão.

Manifestação de problemas de fundação e estabilidade de taludes por expansão / contração nos materiais do subsolo

Esta unidade corresponde às áreas de ocorrência de formações geológicas, em que predominam litologias com presença significativa de argilo-minerais expansivos. Foram consideradas como tal: Formação Corumbataí/Estrada Nova, na Bacia do Paraná; Formação Tremembé e parte da Formação Caçapava, na Bacia de Taubaté, concentrando-se na Depressão Periférica.

Parte significativa dos problemas gerados pela expansão/contração do solo ou da rocha está associada à abertura de estradas (instabilização de taludes por desagregação superficial ou empastilhamento), que conta, em geral, com investigações geotécnicas específicas considerando este aspecto.

Manifestação de recalques por colapso de solo

São as unidades constituídas pelos terrenos com os mais elevados graus de suscetibilidade ao colapso do solo. Quando o colapso ocorre, reflete-se em recalques excessivos e/ou diferenciais nas fundações das obras nestes edificadas.

Grande parte das ocorrências de subsidências por solos colapsáveis no Estado de São Paulo está em áreas de cobertura cenozóica, com predomínio nos topos dos relevos colinosos da Bacia do Paraná.

Os terrenos com maior probabilidade de ocorrência deste processo concentram-se na Depressão Periférica e na transição Cuestas Basálticas/Planalto Ocidental.

V.1.5.2 Geotecnia na Área de Influência Direta e Área Diretamente Afetada

A avaliação geotécnica local teve como base adicional a metodologia mencionada anteriormente além dos trabalhos de Araújo, (2004), Cerri, (1998), Cunha, (1991), IPT, (1994), Ponçano, (1981), Ross e Moroz, (1997) e Wolle, (1991) aliado aos trabalhos de campo ao longo do trecho com destaque para a área diretamente afetada.

Este duto será implantado ao lado de trechos de dutos já existentes (OSBRA e GASCAR), o que permitiu uma análise direta das interferências atuais e sua correlação com os diferentes tipos de terreno abrangidos e a metodologia construtiva adotada em face das características geológico-geotécnica ao longo deste trecho.

Para a avaliação dos diferentes processos atuantes ao longo do trecho foi elaborado uma subdivisão em Unidades Litoestratigráficas, em associação com os outros elementos do meio físico ao longo do trecho abrangido, permitindo assim uma descrição por tipos litológicos e sua interação com o meio físico e sua correlação com o trecho do duto existente.

As unidades litoestratigráficas definidas foram: Bacia Sedimentar do Paraná, Rochas do Embasamento Cristalino, Bacia de Taubaté e Sedimentos Cenozóicos e Coberturas Coluvionares que serão descritas a seguir.

Bacia do Paraná

Abrange o trecho do duto entre aproximadamente os Km 300 a 0 do duto sentido Uberaba - Paulínia, e 0 a 10 do trecho Paulínia-Taubaté, compreende as rochas sedimentares da Bacia do Paraná de idades entre o período Permiano ao Cretáceo, e os derrames basálticos de idade Cretácea e que encerra o ciclo de deposição desta Bacia.

Os relevos predominantes são os de planalto em patamares ou residuais separados pelas depressões dos rios Mogi e Pardo. Apresentam formas de relevo geralmente suaves na forma de colinas e morrotes com eventuais espigões e mesas basálticas. Apresentam declividades médias entre 0 a 15% e possuem uma densidade de drenagem variando de baixa a média, com padrão pinado a paralelo, com vales poucos entalhados e presença de amplas áreas de várzea ao longo das drenagens principais. A pluviometria média oscila entre 1.200 a 1.300 mm anuais.

Predominam os solos do tipo Latossolo vermelho (LV) e subordinado o Latossolo vermelho-amarelo (LVA), Argissolo vermelho-amarelo (PVA) e neossolos quartzarênicos (RQ). Não visíveis nesta escala do mapa e de ocorrência restrita também ocorrem colúvios, mas que serão objeto de um item separado.

Os processos do meio físico com relação a problemas geotécnicos são geralmente muito baixos a baixos, localmente médios com destaque para processos erosivos geralmente laminares ou em sulcos e ocorrências esparsas de processos mais agressivos do tipo voçorocas, principalmente nos solos mais arenosos, predominando em áreas de cabeceira de drenagens ou nas bordas dos interflúvios, já o rastejo é mais comum nas áreas com coberturas coluvionares.

Segue abaixo uma descrição dos processos de dinâmica por unidade litológica abrangida.

Rochas Sedimentares da Bacia

A Área de Influência Direta e Área Diretamente Afetada do empreendimento é caracterizada pela presença dos sedimentos do Grupo Tubarão (Formação Tatuí e Subgrupo Itararé) constituído por siltitos, arenitos finos a grosseiros, lamitos diamictitos e ritmitos, o mesmo ocorre com os sedimentos do Grupo Passa Dois (Fm. Corumbataí) constituído por arenitos, siltitos, lamito e folhelhos, já os sedimentos do Grupo São Bento (Fms. Pirambóia e Botucatu) são francamente arenosos.

Essas unidades ocorrem em relevo de colinas amplas as médias com espigões locais, com declividade baixa, nunca superior a 15%, amplitudes inferiores a 100 metros e com tipos pedológicos variando de muito a pouco desenvolvido, predominando latossolos e subordinadamente ocorrem neossolos quartzarênicos e argissolos vermelho-amarelo, que geralmente apresentam-se recobertos por colúvios geralmente laterizados (este último será comentado em outro item em face de sua área de abrangência).

A susceptibilidade a erosão nestas litologias é geralmente baixa podendo ser intensificada em trechos de maior declividade como áreas de talvegues e espigões, principalmente se o substrato predominante for de natureza arenosa.

Em áreas de corte de estrada ou ferrovias esses processos podem ser acentuados com presença de erosões em sulcos que podem evoluir para voçorocas. (**Fotos V.1.5.2-1 e 2**). Destaca-se que a presença de taludes constituídos por arenitos incoerentes são mais susceptíveis a erosão hídrica, formando sulcos de rápida evolução, mas nos sedimentos pelíticos a falta de drenagem também gera sulcos erosivos que podem evoluir para voçorocas, (**Fotos V.1.5.2-3 e 4**).



Fotos V.1.5.2-1 e 2 - Processos erosivos intensificados por concentração de águas pluviais e drenagens deficientes. Observe que o substrato é francamente argiloso, mas isto não impede a formação de sulcos erosivos. Coordenadas 278848 / 7504861 e 266922 / 7536113.



Foto V.1.5.2-3 - Outro exemplo de processos erosivos intensificados por atividade antrópica neste caso sem correlação com natureza do substrato ou forma de relevo. Sulcos erosivos em área com solo exposto e de natureza arenosa.

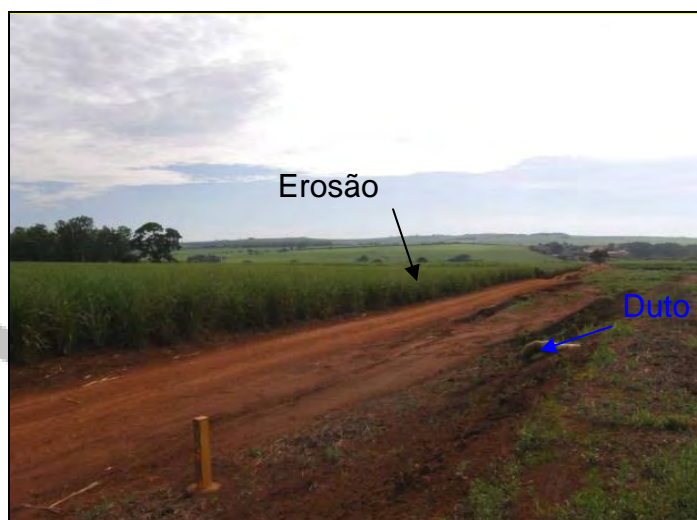


Foto V.1.5.2-4 - Sulco erosivo (seta) em estrada com substrato argiloso (latossolo) e relevo suave. Coordenadas 196454 / 7715704 e 198144 / 7673023.

No trecho do duto onde ocorrem esses litotipos não foram observados muitos processos erosivos agressivos, em parte devido ao relevo suave e técnicas agrícolas adequadas como terraceamento e plantio em contorno, que minimiza tais processos, como pode ser observado na **Foto V.1.5.2-5**, em que o duto está assentado sobre solos de alteração de sedimentos arenosos (Fm. Botucatu). Não ocorrem processos erosivos intensos, somente erosões laminares que podem assorear as drenagens próximas.



Foto V.1.5.2-5 - Trecho do duto que corta substrato francamente arenoso, mas com inexistência de processos erosivos intensos. Coordenada 237761 / 7603982.

As características destes sedimentos em termos de produtos de alteração e solos superficiais dependem como mencionado anteriormente da natureza faciológica do sedimento.

Nos sedimentos do Grupo Tubarão, o solo superficial corresponde em parte as coberturas coluvionares, enquanto que o solo de alteração se constitui

predominantemente de siltes e areias, com mudanças bruscas de granulometria, estrutura e mineralogia em face da heterogeneidade faciológica.

Os sedimentos do Grupo Passa Dois, também tem solos superficiais em parte coluvionares e solos de alteração de caráter argiloso, com intercalações arenosas e siltosas, por vezes exibe estruturas reliquias. O mesmo pode-se dizer em relação aos solos superficiais dos arenitos do Grupo São Bento, mas que são francamente arenosos, com pequenos percentuais de argila e silte, enquanto que os solos de alteração são predominantemente arenosos (Fm. Botucatu) e areno-argilosos (Fm. Pirambóia).

Essa variabilidade faciológica gera produtos com características geotécnicas distintas, que em relação a escavação são enquadrados em três categorias em face das características descritas a seguir:

1ª categoria - Todos os solos de alteração das rochas sedimentares;

2ª categoria - argilitos, siltitos, folhelhos e diamictitos incoerentes e arenitos friáveis;

3ª categoria - argilitos, siltitos, folhelhos e diamictitos coerentes e arenitos cimentados.

Rochas Basálticas

As rochas basálticas da Formação Serra Geral abrangem um grande trecho da AID e ADA, em relevos que variam de colinas amplas, morrotes e mesas basálticas, com declividades médias entre 10 a 15%, os solos predominantes são latossolos vermelhos, profundos e de baixa susceptibilidade aos processos erosivos. Os solos de alteração são francamente argilosos, com espessuras que podem ser superiores a 12 metros, nos relevos mais planos.

Nos relevos mais acidentados como as encostas de transição esses solos são mais rasos e é comum aflorar a rocha. Os solos coluvionares que em parte correspondem aos solos superficiais são fortemente laterizados, de caráter argiloso e comportamento geotécnico similar as areias (argilas porosas), são muito utilizados como material de acabamento, pois apesar da baixa consistência natural, são muito resistentes quando compactados.

Em áreas de corte de estrada e de extração com afloramento em solos superficiais ou de alteração, bem como em taludes em rocha, não foram observados problemas como sulcos erosivos, queda de blocos ou rastejos, mas em áreas com presença de maciços extremamente fraturados podem ocorrer queda de blocos e deslizamentos (**Foto V.1.5.2-6**). Mas deve-se destacar que nas áreas de ocorrências dos basaltos, pode ocorrer uma argila expansiva (nontrolita), que ocorre preenchendo descontinuidades ou dispersa na rocha, conferindo a esta maior alterabilidade.



Foto V.1.5.2-6 - Rocha basáltica extremamente fraturada e com possibilidade de ocorrer argilas expansivas. Observe que o material se desagrega em pequenos fragmentos resultando em trechos com deslizamentos. Coordenada 236193 / 7598421.

Ao longo do trecho do duto foram observados um maior predomínio de erosões laminares em áreas com solos expostos, de forma restrita. Na maior parte do trecho abrangido por estas rochas não foram observados processos erosivos intensos, **Fotos V.1.5.2-7 e 8**. As técnicas construtivas são simples, o terreno é de fácil escavação (solos de alteração - 1ª categoria, ou 2ª categoria em solos com matacões) e mesmo nas áreas de afloramento de rocha (3ª categoria) o método construtivo empregado não é muito complexo, **Fotos V.1.5.2-9 e 10**.



Fotos V.1.5.2-7 e V.1.5.2-8 - Baixa susceptibilidade aos processos erosivos, na **Foto V.1.5.2-7** se observa erosões laminares e na **Foto V.1.5.2-8** inexistência de processos erosivos e acúmulo de água devido a baixa permeabilidade do solo. Coordenadas 268620 / 7523690 e 261838 / 7541573.



Fotos V.1.5.2-9 e 10 - Dois locais de travessia do duto e onde será implantado o duto SEDA, observe que devido a baixa susceptibilidade e relevo suave ondulado as técnicas construtivas são simples e com baixo risco de problemas geotécnicos.
Coordenadas 267156 / 7528390 e 262745 / 7539004.

Rochas do Embasamento Cristalino

São caracterizados na AID e ADA, pela presença dos Complexos Embú e Pinhal (Migmatitos), Silvianópolis ou Grupo Amparo (Gnaisses e Granulitos) e pelas Suítes Granitoides. Ocorrem em relevos de mar de morros, serras alongadas, morros paralelos, serras restritas e morrotes alongados paralelos, que apresentam declividades altas, alta densidade de drenagens, amplitudes entre 100 a 300 m ou superiores a 300 metros, predomínio de vertentes retilíneas e convexas, solos superficiais geralmente pouco espessos, e solos saprolíticos mais espessos, a pluviometria é elevada da ordem 1.500 a 2.000 mm anuais ou maiores.

De uma maneira geral podemos destacar que os migmatitos são mais heterogêneos. Apresentam-se mais foliados e cortados por descontinuidades que reduzem suas propriedades geomecânicas. A foliação é de alto ângulo ou mesmo verticalizada, com direção NE-SW. Essas rochas são cortadas por descontinuidades, tais como falhas secundárias, fraturas e juntas de alívio, sua forma de ocorrência na área é na forma de lajes e maciços, **Foto V.1.5.2-11**, ou mais comumente, muito alterados formando espessos solos de alteração. Os granitos são anisotrópicos, menos fraturados conferindo assim boas propriedades geomecânicas ao maciço rochoso. Entretanto esses granitos ocorrem na área na forma de blocos e matacões, **Foto V.1.5.2-12**, que podem ser mobilizados quando posicionados em vertentes e/ou

resultar em problemas construtivos, exigindo corte em materiais de terceira categoria, **Foto V.1.5.2-13**.

Desta forma podemos definir as seguintes categorias para essas rochas:

- 1ª categoria - Todos os solos de alteração de rocha;
- 2ª categoria – Solo de alteração com eventuais blocos de rochas passíveis de serem removidos de forma mecânica;
- 3ª categoria - Solo de alteração com presença de bloco e matacões que necessite de uso de explosivos.



Fotos V.1.5.2-11 e 12 - Forma de ocorrência das rochas migmatíticas e das rochas graníticas. A primeira na forma de paredões e a segunda na forma de matacões. Coordenadas 355612 / 7444939 e 388896 / 7445799.



Foto V.1.5.2-13 - Duto em área que exige corte em materiais variando de 1ª a 3ª categoria, blocos precisam ser desmontados por explosivos. Coordenadas 298557 / 7481348.

O contato entre os granitos e os migmatitos ocorre ao longo de planos de falhas, destacando-se as falhas transcorrentes de Jundiuvira e na região de Souza e Joaquim Egidio, que apresentam espessuras de dezenas de metros, onde se desenvolveu intensa foliação milonítica ou zona de catáclase, são verticalizadas, de

orientação NE-SW. Essas discontinuidades contribuem para a redução das propriedades geotécnicas do substrato geológico da unidade.

As vertentes e concavidades são capeadas, em geral, por depósitos de colúvio ou de tálus, os quais apresentam elevada fragilidade a processos erosivos e de rupturas, principalmente quando submetidos a intervenções como cortes, desmatamentos ou mudanças no padrão da drenagem. Mesmo trilhas de gado, linhas de plantio e áreas com pouca cobertura vegetal são mais susceptíveis aos processos erosivos, **Fotos V.1.5.2-14 e Foto V.1.5.2-15**.



Fotos V.1.5.2-14 e 15 - Processos erosivos nos solos superficiais em áreas de vegetação rala e caminhamento de gado. Na **Foto V.1.5.2-14** erosão ao lado do duto, na **Foto V.1.5.2-15**, erosão num talvegue possivelmente devido a trilha de gado ou erosão interna com colapso da estrutura. Coordenada 318508 / 7469779.

Por fim cabe destacar que nestas áreas o processo de dinâmica superficial que resulta na modelagem do relevo independe das atividades antrópica ou uso do solo, mas são simplesmente dependentes da declividade aliada com a pluviometria e substrato pedológico, **Foto V.1.5.2-16**.

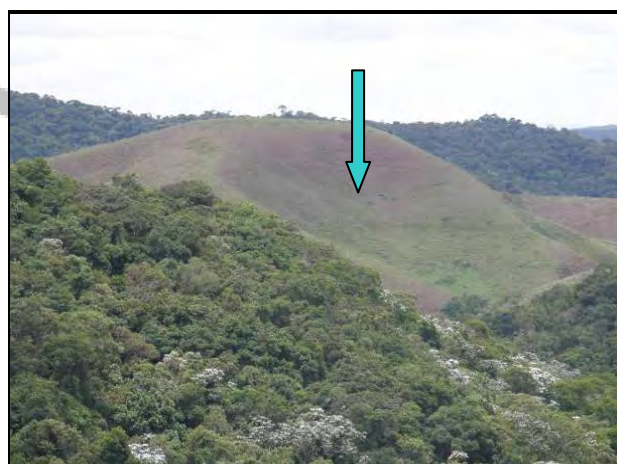


Foto V.1.5.2-16 - Exemplo de um processo de modelado das vertentes com deslizamento das encostas (natural) resultando na conformação de uma encosta côncava, onde pode se observar a cicatriz de escorregamento pretérita. Coordenada prox. 376531 / 7442818, foto para N87E.

Os tipos pedológicos consistem predominantemente de Cambissolo Háplico, de textura argilosa a média, Latossolos Vermelho-Amarelos, de textura argilosa e Argissolos Vermelho-Amarelos.

A elevada fragilidade dos terrenos desta unidade geotécnica está relacionada também com a declividade das encostas, as quais, a partir de inclinações superiores a 35°, começam a se tornar mais suscetíveis a escorregamentos. Somam-se a esses fatores aqueles relacionados ao substrato geológico, tais como fraturamento das rochas, atitude das estruturas como falhas, fraturas, foliações e texturas, e aos materiais inconsolidados de cobertura, como colúvios e tálus.

A ação antrópica, que promove alterações na morfologia das vertentes e altera o padrão de drenagem, realizando o desconfinamento de corpos de tálus, colúvio e rocha, consiste no grande potencializador e acelerador dos processos dinâmicos na encostas.

Pode-se destacar que os processos erosivos se intensificam em parte pela retirada da cobertura superficial expondo o horizonte C saprolítico, que é altamente susceptível a estes processos devido a sua composição silto-arenosa. São comuns a presença de ravinas e sulcos erosivos nestas áreas com conseqüente transporte de material e assoreamento de canais e córregos. Também se observa erosões laminar e linear associadas ao escoamento superficial difuso e concentrado nas áreas onde a cobertura vegetal foi removida e ao longo de taludes e margem de estradas de acesso sem drenagem superficial, **Foto V.1.5.2-17**.



Foto V.1.5.2-17 - Erosão laminar evoluindo para sulcos em face da inexistência de sistema de drenagem em solos de natureza silto-arenosa. Coordenada 367419 / 7444860.

Também nestas áreas geralmente os solos residuais ou coluviais são pouco espessos e na época de chuvas mais fortes de verão, boa parte dos solos já está saturada. O escoamento superficial torna-se intenso, sendo contundente em termos de erosão laminar, especialmente nas áreas com solo exposto, como estradas ou trilhas que apresentam caimento favorável à inclinação da vertente. Ao longo dos mesmos podem ocorrer incisões pronunciadas, que uma vez estabelecidas, evoluem rapidamente para ravinas.

O que se observa é que as áreas que estiverem protegidas pela vegetação densa serão naturalmente resistentes à erosão. Observou-se que existem feições morfológicas do tipo cabeceiras de drenagens, que ocupam a porção mais de montante das encostas côncavas canalizadas e não canalizadas.

O fator comum das cabeceiras de drenagem é que elas, quando desprotegidas de vegetação, contribuem para a intensificação dos processos erosivos, através da concentração do fluxo superficial da água no eixo principal do talvegue sobre solos, em geral poucos resistentes e muito suscetíveis a erosão. Os solos que predominam nestas áreas são pedologicamente menos evoluídos, geralmente rasos, representados pelas classes pedológicas: litólicos, cambissolos, etc.

Deve ser mencionado que para a região, o solo (horizontes A e B) apesar de ser bastante raso, oferece uma proteção contra a erosão, maior que o saprolito (horizonte C). Neste contexto, áreas com exposição do solo saprolítico, constituem áreas de maior fragilidade e favoráveis a erosão por ravinamento, especialmente nas estações chuvosas.

Foi observado também a presença de obras e residência em áreas de concentração de fluxo superficial e afloramento de matacões resultando num risco elevado a segurança dos moradores da área, **Foto V.1.5.2-18**.



Foto V.1.5.2-18 - Residência construída na base de uma encosta íngreme, de vertente côncava, onde se observa a presença de matacões situados a meia encosta, com risco elevado de deslizamento. Coordenada 370646 / 7446598.

Queda de bloco e erosões nos solos superficiais também são intensificadas em face da abertura de estradas e outras interferências antrópicas. As **Fotos V.1.5.2.19 e 20** ilustram estes processos.



Fotos V.1.5.2-19 e V.1.5.2-20 - Alta susceptibilidade a erosão nos cambissolos e queda de bloco. Na **Foto V.1.5.2-19** se observa o deslizamento dos horizontes B e C (este último mais susceptível - saprolítico) e na **Foto V.1.5.2-20** queda de bloco por descalçamento, ambos em taludes de corte de estrada. Coordenadas 390730 / 7446245 e 296794 / 7482807.

A seguir são apresentadas as principais características geotécnicas das unidades geológicas descritas acima.

Suítes Graníticas

Esta unidade é constituída de rochas neoproterozóicas graníticas e granitóides, definidos como granitóides foliados, textura porfiróide e composição tonalítica a granítica e granitos e granitóides polidiapíricos, com predomínio de termos profiríticos de granulometria variada. Os granulitos apresentam em geral o mesmo comportamento geotécnico dos granitos.

A unidade distribui-se ao longo de diferentes relevos, incluindo desde morfologias pouco movimentadas suave-onduladas, colinas pequenas, morrotes, morros paralelos, mar de morros, morros altos e serras alongadas. As características geotécnicas da unidade estão relacionadas a sua mineralogia, história evolutiva e aos materiais de cobertura.

O caráter mais isotrópico das rochas da unidade, com menor grau de fraturamento, confere boas propriedades geomecânicas ao maciço rochoso. Entretanto como mencionado anteriormente, a forma de ocorrência desses granitos na região é na forma de blocos e matacões.

A escavabilidade é fácil nos terrenos com cobertura de colúvio argilo-arenoso e solo residual de primeira e segunda categoria, com espessura de 3,0 a 4,0m, passando a moderada a difícil nas áreas de ocorrências de solos mais rasos e com maior incidência de blocos e matacões. A capacidade de suporte é elevada. Em pontos

localizados, o duto corta terrenos mais saturados, onde a capacidade de suporte é mais baixa.

A suscetibilidade à erosão é variável, de moderada a alta, sendo dependente do relevo e declividade dos terrenos. A suscetibilidade a movimentos de massa é moderada a alta, variável com a declividade. As fotos abaixo ilustram os trechos do duto, cortados por rochas graníticas e granitóides, bem como o método construtivo empregado em face da forma de relevo e declividade, **Fotos V.1.5.2-21 a 25**.



Fotos V.1.5.2-21 a 23 - Travessia do duto em áreas de ocorrência de rocha granítica. Coordenadas 315220 / 7471376 e 306466 / 7473478.



Fotos V.1.5.2-24 e 25 - Variação do método construtivo em face da existência de maior ou menor risco geotécnico. Na **Foto V.1.5.2-24** duto sobre substrato granítico em relevo de morros com encostas mais suaves, com menor risco geotécnico. **Foto V.1.5.2-25** área de relevo íngreme, com seqüência de canaletas longitudinais e transversais. Esta área é próxima ao contato dos granitos com os migmatitos do Complexo Pinhal em zona de falha. Coordenadas 361054 / 7446440 e 372526 / 7445289.

Gnaisses e Migmatitos

Esta unidade é constituída de rochas arqueanas dos Complexos Embu, Pinhal e Silvianópolis e Grupo Amparo, tais como: Migmatitos heterogêneos, migmatitos de injeção ou oftálmicos, paragneisses, gnaisses e granulitos. Ocorrem em áreas de relevos variados, que incluem áreas de morrotes, morros e serras alongadas.

Os solos superficiais são argilo-arenosos, com espessuras da ordem de 2,00 a 3,00 metros e solos de alteração de composição granulométrica muito variada, sendo mais comuns solos silto-arenosos, que apresentam grandes espessuras, e preservam xistosidade e bandamento no solo de alteração. Os solos de alteração são de 1ª categoria, as rochas muito alteradas ou foliadas são classificadas como de 2ª categoria e a rocha alterada ou não, como 3ª categoria.

Em geral, as coberturas de colúvio apresentam baixa a moderada capacidade de suporte, passando a alta nos solos residuais.

A suscetibilidade à erosão é moderada a alta, sendo dependente da declividade dos terrenos. A erodibilidade dos materiais é dependente, também, das diferenças texturais, onde os horizontes de solo saprolítico, via de regra mais siltosos, são mais suscetíveis aos processos erosivos do que os horizontes superiores residuais e colúviais. A suscetibilidade a movimentos de massa é moderada a alta, sendo igualmente dependente da declividade.

As fotos abaixo ilustram os trechos do duto, cortados por estas rochas, bem como o método construtivo empregado em face da forma de relevo e declividade, **Fotos V.1.5.2-26 a 29.**



Foto V.1.5.2-26 - Canaletas longitudinais e transversais com escada de dissipação na base do talude. Coordenada 367419 / 7444860.



Foto V.1.5.2-27 - Canaletas longitudinais e transversais com escada de dissipação na base do talude. Coordenada 367419 / 7444860.



Fotos V.1.5.2-28 e 29 - Encostas íngremes com predomínio de canaletas transversais (seta azul). Na **Foto V.1.5.2-28** escada e caixa de retenção na base do talude (lado esquerdo - seta vermelha). Coordenadas 379168 / 7445013 e 387579 / 7445850.

Bacia de Taubaté

Na Área de Influência Direta e Área Diretamente Afetada do empreendimento, temos a presença dos sedimentos das Formações Caçapava (arenitos, argilitos e subordinadamente folhelhos e conglomerados), e Tremembé (constituído predominantemente por folhelhos e arenitos). Essas unidades ocorrem em relevo de tabuleiros e colinas pequenas com espigões locais, apresenta baixa declividade, inferior a 15%, e amplitudes inferiores a 100 metros. Os solos são do tipo latossolo e argissolo, a pluviosidade anual varia entre 1.200 a 1.300 mm.

Apresentam muito baixa a baixa susceptibilidade aos processos erosivos, mas podem apresentar problemas geotécnicos do tipo recalque por colapso do solo, problemas de fundação e estabilidade de taludes pela presença de solos expansivos ou de contração, além da alta susceptibilidade aos processos de inundação, recalques, assoreamento e solapamento das margens dos rios.

Apresentam as seguintes categorias em face da composição litológica.

- 1ª categoria - Sedimentos (exceto os listados abaixo);
- 2ª categoria - folhelhos geralmente;
- 3ª categoria - argila rija (taguás) varia entre a 2ª a 3ª categoria.

Formação Caçapava

Podemos destacar que nesta formação os sedimentos são predominantemente arenosos e seus solos residuais apresentam boas características geotécnicas. Entretanto, como mencionado acima, estes sedimentos podem apresentar algum

potencial para problemas relacionados com a estabilidade de fundações e taludes de corte resultantes da expansão e contração de argilo - minerais no subsolo, principalmente se as cotas de escavação alcançarem esses materiais.

A escavabilidade dos materiais da unidade é fácil, sem problemas de estabilidades das paredes das escavações, e a capacidade de suporte, de moderada a alta. São classificados como de 1ª categoria.

A suscetibilidade à erosão é baixa, passando a moderada nas encostas dos relevos tabulares onde a concentração do escoamento das águas superficiais pode condicionar o desenvolvimento de sulcos, ravinas e voçorocas. Os processos erosivos podem ser acelerados pela ação antrópica, onde ocorrem modificações nas formas das vertentes e do padrão de escoamento das águas superficiais.

Com relação aos movimentos de massa, a suscetibilidade da unidade é baixa, passando a moderada em condições de maior declividade. Nas vertentes das colinas, ocorrem pequenas rupturas relacionadas a processos de creeping (pequeno rastejo).

Formação Tremembé

Esses sedimentos podem ser considerados essencialmente argilosos, com predomínios de folhelhos e apresentam solos residuais de boas propriedades geotécnicas, mas as características da unidade são condicionadas pela presença de argilo-minerais esverdeados, de estrutura 2:1 do grupo das esmectitas, depositados em ambiente lagunar. Essas argilas, de elevada capacidade de troca iônica, apresentam comportamento geotécnico problemático, refletido pelas variações de volume dos argilo-minerais, em condições de variação dos teores de umidade. Assim, se as cotas de escavação alcançarem os horizontes de sedimentos argilosos, diversos problemas geotécnicos poderão resultar devido à expansividade dos argilo-minerais desta unidade, principalmente aqueles relacionados com a estabilidade de taludes de cortes, ao longo de rodovias, e problemas relacionados aos recalques e carregamentos diferenciais em fundações e aterros.

A escavabilidade é moderada, com predomínio de materiais de 2ª categoria. A capacidade de suporte é variável de moderada a alta, nos horizontes de solo residual.

A suscetibilidade a processos erosivos é moderada. A suscetibilidade a movimentos de massa é alta em taludes de corte expostos aos agentes intempéricos, como ocorre ao longo de rodovias que cortam a unidade. Nesses locais, as rupturas são controladas pelos processos de variação de volume das argilas de estrutura 2:1 submetidas a teores variáveis de umidade.

As **Fotos V.1.5.2-30 e 31** ilustram a travessia do duto ao longo dos sedimentos da Bacia de Taubaté.



Fotos V.1.5.2-30 e 31 travessia do duto sobre os sedimentos da bacia de Taubaté, solo residual predominantemente coluvionar. Coordenadas 437074 / 7443277 e 441092 / 7444496.

Bacias Cenozóicas

Estão incluídos neste item os sedimentos aluvionares, os sedimentos continentais indiferenciados que inclui os depósitos coluvionares.

Nas áreas de planície os processos erosivos se restringem a erosão das margens e conseqüente assoreamento das drenagens e canais, **Foto V.1.5.2-32**. Boa parte da área apresenta um substrato arenoso inconsolidado, portanto facilmente transportado. Os fenômenos erosivos somente não são intensificados pela baixa declividade do terreno, mas está sujeito a constantes inundações, **Foto V.1.5.2-33**, recalque nas áreas de solos hidromórficos e erosão localizada.



Fotos V.1.5.2-32 e 33 - Drenagem assoreada e inundação no rio Buquirinha. Coordenadas 256642 / 7555056 / e 407882 / 7448958.

Será descrito em face da extensão e tamanho de ocorrência os sedimentos aluvionares e as coberturas coluvionares.

Sedimentos Aluvionares

É constituído por sedimentos quaternários, sendo composta de areias inconsolidadas de granulometria variada, argilas e cascalheiras fluviais em depósitos de calha e/ou terraços.

Estão incluídos, nessa unidade, os grandes depósitos aluvionares que formam a planície de inundação do rio Paraíba do Sul, sobrepostos aos sedimentos terciários da Bacia de Taubaté, e, também os depósitos do Rio Pardo e de seus afluentes, do Rio Mogi Guaçu e do Rio Atibaia, além de Afluentes menos expressivos que ocorrem ao longo das diversas calhas de pequenos cursos d'água ao longo da AID.

Os tipos pedológicos consistem dos Neossolos Flúvicos, de textura argilosa a média, e Gleissolos Melânicos de textura argilosa a média. Essa associação de solos, principalmente aqueles que ocorrem na planície aluvionar do rio Paraíba do Sul, Pardo e Mogi Guaçu, apresentam elevada saturação, condicionando o caráter hidromórfico desses materiais.

A espessura dos aluviões é variável, desde decimétricas, nas calhas de drenagem, a métricas, nos terraços aluvionares, principalmente nas planícies aluvionares do Paraíba do Sul e do Rio Mogi, **Fotos V.1.5.2-34 e V.1.5.2-35**. Em diversos locais, principalmente ao longo da grande planície aluvionar dos rios Paraíba do Sul e Mogi Guaçu, ocorrem lavras de areia e argila que fornecem material para a construção civil.



Fotos V.1.5.2-34 e 35 – Planícies Aluvionares dos Rios Paraíba do Sul e Mogi Guaçu. Coordenadas 413666 / 7443122 e 246026 / 7581714.

O comportamento geotécnico é condicionado pelas variações texturais e espessura dos estratos sedimentares, e pela posição do nível d' água. A capacidade de suporte é variável, de muito baixa, nos terrenos com níveis de argila mole ou de ocorrência de horizontes de turfeiras, onde podem ocorrer recalques, a média a alta, nos trechos arenosos e com níveis de cascalhos ou blocos de rocha.

A escavabilidade dos materiais dessa unidade é fácil nos locais de maior espessura de material arenoso, como ao longo dos terraços aluvionares. A escavação em materiais arenosos, pouco coesivos, pode exigir implantação de estruturas de contenção das paredes das cavas.

A unidade apresenta alta suscetibilidade a inundações. Com relação aos processos erosivos, tem alta suscetibilidade à erosão das margens (solapamento) dos canais fluviais. A suscetibilidade a movimentos de massa é nula, quando relacionada à origem ou área-fonte dos processos de ruptura.

Entretanto, consiste em área de deposição, que pode receber materiais erodidos das porções mais elevadas do terreno. Essa condição indica que os vales encaixados, tanto nas porções médias como nas baixadas junto ao sopé das áreas serranas, podem ser atingidos por materiais detríticos provenientes de movimentos do tipo fluxos.

O nível d'água elevado, associado aos terrenos dessa unidade, condiciona problemas construtivos relativos à estabilidade dos taludes laterais das escavações. Depósitos de turfa ocorrem principalmente ao longo dos terraços aluvionares do rio Paraíba do Sul. Esses depósitos de matéria orgânica podem eventualmente ser submetidos a eventos de combustão espontânea ou induzidos.

Segue abaixo exemplo de travessia do duto nestas áreas aluvionares/drenagens.



Fotos V.1.5.2-36 e 37 - Travessia do duto em área de planície e drenagem. **Foto V.1.5.2-36** travessia sob o rio Grande e **Foto V.1.5.2-37** travessia sobre área de várzea e drenagem. Coordenada 200661/7780643 e 399213/ 7447104.

Depósitos Coluvionares

Os depósitos coluvionares recobrem todas as litologias existentes ao longo do traçado do duto e, refletem em sua granulometria e composição mineralógica uma certa correspondência com os produtos de alteração das litologia predominantes e das formas de relevo existentes. Em relevos suaves predomina uma constituição argilosa com seixos e concreções na base, em relevos acidentados podem ocorrer os do tipo:

- Rampa de colúvio constituídos por materiais finos;
- Cobertura de Colúvio, originado por rastejo em que predomina uma matriz argila rica em fragmentos diversos que ocorrem na meia encosta e;
- Tálus que possuem grande quantidade de matacões imersos em matriz fina.

Nesta unidade foram incluídos os depósitos continentais indiferenciados.

Os materiais da unidade apresentam baixas propriedades geotécnicas resultantes dos processos condicionantes de sua mobilização e deposição. Apresentam elevada permeabilidade e são muito suscetíveis a novas mobilizações, principalmente quando são alteradas as condições de equilíbrio deposicional por intervenções antrópicas. Alguns corpos de colúvio e tálus podem apresentar uma lenta, porém contínua mobilização.

Essas variações texturais condicionam o comportamento geotécnico, tanto com relação às características geomecânicas propriamente ditas, como em relação aos métodos construtivos a serem adotados no empreendimento. Desse modo, podem ser previstas dificuldades de escavação com a ocorrência de materiais de segunda categoria e mesmo de terceira nos colúvios formados em relevos acidentados. Nos relevos suaves esses solos apresentam boa escavabilidade, cortando materiais de primeira categoria.

Ainda com relação à distribuição desta formação, elas ocorrem, ao longo da faixa, quase que de forma generalizada, depósitos de colúvios em interflúvios e capeando meias-encostas, com pequena continuidade lateral. Essas coberturas detríticas associam-se a elúvios e ocorrem interdigitadas a sedimentos aluviais em áreas de acumulação.

Dentro do processo de dinâmica os colúvios são os primeiros solos a se desestabilizarem isto porque são formados por processos de movimento de massa e sendo seu contato com as unidades sempre brusco, fazem com que a evolução do modelado das vertentes ou mesmo interferência antrópica atinjam ou se iniciem nestes tipos de solos.

Como exemplo do grau de susceptibilidade versus interferência antrópica temos o exemplo já ilustrado na **Foto V.1.5.2-3**, em que um colúvio de composição arenosa e contatos bruscos, aliado com a intervenção antrópica (cortes para abertura de estrada e retirada da cobertura vegetal) expôs esses solos que são mais susceptíveis a erosão hídrica, resultando em sulcos erosivos que irão evoluir rapidamente se medidas corretivas como drenagem e proteção vegetal não forem efetivadas.

V.1.5.3 Risco Geológico-Geotécnico

Serão comentadas a seguir as áreas de risco geológico-geotécnico, com base na avaliação das possíveis suscetibilidades e fragilidades de trechos ao longo do duto frente aos processos dinâmicos, quer naturais ou induzidos, e que poderão afetar o empreendimento, promovendo danos ambientais e materiais. No **Anexo 5** é apresentado o Mapa Geotécnico.

Pode-se subdividir os riscos em três processos básicos que são os erosivos e de movimento de massa, tais como erosões em sulcos, ravinas, voçorocas e escorregamentos de diversas tipologias; os de recalques e inundações; e os de fundação. Serão hierarquizados como observado no Mapa Geotécnico, **Anexo 5**, em várias unidades dentro das classes de risco baixo, médio e alto.

Os trechos foram delimitados a partir das informações do meio físico destacando geologia, espessura do solo e forma de relevo, e das observações de campo, tendo um caráter orientativo, já que tais fenômenos podem ou não ocorrer. Uma avaliação mais completa poderia ser efetuada se fossem fornecidos dados diretos como sondagens geotécnicas e método construtivo por trecho, desta forma a metodologia será baseada nas informações bibliográficas existentes complementadas com as observações de campo.

A descrição destas áreas será embasada nas unidades litológicas descritas no item anterior e exemplificada sempre que possível com indicação de trechos do duto e citação das fotos que possam ilustrar estas áreas.

Áreas de Risco Baixo

Engloba a maioria das unidades litológicas da Bacia do Paraná e de Taubaté e parte das unidades aluvionares e coluvionares. São terrenos com relevos geralmente suaves, encostas geralmente convexas e solos geralmente profundos e bem drenados.

O risco de ocorrência de processos erosivos é geralmente baixo podendo ser intensificada em trechos de maior declividade como áreas de talvegues e espigões, principalmente se o substrato predominante for de natureza arenosa. Em áreas de corte de estrada ou ferrovias esses processos podem ser acentuados com presença de erosões em sulcos que podem evoluir para voçorocas.

Os sedimentos da Bacia de Taubaté podem apresentar problemas geotécnicos do tipo recalque por colapso do solo, problemas de fundação e estabilidade de taludes pela presença de solos expansivos ou de contração.

Nesta categoria, encontram-se os seguintes trechos:

Risco Baixo - Processos erosivos:

Kms 0 a 06; 09; 37 a 42; 56; 61; 68; 104,1 a 104,5; 120,2; 127; 129; 153; 155; 184,2 a 184,8; 211; 216; 219; 225; 227 a 227,5; 237; 238,2 a 239; 281; 283; 284; 295,2; 305; 331,2 a 312; 339; 353 e 536.

O risco de ocorrerem inundações também é baixo e podem ocorrer eventualmente em caso de precipitações intensas ou assoreamento das drenagens.

As **Fotos V.1.5.2-5, 7, 8, 9, 10, 30 e 31** ilustram áreas com baixo risco de processos erosivos.

Áreas de Risco Médio

Abrangem parte das litologias descritas acima e as rochas do embasamento cristalino, podem ocorrer desde processos erosivos nas áreas de rochas sedimentares em áreas de cabeceiras, encostas e originadas da atividade antrópica, nas áreas do embasamento cristalino em relevos de morros baixos e solos residuais mais profundos. O risco de escorregamento tem origem exclusivamente antrópica, vide **Foto V.1.5.2-6**.

Nas áreas de drenagem como exemplo podemos destacar os ribeirões Turvo e Buquirinha, com assoreamento e estrangulamento de canal resultando em inundações como a observada no ribeirão Buquirinha e localizada no Rio Grande, vide **Fotos V.1.5.2- 32 e 33**.

Nesta categoria, encontram-se os seguintes trechos:

Risco médio - Processos Erosivos

Kms 22; 72; 78; 112; 180, 204,5; 347; 373; 410; 417; 424 a 426; 430; 434 e 515.

Risco Médio - Inundação / Assoreamento

Kms 18; 416; 488,8 e 496.

Risco Médio - Queda de bloco

Km 410.

Áreas de Risco Alto

Abrange exclusivamente a rochas do embasamento cristalinos e graníticas com relação a movimentos de massa, queda de blocos e processos erosivos naturais ou induzidos. Nos sedimentos da Bacia do Paraná (predomínio de sedimentos arenosos) em áreas de declividade moderada, zonas de cabeceira ou modificada por atividade antrópica, e nas rochas basálticas situadas em áreas íngremes ou de relevo acidentado com solo residual raso e presença de argilomineral expansivo,

queda de blocos são raros, mas podem ocorrer em taludes muito inclinados e com presença de rocha muito fraturada originado a partir de atividades antrópicas como cortes de estrada, ferrovias e pedreiras.

Os colúvios apesar de serem menos susceptíveis que o horizonte C, saprolítico, tendem a se desestabilizar rapidamente em face de sua natureza frente aos processos antrópicos.

As drenagens nestas áreas podem apresentar alta susceptibilidade aos processos de inundação, recalques, assoreamento e solapamento das margens dos rios. Destaque para os Rios Paraíba do Sul, Atibaia, Mogi e alguns afluentes, Pardo.

A remoção da cobertura vegetal é um dos principais fatores que desencadeiam ou potencializam o risco geológico-geotécnico nesta área.

Nesta categoria, encontram-se os seguintes trechos:

Risco Alto - movimentos de massa e processos erosivos

Kms 375 a 376; 382; 392 a 394; 445; 455; 458 a 458,5; 460; 466,5; 472 a 475; 499; 504.

Risco Alto - Queda de bloco

Kms 385 a 386; 375 a 376.

Risco Alto - inundação, recalque e assoreamento

Kms 122; 226; 236, 412; 413; 416; 418; 438; 444; 446; 448; 450; 523,5 a 532; 540.

As **Fotos V.1.5.2-1 e 2** ilustram alta susceptibilidade a erosão induzida por concentração de águas pluviais.

A Alta susceptibilidade a erosão nos solos superficiais e subsuperficiais (horizonte C), são ilustradas nas **Fotos V.1.5.2-19, 25, 27, 28 e 29**, destacando que devido a forma das vertentes nas **Fotos V.1.5.2-25** (retilínea) e **V.1.5.2-29** (côncava), podem ocorrer escorregamentos induzidos e/ou naturais, vide **Foto V.1.5.2-16**. Queda de bloco é ilustrada nas **Fotos V.1.5.2-18 e 20**.

As **Fotos V.1.5.2-34 e 35** ilustram as várzeas dos Rios Paraíba do Sul e Mogi-Guaçu, trechos considerados de alta susceptibilidade as inundações, assoreamento e recalques.

Por fim complementando o que foi solicitado no TR do IBAMA de fevereiro de 2009, sobre a identificação de passivos ambientais e processos erosivos preexistentes nas faixas do duto a serem compartilhadas, foram identificadas áreas com processos erosivos como ravinamentos e erosões lineares e avançando para sulcos erosivos devido ao caminhamento de gado, ambos cortando o trecho do duto, bem como áreas desprovidas de vegetação e que não apresentam atualmente processos

erosivos, mas estes se ocorrerem podem vir a assorear o curso de água, como ilustrado na **Foto V.1.5.3-3**.

As quatro áreas ilustradas nas fotos abaixo, bem como a área ilustrada na **Foto V.1.5.2-4** são de trechos que requerem intervenção imediata e sugere-se o monitoramento de trechos dos dutos ilustrados nas **Fotos V.1.5.2-23, 28 e 29**, que apesar de não ocorrerem processos erosivos já se evidencia trilhas de gado, que pode criar linha de erosão e mesmo destruir as curvas de nível existente, e mais atenção requer o trecho da **Foto V.1.5.2-23**, que apresenta vários blocos e matacões que podem vir a rolar em caso de descalçamento.



Foto V.1.5.3-1 – Início de ravinamento próximo ao eixo do duto. Será necessária intervenção imediata. Coordenada UTM 391553/7446051 e **Foto V.1.5.3-2** – área com intenso pisoteio de criação. Poderá potencializar processos erosivos. Coordenada UTM 437333/7443476.



Foto V.1.5.3-3 -Traçado do duto desprovido de vegetação. Apesar de estar em área com pouca declividade, isto pode potencializar processos erosivos e assoreamento de drenagem **Foto V.1.5.3-4** – Erosão ao lado do duto, tende a evoluir e atingir a faixa. Coordenadas 318508 / 7469779.

V.1.6 Recursos Hídricos, Hidrologia e Qualidade da Água

O duto, objeto deste licenciamento, possui 542 Km de extensão, atravessa 34 municípios e aproximadamente 300 cursos d'água. A lista de todas as drenagens atravessadas pelo duto bem como suas coordenadas em UTM, está apresentada no **Anexo 6**.

Para caracterizar os recursos hídricos, foi adotado o conceito de bacia hidrográfica como unidade de análise, de modo a facilitar a determinação do regime fluvial nos locais onde os corpos d'água serão atravessados pelo futuro duto.

De acordo com a Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos nº 32/ 03, que estabeleceu a Divisão Hidrográfica Nacional, o duto atravessará três grandes bacias: do rio Paraíba do Sul (código 58), do Rio Grande (código 61) e a dos Rios Paraná, Tietê e Outros (código 62), conforme observado na **Figura V.1.6-1**.



Figura V.1.6-1 – Bacias hidrográficas atravessadas pelo empreendimento.

Para facilitar a caracterização das Bacias Hidrográficas, foram utilizadas as divisões propostas pelo Plano Estadual de Desenvolvimento Hídrico do Estado de Minas Gerais bem como o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo, uma vez que o duto atravessa 1 bacia no Estado de Minas Gerais e 6 bacias no Estado de São Paulo, conforme se observa na **Figura V.1.6-2**.



Figura V.1.6-2 – Unidades de Gerenciamento dos Recursos Hídricos atravessadas pelo duto.

V.1.6.1 Estado de Minas Gerais

O Plano Estadual de Desenvolvimento Hídrico (2006) adotou como unidades referenciais de estudo 36 Unidades de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos (UPGRHs), resultante das 17 bacias hidrográficas do estado conforme divisão adotada pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais (CERH/MG).

As UPGRHs são unidades físico-territoriais, identificadas dentro das bacias hidrográficas do Estado que apresentam uma identidade regional caracterizada por aspectos físicos, sócio-culturais, econômicos e políticos.

No estado de Minas Gerais, o duto atravessa uma pequena parte da Bacia do Rio Grande. Os dados gerais dessa bacia estão descritos na **Tabela V.1.6.1-1**.

Tabela V.1.6.1-1– Dados Gerais da Bacia do rio Grande no Estado de Minas Gerais.

Área de Drenagem	86.400 km ²
Sede municipal na bacia	206 municípios
População aproximada (IBGE, 2000)	2.733.472 hab – Zona Urbana
	663.993 hab – Zona Rural
Outorgas Superficiais vigentes em 2007	134,031 m ³ /s
Outorgas Subterrâneas vigentes em 2007	2,957 m ³ /s

Fonte: IGAM (2008)

A bacia hidrográfica do Rio Grande é caracterizada pela presença dos seguintes tipos de uso dos recursos hídricos: abastecimento doméstico e industrial, irrigação, geração de energia elétrica, dessedentação de animais, pesca, piscicultura, balneabilidade, recreação e paisagismo.

O clima na bacia é considerado semi-úmido, havendo de quatro a cinco meses secos por ano, situando-se a disponibilidade hídrica entre 2 e 10 L/s/Km².

Essa bacia é dividida em 8 unidades de gerenciamento, sendo que o duto atravessa a GD8 - Baixo Curso Rio Grande jusante Reservatório do Peixoto. A **Tabela V.1.6.1-2** mostra a área de drenagem, população e número de estações de amostragem para a GD8.

Tabela V.1.6.1-2 – Dados Gerais para a UPGRHI – GD8.

UPGRH	GD8 - Baixo curso Rio Grande
Área Drenada (Km ²)	18.785
Municípios com sede	18
População Total	457.099
População Urbana	403.239
População Rural	53.860
Nº estações de amostragem	6
Densidade (Est/1000Km ²)	0,32

Fonte: IGAM (2008)

O rio Grande nasce nas encostas ocidentais da serra da Mantiqueira em Bocaina de Minas a altitudes da ordem de 1.250 m, no interior do estado de Minas Gerais. Percorre pouco mais de 1.300 km antes de se unir ao rio Paranaíba dando origem ao rio Paraná, aproximadamente na cota de 300 m.

O grande desnível vencido pelo corpo de água e as consideráveis descargas líquidas resultantes dos elevados índices pluviométricos da região superior da bacia hidrográfica, tornam o rio Grande e diversos de seus principais afluentes de grande interesse para a geração de energia elétrica. Devido a este fato e à proximidade dos centros consumidores de energia elétrica, numerosos aproveitamentos hidrelétricos têm sido construídos e projetados ao longo de seu curso e de sua bacia contribuinte, constituindo uma das maiores fontes e reservas de energia do país.

Os principais afluentes do rio Grande são o rio Aiuruoca, cuja nascente fica em Itamonte; rio das Mortes, que nasce entre Barbacena e Senhora dos Remédios; rio Jacaré, com a nascente na Serra do Galba em São Tiago; rio Sapucaí, cuja nascente fica na Serra da Mantiqueira, em São Paulo; rio Pardo, que nasce em Ipuiúna, e o rio Verde que nasce nas vertentes da serra da Mantiqueira, no limite dos municípios de Passa Quatro e Itanhandu, próximo da divisa dos Estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo, numa altitude aproximada de 2.600 metros.

Ao longo de seu percurso de 220 km, recebe importantes afluentes, como os rios Passa Quatro, Lambari, São Bento, Palmela, pela margem esquerda e os rios Capivari, Baependi, Peixe e o ribeirão da Espera, pela margem direita. Deságua na

Represa de Furnas próximo da cota de 800 m, no limite dos municípios de Três Pontas e Elói Mendes.

Na bacia do rio Grande são relevantes as atividades agropecuárias, minerárias e industriais. A agricultura – floricultura, horticultura, grãos e cana de açúcar – sobressaem no alto curso do rio Grande e nas sub-bacias dos rios das Mortes, Verde, Formiga e Sapucaí e também na região de Uberaba (Triângulo Mineiro).

As atividades industriais são desenvolvidas em toda a bacia, especialmente as do ramo alimentício – laticínios e abatedouros – destacando-se as indústrias químicas e fabricação de fertilizantes fosfatados nos municípios de Uberaba e Poços de Caldas, as indústrias metalúrgicas na sub-bacia do rio das Mortes e Verde e a fabricação de açúcar e álcool na região do Triângulo Mineiro.

A bacia hidrográfica do rio Grande é caracterizada pela presença dos seguintes tipos de uso dos recursos hídricos: abastecimento doméstico e industrial, irrigação, geração de energia elétrica, dessedentação de animais, pesca, piscicultura, balneabilidade, recreação e paisagismo.

A distribuição dos usos da água na bacia do rio Grande é bastante clara. As regiões dos grandes centros urbanos como Barbacena, Pouso Alegre e Poços de Caldas, concentram os usos para indústria, enquanto as outorgas para irrigação e dessedentação de animais sobressaem em toda a bacia.

Na bacia do rio Grande, apenas a sub-bacia do rio Verde teve suas águas enquadradas conforme descrito na Deliberação Normativa COPAM nº 33, de 18 de dezembro de 1998.

Os rios dessa bacia que não foram enquadrados recebem o enquadramento correspondente ao do trecho onde deságuam. Os demais corpos de águas da bacia do rio Grande ainda não foram enquadrados, sendo, portanto, considerados Classe 2, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente, segundo a Resolução CONAMA 357/2005, art. 42 (IGAM, 2008).

V.1.6.2 Estado de São Paulo

A atual divisão do Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) do Estado de São Paulo conta com 22 unidades de gerenciamento de recursos hídricos (UGRHs).

No estado de São Paulo, o duto atravessa 6 unidades de gerenciamento (UGRHs). A **Tabela V.1.6.2-1** apresenta a área de cada Unidade de Gerenciamento e suas principais drenagens.

Tabela V.1.6.2-1 – Área, classificação e drenagens principais das UGRHIs atravessadas pelo duto.

UGRHI	Área (Km²)	Classificação quanto ao uso	Drenagens Principais da Unidade de Gerenciamento (UGRHI)
02 - Paraíba do Sul	14.444	Industrial	rio Paraíba do Sul, rio Paraíbuna, rio Paraitinga, rio Buquira, rio do Peixe, rio Jacuí, reservatório Jaguari, reservatório Paraíbuna/ Paraitinga.
04 - Pardo	9.038	Em industrialização	ribeirão Santa Bárbara, ribeirão da Prata, ribeirão Tamanduá, rio Araraquara, ribeirão Quebra Cuia, rio Canoas, rio Tambaú, rio Guaxupé, rio da Fartura, rio Verde, reservatório Armando de Oliveira, reservatório Euclides da Cunha, reservatório Graminha e rio Pardo.
05 - Piracicaba/ Capivari/ Jundiá	14.178	Industrial	rio Piracicaba, rio Corumbataí, rio Claro, ribeirão Tijuco, rio Capivari, rio dos Toledos, rio Jaguari, rio Jundiá, rio Camanducaia, rio Atibaia, rio Jundiá Mirim, rio Atibainha, reservatório Jaguari-Jacaré, rio Tietê, reservatório Cachoeira, reservatório Atibainha, reservatório Salto Grande, reservatório Barra Bonita.
08 - Sapucaí/ Grande	9.170	Em industrialização	rio Grande, rio do Carmo, rio Sapucaí, ribeirão Água Limpa, rio das Canoas, rio Santa Bárbara, ribeirão dos Batatais, reservatório Porto Colômbia, reservatório Volta Grande, reservatório Igarapava e reservatório Estreito.
09 - Mogi-Guaçu	15.218	Em industrialização	rio Mogi-Guaçu, rio Jaguari Mirim.
12 - Baixo Pardo/ Grande	7.239	Em industrialização	rio Pardo, rio das Palmeiras, rio Velho, ribeirão do Agudo, ribeirão do Turvo, reservatório Porto Colômbia.

Fonte : CETESB (2008)

1) UGRHI 02 – Paraíba do Sul

Esta unidade, composta por 34 municípios, abriga quase 5% da população paulista e, de acordo com dados do PERH 2004-2007, 91% dos habitantes vivem em áreas urbanas. Nesta UGRHI, onde são coletados 89% do total do esgoto produzido, o índice de tratamento é da ordem de 33% do esgoto gerado.

As principais atividades industriais dividem-se em: aeronáutica, automobilística, mecânica, química, eletroeletrônicos, papel e celulose.

A demanda global por água na UGRHI 02, segundo projeção do DAEE (2006) para o ano de 2007 foi de 5,42 m³/s para consumo urbano, 9,42 m³/s para industrial e 5,58 m³/s para irrigação, perfazendo um total de 20,42 m³/s. Já a produção hídrica é da ordem de 72 m³/s.

A geração anual de resíduos sólidos do conjunto de municípios dessa UGRHI perfaz um total de 83.070 toneladas/ano, sendo que deste total 79,3% tem destinação adequada, 17,1% controlada, e 3,3% inadequada (CETESB, 2008).

De acordo com o PERH 2004-2007 os principais problemas da UGRHI 02 são: Baixo tratamento de esgoto, pois cidades importantes como Taubaté, Cachoeira Paulista e Jacareí não possuem qualquer tipo de sistema de tratamento; Risco de rebaixamento do lençol subterrâneo na área urbana de São José dos Campos; Coleta e disposição de resíduos sólidos domiciliares em mais da metade dos municípios da unidade; Intensa extração de areia no leito do Paraíba do Sul, principalmente entre Jacareí e Cachoeira Paulista.

Os processos de escorregamento naturais nesta UGRHI ocorrem nos compartimentos serranos da Serra da Mantiqueira e da Serra da Bocaina. Existe, ainda, alta suscetibilidade a inundações em alguns afluentes do rio Paraíba do Sul nas áreas urbanas, e média suscetibilidade ao longo do rio (DAEE, 2006).

A **Tabela V.1.6.2-2** mostra os rios de grande porte que serão atravessados pelo duto e pertencem a UGRHI-02.

Tabela V.1.6.2-2 - Rios que serão atravessados pelo duto e pertencem a UGRHI-02 bem como sua classe de enquadramento, segundo o Decreto Estadual de São Paulo 10.755/77.

Rio Paraíba do Sul	Classe 1	Nasce na confluência dos rios Paraíba e Paraitinga, no município de Paraíba, no estado de São Paulo, quando então passa a correr de oeste para leste, adentrando estado do Rio de Janeiro e mais a frente fazendo a divisa natural deste com Minas Gerais. Sua extensão total é de 1.120 Km ² , com uma área de aproximadamente 55.400 Km ² .
Rio do Peixe	Classe 1	Nasce no município de São José dos Campos, e percorre uma distância aproximada de 50 km, desaguando, então, na represa do rio Jaguari. Sua área de drenagem é de aproximadamente 730 Km ² .
Rio Turvo	Classe 2	Nasce na Serra de Jaboticabal, na divisa dos municípios de Monte Alto e Taquaritinga, em altitude um pouco superior a 700 m, e percorre 350 km no sentido sudeste/noroeste até alcançar o Rio Grande. Sua área de drenagem é de quase 10.000 km ² .

2) URGHI 04 – Pardo

A UGRH 04 é composta por 23 municípios, abriga em seu território quase 3% da população do Estado e, de acordo com dados do PERH 2004-2007, 93% dos habitantes vivem em áreas urbanas.

Nesta UGRHI, onde são coletados 99% do esgoto produzido, o índice de tratamento está em torno de 52% do total do esgoto gerado.

A demanda global por água para esta unidade de gerenciamento, segundo o PERH 2004-2007, foi de 4,05 m³/s para consumo urbano, 5,94 m³/s para industrial e 10,69 m³/s para irrigação, perfazendo um total de 20,68 m³/s. Já a produção hídrica é da ordem de 30 m³/s.

Em relação à geração de resíduos sólidos, os municípios integrantes dessa UGRHI somam um total de 49.534 toneladas/ano, onde apenas 11,8% deste total tem destinação adequada, a maior parte (77,5%) controlada, e 10,7% inadequada (CETESB, 2007). O índice de abastecimento é quase total (99%), assim como o de coleta de esgoto (98%), sendo que deste último, quase a metade recebe tratamento (47%).

De acordo com o PERH 2004-2007 os principais problemas da UGRHI 04 são: Situação precária na destinação final de resíduos sólidos domésticos (apenas 5 dos 23 municípios em condições adequadas) e pouco conhecimento em relação às áreas contaminadas; baixo percentual de tratamento de esgotos domésticos, com grande carga remanescente lançada nos cursos d'água; escassez de ações e projetos de planejamento e gestão integrada dos recursos hídricos; criticidade no balanço entre demandas e disponibilidades hídricas em algumas sub-bacias; deficiências nas bases de dados, tanto quantitativos quanto qualitativos, notadamente sobre usuários de água, fontes de poluição e qualidade das águas.

A UGRHI apresenta médio índice de erodibilidade. Merece atenção especial o município de Casa Branca. Existe média suscetibilidade a inundações ao longo do rio Pardo e alta suscetibilidade em alguns afluentes que atravessam áreas densamente urbanizadas (DAEE, 2006).

A **Tabela V.1.6.2-3** mostra os rios de grande porte que serão atravessados pelo duto e pertencem a UGRHI-04.

Tabela V.1.6.2-3 - Rios que serão atravessados pelo duto e pertencem a UGRHI-04 bem como sua classe de enquadramento, segundo o Decreto Estadual de São Paulo 10.755/77.

Rio Pardo	Classe 2	Nasce no município de Ipuíuna, região centro-sul de Minas Gerais, e passa entre a Serra do Cervo e área urbana de Poços de Caldas, adentrando o Estado de São Paulo e cortando vários municípios tais como Caconde, São José do Rio Pardo, Mococa, Ribeirão Preto e Barretos, até desembocar no Rio Grande, na divisa entre São Paulo e Minas Gerais. Seu curso total é de 573 km e sua área é de 34.500 km ² .
------------------	----------	--

3) URGHI 05 – Piracicaba / Capivari / Jundiáí

A UGRHI-05 é constituída pelas bacias hidrográficas dos rios Piracicaba (parte paulista), Capivari e Jundiáí, com exutórios independentes no rio Tietê. Sua área é de aproximadamente 14.178 km².

Esta unidade, composta por 57 municípios, compreende mais de 11% da população do Estado e, de acordo com dados do PERH 2004-2007, 85% dos habitantes vivem em áreas urbanas e apresenta como principais atividades industriais as seguintes: eletroeletrônicos, química, metalúrgica, mecânica, agroindustrial, e têxtil.

Nesta UGRHI, que abriga a Região metropolitana de Campinas, são coletados 85% do total do esgoto produzido, enquanto o índice de tratamento é da ordem de 41% do esgoto gerado.

Além da transposição de água da bacia do Piracicaba para a Região Metropolitana de São Paulo, ocorrem também, na área da UGRHI, exportações internas, tais como:

- Da bacia do Atibaia para a do Jundiaí, visando ao abastecimento do município de Jundiaí;
- Da bacia do Atibaia para as dos rios Capivari e Piracicaba, mediante o sistema de abastecimento da água de Campinas;
- Da bacia do Jaguari para as do Atibaia e Piracicaba.

A demanda global por água nesta UGRHI para o ano de 2007 foi de 17,36 m³/s para consumo urbano, 14,56 m³/s para industrial e 8,11 m³/s para irrigação, perfazendo um total de 40,03 m³/s. Já a produção hídrica é da ordem de 43 m³/s, o que representa uma sobrecarga na capacidade produtiva em relação ao consumo.

Os municípios da UGRHI-05 geram, em conjunto, 290.533 toneladas/ano de lixo, dos quais 92,9% utilizam sistemas adequados, 5,7% sistemas controlados e apenas 1,4% sistemas inadequados de deposição de resíduos sólidos (CETESB, 2007). O índice de abastecimento de água é de 96%, e os dados do sistema de esgoto apresentam 82% de coleta e apenas 23% de tratamento.

De acordo com o PERH 2004-2007 os principais problemas da UGRHI 05 são: cerca de 45% dos municípios da UGRHI necessitam de intervenções para adequar suas disposições de resíduos sólidos e solução de passivos ambientais; suprimento de demanda de água encontra-se em nível crítico dada a atual relação demanda global/disponibilidade hídrica; degradação dos corpos d'água por efluentes de esgotos urbanos; áreas degradadas por atividades de mineração.

Na região desta UGRHI existe alta suscetibilidade a inundações em trechos urbanos dos rios Piracicaba, Capivari, Jundiaí e do ribeirão Quilombo, e de média a alta em trechos dos rios Jaguari e Atibaia (DAEE, 2006).

A **Tabela V.1.6.2-4** mostra as principais drenagens que serão afetadas pelo duto e que pertencem a UGRHI-05.

Tabela V.1.6.2-4 - Principais drenagens afetadas pelo duto - UGRHI-05 bem como sua classe de enquadramento, segundo o Decreto Estadual de São Paulo 10.755/77.

Rio Atibaia	Classe 2	Formado pelo encontro dos rios Cachoeira e Atibainha, após estes terem suas águas represadas pelo Sistema Cantareira, responsável pelo abastecimento de 50% da Região Metropolitana de São Paulo. Possui uma área de drenagem de 2760 Km ² e vários municípios utilizam-no como manancial de abastecimento, tanto que aproximadamente 2 milhões de habitantes dependem exclusivamente de suas águas.
Rios Cachoeira e Atibainha	Classe 1	Formadores do rio Atibaia, no município de Bom Jesus dos Perdões (SP), os rios Cachoeira e Atibainha são represados e interligados por túneis com o reservatório do rio Jaguari, integrando o Sistema Cantareira, responsável pela garantia de aproximadamente 54% de água para o abastecimento público da grande São Paulo. Nasce na região de Joanópolis (SP), enquanto o rio Atibainha tem sua nascente nas proximidades de Piracaia (SP).
Rio Jaguari	Classe 1	Afluente do rio Piracicaba, e sua bacia, juntamente à bacia do rio Camanducaia, possui uma área de 4.290 Km ² . Na bacia do rio Jaguari, uma área de 1.230 km ² é controlada pelos reservatórios do Sistema Cantareira. Apesar de apresentar sinais visíveis do princípio de degradação, comparativamente com os demais mananciais da região, pode-se dizer que sua bacia ainda está relativamente preservada (DAEE, 2006). Durante o período de estiagem, entre os meses de Maio a Outubro, as limitações de vazão nas comportas da barragem do Cantareira e as diversas captações em seu curso fazem com que o rio Jaguari atravesse o município de Jaguariúna, SP, já bastante debilitado, só recebendo reforço após a afluência do rio Camanducaia Paulista, fato este importante para as captações situadas abaixo deste ponto, como é o caso do município de Limeira (SP).
Rio dos Anhumas	Classe 4	Afluente do rio Atibaia, nasce em Campinas percorrendo da nascente até o encontro com o rio Cachoeira, aproximadamente 8,59 quilômetros.
Rio do Amaral	Classe 2	O rio dos Amaral tem sua origem no município de Bragança Paulista, e ao longo do seu curso percorre uma extensão de cerca de 16,21 quilômetros, quando então deságua no rio Atibaia, em Atibaia.

4) UGRHI 08 – Sapucaí / Grande

Esta UGRHI localiza-se no nordeste do Estado de São Paulo, sendo definida pelas bacias hidrográficas do rio Sapucaí (porção paulista), do rio das Canoas (porção paulista), do rio do Carmo e de outras bacias de cursos d'água de menor porte. Todas as citadas bacias têm exutórios independentes no rio Grande.

A UGRHI 08 que é composta por 22 municípios, abriga aproximadamente 2% da população do Estado e, de acordo com dados do PERH 2004-2007, 94% dos habitantes vivem em áreas urbanas. As principais atividades industriais dividem-se em: agroindústria, calçados e indústrias afins.

Nesta UGRHI são coletados 99% do total do esgoto produzido, enquanto o índice de tratamento é da ordem de 70% do esgoto gerado.

A demanda global por água nesta UGRHI para o ano de 2007 foi de 1,66 m³/s para consumo urbano, 4,71 m³/s para industrial e 19,2 m³/s para irrigação, perfazendo um total de 25,57 m³/s. Já a produção hídrica é da ordem de 28 m³/s, o que demonstra uma sobrecarga na produção hídrica em função do consumo.

Os municípios da UGRHI-08 geram, em conjunto, 22.656 toneladas/ano de lixo, dos quais 83,9% utilizam sistemas adequados, 14,7% sistemas controlados e apenas 1,4% sistemas inadequados de deposição de resíduos sólidos (CETESB, 2008). O índice de abastecimento de água é de 99%, e os dados do sistema de esgoto apresentam 97% de coleta e 61% de tratamento.

De acordo com o PERH 2004-2007 os principais problemas da UGRHI 08 são: criticidade no balanço entre demandas e disponibilidades hídricas; escassez de ações e projetos de planejamento e gestão integrada dos recursos hídricos; deficiências nas bases de dados, tanto quantitativos, quanto qualitativos, notadamente sobre usuários de água.

As ocorrências de erosão nesta UGRHI concentram-se nas cabeceiras do rio Sapucaí, sendo o município de Franca é o mais crítico em área urbana. Há alta, ainda, suscetibilidade a inundações em trechos urbanos de alguns afluentes do rio Sapucaí-Mirim (DAEE, 2006).

A **Tabela V.1.6.2-5** mostra os rios que serão atravessados pelo duto e fazem parte desta UGRHI-08.

Tabela V.1.6.2-5 – Rios de grande porte que serão atravessados pelo duto e que fazem parte da UGRHI-8 bem como sua classe de enquadramento, segundo o Decreto Estadual de São Paulo 10.755/77.

Rio Sapucaí	Classe 2	A Bacia do Rio Sapucaí integra a bacia do rio Grande, localizando-se na região sudeste, atravessando os estados de São Paulo e Minas Gerais. Nasce na Serra da Mantiqueira, na cidade de Campos de Jordão – SP, a uma altitude de 1.650 m e deságua no Lago de Furnas, a 780 m de atitude, atravessando, aproximadamente, 343 Km (34 Km dentro do Estado de São Paulo e 309 Km em Minas Gerais).
Rio do Carmo	Classe 4	Nasce no município de Cristais Paulistas (SP), e percorre cerca de 90 km até desaguar no rio Grande, na divisa entre os municípios paulistas de Miguelópolis e Aramira.
Rio Grande	Classe 2	A bacia do rio Grande pertence à bacia do rio Paraná, possui uma área total de 143 mil Km ² , dos quais 86.500 Km ² localizam-se em Minas Gerais, o que equivale a 17,8% do território mineiro. A bacia do rio Grande é responsável por cerca de 67% de toda a energia gerada no estado mineiro.

5) URGHI 09 – Mogi-Guaçu

A UGRHI-09 localiza-se na região nordeste do Estado de São Paulo e apresenta limites com as UGRHIs dos rios: Pardo; Piracicaba/Capivari/Jundiaí; Baixo Pardo/Grande; Tietê/Jacaré; Turvo/Grande e Tietê/Batalha. Seus principais afluentes pela margem direita são os rios: Onça, Itupeva, Claro e Jaguari Mirim; pela margem esquerda, os rios: Eleutério, do Peixe, do Roque, Bonito, Araras e Mogi Mirim.

Essa unidade é composta por 38 municípios, que somados contabilizam 1.438.174 habitantes. As principais atividades industriais estão ligadas à produção de álcool e açúcar, papel e celulose, óleos, e bebidas, além da presença de indústrias frigoríficas.

A demanda global por água segundo PERH 2004-2007, para o ano de 2007 foi de 3,79 m³/s para consumo urbano, 27,83 m³/s para industrial e 8,61 m³/s para irrigação, perfazendo um total de 40,23 m³/s. Já a produção hídrica é da ordem de 48 m³/s, apontando para a saturação da produção hídrica em função do grau de consumo.

A geração anual de resíduos sólidos do conjunto de municípios dessa UGRHI perfaz um total de 105.142 toneladas/ano, sendo que deste total apenas 32,5% tem destinação adequada, enquanto 21,5% controlada, e quase a metade (46%) inadequada (CETESB, 2007). O índice de abastecimento de água é de 98%, e os dados do sistema de esgoto apresentam 92% de coleta e apenas 33% de tratamento.

De acordo com o PERH 2004-2007 os principais problemas da UGRHI 09 são: baixa cobertura vegetal nativa (apenas 5% de sua área estão preservados por vegetação

nativa); forte tendência de concentração urbana, com os conseqüentes problemas de gestão de recursos hídricos e poluição ambiental; contaminação dos corpos d'água devido ao uso de agrotóxicos; cerca de 25% dos municípios da UGRHI necessitam de intervenções para adequar suas disposições de resíduos sólidos e solução para os passivos ambientais existentes; suprimento da demanda de água está próxima do nível crítico.

Nesta unidade de gerenciamento, há média suscetibilidade a inundações ao longo do rio Mogi-Guaçu e alta suscetibilidade em alguns de seus afluentes em trechos urbanos. Há, também, suscetibilidade à erosão no compartimento Jaguari-Mirim, decorrente da ocupação dos morros lindeiros para produção de batata.

A **Tabela V.1.6.2-6** mostra os principais rios que serão atravessados pelo duto e fazem parte da UGRHI-09.

Tabela V.1.6.2-6 – Rios de grande porte que serão atravessados pelo duto e que fazem parte da UGRHI-9 bem como sua classe de enquadramento, segundo o Decreto Estadual de São Paulo 10.755/77.

Rio Mogi-Guaçu	Classe 2	Nasce no Estado de Minas Gerais, no município de Bom Repouso, e a sua bacia hidrográfica possui uma área de drenagem total de 18.938 km ² . Essa bacia abrange uma região que reúne 18 municípios e aproximadamente 330 mil habitantes.
Rio Bebedouro	Classe 2	Nasce no município de São Simão, porém quase a totalidade de seus 29,92 quilômetros são percorridos em Santa Rita do Passa Quatro onde ocorre a confluência com o rio Mogi-Guaçu.
Rio Claro	Classe 2	Com cerca de 35,65 quilômetros de extensão, o rio Claro, no município de Santa Rita do Passa Quatro, deságua no rio Mogi-Guaçu, sendo um dos afluentes da margem direita deste.
Rio das Araras	Classe 3	O rio das Araras, em toda a sua extensão, encontra-se inserido na área do município de Araras. Com aproximadamente 40,51 quilômetros de extensão, é um afluente da margem direita do rio Mogi-Guaçu.

6) UGRHI 12 – Baixo Pardo / Grande

A UGRHI 12, localizada ao Norte do Estado de São Paulo, estende-se da foz do rio Mogi-Guaçu até o rio Grande, na divisa com o Estado de Minas Gerais.

Apenas 12 municípios integram essa unidade, contabilizando uma população total de 337.871 habitantes. Usinas sucroalcooleiras e indústrias alimentícias diversas,

incluindo as de bebidas, representam as principais atividades industriais presentes nessa unidade de gerenciamento.

A demanda global por água nesta UGRHI, segundo PERH 2004-2007, para o ano de 2007 foi de 0,86 m³/s para consumo urbano, 3,02 m³/s para industrial e 9,11 m³/s para irrigação, perfazendo um total de 12,99 m³/s. Já a produção hídrica é da ordem de 21 m³/s.

A geração anual de resíduos sólidos do conjunto de municípios dessa UGRHI perfaz um total de 20.685 toneladas/ano, onde 95,8% deste total possui destinação adequada, e o restante (4,2%) destinação controlada (CETESB, 2007). O índice de abastecimento de água e cobertura de coleta de esgoto é quase integral (99%), sendo que, do segundo, 44% do total passa por tratamento.

De acordo com o PERH 2004-2007 os principais problemas da UGRHI 12 são: lançamento de esgotos diretamente em cursos d'água, sem tratamento, especialmente nas cidades de maior porte; forte tendência de concentração da população nas áreas urbanas, com os conseqüentes problemas de gestão de recursos hídricos e poluição ambiental; necessidade de controle do uso de agrotóxicos nas sub-bacias da unidade.

V.1.6.3 Caracterização do Regime Fluvial

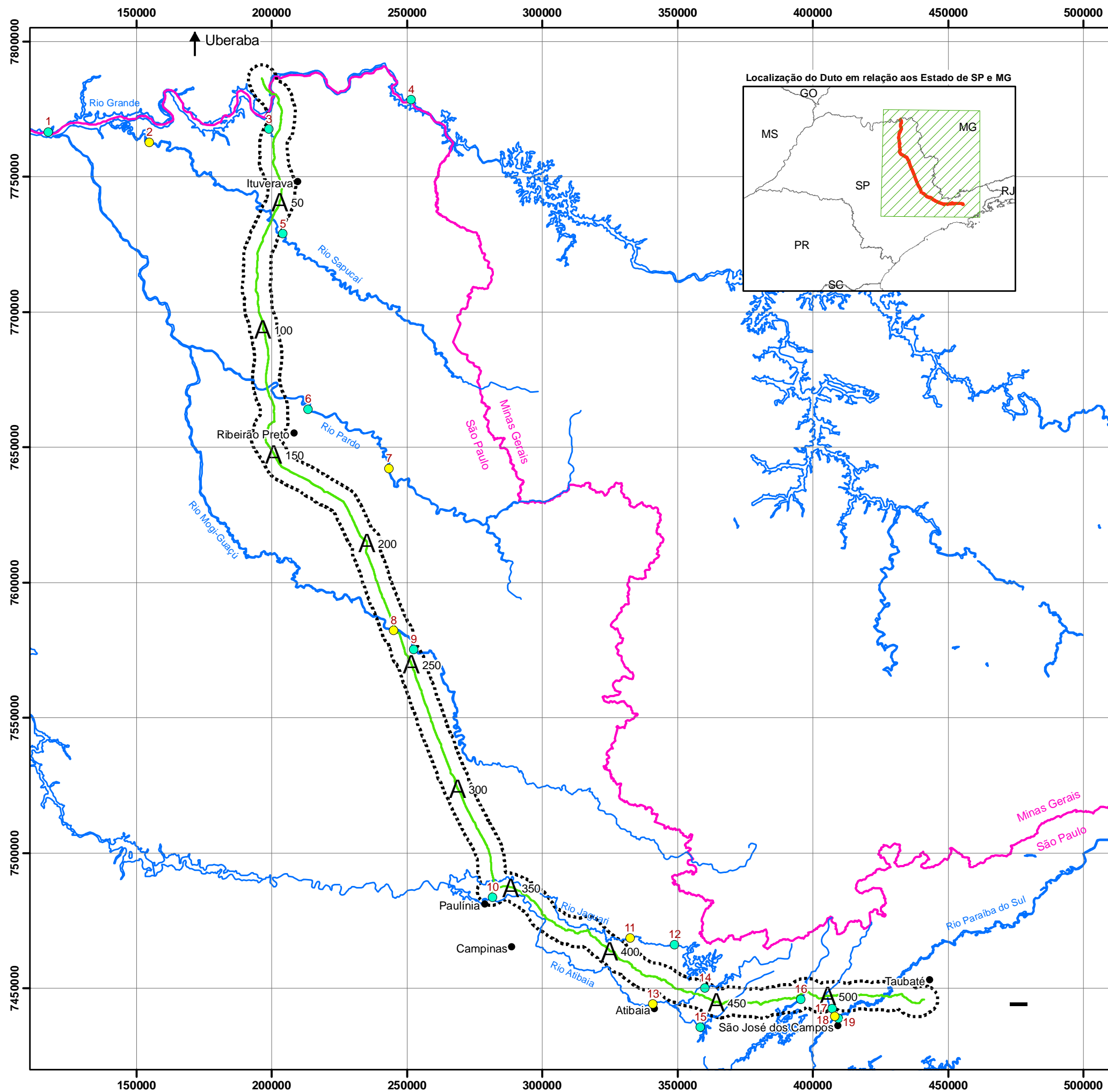
A caracterização do regime hidrológico dos principais cursos d'água a serem atravessados pelo futuro duto foi elaborada com base em dados fluviométricos obtidos junto ao Sistema de Informações para o Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (SIGRH), bem como na Agência Nacional de Águas (ANA).

Tendo em vista a baixa densidade de estações fluviométricas existentes ao longo do traçado buscou-se selecionar as estações fluviométricas mais próximas do traçado do duto com a drenagem. As estações fluviométricas selecionadas estão apresentadas na **Tabela V.1.6.3-1** e sua localização na **Figura V.1.6.3-1**.

Tabela V.1.6.3-1 – Estações Fluviométricas localizadas próximo do traçado do duto.

Código ANA	Nome da Estação	Coord. Geográficas		Município	Rio	Anos de Observação	Nº de registro (anos)
		Lat.	Long.				
2E-018	Fazenda Igaçaba	23°09'16"	45°53'29"	São José dos Campos	Paraíba do Sul	1960-1962, 1964-1967, 1970-1980, 1988	19
3D-015	Guaripocaba	22°54'19"	46°28'30"	Bragança Paulista	Jaguari	1972-1992	21
4B-001	Pioneiros	20°30'52"	47°50'21"	Guará	Sapucai	1945-1970	26
4C-001	Clube de Regatas	21°06'13"	47°45'26"	Ribeirão Preto	Pardo	1941-2001, 2003	62
4C-005	Santa Catarina	21°54'39"	47°23'51"	Pirassununga	Mogi-Guaçu	1970-1974, 1978-1982, 1984-1986,	19

Código ANA	Nome da Estação	Coord. Geográficas		Município	Rio	Anos de Observação	Nº de registro (anos)
		Lat.	Long.				
						1988-1991, 1993-1994	
4D-009	Acima de Paulínia	22°44'38"	47°07'47"	Paulínia	Atibaia	1948-1970, 1972-1981, 1985-1986, 1992, 1994- 1996	38
58142200	Buquirinha 2	23°07'28"	45°54'25"	São José dos Campos	Buquirã ou Ferrão	1981- 1988, 1989- 1990, 1993- 2005	23
58122000	Usina do Turvo	23°05'40"	46°01'20"	São José dos Campos	Peixe	1953-1955, 1957-1969	26
61730000	Rifaina	20°05'00"	47°23'00"	Rifaina	Grande	1930-1931, 1935, 1937- 1940, 1946- 1955	17
61756000	Canindé	20°10'01"	47°53'00"	Ituverava	Carmo	1967-1971, 1973-1978, 1980-1981	13
61937000	Colômbia	20°10'01"	48°41'00"	Colômbia	Grande	1961-1962	2
62660000	Nazaré Paulista	23°11'00"	46°23'00"	Nazaré Paulista	Atibainha	1953-1969	17
62665000	Piracaia	23°03'06"	46°21'55"	Piracaia	Cachoeira	1936-1982, 1984-1988, 1990-1991, 1993-2002, 2005-2006	76



Legenda

Estações utilizadas:

- Fluviométrica
- Sedimentométrica

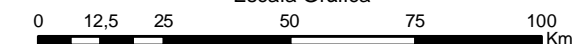
Convenções do Mapa

- 50 Diretriz do Duto com Indicação do Km
- Área de Influência Indireta (AII) - 5 Km

Convenções Cartográficas

- Sede Municipal
- Limite estadual
- Curso d'água

Escala Gráfica



Estações Fluviométricas Selecionadas

Código	Nome da Estação	Curso D'água
1	Colômbia	Rio Grande
2	Fazenda São Domingos	Rio Sapucaí
3	Canindé	Rio do Carmo
4	Rifaina	Rio Grande
5	Pioneiros	Rio Sapucaí
6	Clube de Regatas	Rio Pardo
7	Fazenda Corredeira	Rio Pardo
8	Porto Ferreira	Rio Mogi-Guaçu
9	Santa Catarina	Rio Mogi-Guaçu
10	Acima de Paulínia	Rio Atibaia
11	Rio Abaixo	Rio Jaguari
12	Guapirocaba	Rio Jaguari
13	Atibaia	Rio Cachoeira
14	Piracaia	Rio Cachoeira
15	Nazaré Paulista	Rio Atibainha
16	Usina do Turvo	Rio do Peixe
17	Buquirinha 2	Rio Buquira ou Ferrão
18	São José dos Campos	Rio Paraíba do Sul
19	Fazenda Igaçaba	Rio Paraíba do Sul

SISTEMA DE COORDENADAS

PROJEÇÃO: UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR - UTM

DATUM: SOUTH AMERICAM DATUM 1969 - SAD69

MERIDIANO CENTRAL: -45°

FUSO UTM: 23S



SISTEMA DE ESCOAMENTO DUTOVIÁRIO DE ÁLCOOL E DERIVADOS- SEDA

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL

TÍTULO: LOCALIZAÇÃO DA ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS SELECIONADAS

ESCALA: 1:1.500.000 DATA: Abril/2009

FIGURA: V.1.6.3-1

REV.: 1



Visando caracterizar o regime fluvial dos cursos d'água, foram coletados os dados de vazões médias mensais das estações fluviométricas ao longo de todo o período de observação, sendo extraídos os valores característicos médios, máximos e mínimos.

Devido a não continuidade de dados em algumas das estações, optou-se por não definir um período comum de análise, mas sim pela seleção de todos os anos em que houve registros de vazão para todos os meses.

As vazões médias para os principais cursos d'água atravessados são caracterizadas a seguir:

Rio Grande

Foram selecionadas duas estações fluviométricas para a caracterização da vazão do rio Grande (**Tabela V.1.6.3-2**), sendo um a montante (estação “Rifaina”, no próprio município de Rifaina) e uma jusante da travessia do duto (estação “Colômbia”, no município de mesmo nome). O período analisado para ambas as estações consta na **Tabela V.1.6.3-1**.

Tabela V.1.6.3-2 - Estações Fluviométricas “Rifaina” e “Colômbia”, rio Grande.

Código	61730000	61937000
Nome	Rifaina	Colômbia
Rio	Grande	Grande
Sub-bacia (ANA)	61 – Rio Grande	61 – Rio Grande
Estado	São Paulo	São Paulo
UGRHI	08 – Sapucaí/Grande	08 – Sapucaí/Grande
Município	Rifaina	Colômbia
Responsável	ANA	ANA
Latitude	-20°05'00"	-20°10'01"
Longitude	-47°23'00"	-48°41'00"
Vazão Mínima	53,00 m³/s	807,39 m³/s
Vazão Média	1083,44 m³/s	2403,32 m³/s
Vazão Máxima	4905,00 m³/s	4324,87,00 m³/s
Situação	Desativada	Desativada

Fonte: ANA, 2009.

Na estação fluviométrica “Rifaina”, a vazão média de longo termo foi de 1083,44 m³/s, com variação mínima e máxima ao longo do ano de 460,29 m³/s (Setembro) a 2097,82 m³/s (Fevereiro) respectivamente (**Figura V.1.6.3-2**). O menor valor de vazão mínima média (53,00 m³/s) ocorreu em Setembro de 1955, e o maior valor de máxima média (4905,00 m³/s) em Março de 1947.

Já na estação “Colômbia”, a vazão média de longo termo foi de 2403,32 m³/s, com variação mínima e máxima ao longo do ano de 958,47 m³/s (Setembro) a 5307,10 m³/s (Fevereiro) respectivamente (**Figura V.1.6.3-2**). O menor valor de vazão mínima média (807,39 m³/s) ocorreu em Setembro de 1962, e o maior valor de máxima média (4324,87 m³/s) em Janeiro de 1961.

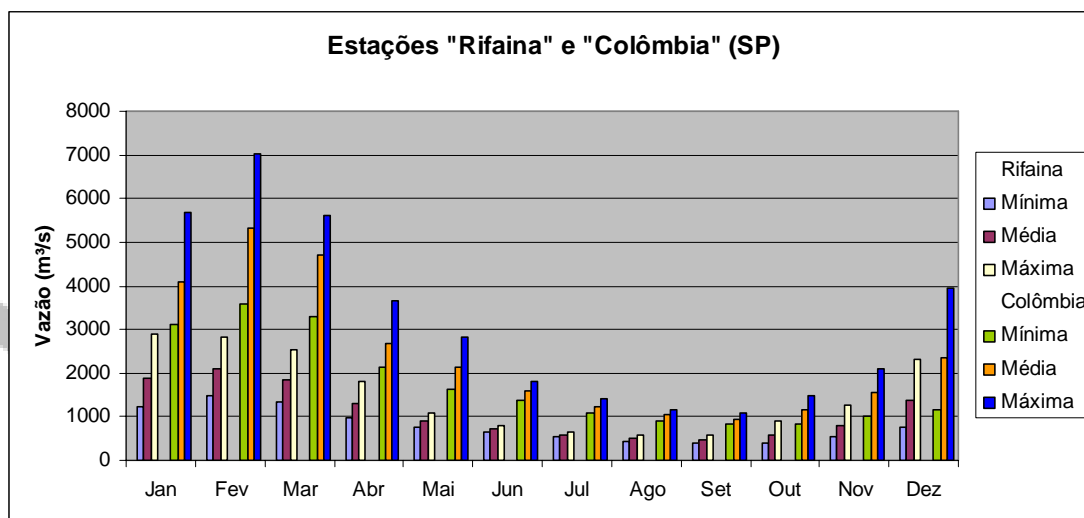


Figura V.1.6.3-2– Vazões médias, máximas e mínimas mensais no rio Grande, nos municípios de Rifaina e Colômbia, entre 1930-1950 e 1961-1962 respectivamente.

Rio do Carmo

A estação “Canindé”, localizada no município de Ituverava, apresentou apenas 13 anos de registros completos sendo que os dados para este período estão na **Tabela V.1.6.3-3**.

Tabela V.1.6.3-3 – Estação Fluviométrica “Canindé”, rio do Carmo.

Código	61756000
Nome	Canindé
Sub-bacia (ANA)	61 – Rio Grande
UGRHI	08 – Sapucaí/Grande
Rio	do Carmo
Estado	São Paulo
Município	Ituverava
Responsável	ANA
Latitude	-20°10'01”
Longitude	-47°53'00”
Vazão Mínima	0,80 m³/s
Vazão Média	18,77 m³/s
Vazão Máxima	130,00 m³/s
Situação	Desativada

Fonte: ANA, 2009.

Considerando o período analisado, a vazão média de longo termo foi de 18,77 m³/s, com variação mínima e máxima ao longo do ano de 7,45 m³/s (Setembro) a 33,25 m³/s (Fevereiro) respectivamente (**Figura V.1.6.3-3**).

A vazão no rio do Carmo, neste local de amostragem, apresenta nítida estiagem entre os meses de Agosto e Setembro. Ao passo que os quatro primeiros meses do ano apresentam elevadas vazões, correspondendo ao período de cheias. O menor

valor de vazão mínima média (0,80 m³/s) ocorreu em Setembro de 1971, e o maior valor de máxima média (130,00 m³/s) em Fevereiro de 1967.

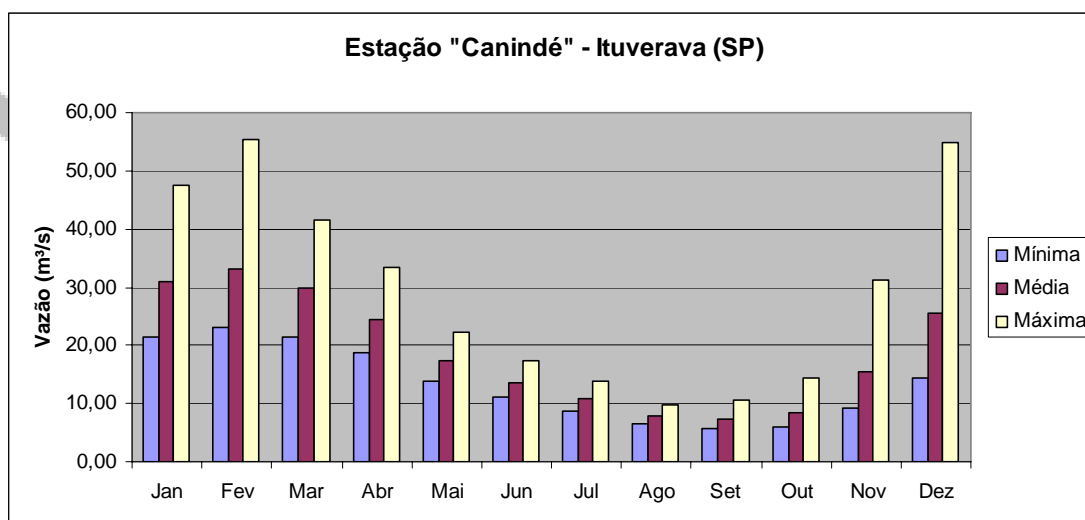


Figura V.1.6.3-3 – Vazões médias, máximas e mínimas mensais no rio do Carmo, no município de Ituverava, entre 1967 e 1981.

Rio Sapucaí

A estação fluviométrica “Pioneiros” (**Tabela V.1.6.3-4**), localizada no município de Guará apresentou 26 anos de registros completos, de forma contínua entre os anos de 1945 e 1970.

Tabela V.1.6.3-4 – Estação Fluviométrica “Pioneiros”, rio Sapucaí.

Código	4B-001
Nome	Pioneiros
Rio	Sapucaí
Sub-bacia (ANA)	61 – Rio Grande
Estado	São Paulo
UGRHI	08 – Sapucaí/Grande
Município	Guará
Responsável	DAEE
Latitude	-20°30'52"
Longitude	-47°50'21"
Vazão Mínima	7,31 m ³ /s
Vazão Média	76,07 m ³ /s
Vazão Máxima	444,09 m ³ /s
Situação	Desativada

Fonte: SIGRH, 2009.

Neste período a vazão média de longo termo foi de 76,07 m³/s, com variação mínima e máxima ao longo do ano de 33,16 m³/s (Setembro) a 140,14 m³/s (Março) respectivamente (**Figura V.1.6.3-4**). O menor valor de vazão mínima média (7,31 m³/s) ocorreu em Setembro de 1964, e o maior valor de máxima média (444,09 m³/s) em Março de 1966.

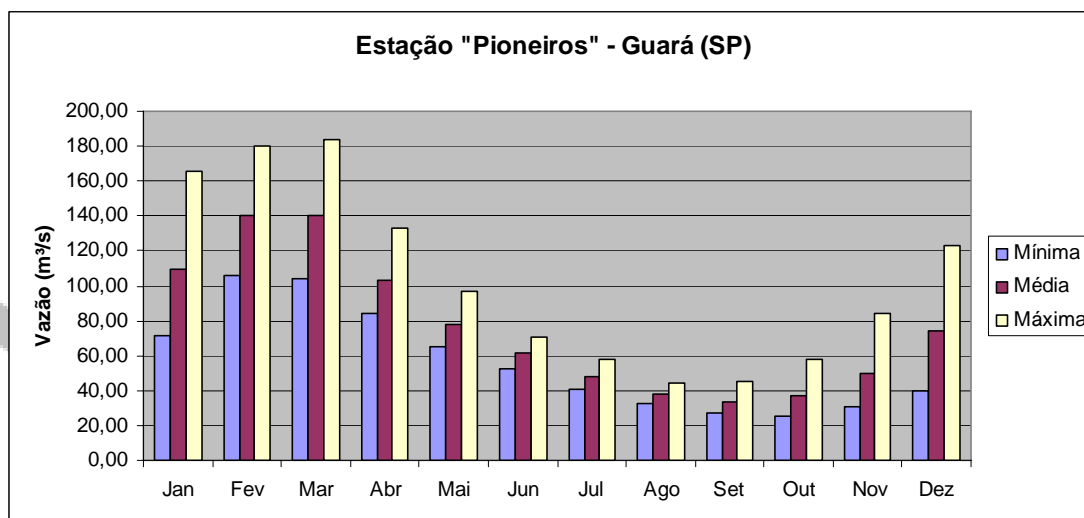


Figura V.1.6.3-4– Vazões médias, máximas e mínimas mensais no rio Sapucaí, no município de Guará, entre 1945 e 1970.

O comportamento da vazão no rio Sapucaí, com base na estação fluviométrica “Pioneiros”, apresenta uma notável concentração das maiores vazões ao longo do primeiro semestre. A média da vazão para os seis primeiros meses é de 105,34 m³/s, em contraponto aos 46,80 m³/s nos últimos seis meses do ano.

Rio Pardo

A estação fluviométrica denominada “Clube de Regatas” (**Tabela V.1.6.3-5**), localizada no município de Ribeirão Preto, apresentou 62 anos de registros completos.

Tabela V.1.6.3-5 - Estação Fluviométrica “Clube de Regatas”, rio Pardo.

Código	4C-001
Nome	Clube de Regatas
Rio	Pardo
Sub-bacia (ANA)	61 – Rio Grande
Estado	São Paulo
UGRHI	04 – Pardo
Município	Ribeirão Preto
Responsável	DAEE
Latitude	-21°06'13"
Longitude	-47°45'26"
Vazão Mínima	27,56 m³/s
Vazão Média	159,93 m³/s
Vazão Máxima	885,22 m³/s
Situação	Desativada

Fonte: SIGRH, 2009.

Considerando o período analisado, a vazão média de longo termo foi de 159,93 m³/s, com variação mínima e máxima ao longo do ano de 85,49 m³/s (Setembro) a 285,55 m³/s (Fevereiro) respectivamente (**Figura V.1.6.3-5**).

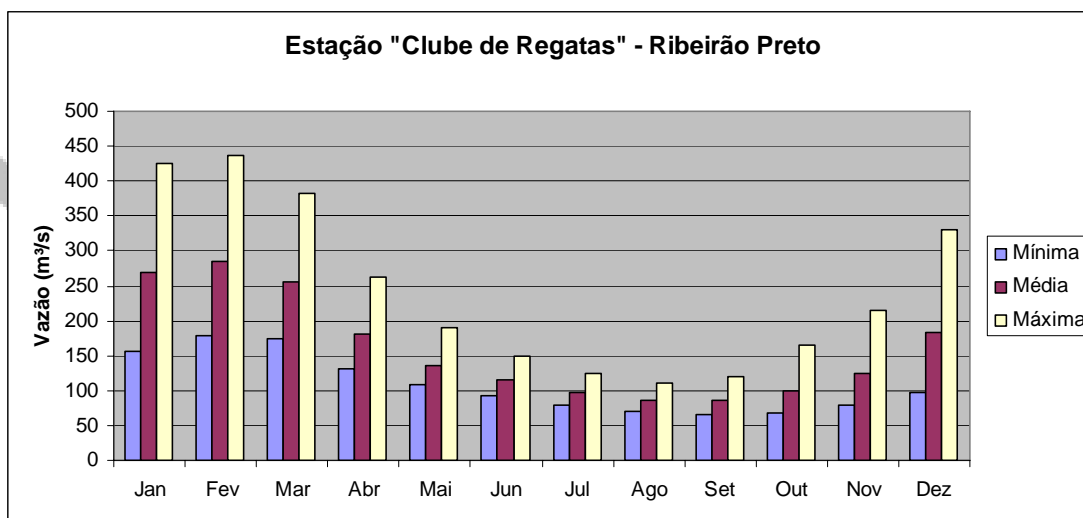


Figura V.1.6.3-5 – Vazões médias, máximas e mínimas mensais no rio Pardo, no município de Ribeirão Preto, entre 1941 e 2003.

A vazão no rio Pardo, neste ponto de amostragem, apresenta variação anual em consonância com a precipitação, tendo os valores mais elevados durante o primeiro trimestre (verão), na estação chuvosa, e os valores mais baixos durante o inverno (Julho a Setembro), na estação seca.

O menor valor de vazão mínima média (27,56 m³/s) ocorreu em Setembro de 1954, e o maior valor de máxima média (885,22 m³/s) em Janeiro de 2000.

Rio Mogi-Guaçu

A estação fluviométrica denominada “Santa Catarina” (**Tabela V.1.6.3-6**), situada no município de Pirassununga apresentou 19 anos de registros completos.

Tabela V.1.6.3-6 – Estação Fluviométrica “Santa Catarina”, rio Mogi-Guaçu.

Código	4C-005
Nome	Santa Catarina
Rio	Mogi-guaçu
Sub-bacia (ANA)	61 – Rio Grande
Estado	São Paulo
UGRHI	09 – Mogi-Guaçu
Município	Pirassununga
Responsável	DAEE
Latitude	-21°54'39"
Longitude	-47°23'51"
Vazão Mínima	23,27 m³/s
Vazão Média	135,45 m³/s
Vazão Máxima	778,52 m³/s
Situação	Desativada

Fonte: SIGRH, 2009.

Neste período a vazão média de longo termo foi de 135,45 m³/s, com variação mínima e máxima ao longo do ano de 62,32 m³/s (Setembro) a 232,52 m³/s (Janeiro) respectivamente (**Figura V.1.6.3-6**). O menor valor de vazão mínima média (23,27 m³/s) ocorreu em Outubro de 1994, e o maior valor de máxima média (778,52 m³/s) em Janeiro de 1981.

O comportamento da vazão no rio Mogi-Guaçu, tendo como referência a estação fluviométrica selecionada, também está intimamente relacionado com a precipitação anual. Os maiores valores ocorrem no verão (Janeiro a Março) e os menores durante o inverno e começo da primavera (Julho a Outubro).

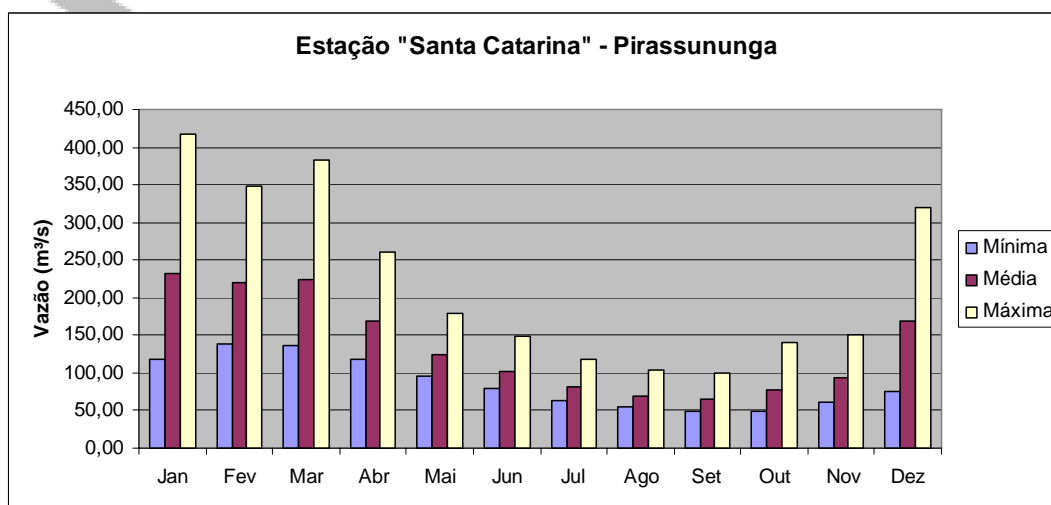


Figura V.1.6.3-6– Vazões médias, máximas e mínimas mensais no rio Mogi-Guaçu, no município de Pirassununga, entre 1970 e 1994.

Rio Atibaia

A estação fluviométrica “Acima de Paulínia” (**Tabela V.1.6.3-7**), localizada no município de Paulínia apresentou 38 anos de registros completos.

Tabela V.1.6.3-7– Estação Fluviométrica “Acima de Paulínia”, rio Atibaia.

Código	4D-009
Nome	Acima de Paulínia
Rio	Atibaia
Sub-bacia (ANA)	62 – Rio Paraná, Tietê e Outros
Estado	São Paulo
UGRHI	05 – Piracicaba/ Capivari/ Jundiaí - PCJ
Município	Paulínia
Responsável	DAEE
Latitude	-22°44'38"
Longitude	-47°07'47"
Vazão Mínima	3,72 m ³ /s
Vazão Média	34,77 m ³ /s
Vazão Máxima	346,95 m ³ /s
Situação	Desativada

Fonte: SIGRH, 2009.

Neste período a vazão média de longo termo foi de 34,77 m³/s, com variação mínima e máxima ao longo do ano de 19,58 m³/s (Agosto) a 59,43 m³/s (Fevereiro) respectivamente (**Figura V.1.6.3-7**). O menor valor de vazão mínima média (3,72 m³/s) ocorreu em Setembro de 1981, e o maior valor de máxima média (346,95 m³/s) em Fevereiro de 1970.

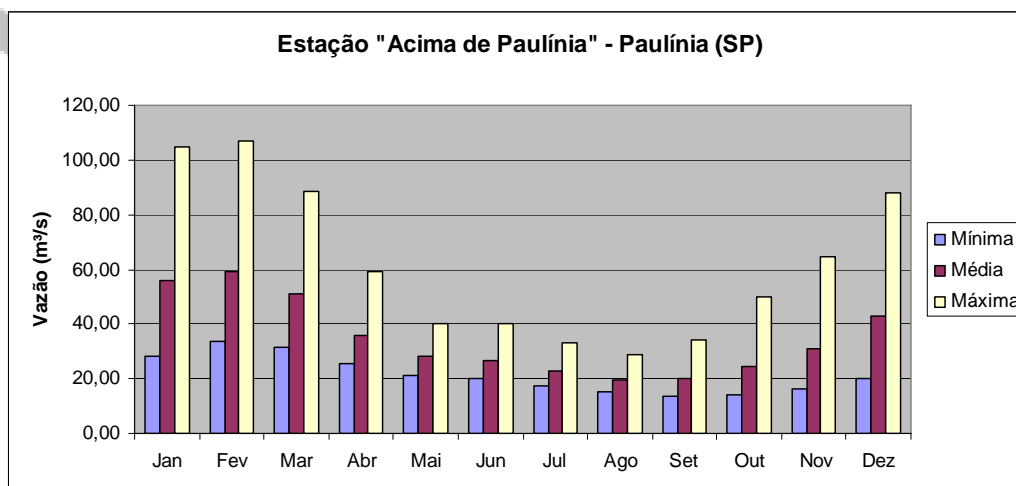


Figura V.1.6.3-7– Vazões médias, máximas e mínimas mensais no rio Atibaia, no município de Paulínia, entre 1948 e 1996.

O comportamento da vazão no rio Atibaia, com base na estação fluviométrica selecionada, está intimamente relacionado com a precipitação anual. Os maiores valores ocorrem no verão (Janeiro a Março) e os menores durante o inverno (Julho a Setembro).

Rio Jaguari

A estação fluviométrica denominada “Guaripocaba” situada no município de Bragança Paulista. Os dados dessa estação estão apresentados na (**Tabela V.1.6.3-8**).

Tabela V.1.6.3-8 – Estação Fluviométrica “Guapirocaba”, rio Jaguari.

Código	3D-015
Nome	Guaripocaba
Rio	Jaguari
Sub-bacia (ANA)	62 – Rio Paraná, Tietê e Outros
Estado	São Paulo
UGRHI	05 – Piracicaba/ Capivari/ Jundiaí - PCJ
Município	Bragança Paulista
Responsável	DAEE
Latitude	-22°54'19"
Longitude	-46°28'30"
Vazão Mínima	2,04 m ³ /s
Vazão Média	20,31 m ³ /s
Vazão Máxima	169,6 m ³ /s
Situação	Desativada

Fonte: SIGRH, 2009.

Considerando o período analisado, a vazão média de longo termo foi de 20,31 m³/s, com variação mínima e máxima ao longo do ano de 17,38 m³/s (Novembro) a 23,49 m³/s (Fevereiro) respectivamente (**Figura V.1.6.3-8**).

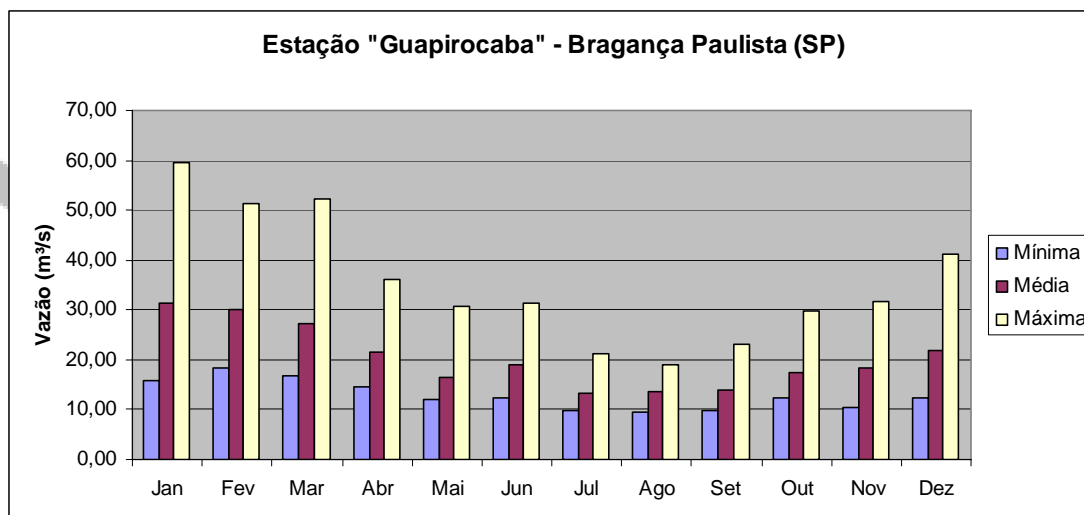


Figura V.1.6.3-8 – Vazões médias, máximas e mínimas mensais no rio Jaguari, no município de Bragança Paulista, entre 1972 e 1992.

A vazão no Jaguari nesta estação apresentou maiores valores no primeiro trimestre, ao longo da época de chuvas (verão). O menor valor de vazão mínima média (2,04 m³/s) ocorreu em Outubro de 1992 e o maior valor de máxima média (169,6 m³/s) em Junho de 1983.

Rio Cachoeira

Localizada no município de Piracaia, a estação fluviométrica também denominada "Piracaia" está descrita na **Tabela V.1.6.3-9**.

Tabela V.1.6.3-9 – Estação Fluviométrica "Piracaia", rio Cachoeira.

Código	62665000
Nome	Piracaia
Rio	Cachoeira
Sub-bacia (ANA)	62 – Rios Paraná, Tietê e Outros
Estado	São Paulo
UGRHI	05 – Piracicaba/ Capivari/ Jundiaí - PCJ
Município	Piracaia
Responsável	ANA
Latitude	-23°03'06"
Longitude	-46°21'55"
Vazão Mínima	0,36 m ³ /s
Vazão Média	7,26 m ³ /s
Vazão Máxima	87,70 m ³ /s
Situação	Desativada

Fonte: ANA, 2009.

Considerando o período analisado, a vazão média de longo termo foi de 7,26 m³/s, com variação mínima e máxima ao longo do ano de 5,38 m³/s (Julho) a 10,03 m³/s (Fevereiro) respectivamente (**Figura V.1.6.3-9**).

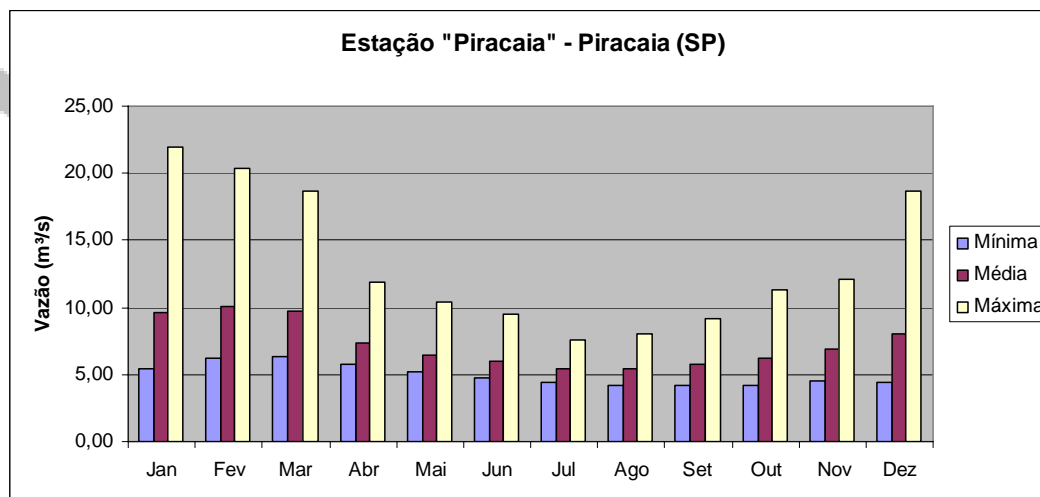


Figura V.1.6.3-9– Vazões médias, máximas e mínimas mensais no rio Cachoeira, no município de Piracaia, entre 1936 e 2006.

De maneira geral, a vazão no rio Cachoeira, neste posto de amostragem, apresenta o primeiro trimestre como o de maior vazão, em função das chuvas habituais do período, e o restante do ano com uma vazão mais regular, apenas com uma ligeira redução no trimestre Julho-Agosto. O menor valor de vazão mínima média (0,36 m³/s) ocorreu em Dezembro de 1974, e o maior valor de máxima média (87,70 m³/s) em Dezembro de 1966.

Rio Atibainha

A estação fluviométrica “Nazaré Paulista” localizada no município homônimo está descrita na **Tabela V.1.6.3-10**.

Tabela V.1.6.3-10 – Estação Fluviométrica “Nazaré Paulista”, rio Atibainha.

Código	62660000
Nome	Nazaré Paulista
Rio	Atibainha
Sub-bacia (ANA)	62 – Rios Paraná, Tietê e Outros
Estado	São Paulo
UGRHI	05 – Piracicaba/ Capivari/ Jundiaí - PCJ
Município	Nazaré Paulista
Responsável	ANA
Latitude	-23°11'00"
Longitude	-46°23'00"
Vazão Mínima	1,85 m ³ /s
Vazão Média	5,79 m ³ /s
Vazão Máxima	45,30 m ³ /s
Situação	Desativada

Fonte: ANA, 2009.

No período analisado a vazão média de longo termo foi de 5,79 m³/s, com variação mínima e máxima ao longo do ano de 3,51 m³/s (Setembro) a 9,03 m³/s (Março) respectivamente (**Figura V.1.6.3-10**). O menor valor de vazão mínima média (1,85 m³/s) ocorreu em Setembro de 1964, e o Maior valor de máxima média (45,30 m³/s) em Dezembro de 1966.

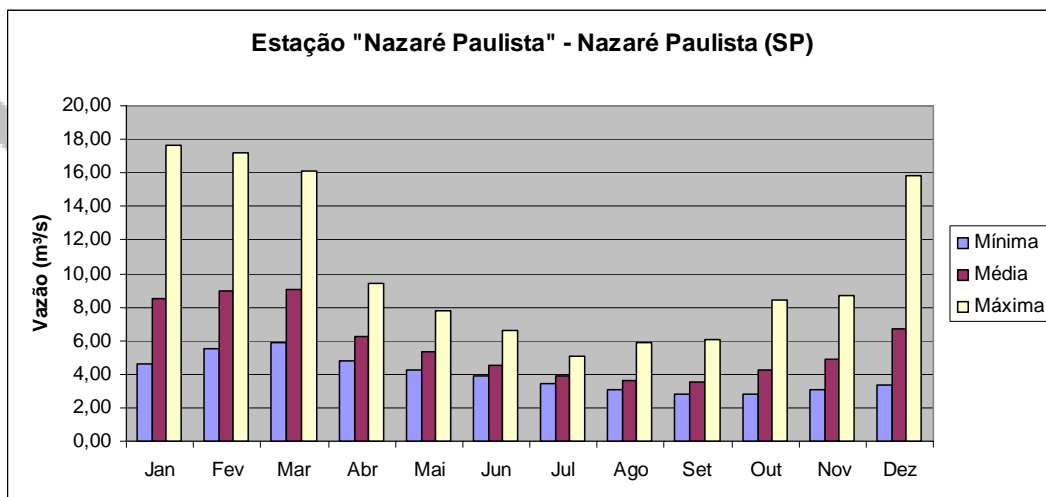


Figura V.1.6.3-10– Vazões médias, máximas e mínimas mensais no rio Atibainha, no município de Nazaré Paulista, entre 1953 e 1969.

O comportamento da vazão no rio Atibainha, com base na estação fluviométrica selecionada, está intimamente relacionado com a precipitação anual, uma vez que os maiores valores ocorrem no verão (Janeiro a Março) e os menores durante o inverno (Julho a Setembro).

Rio do Peixe

A estação fluviométrica denominada “Usina do Turvo” localizada no município de São José dos Campos está descrita na **Tabela V.1.6.3-11**.

Tabela V.1.6.3-11 – Estação Fluviométrica “Usina do Turvo”, rio do Peixe.

Código	58122000
Nome	Usina do Turvo
Rio	do Peixe
Sub-bacia (ANA)	58 – Rio Paraíba do Sul
Estado	São Paulo
UGRHI	02 – Paraíba do Sul
Município	São José dos Campos
Responsável	ANA
Latitude	-23°05'40"
Longitude	-46°01'20"
Vazão Mínima	3,18 m ³ /s
Vazão Média	13,80 m ³ /s
Vazão Máxima	139,41 m ³ /s
Situação	Desativada

Fonte: ANA, 2009.

No período analisado, a vazão média de longo termo foi de 13,80 m³/s, com variação mínima e máxima ao longo do ano de 7,40 m³/s (Agosto) a 23,10 m³/s (Fevereiro) respectivamente (**Figura V.1.6.3-11**).

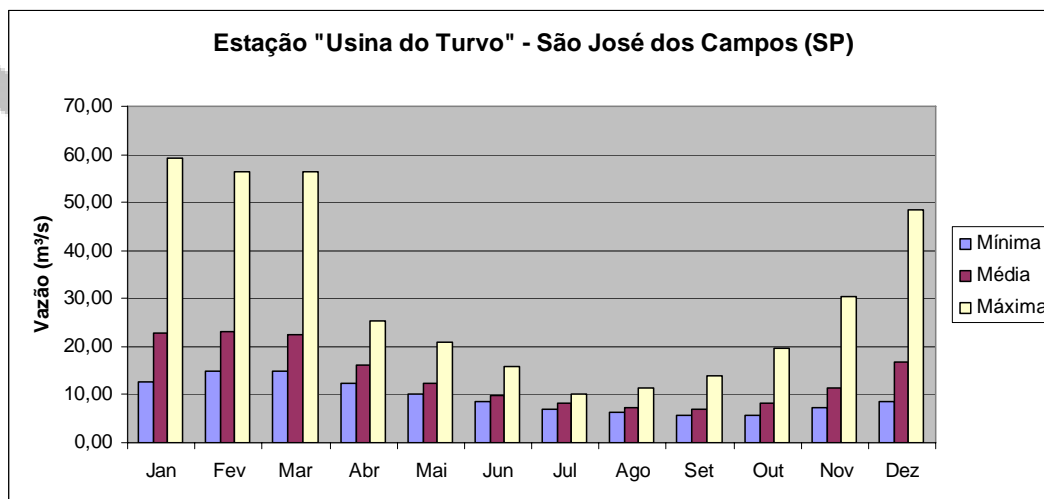


Figura V.1.6.3-11– Vazões médias, máximas e mínimas mensais no rio do Peixe, no município de São José dos Campos, entre 1953 e 1969.

A vazão no rio do Peixe, para esta estação, a grosso modo, registra maiores valores ao longo dos meses de verão (Janeiro a Março), época mais chuvosa, e menor ao longo do inverno (Julho a Setembro) e início da primavera (Outubro). O menor valor de vazão mínima média (3,18 m³/s) ocorreu em Outubro de 1968, e o maior valor de máxima média (139,41 m³/s) em Março de 1962.

Rio Buquira ou Ferrão

A estação fluviométrica denominada "Buquirinha 2" localizada no município de São José dos Campos está descrita na **Tabela V.1.6.3-12**.

Tabela V.1.6.3-12– Estação Fluviométrica "Buquirinha 2", rio Buquira ou Ferrão.

Código	58142200
Nome	Buquirinha 2
Rio	Buquira ou Ferrão
Sub-bacia (ANA)	58 – Rio Paraíba do Sul
Estado	São Paulo
UGRHI	02 – Paraíba do Sul
Município	São José dos Campos
Responsável	ANA
Latitude	-23°07'28"
Longitude	-45°54'25"
Vazão Mínima	1,18 m ³ /s
Vazão Média	9,47 m ³ /s
Vazão Máxima	81,57 m ³ /s
Situação	Desativada

Fonte: ANA, 2009.

Considerando o período analisado, a vazão média de longo termo foi de 9,47 m³/s, com variação mínima e máxima ao longo do ano de 5,75 m³/s (Agosto) a 15,26 m³/s (Fevereiro) respectivamente (**Figura V.1.6.3-12**).

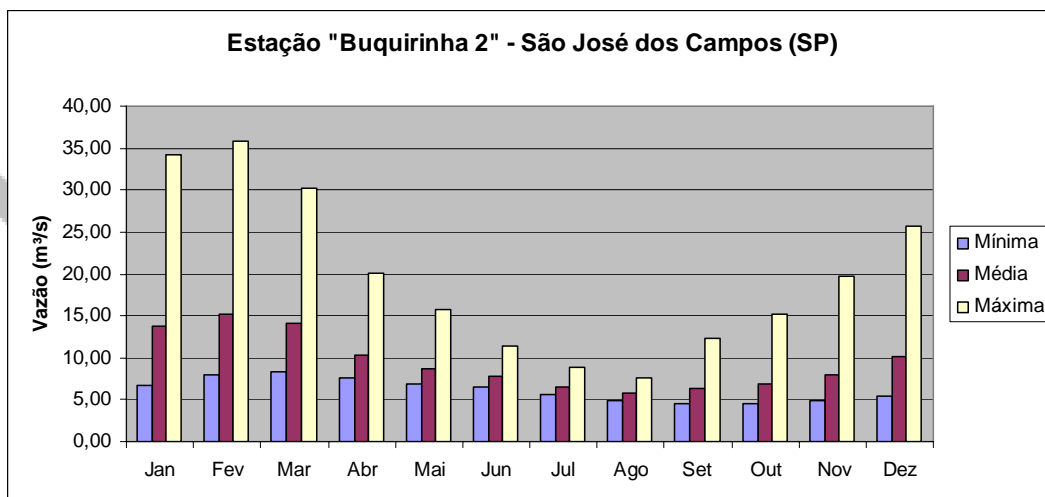


Figura V.1.6.3-12 – Vazões médias, máximas e mínimas mensais no rio Buquira ou Ferrão, no município de São José dos Campos, entre 1981 e 1995.

A partir dos resultados de vazão média, conclui-se que o rio Buquira ou Ferrão, nesta estação, apresenta Maiores valores no primeiro trimestre do ano, época das chuvas ao longo do verão, e estiagem que engloba o inverno (Julho a Setembro) e se estende pelo mês de Outubro. O menor valor de vazão mínima média (1,18 m³/s) ocorreu em Dezembro de 1995, e o maior valor de máxima média (81,57 m³/s) em Fevereiro de 1995.

Rio Paraíba do Sul

A estação fluviométrica denominada “Fazenda Igaçaba”, localizada no município de São José dos Campos está descrita na **Tabela V.1.6.3-13**.

Tabela V.1.6.3-13 – Estação Fluviométrica “Fazenda Igaçaba”, rio Paraíba do Sul.

Código	2E-018
Nome	Fazenda Igaçaba
Rio	Paraíba do Sul
Sub-bacia (ANA)	58 – Rio Paraíba do Sul
Estado	São Paulo
UGRHI	02 – Paraíba do Sul
Município	São José dos Campos
Responsável	DAEE
Latitude	-23°09'16"
Longitude	-45°53'29"
Vazão Mínima	36,44 m ³ /s
Vazão Média	126,08 m ³ /s
Vazão Máxima	580,46 m ³ /s
Situação	Desativada

Fonte: SIGH, 2009.

Considerando o período analisado, a vazão média de longo termo foi de 126,08 m³/s, com variação mínima e máxima ao longo do ano de 110,13 m³/s (Novembro) a 177,08 m³/s (Fevereiro) respectivamente (**Figura V.1.6.3-13**).

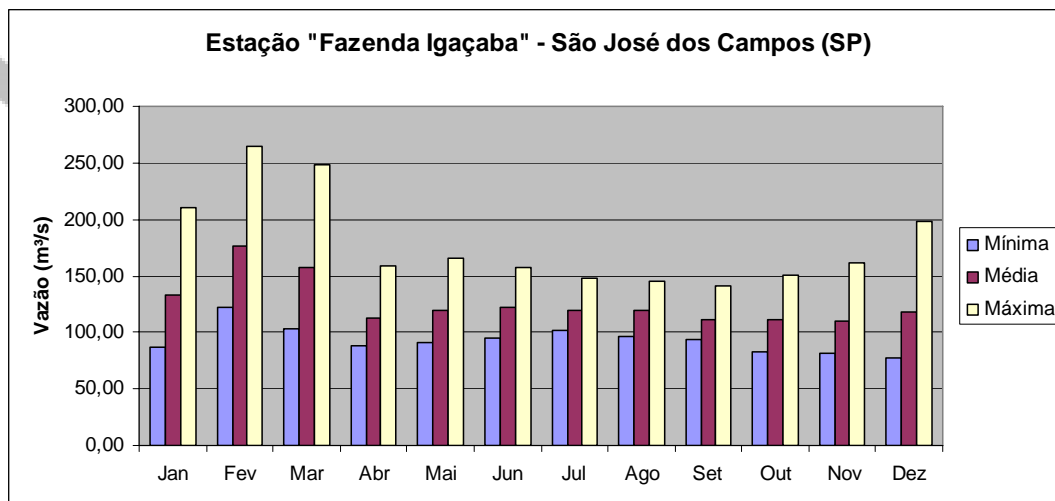


Figura V.1.6.3-13– Vazões médias, máximas e mínimas mensais no rio Paraíba do Sul, no município de São José dos Campos, entre 1960 e 1988.

De maneira geral, a vazão no Paraíba do Sul neste local de amostragem mantém-se constante ao longo do ano, tendo valores acima da média apenas durante o verão (estação chuvosa), que vai de Janeiro a Março. O menor valor de vazão mínima média (36,44 m³/s) ocorreu em Janeiro de 1964, e o maior valor de máxima média (580,46 m³/s) em Fevereiro de 1967.

V.1.6.4 Comportamento Sedimentológico

A caracterização do comportamento sedimentológico dos principais rios foi elaborada com base em dados de concentração e sedimentos e vazão dos rios coletados na Agência Nacional de Águas (ANA).

A concentração de sedimentos presentes nos rios brasileiros é muito variável, dependendo da ocorrência e do comportamento das chuvas, assim como do tipo e uso do solo de cada localidade. Chuvas intensas aumentam o carreamento de solo para os cursos d'água, sobretudo em áreas de solo exposto preparadas para cultivo agrícola.

A carência de estações fluviométricas ao longo do traçado do duto torna crítica a análise do comportamento sedimentológico das drenagens, uma vez que em poucas estações é realizada o monitoramento dos sedimentos transportados pelo curso d'água.

As estações selecionadas para caracterizar o comportamento sedimentológico dos principais rios atravessados pelo duto estão relacionadas na **Tabela V.1.6.4-1**.

Tabela V.1.6.4-1 – Estações selecionadas na All do futuro duto.

Código	Nome da Estação	Coordenadas Geográficas		Município	Rio
		Lat.	Long.		
61788000	Fazenda São Domingos	21°12'00"	48°17'00"	Miguelópolis	Sapucaí
61830000	Fazenda Corredeira	21°19'06"	47°28'36"	Serra Azul	Pardo
61902000	Porto Ferreira	21°50'52"	47°28'30"	Porto Ferreira	Moji-Guaçu
62600000	Rio Abaixo	22°53'00"	46°38'04"	Bragança Paulista	Jaguari
62670000	Atibaia	23°06'20"	46°33'26"	Atibaia	Atibaia
58139000	São José dos Campos	23°09'14"	45°53'48"	São José dos Campos	Paraíba do Sul

Foram selecionadas as concentrações máximas e mínimas medidas em cada estação fluviométrica, ao longo de todo o período de observação. Os resultados estão expressos na **Tabela V.1.6.4-2**.

Tabela V.1.6.4-2 – Concentrações de sedimentos em suspensão medidas nas estações selecionadas na All do futuro duto.

Estação	Rio	Período de observação	Nº de Medições	Concentração (ppm)	
				Mín.	Máx.
São José dos Campos	Paraíba do Sul	1994 – 1996	6	19,71	42,85
Atibaia	Atibaia	1998 – 2004	20	12,08	105,5
Jaguariúna	Jaguari	1998 – 2004	20	15,58	128
Porto Ferreira	Moji-Guaçu	1998 – 2004	19	8,17	205,23
Fazenda Corredeira	Pardo	1998 – 2004	20	10,73	165
Fazenda São Domingos	Sapucaí	2007 – 2008	2	51,48	62,79

V.1.6.5 Vulnerabilidade dos Recursos Hídricos

V.1.6.5.1 Suscetibilidade à Erosão e aos Movimentos de Massa

O conhecimento da situação e do potencial de erosão e das suas consequências ambientais, bem como o prognóstico de seu desenvolvimento, a partir da definição da suscetibilidade dos terrenos a processos erosivos tem grande importância no planejamento e formulação de políticas de uso do solo, expansão urbana, implantação de obras que cruzem regiões de alta suscetibilidade à erosão e outras intervenções.

A erosão linear ocorre quando o escoamento se concentra através de linhas de fluxo superficial bem definidas, podendo desenvolver três tipos de feições: sulcos, ravinas e voçorocas. Essas feições apresentam expressão local, sendo bem marcadas na paisagem.

Os movimentos de massa compreendem um conjunto de instabilizações desencadeadas, principalmente, pela ação de chuvas intensas que resultam no encharcamento dos terrenos de relevos declivosos como escarpamentos, serras,

montanhas, morros e morrotes. Essas feições são de expressão geralmente local, mas de fácil identificação pelas cicatrizes que deixam e os depósitos que geram.

A **Tabela V.1.6.5.1-1** apresenta a criticidade à erosão em % da área das UGRHI a serem atravessadas pelo duto. Vale lembrar que o rio Grande além de compor a GD8 Também integra a UGRHI 8.

Tabela V.1.6.5.1-1 - Criticidade à erosão em % da área das UGRHI a serem atravessadas pelo duto.

UGRHI	Criticidade		
	Alta	Média	Baixa
2 – Paraíba do Sul	9	75	6
4 – Pardo	31	28	41
5 – Piracicaba/ Capivari/ Jundiaí	16	76	8
8 – Sapucaí/ Grande	16	30	54
9 – Mogi Guaçu	12	36	52
12 – Baixo Pardo/ Grande	0	59	41

Fonte: PERH 2004-07.

V.1.6.5.2 Suscetibilidade ao Assoreamento

O processo de assoreamento de rios, lagos e reservatórios está intimamente associado aos processos de erosão, tanto nas encostas como nas próprias margens dos corpos d'água.

Esse processo natural pode ser intensificado por atividades antrópicas, que concorrem para o aumento da erosão pluvial, como a implantação de loteamentos e conjuntos habitacionais em locais geotecnicaamente inapropriados, deficiências nos sistemas de drenagem das cidades, práticas agrícolas inadequadas, desmatamento de cabeceiras e margens dos cursos d'água, modificação da velocidade da água por alterações no regime de escoamento dos cursos d'água (barragens, desvios de cursos, pontes etc.).

Além disso, outros fatores - como a exploração de areia e argila nas planícies fluviais e leito dos cursos d'água, assim como a ocupação intensa das áreas de mananciais – são também grandes indutores de assoreamento.

Os terrenos planos de planícies fluviais e de áreas à montante de reservatórios, que estão associados aos terrenos de muito alta e alta suscetibilidades à ocorrência de processos de erosão linear e de movimentos de massa, também apresentarão alta suscetibilidade à ocorrência de assoreamento.

Os processos de assoreamento mais intensos ocorrem nas bacias dos rios Paraíba do Sul, Ribeira de Iguape, Alto Tietê, Mogi-Pardo, Turvo, Aguapeí, Peixe e Alto Paranapanema.

V.1.6.5.3 Suscetibilidade à Inundação

As enchentes e inundações são processos de natureza fluvial associados à dinâmica de escoamento das águas superficiais. As águas de chuva, ao alcançar um curso d'água, causam o aumento na vazão por determinado período de tempo. Esse acréscimo na descarga d'água tem o nome de cheia ou enchente. Por vezes, no período da enchente, as vazões atingem tal magnitude que podem superar a capacidade de descarga da calha do curso d'água e extravasar para áreas marginais habitualmente não ocupadas pelas águas. Esse extravasamento caracteriza uma inundação e a área marginal, que periodicamente recebe esses excessos de água, denomina-se leito maior, planície de inundação de um rio, ou ainda, várzea (DAEE, 1984).

Em grande parte, as inundações decorrem principalmente da impermeabilização do solo que faz com que as cheias se tornem mais rápidas e mais elevadas. A canalização de córregos elimina os extravasamentos marginais, mas aumenta a velocidade do escoamento e propicia também mais rapidez e elevação dos picos de enchentes.

O **Anexo 16** contém as **Figuras V.1.6.5.3-1 a V.1.6.5.3-6** que apresentam as UGRHIs atravessadas pelo duto com destaque para as áreas de suscetibilidade a erosão e suscetibilidade a inundações pluviais.

Como o rio Grande faz divisa com os Estados de Minas Gerais e São Paulo, este pertence também a Unidade de Gerenciamento do Estado de São Paulo Sapucaí/ Grande. Devido a não existência de informações sobre assoreamento e ocorrência de enchentes descritas pelo órgão mineiro IGAM, esse assunto será abordado quando da descrição da Unidade de Gerenciamento Sapucaí/ Grande (UGRHI-8).

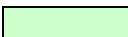
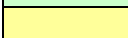

V.1.6.5.4 Estabilidade da Encosta

De acordo com o **item V.1.5.3** bem como o **Anexo 5**, foi elaborada a **Tabela V.1.6.5.4-1** que enfatiza o risco da estabilidade da encostas das travessias em função de processos erosivos, movimentos de massa e inundações. As drenagens que não são citadas nessa Tabela não apresentaram risco em relação à esses processos.

Tabela V.1.6.5.4-1 - Risco da estabilidade das encostas das travessias em função de processos erosivos, movimentos de massa e inundações.

Cidade	Km	Descrição	Riscos
Uberaba	1,4	Travessia Córrego Marimbondo	Risco baixo – processos erosivos
	3,2	Travessia córrego – sem nome na carta	Risco baixo – processos erosivos
	5,7	Travessia córrego – sem nome na carta	Risco baixo – processos erosivos
Ituverava	41,2	Travessia córrego – sem nome na carta	Risco baixo – processos erosivos
Sales de Oliveira	104,3	Travessia Córrego – sem nome na carta	Risco baixo – processos erosivos

Cidade	Km	Descrição	Riscos
São Simão	184,2	Córrego água da cruz	Risco baixo – processos erosivos
Porto Ferreira	238,4	Córrego afluente do Rio Mogi	Risco baixo – processos erosivos
Cosmópolis	331,4	Cruzamento com cabeceira de drenagem em mata	Risco baixo – processos erosivos
	331,5	Travessia córrego – sem nome na carta	Risco baixo – processos erosivos
Bragança Paulista	424,0	Travessia córrego – sem nome na carta	Risco médio – processos erosivos
	425,1	Travessia córrego – sem nome na carta	Risco médio – processos erosivos
	425,9	Travessia córrego – sem nome na carta	Risco médio – processos erosivos
Piracaia	458,2	Travessia Ribeirão do Pião/Piracaia	Risco alto – movimentos de massa e processos erosivos
	460,0	Travessia córrego – sem nome na carta	Risco alto – movimentos de massa e processos erosivos
Igaratá	472,8	Travessia córrego – sem nome na carta	Risco alto – movimentos de massa e processos erosivos
	473,5	Travessia do Ribeirão Grande	Risco alto – movimentos de massa e processos erosivos
	525,9	Travessia Ribeirão das Mudas	Risco alto – inundação, recalque e assoreamento
	528,8	Travessia Córrego Caetano	Risco alto – inundação, recalque e assoreamento
	530,7	Travessia córrego – sem nome na carta	Risco alto – inundação, recalque e assoreamento
	531,2	Travessia Ribeirão Caçapava Velha	Risco alto – inundação, recalque e assoreamento

Legenda		Risco Baixo
		Risco Médio
		Risco Alto

Portanto deverá ser dada atenção especial principalmente para as drenagens do município de Piracaia e Igaratá.

V.1.6.5.5 Ocorrência de Arraste/ Deposição de Sedimentos nas Principais Drenagens que serão atravessadas pelo duto

Para a estimativa da estabilidade das principais drenagens quanto aos fenômenos de arraste/deposição, foi elaborado um mapeamento geotécnico nos locais de travessia, com especial ênfase às feições lineares que pudessem tanto indicar instabilidade nas margens, provocadas por fenômenos erosivos laterais, formados

por arraste ou feições de deposição de sedimentos, bem como a situação das encostas próximas às áreas de travessia na AID.

A análise dos dados revelou o seguinte quadro, para os principais cursos d'água:

Rio Grande

A travessia se dá em um ambiente fluvial de baixa energia devido as grandes dimensões da drenagem neste ponto. O ponto de travessia está localizado próximo ao km 7 em evidências de atividade erosivas em sua margem ou calha do rio. O Rio Grande nos últimos anos foi alvo de alguns barramentos para fins de produção de energia, de forma que sua vazão espontânea foi alterada e sua dinâmica natural influenciada pela ação antrópica, não sendo possível uma análise puramente baseada em processos naturais ligados a dinâmica fluvial.

Assim sendo, as feições da morfologia do canal e de suas margens, indicam que a drenagem está em processo de maturidade, ou seja, em equilíbrio com os fenômenos de arraste/deposição.

Rio Sapucaí

A travessia ocorre próximo ao km 57 em um ambiente fluvial de alta energia com presença de corredeiras e forte condicionamento estrutural do embasamento. As margens apresentam-se com cobertura de mata ciliar.

A atividade erosiva da drenagem se dá na calha do rio, com arraste de sedimentos no fundo do canal, ambiente típico de rio de corredeira. O trecho poderá ser caracterizado como de alta energia e a drenagem classificada como jovem, com favorecimento aos fenômenos de arraste (erosão).

Rio Pardo

A travessia ocorre em um trecho do rio abaixo de uma pequena corredeira, fato esse que não pode por si só caracterizar o rio como de alta energia na área da travessia. O canal mostra-se com mata ciliar e crescimento de vegetação nas partes mais rasas do rio. Este fato denota um ambiente fluvial de baixa energia, caracterizando a drenagem como madura, correspondendo a um equilíbrio entre os fenômenos de arraste (erosão) e deposição (sedimentação).

Rio Mogi-guaçu

A travessia da drenagem se dá na altura do km 235 em trecho com ocupação caracterizada por habitações e algumas instalações de uso industrial, incluindo atividade extrativa mineral de argila para fabricação de materiais cerâmicos, provavelmente responsáveis pela existência de lagos em suas margens.

A calha do rio mostra-se sem evidências de atividade erosiva lateral de suas margens ou do canal do rio. As margens, apesar da ocupação humana apresentar mata ciliar em toda a AID. Não existem encostas próximas a travessia.

A drenagem em termos de estabilidade do sistema fluvial poderá ser classificada como madura, correspondendo a um equilíbrio entre os fenômenos de arraste (erosão) e deposição (sedimentação).

Rio Jaguari

Na travessia do Rio Jaguari nas proximidades do km 337, o rio mostra-se encaixado, provavelmente condicionado por sistemas de falhamentos/ fraturas do embasamento. As margens encontram-se sem vestígio de erosão ou indicatrizes de ocorrência de movimentos migratórios do canal. Não existem encostas próximas a travessia ou áreas fontes geradoras de sedimentos.

A drenagem em termos de estabilidade do sistema fluvial poderá ser classificada como madura, correspondendo a um equilíbrio entre os fenômenos de arraste (erosão) e deposição (sedimentação).

V.1.6.6 Área de Proteção aos Mananciais

Mananciais de água são as fontes, superficiais ou subterrâneas, utilizadas para abastecimento humano e manutenção de atividades econômicas. As áreas de mananciais compreendem as porções do território percorridas e drenadas pelos cursos d'água, desde as nascentes até os rios e represas.

De acordo com o Art. 84 do Plano Diretor de Uberaba - Lei Complementar nº359/06, no município de Uberaba existem atualmente 4 áreas de mananciais: do rio Uberaba, rio Claro, rio Uberabinha e do ribeirão Monjardim e, manacial da Ponte Alta. Foi contactado a Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA-MG o qual é responsável, dentre outras funções, por fiscalizar as áreas de manacial no estado. Esse órgão, juntamente com o IGAM, estão em processo de enquadramento dos corpos hídricos bem como a delimitação das áreas de proteção aos mananciais que, conseqüentemente, ainda não existe uma delimitação definida e disponível.

Contudo, de acordo com o Plano referenciado, em seu Art. 89 menciona que o rio Grande, que será atravessado pelo duto, poderá ser uma opção de aproveitamento como manancial para captação de água para o município de Uberaba.

No Estado de São Paulo, o Decreto nº 47.696/03 regulamenta o artigo 37-A da Lei nº 1.172/76 acrescido pela Lei nº 11.216/02 que delimita as áreas de proteção dos mananciais, cursos e reservatórios de água de interesse da Região Metropolitana da Grande São Paulo.

A Lei Estadual nº 9866/ 97 estabeleceu novos critérios e procedimentos para a proteção dos mananciais do Estado de São Paulo, dos quais destacam-se: proteção e recuperação de condições ambientais específicas, necessárias para a produção

da água na quantidade e qualidade demandada atualmente, e garantir o abastecimento e o consumo das futuras gerações.

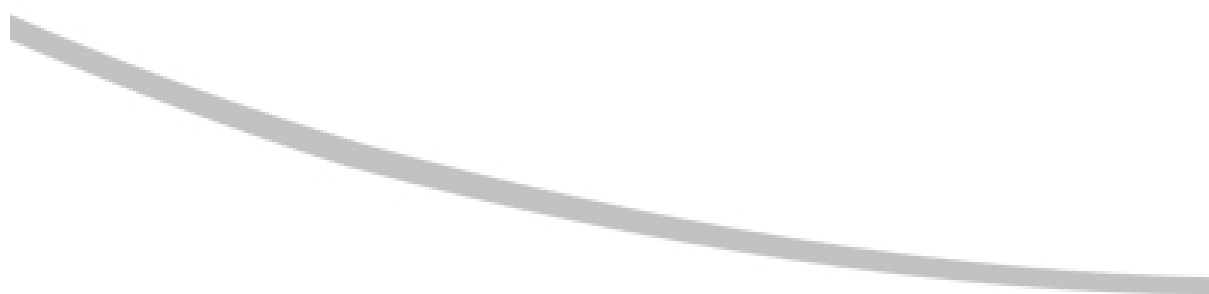
A referida lei, no entanto, não define quais são as áreas consideradas de interesse para o abastecimento público, ou seja, não cria efetivamente as Áreas de Proteção e Recuperação de Mananciais (APRMs), uma vez que estas são apenas criadas mediante Lei específica que regulamenta atividades de gestão, preservação e recuperação ambiental na preterida região.

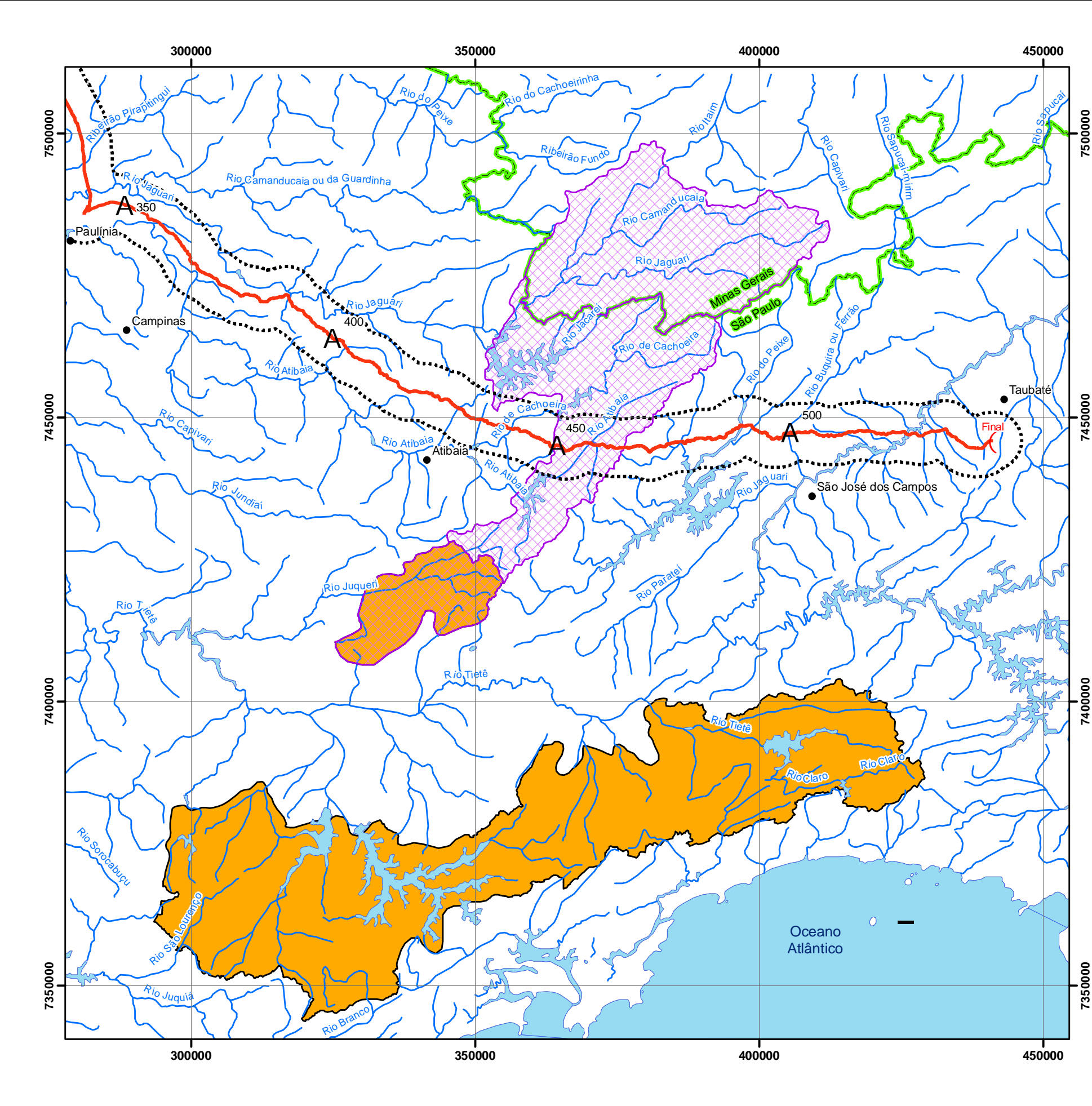
Até o momento, só estão definidas as APRMs da UGRHI Alto Tietê, que são as mesmas definidas pela Lei Estadual de São Paulo de Proteção de Mananciais de 1975.

A Lei Estadual de São Paulo nº 898/ 75, que disciplina o uso do solo para a proteção dos mananciais, cursos e reservatórios de água e demais recursos hídricos, em seu Art. 2º declara como áreas de proteção dos mananciais, o Reservatório da Cantareira e o Rio Jaguari, afluente da margem esquerda do Rio Paraíba, até os limites da Região Metropolitana do estado de São Paulo, entre outros.

O traçado do duto cortará o Sistema Cantareira que produz metade da água consumida pelos 19 milhões de habitantes da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). Considerado um dos maiores sistemas produtores de água do mundo, produz 33 mil L/s e abastece 8,8 milhões de pessoas (46% da população da RMSP), tem uma área de aproximadamente 228 mil ha, e abrange 12 municípios, quatro deles no Estado de Minas Gerais.

A **Figura V.1.6.6-1** mostra a localização do traçado do duto em relação às áreas de proteção aos mananciais que serão afetadas diretamente pela travessia do duto bem como os corpos d'água utilizados para abastecimento municipal.





Legenda

- Sistema Cantareira
- Área de Proteção de Recuperação de Mananciais
APRM - Alto Tietê

Convenções do Mapa

- 50
Diretriz do Duto com indicação do Km
- Área de Influência Indireta (AII) - 5 Km

Convenções Cartográficas

- Sede Municipal
- Limite Estadual
- Drenagem
- Corpo d'água



Fonte: Sistema de Informações para o Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo - SIGRH

SISTEMA DE ESCOAMENTO DUTOVIÁRIO DE ÁLCOOL E DERIVADOS - SEDA	
ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL	
ÁREAS DE PROTEÇÃO AOS MANANCIAIS - SP e MG	
ESCALA: 1:750.000	DATA: Abril/2009
FIGURA Nº: V.1.6.6-1	REV.: 2



O Sistema Cantareira é composto por 5 reservatórios: Jaguari e Jacareí (interligados); Cachoeira; Atibainha e Juquery (ou Paiva Castro). A **Figura V.1.6.6-2** mostra a participação desses reservatórios para o sistema Cantareira.

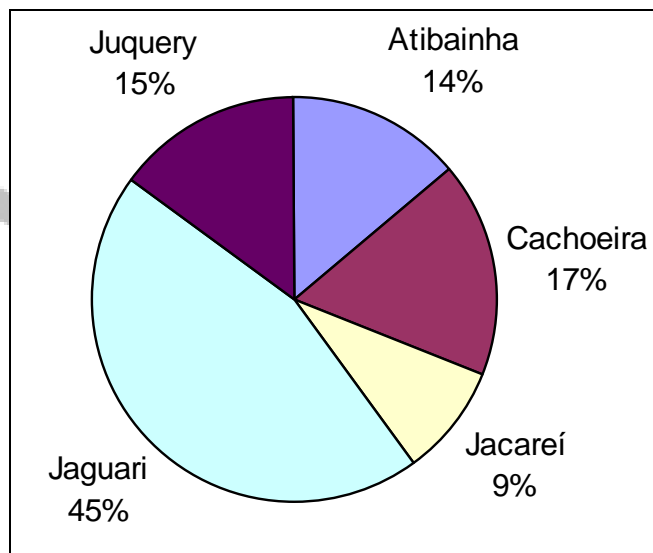


Figura V.1.6.6-2 - Participação dos reservatórios no Sistema Cantareira.
Fonte: ISA, 2007.

Destes 33 mil L/s, 31 são produzidos na Bacia Hidrográfica do Rio Piracicaba e apenas dois são produzidos na Bacia do Alto Tietê, pelo rio Juquery. Dos 31 mil L/s produzidos na Bacia do Piracicaba, 22 vêm dos reservatórios Jaguari-Jacareí, cujas bacias estão inseridas majoritariamente no Estado de Minas Gerais.

A **Figura V.1.6.6-3** ilustra graficamente a distribuição das categorias do uso do solo nos reservatórios, para o ano de 2003.

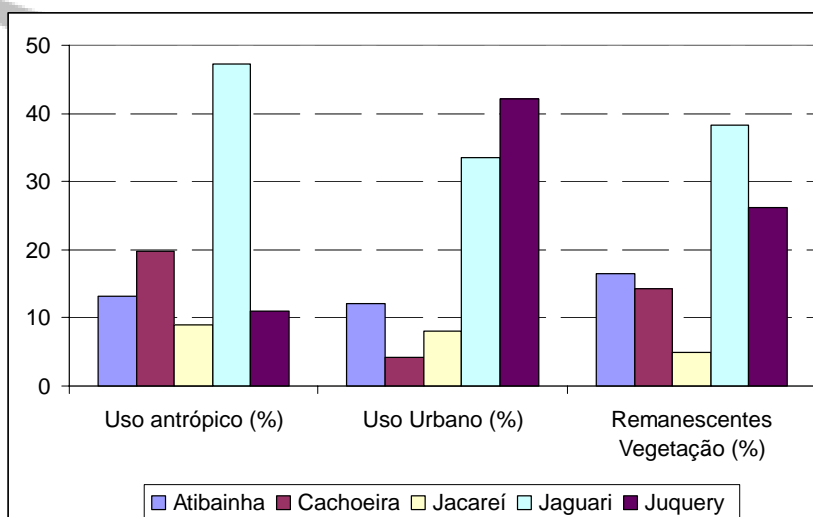


Figura V.1.6.6-3 - Distribuição das categorias do uso do solo nas Bacias do sistema, 2003. Fonte: ISA, 2007.

A análise do uso do solo por bacias hidrográficas formadoras do Sistema Cantareira, permite verificar que grande parte dos usos antrópicos está na bacia do Jaguari (47%), que abriga também a maioria das áreas de vegetação natural ainda presentes na região (38,2%) bem como produz maior quantidade de água para o sistema.

Apenas 12,4% da área do sistema (28.372 ha) está inserida nos limites da Área de Proteção aos Mananciais da RMSP, que corresponde à parte da Bacia do Rio Juquery.

O Sistema Cantareira tem apenas parte de seu território – o reservatório Paiva Castro e uma porção da sua bacia de contribuição (Juquery) – protegido pela legislação paulista de proteção aos mananciais da década de 70, uma vez que grande parte de suas sub-bacias estão fora dos limites da Grande São Paulo e parte do sistema (45%) localiza-se em Minas Gerais.

O Instituto Socioambiental em 2003 realizou um diagnóstico ambiental do Sistema Cantareira (ISA, 2007) que permitiu formular as principais ameaças do sistema, dos quais os mais relevantes e que estão ligados diretamente com a implantação do empreendimento são:

- Diminuição das áreas cobertas por remanescentes de Mata Atlântica.
- Piora nos índices de qualidade da água dos principais rios formadores do sistema no período de 1987 a 2004.
- Baixos índices de coleta e principalmente de tratamento de esgoto nos municípios da região.
- Expansão do reflorestamento e das atividades industriais.
- Falta de áreas efetivamente protegidas, já que as APAs existentes na região não estão regulamentadas.
- Ausência de ordenamento territorial que leve em conta que a região é uma importante área de manancial.

V.1.6.7 Índices de Qualidade das Águas das Unidades de Gerenciamento

Os Índices de Qualidade das águas são muito utilizados no gerenciamento da qualidade dos recursos hídricos, pois, além de facilitar a comunicação com o público leigo, representa uma média de diversas variáveis em um único número.

Para isso serão mencionados os índices: IQA, IAP e IVA descritos a seguir. Cabe ressaltar que o estado de Minas Gerais adota apenas o índice IQA para avaliar a qualidade de seus recursos hídricos (CETESB, 2008 e IGAM, 2008).

Índice de Qualidade de Água (IQA)

As variáveis de qualidade, que fazem parte do cálculo do IQA, refletem principalmente, a contaminação dos corpos hídricos ocasionada pelo lançamento de esgotos domésticos. É importante também salientar que este índice foi desenvolvido para avaliar a qualidade das águas, tendo como determinante principal a sua utilização para o abastecimento público, considerando aspectos relativos ao tratamento dessas águas.

O IQA é classificado em faixas que sofrem variações entre os estados brasileiros (**Tabela V.1.6.7-1**).

Tabela V.1.6.7-1 - Classificação dos valores do Índice de Qualidade das Águas nos estados brasileiros.

Valor do IQA (Estados: AP, MG, MT, PR, RS)	Valor do IQA (Estados: BA, GO, ES, MS, SP)	Qualidade da Água
91 – 100	80 – 100	Ótima
71 - 90	52 – 79	Boa
51 – 70	37 – 51	Aceitável
26 -50	20 – 36	Ruim
0 – 25	0 – 19	Péssima

Para caracterizar a qualidade dos principais cursos d'água foi realizado um levantamento bibliográfico disponível de pontos de amostragem localizados próximo da interseção do duto com a drenagem, segundo a rede de monitoramento realizado pelo IGAM (2008) e CETESB (2008).

A **Tabela V.1.6.7-2** descreve os pontos bem como a localização destes, utilizados para a caracterização da qualidade da drenagem, enquanto a **Tabela V.1.6.7-3** apresenta os resultados obtidos para os pontos analisados.

Tabela V.1.6.7-2 – Descrição dos Pontos de Amostragem da qualidade da água realizada pelo IGAM e CETESB.

Ponto	Unidade de Gerenciamento	Latitude	Longitude	Corpo Hídrico	Local de amostragem	Município
BG061	UPGRH - GD8	20 10 08	48 41 18	Rio Grande	Confluência com o Rio Pardo	Uberaba - MG
PARB 02400	UGRHI 2	23 4 54	45 42 40	Rio Paraíba do Sul	Ponte na rua do Porto, no trecho que liga Caçapava ao bairro Menino Jesus	Caçapava - SP
PARD 02600	UGRHI 4	20 57 58	48 1 40	Rio Pardo	Margem direita, a 50m da ponte da rodovia que liga Pontal a Cândia	Pontal - SP
TREB 02900	UGRHI 5	22 39 27	47 12 34	Ribeirão Três Barras	Na foz do Ribeirão Três Barras com o Rio Pirapitingui	Cosmópolis - SP
JAGR 02500		22 41 56	47 9 7	Rio Jaguari-05	Na ponte da rodovia SP 332, próximo às captações de Paulínia e Hortolândia	Paulínia - SP
ATIB 02300		22 45 25	47 6 39	Rio Atibaia	Na captação da Rhodia	Paulínia - SP
SAPU 02400	UGRHI 8	20 31 24	47 49 39	Rio Sapucaí	Ponte na rodovia SP-345, no trecho que liga Barretos a Franca	São Joaquim da Barra - SP
TINO 03600	UGRHI 9	22 11 29	47 23 51	Cór.Constantino	Ponte sobre o Córrego Constantino, na Rodovia Anhanguera	Leme - SP
MEIO 02900		22 5 50	47 16 13	Ribeirão do Meio	Ponte de madeira sobre o Ribeirão do Meio, ao lado da Fazenda	Leme - SP
MOGU 02450		21 50 37	47 29 41	Rio Mogi-Guaçu	A jusante da cidade de Porto Ferreira - Ponte na Rodovia Anhanguera, no Km 228	Porto Ferreira – SP
TELA 02900		21 56 30	47 21 29	Córrego Batistela	Na foz do Ribeirão da Batistela/ Barra (P16)	Pirassununga - SP
TELA 02700		21 57 12	47 21 59	Córrego Batistela	Na captação da SAEP, no Bairro Vila Sta. Fé. Conhecido também como córrego da Barra	Pirassununga - SP
OQUE 02900		22 1 38	47 18 14	Ribeirão Roque	Ponte de madeira sobre o Ribeirão do Roque, na vicinal Ricieri Scatolini	Pirassununga - SP
ARAS 02900		22 16 46	47 13 23	Rio Araras	Ponte de madeira sobre o Rio Araras na Foz - ETE	Araras - SP

Ponto	Unidade de Gerenciamento	Latitude	Longitude	Corpo Hídrico	Local de amostragem	Município
ARAS 03400	UGRHI 9	22 21 4	47 20 57	Rio Araras	Montante do lançamento da ETE - Ponte do Bairro Loreto	Araras - SP
GUAÍ 02400		22 28 53	47 12 16	Córrego Guaiaquica	Na estrada para Engenheiro Coelho, 1 Km antes da cidade	Engenheiro Coelho - SP
DREZ 02600		22 29 36	47 12 51	Córrego Xadrez	A montante da cidade de Engenheiro Coelho. Na pontedo Pesqueiro.	Engenheiro Coelho - SP

Tabela V.1.6.7-3 – Resultado do IQA para os cursos d'água monitorados no ano de 2007.

PONTOS DE AMOSTRAGEM	IQA													Unidade de Gerenciamento
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Média	
BG061			79,5			66,46			81,77			87,31	78,76	UPGRHI – GD8
PARB 02400		47		49		55		57		54		51	52	UGRHI 2
PARD 02600		54		58		61		53		59		58	57	UGRHI 4
JAGR 02500	40		48		64		43		64		38		50	UGRHI 5
SAPU 02400							65		76		43		61	UGRHI 8
TINO 03600	45		46		44		31				42		42	UGRHI 9
MEIO 02900	47		50		42		19		36		42		40	
MOGU 02450	49		60		47		52		47		54		51	
TELA 02900	50		49		66		57		58		52		55	
TELA 02700	56		53		56		59		60		54		56	
OQUE 02900	54		65		66		62		69		60		63	
ARAS 02900	27		32		39		19		29		28		29	
ARAS 03400	45		50		46		21		30		40		39	
GUAÍ 02400	21		36		14		18		14		12		19	
DREZ 02600	64		57		45		68		64		63		60	

Legenda:

IQA	Ótima	Boa	Regular	Ruim	Péssima

De acordo com a **Tabela V.1.6.7-3** podemos inferir que apenas o ponto localizado no Córrego Guaiaquica apresentou qualidade péssima e o ponto **ARAS 02900** no Rio Araras apresentou IQA ruim em 2007. Os demais pontos de amostragem variaram em regular a boa.

A média anual do (IQA) no rio Grande – GD8 apresentou resultado bom em 2007 na estação de amostragem localizado a montante da foz do rio Pardo (**BG061**). Fósforo total em limite acima do permitido foi observado nesse ponto o que denota contaminação difusa por uso de fertilizantes. Óleos e graxas também foram detectados, o qual pode estar associado à presença de dragas às margens desse corpo hídrico.

O Rio Pardo (UGRHI 4) apresentou melhora significativa ao se comparar os resultados de 2007 com os do ano anterior. O ponto PARD 02600, localizado a jusante do Ribeirão Preto, apesar da melhora nas concentrações de fósforo total, ainda apresenta elevadas concentrações de coliformes termotolerantes, indicando presença de esgoto doméstico.

No Rio Jaguari houve uma piora na qualidade da água em relação a 2006, principalmente em função dos altos níveis de coliformes termotolerantes associados aos lançamentos de esgoto doméstico não tratado e do elevado potencial de formação de trihalometanos, possivelmente relacionado às florações de plantas aquáticas (CETESB, 2008).

Em 2007, a UGRHI 8, onde está inserido o Rio Sapucaí, apresentou um incremento de 7% no índice de tratamento de esgotos, atingindo um nível de 71%, bem como uma maioria de meses mais secos. Portanto, a redução das fontes tanto pontuais quanto difusas pode ter refletido na melhora da qualidade da água em termos de abastecimento público.

No trecho do Rio Mogi-Guaçu (UGRHI 9), compreendido entre os municípios de Mogi-Guaçu e Pirassununga, incluindo os principais tributários, é realizado o monitoramento regional cuja rede é composta por mais trinta e cinco pontos.

Nessa região hidrográfica, há introdução de carga orgânica proveniente de esgotos sanitários de diversos municípios que ainda não possuem sistema de tratamento. Os principais tributários são: Rio Mogi-Mirim (sub-bacia do Rio Mogi-Mirim); Rio Oriçanga (sub-bacia do Rio Oriçanga / Rio Anhumas e Córrego dos Ypês); Ribeirão Ferraz (sub-bacia do Rib. Ferraz / Conchal e Pinhalzinho); Ribeirão das Araras (sub-bacia do Rio das Araras, Arary e Furnas) e Ribeirão do Meio (sub-bacia do Rib. do Meio / Constantino).

O Rio das Araras, afluente do Mogi-Guaçu, apresentou IQA médio na categoria Regular, no ponto de monitoramento mais a montante (ARAS 03400), e na categoria Ruim a jusante (ARAS 02900).

O Ribeirão do Meio (Meio 02900), também afluente do Mogi-Guaçu, apresentou qualidade média Regular, em relação ao IQA, em 2007, devido também às elevadas concentrações de coliformes termotolerantes e de $DBO_{5,20}$ e às baixas

concentrações de oxigênio dissolvido, indicando deficiência do sistema de coleta e tratamento de esgoto doméstico.

Índice de qualidade das águas para fins de abastecimento público (IAP)

O IAP é o produto da ponderação dos resultados do IQA (Índice de Qualidade de Águas) e ISTO (Índice de Substâncias Tóxicas e Organolépticas), que é composto pelo grupo de substâncias que afetam a qualidade organoléptica da água (Ferro, Manganês, Alumínio, Cobre e Zinco), bem como de substâncias tóxicas (Chumbo, Cádmio, Cromo Total, Mercúrio, níquel, etc.).

O IAP, comparado com o IQA, é um índice mais fidedigno da qualidade da água bruta a ser captada, que após tratamento, será distribuída para a população (CETESB, 2008).

A **Tabela V.1.6.7-4** mostra o resultado do IAP para as principais drenagens atravessadas pelo duto.

Tabela V.1.6.7-4 - Resultado do IAP para as drenagens atravessadas pelo duto para o ano de 2007.

PONTOS DE AMOSTRAGEM	IAP													UGRHI
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Média	
PARB 02400		47				54		56		54		51	52	2
PARD 02600		53				61		53		59		58	57	4
JAGR 02500	0				64		6				2		18	5

Legenda:

IAP	Ótima	Boa	Regular	Ruim	Péssima
-----	-------	-----	---------	------	---------

O ponto JAGR 02500 (Rio Jaguari) está localizado próximo ao ponto de captação de Paulínia e Hortolândia. No ano de 2007, este curso d'água apresentou IAP péssimo devido às altas concentrações de coliformes termotolerantes, associados aos lançamentos de esgoto doméstico não tratado e ao alto potencial de formação de trihalometanos, possivelmente relacionado às florações de plantas aquáticas.

Índices de Qualidade das Águas para Proteção da Vida Aquática e de Comunidades Aquáticas (IVA)

O IVA tem o objetivo de avaliar a qualidade das águas para fins de proteção da fauna e flora em geral, diferenciado, portanto, de um índice para avaliação da água para o consumo humano e recreação de contato primário.

O IVA leva em consideração a presença e concentração de contaminantes químicos tóxicos, seu efeito sobre os organismos aquáticos (toxicidade) e duas das variáveis consideradas essenciais para a biota (pH e oxigênio dissolvido). Desta forma, o IVA fornece informações não só sobre a qualidade da água em termos ecotoxicológicos,

como também sobre o seu grau de trofia. A **Tabela V.1.6.7-5** mostra os resultados do IVA para as principais drenagens atravessadas pelo duto para o ano de 2007.

Tabela V.1.6.7-5 - Resultados do IVA para as principais drenagens atravessadas pelo duto para o ano de 2007.

PONTOS DE AMOSTRAGEM	IVA													UGRHI
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Média	
PARB 02400		5,6		4,4		4,4		4,4		4,4		6,6	5	2
PARD 02600		4,4		1,7		3,2		3,2		4,4		3,2	3,4	4
TREB 02950		7,6			4,6								6,1	5
JAGR 02500	9,8		4,6		2,2		4,2		5,4		1,7		4,7	5
TINO 03600							5,6		5,6		4,6		5,3	9
MEIO 02900	7,6		6,6		7,6		8,6		8,6				7,8	9
TELA 02700	5,6		4,6		5,6		4,1		4,6		4,1		4,8	9
ARAS 02900	8,6		6,6		7,6		8,6		8,6		6,6		7,8	9
ARAS 03400							7,6		6,6				7,1	9
GUAI 02400	8,6		5,6		8,6		8,6		8,6		8,6		8,1	9
DREZ 02600					5,6								5,6	9

Legenda:

IVA					
	Ótima	Boa	Regular	Ruim	Péssima

Os pontos **PARD 02600**, localizado no Rio Pardo, e **JAGR 02500**, localizado no rio Jaguari, apresentaram IVA regular e ótimo respectivamente, enquanto que os demais pontos apresentaram qualidade entre ruim e péssima.

De acordo com os resultados obtidos no monitoramento realizado pela CETESB (2008) os pontos que apresentaram IVA entre ruim e péssimo apresentaram desconformidades principalmente para os parâmetros oxigênio dissolvido e coliforme termotolerantes, o que pode indicar a presença de esgotos domésticos.

Considerações Gerais

Analisando os índices IQA, IAP e IVA, pode-se inferir que a qualidade das drenagens que serão atravessadas pelo duto está comprometida devido à elevada carga orgânica de origem doméstica lançada nos corpos d'água.

As recomendações que o relatório da CETESB (2008) citam para as bacias descritas acima se concentram na coleta e tratamento do esgoto doméstico, principalmente na eficiência do tratamento pelas ETEs existentes nos municípios.

V.1.6.8 Enquadramento e Qualidade das Principais Drenagens atravessadas pelo duto

V.1.6.8.1 Qualidade da Água

A Política Nacional de Recursos Hídricos preconiza o enquadramento dos cursos d'água em classes de uso.

O enquadramento dos corpos d'água é o estabelecimento do nível de qualidade (classe) a ser alcançado ou mantido em um segmento de corpo d'água ao longo do tempo. O enquadramento busca “assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas” e a “diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes” (Art. 9º, lei nº 9.433/97).

Mais que uma simples classificação, o enquadramento dos corpos d'água deve ser visto como um instrumento de planejamento, pois deve estar baseado não necessariamente no seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que deveriam possuir ou ser mantidos nos corpos d'água para atender às necessidades estabelecidas pela comunidade (ANA, 2007).

O enquadramento dos corpos d'água no Estado de Minas Gerais ainda está em processo de elaboração, portanto adota-se a Resolução CONAMA 357/05 que classifica em treze classes as águas doces, salobras e salinas, segundo seus usos preponderantes, estabelecendo os padrões de qualidade exigíveis em cada classe e vedações de uso.

Ressalta-se que, de acordo com a resolução CONAMA nº 357/2005, art. 42, enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas Classe 2, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente (IGAM, 2008). Portanto o Rio Grande é considerado Classe 2.

Para o Estado de São Paulo o enquadramento dos cursos d'água foi estabelecido pelo Decreto 10755/77 de acordo com a classificação dos corpos d'água propostas pelo Decreto 8468/76, segundo os usos preponderantes, variando da Classe 1 (mais nobre) até a Classe 4 (menos nobre). De acordo com o enquadramento acima proposto, a **Tabela V.1.6.8.1-1** evidencia as drenagens classificadas como Classe 1.

Tabela V.1.6.8.1-1 – Principais drenagens enquadradas como Classe 1 que serão atravessadas pelo duto.

Drenagem	Município
Córrego do Padre Abel	Atibaia/ Piracaia
Córrego da Usina	Piracaia
Rio da Cachoeira	Piracaia
Córrego da Cruz das Almas	Piracaia
Rio Atibainha	Piracaia
Córrego da Bengala	São José dos Campos
Córrego Ponte do Costinha	São José dos Campos
Rio Jaguari	São José dos Campos
Rio do Peixe	São José dos Campos
Rio Paraíba do Sul	São José dos Campos
Ribeirão do Pião	Igaratá

Além do enquadramento, foi realizada uma pesquisa acerca da forma de captação de água para consumo humano utilizada pelos municípios que serão atravessados pelo duto. Essas informações estão sintetizadas na **Tabela V.1.6.8.1-2**.

Tabela V.1.6.8.1-2 - Recursos hídricos utilizados para a captação de água para consumo humano por cidade.

Município	Drenagem
Aramina	Captação subterrânea
Araras	Rio das Araras
Artur Nogueira	Rio Pirapitingui, Rio Poquinha
Atibaia	Rio Atibaia, Córrego do Onofre
Bom Jesus Dos Perdões	Córrego tonelinho
Bragança Paulista	Córrego da Limeira
Buritizal	Captação subterrânea
Caçapava	Captação subterrânea
Campinas	Rio Atibaia, Rio Capivari
Conchal	Ribeirão Conchal, Ribeirão ferraz
Cosmópolis	Rio Pirapitingui
Cravinhos	Captação subterrânea
Descalvado	Captação subterrânea e córrego da prata (represa Rosária e Calmon)
Dumont	Captação subterrânea
Engenheiro Coelho	Córrego Guaiquicá, Captação subterrânea
Guará	Ribeirão de Guaratinguetá
Holambra	Rio Camanducaia e poços artesianos
Igarapava	Poços artesianos
Igaratá	Rio das Palmeiras
Ipuã	Corrego Santana, Captação subterrânea
Itatiba	Rio Atibaia
Ituverava	Rio do Carmo
Jaguariúna	Rio Jaguari
Jardinópolis	Captação subterrânea
Jarinu	Represa da usina
Leme	Ribeirão do Roque, Captação subterrânea
Limeira	Rio Jaguari, Ribeirão Pinhal
Luís Antônio	Captação subterrânea
Miguelópolis	Captação subterrânea
Monteiro Lobato	Captação subterrânea
Morro Agudo	Captação subterrânea
Morungaba	Ribeirão dos mansos
Nazaré Paulista	Rio Atibainha (Sistema Cantareira)
Orlândia	Ribeirão do Agudo
Paulínia	Rio Atibaia, Rio Jaguari
Pedreira	Rio Jaguari
Piracaia	Rio Cachoeira
Pirassununga	Córrego Batistela, Rio Mogi-Guaçu
Pontal	Captação subterrânea
Porto Ferreira	Rio Mogi-Guaçu
Ribeirão Preto	Captação subterrânea (Aqüífero Guarani)

Município	Drenagem
Sales Oliveira	Captação subterrânea
Santa Rita Do Passa Quatro	Represa Passa quatro
Santo Antônio De Posse	Córrego Benfica, Córrego Lambari, Rio Camanducaia Mirim
São Joaquim Da Barra	Córrego São Joaquim
São José Dos Campos	Rio Paraiba
São Simão	Captação subterrânea
Sertãozinho	Captação subterrânea
Taubaté	Rio Una
Tuiuti	Captação subterrânea
Uberaba	Rio Uberaba, Captação subterrânea

De acordo com a **Tabela V.1.6.8.1-2** acima o duto atravessará 13 corpos d'água utilizados para abastecimento municipal. A localização desses corpos d'água pode ser visualizada no **Anexo 13**.

Com base nas **Tabelas V.1.6.8.1-1** e **V.1.6.8.1-2**, foram selecionados 85 pontos de amostragem de água superficial com o intuito de verificar a qualidade das principais drenagens que serão afetadas direta ou indiretamente pela travessia do duto.

A **Tabela V.1.6.8.1-3** descreve os pontos de amostragem, coordenadas em UTM, UGRHI e município, bem como o enquadramento do corpo hídrico. Os **Anexos 9** e **13** apresentam a localização de todas as drenagens que serão atravessadas pelo duto.

Tabela V.1.6.8.1-3 – Descrição dos pontos de amostragem.

Número do Ponto	Drenagem	Coordenadas UTM	UGRHI	Classe de Enquadramento	Município
1	Rio Grande	7780668,1/ 200264,8	8	2	Uberaba/Igarapava
2	Rio Tabocas	7778025,5/ 202504,9	8	2	Igarapava/Aramina
3	Ribeirão do Tamanduazinho	7769942,7/ 203261,8	8	2	Aramina
4	Rio do Carmo	7764659,2/ 201070,5	8	2	Aramina/Ituverava
5	Córrego do Monte Santo	7743017,3/ 203511,4	8	2	Ituverava/Guará
6	Córrego da Água Fria	7738813,3/ 202209,2	8	2	Guará
7	Ribeirão da Estiva	7738244,1/ 201905,6	8	3	Guará
8	Rio Sapucaí	7734350,3/ 200096,9	8	2	Guará/ São Joaquim da Barra
9	Córrego da Matinha	7717138,2/ 194507,2	8	2	Orlândia
10	Ribeirão do Rosário	7714098,7/ 195071,8	12	2	Orlândia
11	Córrego do Diamante	7711112,6/ 195386,9	12	2	Orlândia
12	Ribeirão do Agudo	7706142,3/ 194825,4	12	4	Orlândia
13	Córrego das Antas	7694030,7/ 197309,3	4	2	Sales de Oliveira
14	Rio Pardo	7672020,0/ 198493,9	4	2	Jardinópolis/Sertãozinho
15	Córrego Santo Antônio dos Pimentas	7668083,2/ 199625,6	4	2	Sertãozinho
16	Ribeirão das Tabocas	7667442,1/ 199962,6	4	2	Sertãozinho
17	Córrego do Jatobá	7664875,8/ 200993,6	4	2	Sertãozinho/Ribeirão Preto
18	Córrego da Macauba	7659593,5/ 201315,9	4	2	Ribeirão Preto
19	Córrego Grande	7636581,3/ 215062,1	4	2	Cravinhos
20	Rio Água da Cruz	7631392,4/ 224190,6	4	2	Cravinhos
21	Córrego da Ponte Natural	7615813,0/ 234349,9	4	2	São Simão
22	Rio Bebedouro	7611358,2/ 234773,6	9	2	São Simão/ Santa Rita do Passa 4
23	Ribeirão das Pombas	7605622,2/ 237207,3	9	2	Santa Rita do Passa 4
24	Córrego das Pedras	7604579,5/ 237568,8	9	3	Santa Rita do Passa 4
25	Córrego do Jequitibá	7598534,4/ 239506,9	9	2	Santa Rita do Passa 4
26	Córrego da Capitura	7596272,3/ 240262,0	9	2	Santa Rita do Passa 4



Número do Ponto	Drenagem	Coordenadas UTM	UGRHI	Classe de Enquadramento	Município
27	Rio claro	7591002,9/ 242494,1	9	3	Santa Rita do Passa 4
28	Córrego do Barreiro	7588598,2/ 243410,4	9	2	Santa Rita do Passa 4
29	Córrego são Vicente	7585301,5/ 244657,4	9	2	Porto Ferreira
30	Córrego da Corrente	7583337,7/ 245604,1	9	2	Porto Ferreira
31	Rio Moji-Guaçú	7582063,2/ 246710,8	9	2	Porto Ferreira
32	Ribeirão do Ouro	7573024,3/ 250183,0	9	4	Porto Ferreira / Pirassununga
33	Córrego Batistela	7564357,5/ 253428,3	9	2	Pirassununga
34	Ribeirão do Roque	7559439,0/ 255362,1	9	2	Pirassununga
35	Córrego Quicara	7557829,6/ 255854,9	9	2	Pirassununga
36	Córrego taquari	7554984,6/ 256799,7	9	2	Pirassununga/ Leme
37	Córrego do Açude	7552409,3/ 257819,9	9	2	Leme
38	Córrego da Guaranta	7549045,8/ 258733,6	9	2	Leme
39	Ribeirão do Meio	7545877,0/ 259959,9	9	3	Leme
40	Córrego Santa Cruz	7534722,3/ 264336,6	9	2	Leme
41	Rio das Araras	7532013,0/ 265381,7	9	3	Araras
42	Ribeirão do Pântano	7523349,0/ 267467,3	9	2	Araras
43	Ribeirão das Cabras	7522969,7/ 269217,9	9	2	Araras
44	Ribeirão do Cerrado	7517968,2/ 272443,8	9	2	Araras
45	Córrego do Pinhal	7517058,1/ 271734,4	9	2	Araras/ Engenheiro Coelho
46	Ribeirão do Guaiaquico	7513647,8/ 273604,3	9	2	Engenheiro Coelho
47	Córrego da Cachoeira	7507951,3/ 277037,5	5	4	Engenheiro Coelho
48	Córrego da Ponte Funda	7499029,2/ 280715,06	5	2	Artur Nogueira
49	Ribeirão Pirapitingui	7494377,3/ 281094,9	5	2	Artur Nogueira
50	Rio Jaguari	7490009,9/ 282058,8	5	1	Paulínia
51	Córrego Meia Lua	7487903,7/ 285110,5	5	2	Paulínia
52	Rio Atibaia	7484159,3/ 293207,5	5	2	Campinas
53	Córrego das Sete	7478590,7/ 293207,5	5	2	Campinas

Número do Ponto	Drenagem	Coordenadas UTM	UGRHI	Classe de Enquadramento	Município
	Quedas	299747,3			
54	Córrego São Jorge	7472098,9/ 308309,6	5	2	Campinas
55	Ribeirão da Barra Mansa	7471454,8/ 317098,7	5	2	Morungaba
56	Ribeirão da Vitória	7465890,9/ 322535,6	5	2	Bragança Paulista
57	Ribeirão da Fazenda Velha	7462194,6/ 327344,3	5	2	Bragança Paulista
58	Ribeirão do paiol velho	7459020,6/ 332660,9	5	2	Bragança Paulista
59	Córrego da Bocaina	7456070,7/ 336370,9	5	2	Bragança Paulista
60	Rio do Amaral	7451456,5/ 347632,3	5	2	Atibaia
61	Rio dos Anhuma	7449636,6/ 350215,5	5	4	Atibaia
62	Córrego do Padre Abel	7448530,3/ 353845,8	5	1	Atibaia/ Piracaia
63	Córrego da usina	7448012,8/ 356145,7	5	1	Piracaia
64	Rio da Cachoeira	7448338,3/ 355180,5	5	1	Piracaia
65	Córrego da Cruz das Almas	7448390,6/ 371384,7	5	1	Piracaia
66	Rio atibainha	7444672,4/ 371805,2	5	1	Piracaia
67	Ribeirão do pião	7445142,2/ 371261,5	5	1	Igarata
68	Ribeirão claro	7444560,4/ 380077,0	2	2	Igarata
69	Ribeirão dos machados	7445658,4/ 386622,4	2	2	São José dos Campos
70	Rio do Peixe	7447461,8/ 395074,8	2	1	São José dos Campos
71	Represa Jaguari	7448436,8/ 397300,4	2	1	São José dos Campos
72	Rio Claro	7447038,4/ 401422,0	2	2	São José dos Campos
73	Rio Turvo	7447832,8/ 399060,1	2		São José dos Campos
74	Córrego do bengala	7447193,3/ 405100,1	2	1	São José dos Campos
75	Córrego Ponte do Costinha	7447221,6/ 405705,7	2	1	São José dos Campos
76	Ribeirão do Butá	7447174,5/ 415268,9	2	2	São José dos Campos
77	Ribeirão do Cascudo	7447722,0/ 417842,9	2	2	Caçapava
78	Ribeirão do Turvo	7447470,9/ 420027,7	2	2	Caçapava

Número do Ponto	Drenagem	Coordenadas UTM	UGRHI	Classe de Enquadramento	Município
79	Ribeirão do Cabuçu	7447404,7/ 423737,7	2	2	Caçapava
80	Paraíba do Sul	7446890,6/ 426449,3	2	1	Caçapava
81	Ribeirão dos mudos	7446827,2/ 428725,3	2	2	Caçapava
82	Córrego Guaçaira	7447601,6/ 431418,6	2	2	Caçapava
83	Ribeirão caçapava Velho	7447932,4/ 432807,3	2	2	Caçapava
84	Córrego boçoroca	7444635,9/ 437984,5	2	2	Caçapava
85	Ribeirão Piracanguá	7445244,8/ 439838,5	2	2	Caçapava

A coleta foi realizada no período de 16/02/2009 a 28/02/2009.

A amostragem de água foi realizada com o auxílio de uma garrafa Van Dorn de 7 Litros. Após a coleta, as amostras foram acondicionadas em gelo até o momento de sua análise. A coleta e análise dessas amostras foram realizadas por laboratório devidamente credenciado conforme **Anexo 14**.

A **Tabela V.1.6.8.1-4** apresenta os parâmetros analisados para água superficial e os laudos das análises e cadeias de custódia são apresentados em meio digital no **Anexo 15**.

Tabela V.1.6.8.1-4 – Parâmetros analisados para água superficial.

Água
alcalinidade;
Dureza;
OD
pH
eH
condutividade
temperatura
turbidez
cor aparente
sólidos em suspensão total;
sólidos dissolvidos
óleos e graxas
DQO
DBO
amônia
nitrato
nitrito
fosfatos

Água
fenóis
Metais (arsênio, Bário, Cádmio, Cromo, Cobre, Ferro, Níquel, Chumbo, Zinco, Vanádio)
Mercúrio
BTEX
TPH fracionado
Coliformes fecais
Clorofila a

O **Anexo 13** mostra o mapa com a localização dos pontos de amostragem bem como os parâmetros que apresentaram não conformidade para os valores orientadores do CONAMA 357/05.

A **Figura V.1.6.8.1-1** sintetiza os parâmetros em desconformidade para amostras de água superficial por UGRHI em relação ao CONAMA 357/05.

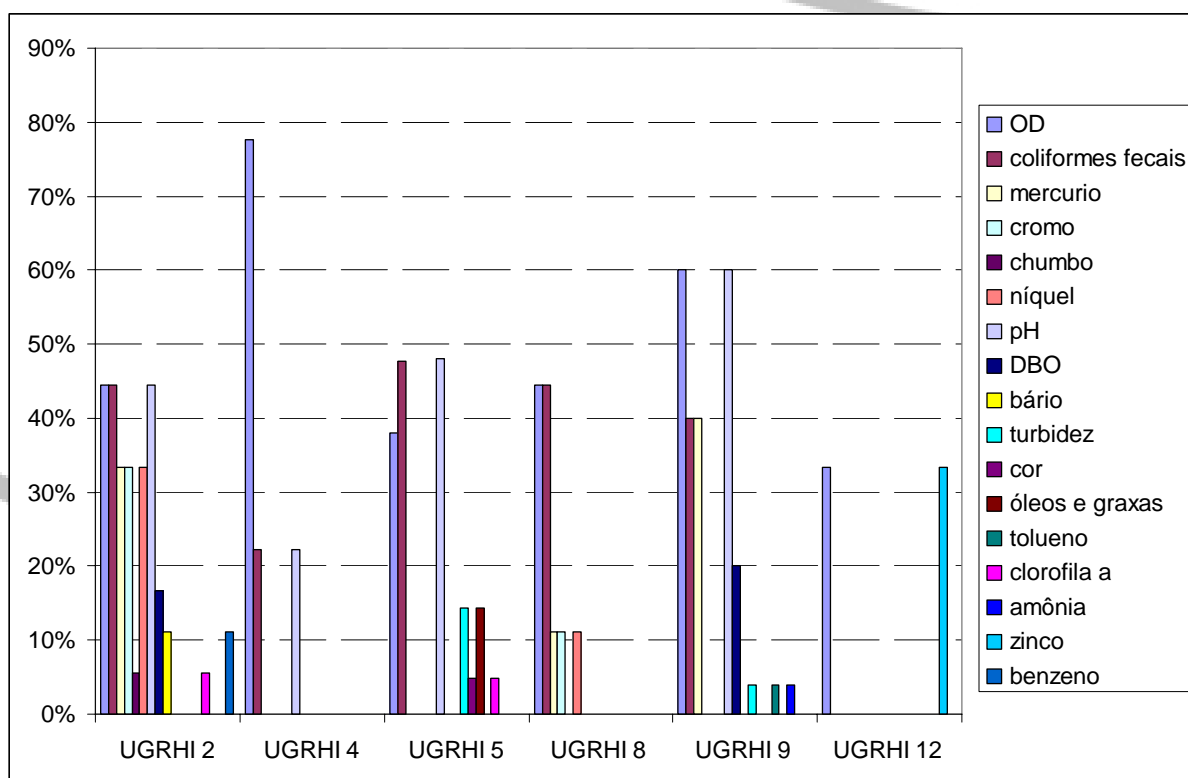


Figura V.1.6.8.1-1 – Parâmetros em desconformidade para amostras de água por UGRHI em relação ao CONAMA 357/05.

De acordo com a figura acima é possível inferir que a UGRHI 2 apresentou um número maior de parâmetros que ultrapassaram os valores orientativos do CONAMA 357/05 quando comparado com as demais UGRHIs.

Dessa Unidade de Gerenciamento, o Ribeirão dos Machados (ponto 69) e o Córrego Ponte do Costinha (ponto 75) foram os cursos d'água que apresentaram um número

maior de compostos em desconformidade em relação ao CONAMA 357/05, sendo que, este último, é classificado como Classe 1.

De uma maneira geral os pontos analisados dentro dessa unidade de gerenciamento apresentaram uma carga orgânica elevada, indicando assim contaminação desses cursos d'água por lançamento de esgotos domésticos.

Segundo o relatório da CETESB (2008) a elevada carga orgânica de origem doméstica lançada no Rio Paraíba do Sul pelos municípios de Jacareí, São José dos Campos, aliada às baixas vazões no período chuvoso, em consequência do regime de operação dos reservatórios de cabeceira, constitui-se na principal condicionante para a má qualidade da água do trecho de Caçapava, onde se constata níveis do oxigênio dissolvido reduzidos.

Cabe destacar que 33% dos cursos d'água analisados da UGRHI 2 apresentaram contaminação por mercúrio, cromo e níquel.

Os pontos que foram analisados e estão inseridos na UGRHI 4 apresentaram indicação de carga orgânica, com exceção do Ribeirão das Tabocas (ponto 16).

A UGRHI 5 em relação as outras unidades de gerenciamento analisadas é a que apresenta a maior quantidade de rios Classe 1, no total de 6, das quais apenas o Córrego do Padre Abel (ponto 62) e Ribeirão do Pião (ponto 67) não apresentaram parâmetros em desconformidade com os valores orientativos.

Essa unidade de gerenciamento apresenta contaminação por elevada carga orgânica decorrente do lançamento de esgotos domésticos, corroborando com os resultados encontrados pela CETESB (2008).

De acordo com a **Figura V.1.6.8.1-1** os pontos analisados da UGRHI 8 e 12 também apresentaram alta carga orgânica, alterando assim a qualidade desses corpos d'água principalmente para os parâmetros: oxigênio dissolvido e coliformes fecais.

A UGRHI 9 foi a unidade com o maior número de pontos amostrais, totalizando 25, dos quais, 5 são drenagens utilizadas para o abastecimento público municipal.

Desses pontos, apenas o Ribeirão das Pombas (ponto 23), Rio Claro (ponto 27) e Córrego do Açude (ponto 37) não apresentaram parâmetros em desconformidade com os valores propostos pelo CONAMA 357/05. Apenas o Rio das Araras apresentou mercúrio em concentração acima do permitido.

Quanto aos parâmetros que não possuem valores de comparação e foram detectados nas amostras de água estão apresentados graficamente na **Figura V.1.6.8.1-2**.

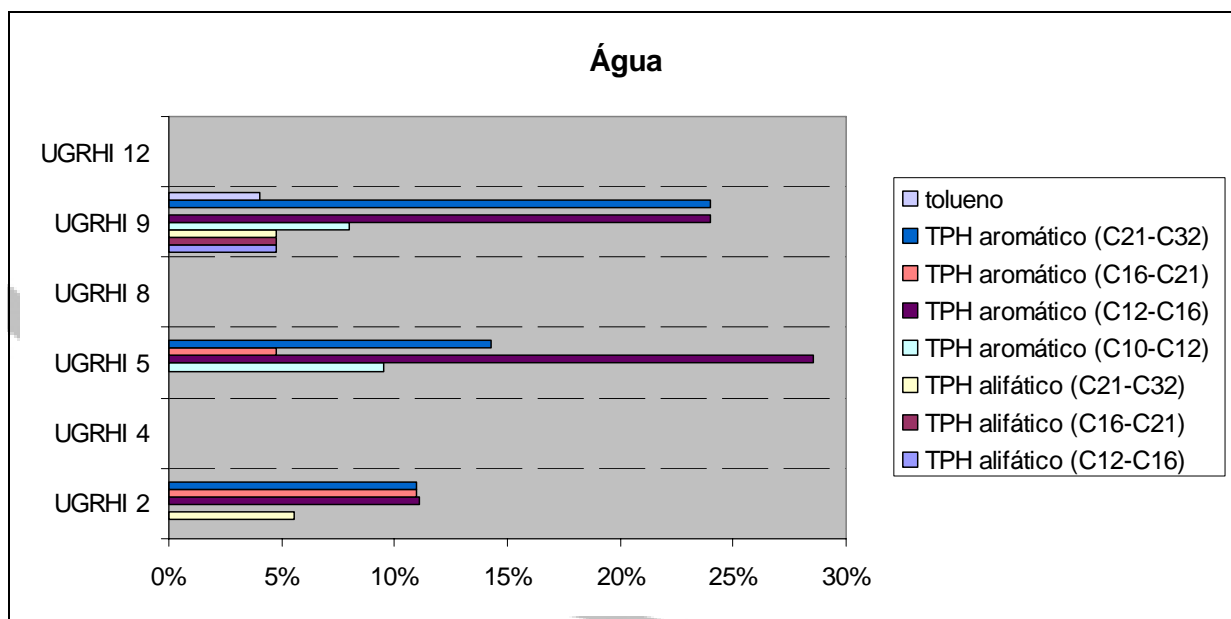


Figura V.1.6.8.1-2 – Parâmetros que não possuem valores de comparação detectados nas amostras de água.

De acordo com a **Figura V.1.6.8.1-2**, os pontos pertencentes às UGRHIs 4 e 12, não foram detectados compostos nas amostras de água, ao contrário da UGRHI 9, que apresentou maior número de compostos.

V.1.6.9 Águas Subterrâneas

A hidrogeologia das áreas de influência baseiam-se em dados colhidos em trabalhos do DAEE, Cetesb e Instituto Geológico, vide citações nos textos e no item referencias. A área de influência do projeto SEDA abrange três sistemas aquíferos principais que são: O Sistema Aquífero Cristalino, Sistema Aquífero Serra Geral e o Sistema Aquífero Sedimentar, tanto em sua área de influência direta como de influência indireta, resultando em terrenos com comportamento hidrogeológico bastante distintos.

A **Figura V.1.6.9-1** apresenta uma seção geológica esquemática de caráter interpretativo e generalizado, onde se observa a sobreposição das camadas geológicas. Essa sobreposição não é totalmente confinante das camadas inferiores, de forma que mesmo as formações mais antigas afloram, ou seja, estão expostas, na superfície do terreno em áreas específicas do Estado, onde ocorre a recarga direta dos aquíferos.

Ao longo do traçado do duto como pode ser observado na **Figura V.1.6.9-2**, ocorrem sentido Uberaba - Taubaté os seguintes sistemas aquíferos: Aquífero Serra Geral, Aquífero Guarani, Aquífero Tubarão, Aquífero Pré-Cambriano (Cristalino) e Aquífero Taubaté. Nos itens a seguir serão descritos estes aquíferos, subdivididos em aquíferos fraturados e sedimentares.

A partir do site do DAEE (www.daee.sp.gov.br), foi feita a consulta do relatório de outorgas, e selecionados todos os poços interferentes na AII. O resultado desta

seleção é apresentado no **Anexo 21** e também locado no Mapa de Recursos Hídricos do **Anexo 13**.

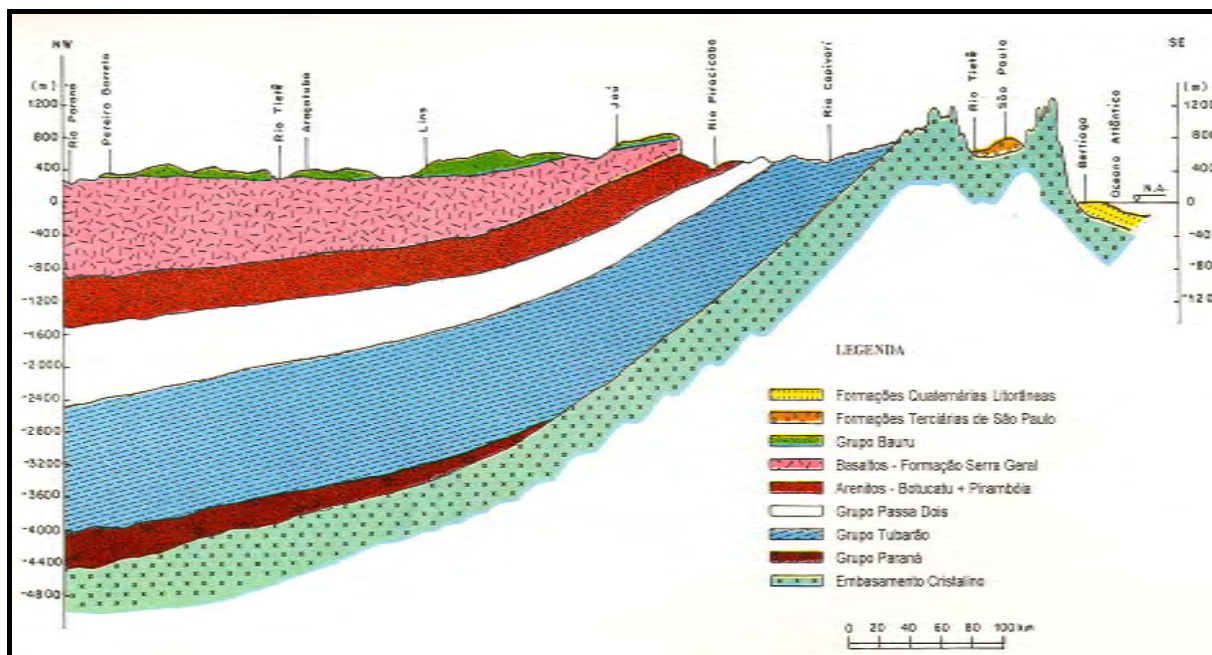


Figura V.1.6.9-1 – Perfil esquemático de ocorrência das unidades geológicas.
(Cetesb 2003).



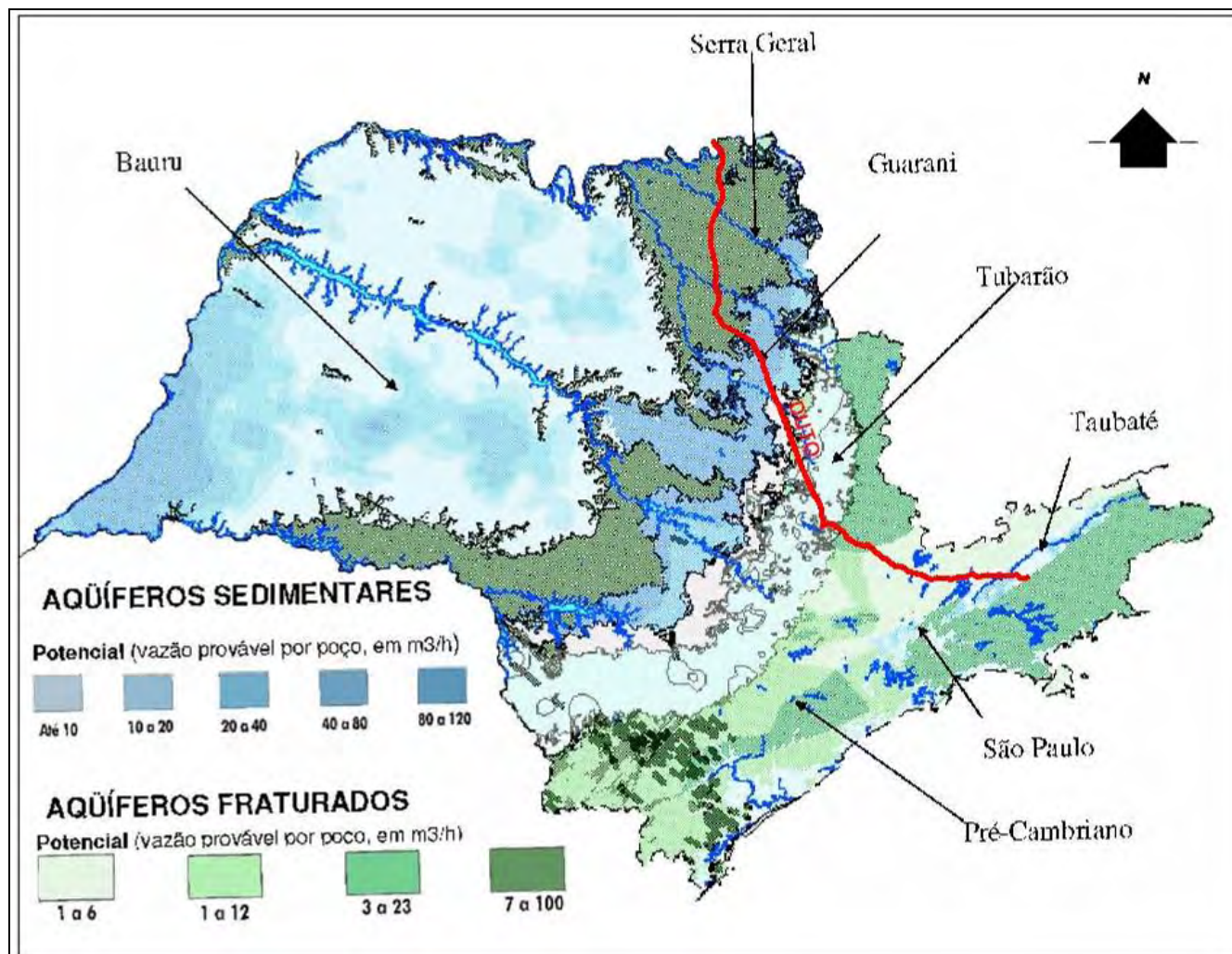


Figura V.1.6.9-2– Mapa com distribuição dos aquíferos no estado de São Paulo (Fonte: Cetesb 2003)

Inicialmente serão descritos os significados de Sistema Aquífero e suas áreas de recarga e descarga de forma a facilitar a compreensão do texto.

Definição de Aquíferos

Aquífero: é a formação geológica que contém água e permite que a mesma se movimente em condições naturais;

Aquicludo: é uma formação geológica que contém água, mas não permite a sua movimentação;

Os aquíferos podem ser *confinados e não-confinados*. O aquífero confinado encontra-se a uma pressão maior que a pressão atmosférica. Está limitado na parte superior e inferior por superfícies impermeáveis. Os aquíferos artesianos são aqueles em que a elevação da superfície piezométrica está sobre a superfície do terreno.

Áreas de Recarga e Descarga do Aquífero

Um aquífero apresenta uma reserva permanente de água e uma reserva ativa ou reguladora que são continuamente abastecidas através da infiltração da chuva e de outras fontes subterrâneas. As reservas reguladoras ou ativas correspondem ao escoamento de base dos rios.

A área por onde ocorre o abastecimento do aquífero é chamada zona de recarga, que pode ser direta ou indireta. O escoamento de parte da água do aquífero ocorre na zona de descarga (ANA, 2001).

Zona de recarga direta: é aquela onde as águas da chuva se infiltram diretamente no aquífero, através de suas áreas de afloramento e fissuras de rochas sobrejacentes. Sendo assim, a recarga sempre é direta nos aquíferos livres, ocorrendo em toda a superfície acima do lençol freático.

Zona de recarga indireta: são aquelas onde o reabastecimento do aquífero se dá a partir da drenagem (filtração vertical) superficial das águas e do fluxo subterrâneo indireto, ao longo do pacote confinante sobrejacente, nas áreas onde a carga potenciométrica favorece os fluxos descendentes. São mais comuns nos aquíferos confinados onde o reabastecimento ocorre somente nos locais onde a camada que contém o aquífero aflora

Nos aquíferos fissurais a recarga pode ser direta ou indireta ou ambas de acordo com as condições e local de ocorrência.

V.1.6.9.1 Aquíferos Fraturados

Sistema Aquífero Cristalino

O Sistema Aquífero Cristalino envolve as rochas do Embasamento Cristalino ou Embasamento Pré-Cambriano, e cobre uma área de aproximadamente 57.000 km², localizado em toda a porção leste do Estado. É composto por rochas ígneas e metamórficas geralmente granitos, gnaisses, filitos, xistos, quartzitos, calcários, mármore, que constituem-se em rochas impermeáveis. Porém, a característica estrutural destas rochas (fraturas, falhas, zona de cisalhamento, etc) permitiram o desenvolvimento de um sistema de fraturas que condiciona a capacidade de percolação e armazenamento de água.

Este sistema aquífero é classificado como livre a semi-confinado, descontínuo e heterogêneo. Serão comentadas a seguir as características deste sistema aquífero e sua relação com as principais estruturas regionais existentes na região estudada.

Segundo trabalho de IG, (1993), na região de Campinas e que abrange parte da área do empreendimento, a forma de ocorrência da água subterrânea neste sistema aquífero e através do manto de alteração ou nas discontinuidades rúpteis.

O manto de alteração possui um comportamento semelhante a um aquífero sedimentar devido a porosidade granular resultante do intemperismo, de constituição variando entre arenosa e argilosa e espessuras médias entre 10 a 40 metros, podendo chegar até a 70 metros. Essa zona intemperizada apresenta comportamento de aquífero livre.

A outra forma de ocorrência é a partir das discontinuidades rúpteis, imprimindo assim uma porosidade por fraturamento, resultando em circulação de água somente através das fissuras e fraturas abertas, resultando num aquífero de caráter eventual.

As áreas de recarga deste aquífero estão localizadas nas grandes discontinuidades tectônicas como as zonas de cisalhamento e falhas que interceptam suas unidades geológicas.

Dessas discontinuidades podemos destacar duas importantes zonas de cisalhamento na região que são a Zonas de Falhamento Transcorrente de Campinas e a de Jundiuvira (vide item V.1.2.3 e mapas geológicos - anexo I) com foliação milonítica, de direção NNE e mergulhos elevados para NW e subordinadamente SE.

A extrema variabilidade dos parâmetros hidrogeológicos dos aquíferos fraturados constitui seu aspecto mais marcante.

A condutividade hidráulica, por exemplo, varia algumas ordens de grandeza dentro de um mesmo litotipo e em curtas distâncias.

A escassez de dados sobre a distribuição e extensão das estruturas geológicas e a falta de análise estrutural antes da perfuração resultam em poços com condições extremas de produtividade, ou seja, a vazão de um poço tanto pode ser nula quanto pode chegar a mais de 50 m³/h (São Paulo, 1972, apud Neves 2005), dependendo de sua localização em relação às estruturas geológicas.

A transmissividade é bastante variável, de 0,1 a 100 m²/dia e valores de capacidade específica entre 0,002 a 7,0 m³/h/m.

Na região de Atibaia, as vazões são inferiores a 10m³/h em 90% dos poços, predominando valores que variam de 0,3 a 5,0 m³/h (Cavalcante, 1990; Cavalcante e Rebouças, 1992). Os poços locados sobre lineamentos de fraturas possuem vazão média de 7,9 m³/h, com mínima de 3,2 m³/h e máxima de 18 m³/h, e capacidade específica média de 0,21 m³/h/m.

Cavalcante (1990) relata não encontrar correlação direta entre vazão e profundidade dos poços e chama atenção para a importância do manto de intemperismo como uma zona aquífera explotável, cujas espessuras variam de 20 a 40 metros, podendo alcançar os 60 metros. Segundo este autor, o manto de intemperismo funciona como zona de recarga para o aquífero fraturado, fato constatado pelo aumento da concentração iônica das águas dos poços escavados, situados no manto de intemperismo, para as águas dos poços tubulares profundos, que explotam o meio fraturado.

Características Hidrogeoquímicas do Aquífero Cristalino

Quanto às características químicas, as águas deste sistema aquífero no Estado de São Paulo são consideradas bicarbonatadas cálcicas em sua maioria (33%), seguidas pelas bicarbonatadas cálcicas-sódicas (24%) e pelas bicarbonatadas sódicas (11%) (Campos, 1993, Apud Neves 2005). As temperaturas variam de 16,00 a 21,30° C, os teores salinos são inferiores a 250 mg/L e o pH varia de 5,61 a 8,96.

Aquífero Serra Geral

Os basaltos e diabásios da Formação Serra Geral constituem um aquífero de extensão regional, porém com condições aquíferas restritas, definidas em função de descontinuidades (juntas, fraturas e falhas), e/ou pela presença de pacotes de arenitos inter-derrames.

No estado de São Paulo, os basaltos afloram numa extensão de cerca de 20.000 km², e apresentam espessuras variáveis de 100 a 600 m, sendo mais espessos no sentido oeste. As transmissividades extremamente baixas na direção vertical, aliado a sua espessura, condicionam o basalto como a camada confinante do Aquífero Botucatu subjacente.

Essas rochas são, geralmente, maciças, sem poros e praticamente impermeáveis, com exceção da zona amigdalóide. O armazenamento d'água dá-se ao longo de

juntas e fraturas. Estes aquíferos fraturados podem ter dois tipos de reservatório: um relacionado a fraturas superficiais e outro relacionado a fraturas profundas.

O primeiro constitui um sistema denso de fraturamento, que se comunica com o manto intempérico, comportando-se como aquífero livre, cuja circulação é controlada pela topografia. O outro relaciona-se a fraturas profundas geralmente, constituído por fraturas individuais, que formam um sistema pouco denso, onde as paredes da fratura direcionam e controlam a circulação.

A capacidade de armazenamento desses aquíferos é pequena e vai depender das dimensões, geometria e espaçamento das fraturas, grau de alteração dos horizontes vesiculares, sistemas de alimentação e inter-relação com outros aquíferos.

Como o fluxo das águas subterrâneas ocorre essencialmente nas fraturas da rocha, as quais são usualmente descontínuas, os parâmetros hidráulicos do aquífero (transmissividade, permeabilidade, porosidade) não possuem o mesmo significado que nos aquíferos granulares, não servindo, portanto, para previsões de disponibilidade hídrica. Devem ser visualizados apenas como indicadores de características regionais.

A recarga do aquífero Serra Geral é através da precipitação pluvial sobre os solos residuais geralmente latossólicos, que vão atingir as zonas de alteração e fissuradas da rocha matriz, ou diretamente nas porções de rocha aflorante. Indiretamente ocorre recarga pelo intercâmbio de água com o aquífero Bauru sobrejacente e também com o aquífero inferior, constituído pelos arenitos Botucatu e Pirambóia (Aquífero Guarani), e sua área de descarga são os cursos de águas (CETESB 2003).

Foram consultados dados de poços cadastrados na UGRHI-9 e que captam unicamente este aquífero e que apresentam dados de vazões bastante variáveis, entre 1,2 e 118 m³/h, com média de 23,3 m³/h. As profundidades variam entre 42,7 e 300 m e as vazões específicas de 0,043 a 3,887 m³/h/m e média de 0,645 m³/h/m. A transmissividade varia entre 1 a 95 m²/d e sua porosidade efetiva esta entre 1 a 5%, (CBH-SMG, 2000).

V.1.6.9.2 Aquíferos Sedimentares

Aquífero Tubarão

O Sistema Aquífero Tubarão nas áreas de influência do empreendimento é formado pelas rochas sedimentares do Grupo Itararé e compreende uma complexa associação de diamictitos, ritmitos, siltitos, argilitos, folhelhos, conglomerados e arenitos, de cor cinza claro a escuro, que se sucedem tanto na vertical como na horizontal; as camadas destas rochas sedimentares podem alcançar várias dezenas de metros de espessura e associam-se a diversos subambientes do ambiente glacial, isto é, fluvial, marinho, lacustre, praiano, deltáico, entre outros.

As intercalações e interdigitações das camadas fazem com que este sistema apresente um comportamento livre a localmente semi-confinado, heterogêneo,

descontínuo e fortemente anisotrópico. Sua constituição litológica imprime uma porosidade granular que controla a circulação da água subterrânea. Ocorrem algumas descontinuidades rúpteis, que são observadas como reflexo de esforços tectônicos como as falhas inversas e normais de direção NE e ENE a EW, respectivamente, as quais imprimem um caráter localmente fissurado no controle do comportamento hidrodinâmico do aquífero.

As descontinuidades lateral e vertical das camadas arenosas, interdigitadas com camadas pelíticas dificultam a recarga de um modo geral, principalmente a recarga mais profunda. Porém, as áreas de afloramento e contatos constituem-se em áreas de recarga desta unidade.

A análise de 272 poços realizados por DAEE (1982), apud IG, (1993) mostrou que a transmissividade nesta unidade varia entre 1m a 40 m²/dia. A capacidade específica, disponível para 765 poços, (DAEE, 2005), oscila entre 0,002 e 4,67 m³/h/m e apresenta média, mediana e desvio padrão de 0,30 m³/h/m, 0,11 m³/h/m e 0,54, respectivamente. O aquífero Tubarão na região apresenta vazão explorável nas faixas entre 0 a 10 m³/h.

A influência das fraturas sobre a produção do Aquífero Tubarão é demonstrada por Fernandes (1997) e Fernandes & Rudolph (2001), apud DAEE, (2005) para a região de Campinas. Nesta área a mediana de capacidade específica é de 0,13 m³/h/m, para um universo de 134 poços.

Considerando apenas os poços com capacidade específica maior que 0,5 m³/h/m, que totalizam 21 poços, 18 estão próximos a lineamentos e apenas 03 estão longe destas feições. Isto indica a influência positiva das fraturas sobre o potencial de produção do Aquífero Tubarão, DAEE, (2005).

Características Hidrogeoquímicas do Aquífero Tubarão:

As águas do Aquífero Tubarão são fracamente salinas, bicarbonatadas sódicas (Grupo Itararé), DAEE (1981, 1982). O pH varia de 4,8 a 8,9 e o resíduo seco de 21 a 421 mg/L, sendo adequadas ao abastecimento público e uso geral.

Sistema Aquífero Guarani

O Aquífero Guarani na região do empreendimento é constituído pelas formações Botucatu e Pirambóia, é definido como o maior manancial de água doce subterrânea transfronteiriço do mundo. Está localizado na região centro-leste da América do Sul, entre 12° e 35° de latitude sul e entre 47° e 65° de longitude oeste e ocupa uma área de 1,2 milhões de Km², estendendo-se pelo Brasil (840.000 Km²), Paraguai (58.500 Km²), Uruguai (58.500 Km²) e Argentina (255.000 Km²), Fig. V.1.6.9.2-1.



Figura V.1.6.9.2-1 – Localização do Sistema Aquífero Guarani. Fonte: www.eco.com.br, visitado em abril de 2009.

Sua maior ocorrência se dá em território brasileiro (2/3 da área total), abrangendo os Estados de Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

Segundo DAEE, (2005) no estado de São Paulo, o Aquífero Guarani ocorre na porção oeste do Estado, ocupando cerca de 76% do seu território. A leste está localizada a faixa aflorante (**Figura V.1.6.9.2-2**), que se estende desde o município de Rifaina, a norte, até Fartura, ao sul. Esta faixa, com área de 16.000 km², está inserida na Depressão Periférica e apresenta largura irregular que se amplia ao longo das grandes drenagens, como é o caso do rio Jacaré-Pepira, quando atinge o máximo de 175 km. Para oeste daquela faixa, o aquífero encontra-se confinado pelos basaltos da Formação Serra Geral, numa extensão de cerca de 174.000 km².



Figura V.1.6.9.2-2 – Localização do aquífero Guarani no estado de São Paulo.
Fonte: DAEE, 2005.

O Aquífero Guarani é granular, homogêneo e regionalmente livre na sua porção aflorante, a predominantemente confinado, constituindo um pacote contínuo desde sua área de afloramento, a leste, até o extremo oeste de São Paulo, onde extrapola os limites do Estado, DAEE, (2005). Este aquífero apresenta espessura que varia de aproximadamente 100 m (área aflorante) até 400m para oeste do Estado, fig. V.1.6.9.2-3.



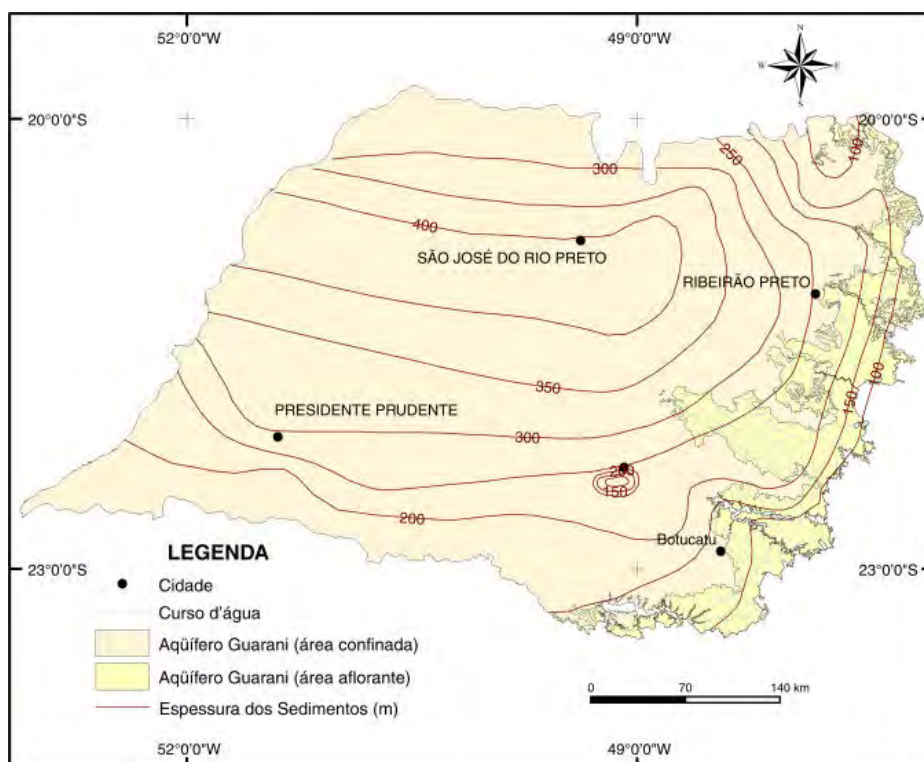


Figura V.1.6.9.2-3 - Espessura dos sedimentos do Aquífero Guarani no estado de São Paulo. Fonte: DAEE, 2005.

No trabalho do DAEE, 2005 foram analisados 111 poços perfurados no aquífero Guarani, dos quais 34 foram considerados representativos e que resultou na elaboração do mapa potenciométrico abaixo (Fig. V.1.6.2.2-4) indicando que o fluxo regional ocorre de leste para sudoeste.

O gradiente hidráulico médio na porção confinada é de aproximadamente 0,001; enquanto na área aflorante ocorrem os maiores gradientes, como os observados ao longo dos eixos dos rios Pardo e Jacaré-Pepira, com valores de 0,008 e 0,003, respectivamente.

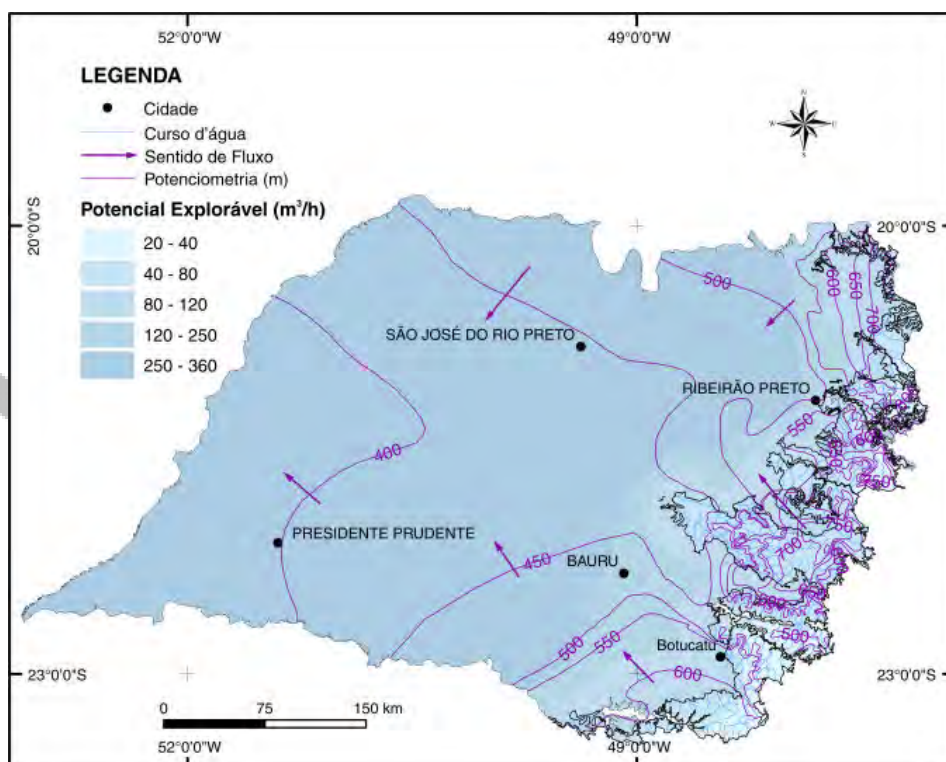


Figura V.1.6.9.2-4 – Nível Potenciométrico aparente do Aquífero Guarani no estado de São Paulo. Fonte: DAEE, 2005.

As reservas permanentes de água do aquífero são da ordem de 45.000 km³ (ou 45 trilhões de metros cúbicos), considerando uma espessura média aquífera de 250m e porosidade efetiva de 15%. As reservas explotáveis correspondem à recarga natural (média plurianual) e foram calculadas em 166 km³/ano ou 5 mil m³/s, representando o potencial renovável de água que circula no aquífero.

Este sistema de aquífero apresenta dois tipos de recarga um definido como recarga natural ou direta que ocorre por meio da infiltração das águas de chuva nas áreas de afloramento das rochas do Aquífero Guarani, (**vide item V.1.2.2**); e de forma indireta, por filtração vertical ao longo de discontinuidades das rochas do pacote confinante sobrejacente (Aquífero Serra Geral), nas áreas onde a carga piezométrica favorece os fluxos descendentes. Sua área de descarga ou escoamento subterrâneo é drenada para os rios como escoamento básico.

A condutividade hidráulica (K) do Aquífero Guarani foi obtida pelo cálculo da média ponderada dos valores de K das Formações Pirambóia (2,5 m/dia) e Botucatu (3,5 m/dia) (DAEE 1974, apud DAEE, 2005).

O fator de ponderação correspondeu à somatória das espessuras de cada formação, considerando 14 poços localizados na porção confinada do aquífero e 54 poços na área de afloramento. Os valores médios de K obtidos são 2,6 m/dia para a área confinada e 3,0 m/dia para a área livre.

O coeficiente de armazenamento (S) foi obtido utilizando-se a mesma metodologia acima indicando que para a porção livre do Aquífero Guarani, foi considerando um valor médio de 0,15 para a Formação Pirambóia (DAEE 1974) e 0,25 para a Formação Botucatu (SILVA 1983), resultando numa média de 0,17. Na porção confinada, a média não foi calculada pela inexistência de valores definidos para cada uma das formações. Por este motivo, dentro do intervalo de 10-3 e 10-5 fornecido pelo DAEE (1974) apud DAEE, (2005), optou-se pelo valor de 10-3, pois este possibilitou a obtenção de faixas de vazão mais compatíveis com a maioria dos poços perfurados.

A transmissividade (T), obtida com base no mapa de espessura do aquífero e nos valores de K, é de aproximadamente 260 m²/dia na área aflorante, aumentando progressivamente para oeste até atingir valores superiores a 1200 m²/dia ao longo do vale do rio Tietê, na área confinada, DAEE, (2005).

Características Hidrogeoquímicas do Aquífero Guarani

De acordo com DAEE (2005) as águas deste aquífero são predominantemente bicarbonatadas cálcicas e apresentam temperaturas de 22°C a 27°C, pH de 5,4 a 9,2 e salinidade inferior a 50 mg/L, na área aflorante. Na área confinada, a temperatura varia de 22 a 59,7°C, o pH de 6,3 a 9,8 e a salinidade de 50 a 500 mg/L. Os valores de temperatura, pH, salinidade, e de íons cloreto, sulfato e sódio aumentam no sentido do confinamento. As águas são predominantemente bicarbonatadas sódicas e, subordinadamente, sulfatadas sódicas. À medida que se dirige ao sistema confinado as características físico-química da água como pH, salinidade, temperatura, etc, aumentam caracterizando diferenças hidroquímicas entre os sistemas.

Aquífero Taubaté

O Aquífero Taubaté está localizado no vale do rio Paraíba do Sul, na porção leste do Estado de São Paulo; é constituído por sedimentos da Bacia de Taubaté e apresenta forma alongada na direção ENE, com extensão de 168 km por 20 km de largura, ocupando uma área aproximada de 2340 km². Ocorre em duas áreas principais da bacia, uma situada na porção sudoeste e outra, a nordeste. Entre estas duas regiões existe uma área preenchida predominantemente por argilitos e folhelhos, pouco permeável e com características de aquícluído (DAEE 1977), onde se localizam as cidades de Taubaté, Tremembé e Pindamonhangaba.

Devido à gênese da bacia sedimentar, o aquífero é do tipo multicamadas com alternância de camadas arenosas ou aquíferas, fácies fluvial, e argilosas ou confinantes com fácies lacustre ou planície de inundação (DAEE 1977). A recarga do aquífero dá-se por precipitação fluvial direta sobre a bacia e também pela drenagem para ela das águas do aquífero cristalino adjacente, de forma limitada. Sua descarga natural é o Rio Paraíba do Sul (CETESB, 2004).

A interpretação de ensaios de bombeamento, realizados em 28 poços, indica que a condutividade hidráulica (K) do aquífero varia de 0,01 a 4,66 m/d, com valores superiores a 1,00 m/d na região de Lorena e acima de 3,00 m/d no eixo das cidades de Jacareí, São José dos Campos e Caçapava. Os valores de transmissividade (T) foram obtidos a partir da interpolação dos mapas temáticos de condutividade hidráulica e espessura saturada do aquífero. As maiores transmissividades localizam-se no município de Lorena. Nas proximidades de Caçapava foram observados valores da ordem de 260m/d, aumentando nas direções sul e sudoeste do município, dado este concordante com resultados obtidos por IRITANI (1998).

A capacidade específica (Q/s) do Aquífero Taubaté, analisada em 240 poços, varia entre 0,02 e 14 m /h/m, embora 73% dos poços apresentem valores inferiores a 3m /h/m.

Características Hidrogeoquímicas do Aquífero Taubaté

De acordo com os primeiros estudos do DAEE (1977), as águas subterrâneas do Aquífero Taubaté apresentam baixo teor de sais dissolvidos, nitratos, fluoretos, cloretos e sulfatos, e elevada concentração de sílica, assim como de cálcio e sódio em relação ao magnésio. As águas apresentam temperaturas médias entre 22°C e 24°C, atingindo excepcionalmente extremos de 19°C e 49°C.

Segundo SZIKSZAY (1980), o pH das águas subterrâneas varia de 4,5 a 8,5, enquanto os valores de sólidos totais dissolvidos (STD) mostram média de 170 mg/L, com valor mínimo de 19 mg/L e máximo de 1272 mg/L (VIDAL & CHANG 2004). VIDAL & CHANG (2002) caracterizaram as águas como bicarbonatadas cálcicas, quando associadas aos sedimentos fluviais, e bicarbonatadas sódicas, quando associadas a sedimentos lacustres. Segundo CAMPOS (1993), 20% das águas são bicarbonatadas cálcicas e 42%, bicarbonatadas sódicas. O mesmo autor observou, na Bacia de Taubaté, a presença de anomalias hidroquímicas, com valores pontuais excessivos de fluoreto, sulfato e cloretos.

V.1.6.9.3 Qualidade das águas subterrâneas

Para atendimento do solicitado no TR – IBAMA (*background*) foram selecionados os padrões utilizados pela CETESB, para os poços tubulares monitorados por esta, que adota como procedimento a Norma ABNT 9896/1993 e a Portaria 518/04 do Ministério da Saúde. A CETESB selecionou parâmetros utilizados para a caracterização hidrogeoquímica natural das águas subterrâneas, bem como indicadores de efeitos antrópicos, visando fornecer ao Sistema de Meio Ambiente, subsídios para a avaliação da qualidade de águas subterrâneas e para as ações de controle da poluição.

Esta seleção considerou a necessidade de estabelecimento de Valores de Referência de Qualidade para as águas subterrâneas. Para tanto utilizou análise estatística, e os dados foram compilados em planilhas eletrônicas. Os valores que continuavam discrepantes em relação ao conjunto de dados do aquífero foram

retirados do banco de dados, de forma a minimizar possíveis incorreções analíticas ou de amostragem.

Para os resultados não detectados, adotou-se o limite de detecção como a concentração do parâmetro na amostra. Utilizou-se a mediana dos resultados obtidos e não a média, como forma de diminuir a influência de dados anômalos. O quartil 75% (3º quartil) é interpretado como o valor de referência de qualidade das águas subterrâneas, que foi estabelecido para cada aquífero.

Segue abaixo uma tabela resumo contendo esses parâmetros para os poços tubulares analisados. Pela proximidade do trecho do SEDA em Minas Gerais, pode-se admitir os mesmos padrões adotados no estado de São Paulo para o aquífero Serra Geral.

Tabela V.1.6.9-1 - Resultados do 3º quartil por período de 1998-2000 e 2001-2003.

Parâmetro	Unidade	GUARANI		TUBARÃO		TAUBATÉ		SERRA GERAL		CRISTALINO	
		98/00	01/03	98/00	01/03	98/00	01/03	98/00	01/03	98/00	01/03
pH	--	7,6	7,0	9,0	8,9	7,4	7,1	8,0	8,1	7,9	7,7
Temperatura	°C	28	29	26	26	26	26	26	27	24	23
Condutividade	µS/cm	153	160	452	407	148	164	159	174	251	252
Sólidos Dissol. Totais	mg/L	115	118	372	471	163	160	139	146	195	201
Resíduo Seco 180°C	mg/L	121	111	331	285	145	164	135	135	180	184
Dureza Total	mg/L CaCO ₃	62	56	60	66	45	42	56	58	82	102
Alcal. Bicarbonato	mg/L CaCO ₃	87	76	156	150	74	77	85	79	98	104
Alcal. Carbonato	mg/L CaCO ₃	0	0	17	2	0	0	0	0	0	0
Alcal. Hidróxido	mg/L CaCO ₃	0	0	0	0	60	0	0	0	0	0
Alumínio Total	mg/L Al	0,03	0,02	0,035	0,03	<0,01	<0,15	0,04	0,03	0,02	0,04
Arsênio Total	mg/L As	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,003	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,006
Bário Total	mg/L Ba	<0,4	<0,08	<0,4	0,08	<0,4	0,14	<0,4	<0,06	<0,4	<0,06
Boro	mg/L Ba	-	<0,03	-	<0,03	-	<0,03	-	<0,03	-	<0,03
Carb. Org. Dissolvido	mg/L C	10,9	-	22,6	6,4	14,0	7,5	12,6	5,2	19,05	-
Calcio Total	mg/L Ca	18,8	17,2	18,7	22,9	14,1	20,7	17,2	15,6	30,0	32,0
Cádmio Total	mg/L Cd	<0,0001	<0,0001	0,0004	<0,0001	0,0035	<0,005	<0,0001	<0,0001	0,0002	<0,0001
Cloreto	mg/L Cl	1,5	1,0	16,2	16,3	1,7	1,3	1,5	1,5	3,6	4,4
Chumbo Total	mg/L Pb	<0,002	<0,002	<0,002	0,002	<0,002	<0,04	<0,002	<0,002	<0,002	0,002
Cobre	mg/L Cr	-	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	-	<0,01
Cobalto	mg/L Cu	-	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	-	<0,01
Cromo Total	mg/L Co	0,0026	0,004	<0,0005	0,0005	0,010	<0,005	0,003	0,004	0,0006	0,002
Ferro Total	mg/L Fe	<0,12	<0,02	<0,12	0,02	0,29	0,12	<0,12	0,02	<0,12	0,07
Fluoretos	mg/L F	0,20	0,24	0,60	0,55	0,41	0,30	0,16	0,26	0,70	0,65
Magnésio Total	mg/L Mg	4,13	3,9	3,35	3,85	1,17	0,73	4,6	4,6	5,36	6,3
Manganês Total	mg/L Mn	<0,009	<0,006	<0,009	0,003	0,075	0,060	<0,009	<0,006	0,009	0,0012
Mercúrio total	mg/L Hg	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0001	<0,0003	0,0004	<0,0003	<0,0001	<0,0003	<0,0001

Parâmetro	Unidade	GUARANI		TUBARÃO		TAUBATÉ		SERRA GERAL		CRISTALINO	
		98/00	01/03	98/00	01/03	98/00	01/03	98/00	01/03	98/00	01/03
Nitrogênio Nitrato	mg/L N	0,23	0,30	<0,2	<0,2	0,012	0,04	0,30	0,45	0,20	0,30
Nitrog. Total Kjeidhal	mg/L N	0,08	0,15	0,39	0,38	0,5	0,2	0,08	0,15	0,3	0,33
Níquel	mg/L Ni	-	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-	<0,02
Potássio	mg/L K	4,0	4,2	2,5	2,4	4,6	3,6	2,5	2,6	3,2	3,0
Selênio	mg/L Se	-	0,002	-	0,002	-	0,002	-	0,002	-	0,002
Sódio Total	mg/L Na	6,9	7,4	103,0	89,0	19,7	16,6	17,5	14,0	16,0	16,0
Vanádio	mg/L V	-	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-	<0,02
Zinco	mg/L Zn	-	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	-	<0,01
Contagem Bactérias	UFC/mL	21	6	13	10	1	1	25	5	20	35
Coliforme Total	NCMR 100mL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coliforme Fecal	NMP 100 mL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: CETESB, (2004) - Relatório da Qualidade das Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo, 2001-2003

V.1.7 Processos Minerários

O Estado de São Paulo é um importante produtor de minerais, sendo que a mineração paulista produz basicamente minerais não metálicos, extraídos em cerca de 2500 lavras em atividade e que abastecem uma ampla e diversificada gama de indústrias com insumos minerais importantes (rochas calcárias, argila, areia industrial, caulim, fosfato, filito dentre outros). A pequena extensão do trecho no estado Minas Gerais, entre a base do Terminal de Uberaba - TRANSPETRO e o Rio Grande, com 7,65 km também está relacionada a bens minerais industriais (areia, argila e brita).

É importante destacar que a faixa de servidão a ser utilizada pelo SEDA já está implantada e consolidada, não sendo atribuído ao novo duto a interferência com atividades de mineração.

V.1.7.1 Metodologia Utilizada para Estudo da Situação dos Direitos Minerários

A partir de pesquisa realizada junto ao DNPM, obteve-se o arquivo shp disponível para download no site do DNPM, a partir do banco de dados SIGMine. A partir deste arquivo foram selecionados os processos interferentes na AII. O arquivo utilizado foi baixado do sistema em 18/02/2008 (sp.shp e mg.shp).

Ressalta-se que o trecho do SEDA estudado será desenvolvido em faixa de servidão já existente, sendo esta faixa a responsável por eventuais interferências em processos minerários, independentemente da implantação do SEDA, ou seja, se houver necessidade de solicitação de bloqueio esta é de responsabilidade do operador dos dutos existentes, sem relação com o projeto objeto deste EIA.

Estes processos totalizam 572 áreas requeridas, conforme são apresentadas nas plantas de processos do DNPM (**Anexo 7**) e na tabela do **Anexo 8**.

Nas plantas, os processos foram categorizados pela fase em que se encontram no DNPM, sempre utilizando as informações da base *shapefile* do DNPM. Deste modo foram individualizadas as seguintes categorias:

- Requerimento de Pesquisa;
- Requerimento de Lavra;
- Requerimento de Licenciamento;
- Requerimento de Registro de Extração;
- Autorização de Pesquisa;
- Concessão de Lavra;
- Licenciamento;
- Lavra Garimpeira;

- Registro de Extração;
- Disponibilidade.

Estas categorias foram apresentadas cada uma com uma cor diferente na planta. Os processos de Concessão de Lavra e Licenciamento foram apresentados com cor e hachura cheia para um maior destaque, visto serem as áreas que podem ter real interferência e serem áreas efetivamente em fase de lavra.

Já na tabela com os processos DNPM foram apresentadas informações mais detalhadas, onde são categorizadas as seguintes informações:

- Ano;
- Número do processo no DNPM;
- Área em Hectares;
- Fase (status em que se encontra o processo coincidente com o indicado nas plantas);
- Nome (titular do processo DNPM);
- Substância (substância principal requerida);
- UF - unidade Federal.

V.1.7.2 Interferências na Área de Influência Indireta

A concentração destes processos segue a geologia, bem como a proximidade de concentração de áreas urbanas, visto que como explanado anteriormente, a mineração de São Paulo é de não-metálicos com grande concentração na área da construção civil. Ressalta-se que para os minerais da construção civil, é importante que os mesmos estejam próximos à área de consumo, para que não sejam inviabilizados pelo alto custo com transporte.

É também importante salientar que existem várias áreas requeridas para substâncias pouco comuns em determinadas regiões, como por exemplo, minério de ouro, diamante, turfa, etc. Isto se deve ao fato de que substâncias para emprego imediato na construção civil como areias, argilas e brita, tem limite de área para requerimento enquadrado no máximo de 50 ha. Para que possa requerer áreas maiores (até 2.000 ha), muitas vezes são requeridas outras substância como ouro, diamante, turfa, etc; porém isto não significa a ocorrência destas substâncias no local. Com o avanço do processo no DNPM, o requerente deverá se adequar à substância realmente encontrada na pesquisa, diminuindo a área requerida.

A seguir serão descritas as ocorrências de títulos minerais que foram divididos em quatro grandes grupos conforme a ocorrência litológica, a saber:

- **Uberaba – Ribeirão Preto** – Domínios da Formação Serra Geral;
- **Ribeirão Preto – Campinas** – Litologias diversas da bacia do Paraná;

- **Campinas – São José dos Campos** - Rochas cristalinas e embasamento;
- **São José dos Campos – Taubaté** - Bacia de Taubaté e quaternário relacionado ao Rio Paraíba do Sul.

Uberaba – Ribeirão Preto

Nota-se que a partir de Uberaba até Ribeirão Preto há uma pequena concentração de processos DNPM, sendo a maioria vinculada à substância areia para uso na construção civil ao longo do Rio Grande e outros cursos de água.

Salienta-se que neste trecho há grande exposição de rochas da Formação Serra Geral (basaltos), cujo uso presta basicamente para brita na construção civil, porém não existem grandes aglomerados urbanos locais, com exceção de Ribeirão Preto e Uberaba.

Ribeirão Preto - Campinas

Já a partir de Ribeirão Preto até a região de Campinas, ainda nos domínios da Bacia do Paraná, porém com uma diversidade litológica maior, nota-se uma concentração um pouco maior, com processos requeridos para argila, areia e brita.

Em Ribeirão Preto existem várias áreas requeridas para brita. Ao longo do Ribeirão Tamanduá há grande ocorrência de requerimentos (alguns em fase de lavra), para a substância areia e para argila. Na região são tradicionais os depósitos de argila do tipo “ball - clay”, com uso na indústria de cerâmica de louças sanitárias. Estas argilas podem atingir preço superior a R\$ 150,00 a tonelada visto sua boa qualidade.



Fotos V.1.7.2-1 – Ao longe, áreas de lavra ao longo do Ribeirão Tamanduá. Coordenadas UTM 229.424E/7.624.844N e **Foto V.1.7.2-2** – Mineração Darcy (820.591/79) Coordenadas 229.374E/762.7273N

Nova concentração de requerimentos ocorre na região de Santa Rita do Passa Quatro e Porto Ferreira. Nestas áreas ocorre o predomínio de áreas requeridas para argila para uso na indústria cerâmica de pisos e revestimentos e também de louças. Cabe lembrar que Porto Ferreira é um pólo cerâmico regional.



Foto V.1.7.2-3 e V.1.7.2-4 – Foto V.1.7.2-3 Várzea do Rio Mogi próxima a Porto Ferreira já intensamente explorada. Coordenadas UTM 246.513/7.581.617 e **Foto V.1.7.2-4** Detalhe de uma área lavrada Coordenadas UTM 246026E/75817196N

Em Santa Rita do Passa quatro foi observado a extração de cascalho numa pedreira abandonada, que provavelmente serviu de pedreira de trecho para construção de acessos rodoviários.



Foto V.1.7.2-5 – Extração de cascalho em pedreira abandonada (DNPM 820.346/05, requerimento de registro de Licença da Prefeitura Municipal de Santa Rita do Passa Quatro). Coordenadas UTM. 243.221E/7.59.813N.

A partir daí até Campinas, ocorrem alguns requerimentos sendo em sua maioria relacionados a argilas para usos cerâmicos, coincidentes às argilas e siltitos da Formação Corumbataí, para abastecer o parque cerâmico regional (Cordeirópolis e região).

Em todo este trecho nota-se a ocorrência de alguns processos para água mineral.

Campinas – São José dos Campos

A partir de Campinas até São José dos Campos, em domínios de rochas cristalinas nota-se uma concentração de requerimentos referente a granitos ornamentais, brita, areia e água mineral.

Na região de Campinas há vários requerimentos concentrados, e em Jaguariúna destacam-se os de água mineral (Cia. Brasileira de Bebidas).

Na região de Morungaba/Bragança Paulista há uma concentração de requerimentos para granito ornamental.



Foto V.1.7.2-6 – “Mar de matacões” objeto de interesse para granitos ornamentais.
Coordenadas UTM 308.912 E/ 7.471.662N



Foto V.1.7.2-7 – Extração de matacões para granito ornamental em Morungaba
(DNPM 820.510/85). Coordenadas UTM 315.220E/7.471.376N.



Foto V.1.7.2-8 – Pedreira de granito para brita em atividade em Itatiba (DNPM 820.413/88). Coordenadas UTM 327.114E/7.462.407N



Foto V.1.7.2-9 – Extração de água mineral (DNPM 820.615/85). Coordenadas UTM 396.188E/7.444.808N

São José dos Campos – Taubaté

A partir de São José dos Campos até Taubaté, observa-se intensa concentração de áreas requeridas junto ao DNPM, principalmente ao longo do Rio Paraíba do Sul e suas várzeas.

Neste contexto há uma grande concentração de áreas requeridas para areia, visto que a região é uma das maiores produtoras do estado, fornecendo matéria prima para a grande São Paulo, algumas áreas de argila e turfa (notadamente área de extração da Eucatex e alguns requerimentos da CPRM).

Importante salientar que na região de São José dos Campos há uma menor incidência de requerimentos em fase de lavra, visto a existência de Zoneamento Mineral que restringe bastante a utilização de áreas do município para uso de atividades minerais.



Foto V.1.7.2-10 – Turfeiras em Caçapava, utilizadas somente como áreas agrícolas.
Coordenada 430620E / 7445280N.

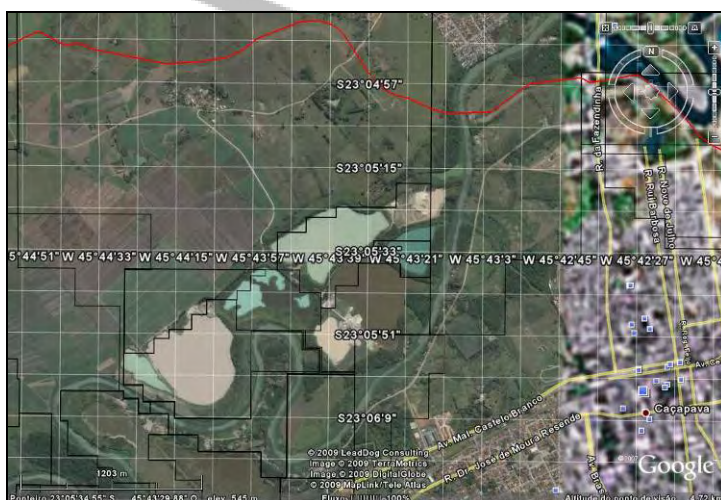


Foto V.1.7.2-11 – Vista a partir do google earth de Portos de Areia ao longo do Rio Paraíba do Sul. A norte, em vermelho traçado do duto. Os processos DNPM são representados pelos polígonos em cor preta. À leste (direita) cidade de Caçapava.



Foto V.1.7.2-12 – detalhe de um Porto de areia na região de Caçapava.
Coordenadas UTM 426.233E/7.446.032N.

V.1.7.3 Interferências na Área de Influência Direta e Área Diretamente Afetada

Para uma análise mais detalhada, a partir da shp de processos do DNPM, foi realizado um filtro com as poligonais interferentes na AID e ADA, obtendo-se um número bem menor de processos (67), que são apresentados na **Tabela V.1.7.3-1** abaixo categorizada da mesma forma que a tabela anterior.

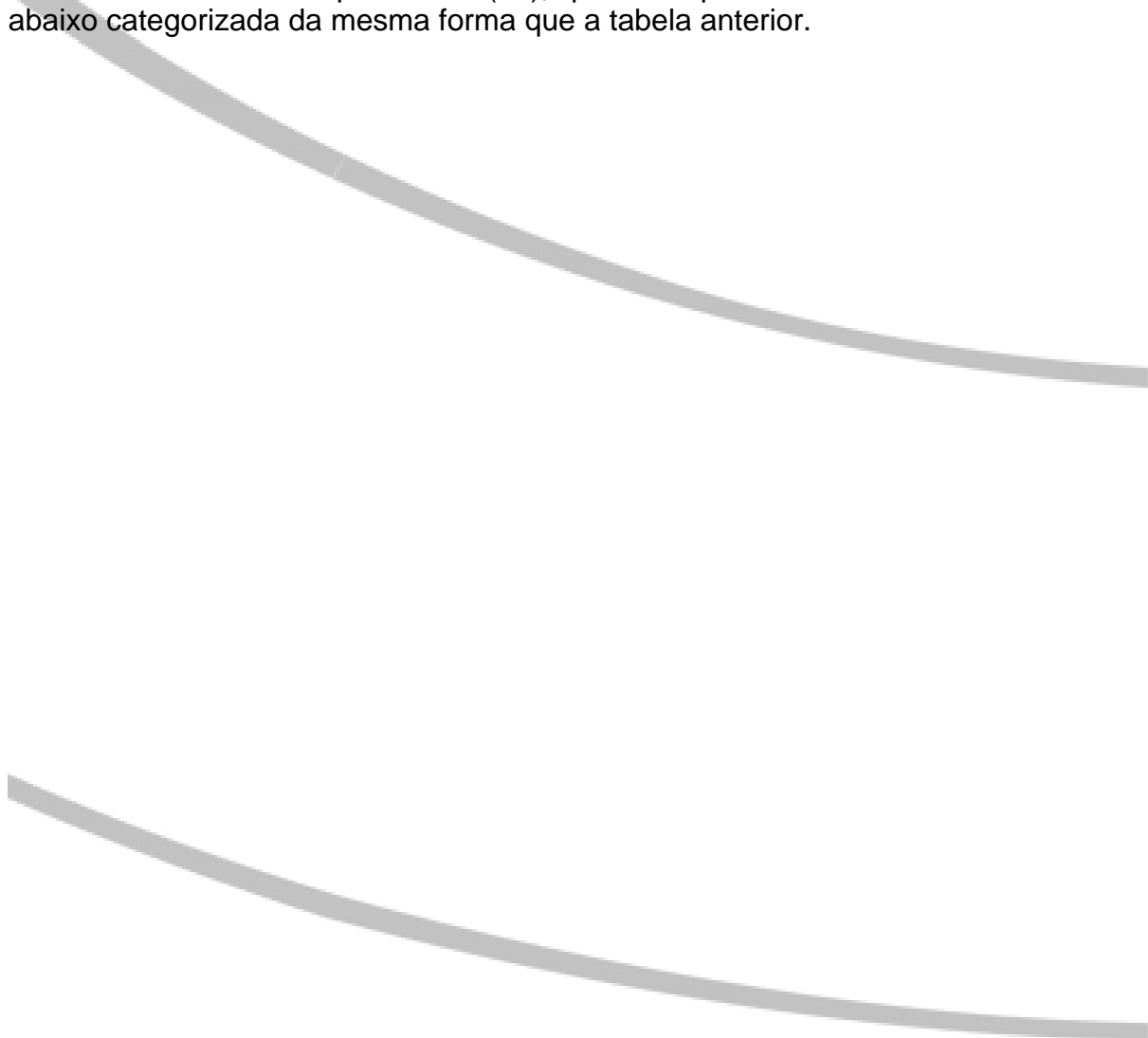


Tabela V.1.7.3-1 – Interferências com processos na AID e ADA.

ANO	PROCESSO	AREA HA	FASE	NOME	SUBS	USO	UF
1963	6970/1963	266,39	CONCESSÃO DE LAVRA	MINERAÇÃO MATHEUS LEME LTDA.	AREIA INDUSTRIAL	NÃO INFORMADO	SP
1974	806670/1974	11,75	LICENCIAMENTO	DECIO PEREIRA MARTINS DE ANDRADE - FIRMA INDIVIDUAL	ARGILA	NÃO INFORMADO	SP
1979	820690/1979	720,04	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	DAPAZ MINERAÇÃO E IND. DE GRANITOS E MARMORES LTDA	AREIA P/ VIDRO	NÃO INFORMADO	SP
1981	820224/1981	59,04	CONCESSÃO DE LAVRA	AMAL - Empreendimentos e Mineradora Alvorada Ltda.	AREIA P/ VIDRO	NÃO INFORMADO	SP
1984	820382/1984	765,25	REQUERIMENTO DE PESQUISA	DORACY OMETTO	GRANITO ORNAMENTAL	NÃO INFORMADO	SP
1985	820510/1985	99,19	CONCESSÃO DE LAVRA	CAPRICÓRNI APROVEITAMENTO E EXPL. DE MINERAIS LTDA	GRANITO	NÃO INFORMADO	SP
1986	820369/1986	181,96	CONCESSÃO DE LAVRA	T. W. MINERAÇÃO E TRANSPORTES LTDA	AREIA P/ VIDRO	NÃO INFORMADO	SP
1986	820111/1986	1000	DISPONIBILIDADE	PLANOVA MINERIOS LTDA	TURFA	NÃO INFORMADO	SP
1987	820541/1987	799,98	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Porto de Areia Tubarão Ltda.	ARGILA REFRATÁRIA	NÃO INFORMADO	SP
1987	820540/1987	511,11	DISPONIBILIDADE	Porto de Areia Tubarão Ltda.	ARGILA REFRATÁRIA	NÃO INFORMADO	SP
1987	820952/1987	494,2	LAVRA GARIMPEIRA	Consmar Extração, Comércio e Transporte de Minérios Ltda.	BENTONITA	NÃO INFORMADO	SP
1988	820470/1988	998	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	COMERCIAL E AGRÍCOLA COSMOPOLIS LTDA	ARGILA REFRATÁRIA	INDUSTRIAL	SP
1988	820592/1988	1672,99	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	JORGE GYOTOKU	LINHITO	NÃO INFORMADO	SP
1988	820595/1988	696,67	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINERAÇÃO BARUEL LTDA.	ARGILITO	INDUSTRIAL	SP
1988	820457/1988	768	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	COMERCIAL E AGRÍCOLA COSMOPOLIS LTDA	ARGILA REFRATÁRIA	NÃO INFORMADO	SP
1988	820468/1988	44,5	DISPONIBILIDADE	SERGIO LUIS COUTINHO NOGUEIRA	AREIA	NÃO INFORMADO	SP
1988	820454/1988	80	REQUERIMENTO DE LAVRA	SERGIO LUIS COUTINHO NOGUEIRA	ARGILITO	NÃO INFORMADO	SP
1989	820229/1989	984,39	DISPONIBILIDADE	MINERAÇÃO BARUEL LTDA.	CAULIM	NÃO INFORMADO	SP
1991	820011/1991	272,55	REQUERIMENTO DE LAVRA	EGEMINAS Engenharia Geologia e Mineração Ltda.	FOLHELHO ARGILA	NÃO INFORMADO	SP
1995	820604/1995	39,96	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	JOSÉ PEREIRA	ARGILA	NÃO INFORMADO	SP
1995	820316/1995	50	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Dair Salioni	AREIA	NÃO INFORMADO	SP
1995	820316/1995	50	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Dair Salioni	AREIA	NÃO INFORMADO	SP
1995	820283/1995	3,29	DISPONIBILIDADE	SERGIO DUZ	ARGILA	INDUSTRIAL	SP
1996	820581/1996	625	REQUERIMENTO DE PESQUISA	MAXIMO KANEHARU GUSHIKEN	AREIA INDUSTRIAL	NÃO INFORMADO	SP
1998	821430/1998	153,53	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINERAÇÃO BARUEL LTDA.	ARGILA	NÃO INFORMADO	SP
1999	821907/1999	3,11	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	SERGIO DUZ	ARGILA P/CER. VERMELHA	NÃO INFORMADO	SP
1999	820714/1999	1,73	DISPONIBILIDADE	JOSÉ DUZ PORTO FERREIRA	ARGILA P/CER. VERMELHA	NÃO INFORMADO	SP
1999	821508/1999	15,9	LICENCIAMENTO	Espólio de Waldemar Lepri	ARGILA P/CER. VERMELHA	NÃO INFORMADO	SP
2000	820053/2000	770,62	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	CERÂMICA BUSCHINELLI LTDA VILLAGRES	ARGILA	CERÂMICA VERMELHA	SP
2000	820201/2000	779,69	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	CERÂMICA BUSCHINELLI LTDA VILLAGRES	SILTITO	INDUSTRIAL	SP
2001	821061/2001	1625,58	DISPONIBILIDADE	MARCO ANTONIO FERRANTE	TURFA	INDUSTRIAL	SP
2001	820985/2001	49,89	REQUERIMENTO DE LAVRA	CONTIL INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA	GRANITO	CONSTRUÇÃO CIVIL	SP
2002	820311/2002	40	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Empresa de Água Mineral Pirassununga Ltda	ARGILA REFRATÁRIA	CERÂMICA VERMELHA	SP

continua....

ANO	PROCESSO	AREA_HA	FASE	NOME	SUBS	USO	UF
2002	820408/2002	50	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	CLOVIS DOS SANTOS	ÁGUA MINERAL	ENGARRAFAMENTO	SP
2002	820613/2002	1789,37	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	WILSON RODRIGUES	DIAMANTE INDUST	INDUSTRIAL	SP
2002	821142/2002	46,87	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	SANDRA WEINBERG CROCCO	ÁGUA MINERAL	INDUSTRIAL	SP
2002	820311/2002	40	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	Empresa de Água Mineral Pirassununga Ltda	ARGILA REFRATÁRI	CERÂMICA VERMELHA	SP
2002	820471/2002	240	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	CELSO DE SOUZA PINTO	AREIA INDUSTRIAL	INDUSTRIAL	SP
2002	820963/2002	150	REQUERIMENTO DE PESQUISA	PEDRO VILLELA DE ABREU	GRANITO ORNAMENT	REVESTIMENTO	SP
2002	820421/2002	41,83	REQUERIMENTO DE PESQUISA	COMPANHIA BRASILEIRA DE BEBIDAS	ÁGUA MINERAL	ENGARRAFAMENTO	SP
2002	820897/2002	91,12	REQUERIMENTO DE PESQUISA	DORETHY DIAMENT	GRANITO	INDUSTRIAL	SP
2003	820231/2003	572,55	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	CERÂMICA PORTO FERREIRA S.A.	ARGILITO	INDUSTRIAL	SP
2003	820710/2003	832,37	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	EGEMINAS Engenharia Geologia e Mineração Ltda.	ARGILITO	INDUSTRIAL	SP
2003	820918/2003	295,2	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	EGEMINAS Engenharia Geologia e Mineração Ltda.	ARGILITO	INDUSTRIAL	SP
2003	820298/2003	3,11	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	SERGIO DUZ	ARGILA	CERÂMICA VERMELHA	SP
2003	820578/2003	50	DISPONIBILIDADE	SIDNEY ROBERTO ANKLAM	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	SP
2003	820569/2003	7,19	LICENCIAMENTO	CASTELO DO SOL INDUSTRIA CERÂMICA LTDA	ARGILA	CERÂMICA VERMELHA	SP
2003	820523/2003	993,92	REQUERIMENTO DE PESQUISA	ANTÔNIO CARLOS SETTANI CORTEZ	CAULIM	CERÂMICA VERMELHA	SP
2003	820307/2003	1000	REQUERIMENTO DE PESQUISA	AMETISTA PARTICIPAÇÕES E EMPREENDIMENOS LTDA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	SP
2003	820574/2003	1384,62	REQUERIMENTO DE PESQUISA	PAULO NOGUEIRA JUNIOR	TURFA	FERTILIZANTES	SP
2003	820524/2003	993,2	REQUERIMENTO DE PESQUISA	ANTÔNIO CARLOS SETTANI CORTEZ	CAULIM	CERÂMICA VERMELHA	SP
2004	820168/2004	1901,62	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	USINA AÇUCAREIRA ESTER S/A	TURFA	FERTILIZANTES	SP
2004	820171/2004	612,58	REQUERIMENTO DE PESQUISA	USINA AÇUCAREIRA ESTER S/A	TURFA	FERTILIZANTES	SP
2005	820765/2005	2000	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	USINA AÇUCAREIRA ESTER S/A	ARGILA REFRATÁRI	INDUSTRIAL	SP
2005	820722/2005	1961,36	REQUERIMENTO DE PESQUISA	VICENTE PAULO DO COUTO - FI	DIAMANTE INDUST	INDUSTRIAL	SP
2005	820721/2005	1789,32	REQUERIMENTO DE PESQUISA	VICENTE PAULO DO COUTO - FI	DIAMANTE INDUST	INDUSTRIAL	SP
2006	820130/2006	46,87	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	GASTÃO CROCCO	ÁGUA MINERAL	INDUSTRIAL	SP
2007	820327/2007	385,14	LICENCIAMENTO	AGRÍCOLA E PASTORIL FAZENDA GUAYÇARA LTDA	ARGILA	INDUSTRIAL	SP
2007	820806/2007	85,84	REQUERIMENTO DE PESQUISA	CERÂMICA PORTO FERREIRA S.A.	ARGILA	INDUSTRIAL	SP
2007	820170/2007	943,81	REQUERIMENTO DE PESQUISA	USINA AÇUCAREIRA ESTER S/A	ARGILA	INDUSTRIAL	SP
2007	820174/2007	602,71	REQUERIMENTO DE PESQUISA	USINA AÇUCAREIRA ESTER S/A	ARGILA	INDUSTRIAL	SP
2008	820157/2008	1,76	REQ. DE LICENCIAMENTO	S D CARVALHO	ARGILA	CERÂMICA VERMELHA	SP
2008	820259/2008	3,29	REQUERIMENTO DE PESQUISA	SERGIO DUZ	ARGILA	CERÂMICA VERMELHA	SP
2008	820101/2008	3,54	REQUERIMENTO DE PESQUISA	JOSE ANTONIO MOREIRA DE MORAES	ARGILA	CERÂMICA VERMELHA	SP
2008	821138/2008	1805,85	REQUERIMENTO DE PESQUISA	João Garcia Pereira	DIAMANTE	INDUSTRIAL	SP
2008	834092/2008	44,15	REQUERIMENTO DE PESQUISA	Vitória Arduini Extração e Comércio de Areia Ltda Me	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG
2008	834092/2008	44,15	REQUERIMENTO DE PESQUISA	Vitória Arduini Extração e Comércio de Areia Ltda Me	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG

Realizou então um novo filtro categorizando e selecionando somente as áreas em fase de Concessão de Lavra e de Licenciamento, que são áreas efetivamente em fase de lavra, e que podem ter interferência de imediato com as obras.

As demais áreas em fases diversas não foram detalhadas, visto que tratam-se de uma expectativa de direito no caso de requerimentos de pesquisa e de licenciamento, e nos demais casos ainda necessitam que os resultados sejam aprovados pelo DNPM e posteriormente pelos órgãos ambientais (CETESB, DEPRN, SMA, DAEE, etc).

Na **Tabela V.1.7.3-2** a seguir são detalhadas estas áreas, e observa-se que ocorrem poucas áreas com interferência no traçado do duto.

Tabela V.1.7.3-2 – Áreas de lavra em Concessão de Lavra ou Licenciamento

PROCESSO	ÁREA - HA	FASE	NOME	SUBS	UF	MUNICÍPIO
6970/1963	266,39	Concessão de lavra	Mineração Matheus Leme Ltda.	Areia Industrial	SP	São Simão
820224/1981	59,04	Concessão de lavra	AMAL – Empreendimentos e Mineradora Alvorada Ltda.	Areia p/ Vidro	SP	São Simão
820369/1986	181,96	Concessão de lavra	T.W. Mineração e Transportes Ltda.	Areia p/ Vidro	SP	São Simão
806670/1974	11,75	Licenciamento	Décio Pereira Martins de Andrade – Firma Individual	Argila	SP	Porto Ferreira
821508/1999	15,9	Licenciamento	Espólio de Waldemar Lepri	Argila p/ Cer. Vermelha	SP	Porto Ferreira
820569/2003	7,19	Licenciamento	Castelo do Sol Industria Cerâmica Ltda.	Argila	SP	Porto Ferreira
820510/1985	99,19	Concessão de lavra	Capricórnio Aproveitamento e Exploração de minerais Ltda. ME.	Granito	SP	Morungaba

Cabe lembrar que não foram observadas atividades informais de mineração na área de influência direta do empreendimento.



Foto V.1.7.3-1 - Vista da área de lavra da Capricórnio ao fundo. Notar em primeiro plano placas identificadoras do duto, DNPM 820.510/85.



Foto V.1.7.3-2 - Placa de identificação do empreendimento. Coordenadas UTM 315.220E/7.471.376N.



Foto V.1.7.3-3 – Depósito de argilas tipo Ball - clay (DNPM 820.369/86). Coordenadas UTM 205468E, 7619548.N).

V.1.8 Patrimônio Espeleológico e Indícios Paleontológicos

Para cumprimento do Termo de Referência do IBAMA, foi realizada uma ampla pesquisa bibliográfica visando levantar a existência de estudos, trabalhos, referências e outras informações que conduzissem à localização de cavidades naturais eventualmente existentes nas Áreas de Influência do projeto SEDA.

A partir das referências consultadas e dos mapeamentos geológico e pedológico efetuados no âmbito deste diagnóstico do meio físico não foi constatada a presença de rochas carbonáticas e a existência de áreas cársticas com feições de dolinas, fendas, vales cegos, lapiás, entre outras, inferindo-se que é nula a probabilidade de ocorrência de cavernas nas Áreas de Influência do projeto SEDA.

V.1.8.1 Indícios Paleontológicos

A partir da consulta a trabalhos bibliográficos e análises das unidades litológicas mapeadas podemos destacar que das rochas presentes nas áreas de influência do empreendimento somente as rochas sedimentares poderiam preservar algum tipo de fóssil. Destas unidades presentes somente as Formações Itararé e Irati da bacia do Paraná e Fm. Tremembé da Bacia de Taubaté tem ocorrências registradas.

As rochas do Grupo Itararé têm ocorrências registradas no estado somente no município de Monte Mor, o mesmo ocorre com a Fm. Irati com registros em Rio Claro, Piracicaba, Laranjal Paulista e Cerquilha, portanto fora das áreas de influência do duto.

Já a Fm. Tremembé é rica em registros paleontológicos e segundo Morraye, M. A., (2003) in Paleontologia em destaque: “A Formação Tremembé, a maior unidade da Bacia Sedimentar de Taubaté, de idade Cenozóica, é composta por folhelhos papiráceos, pirobetuminosos e argilitos siltítico, com areias e argilas intercaladas. Trata-se de um dos locais mais fossilíferos da bacia, onde muitos fósseis podem ser encontrados, tais como vegetais, palinórfos, invertebrados, peixes, aves, répteis e mamíferos, além de icnofósseis”.

Os Sítios paleontológicos cadastrados nesta região estão localizados na Fazenda Santa Fé e no Jazido de Campos do Jordão, na Fazenda Santa Fé, município de Tremembé, este sítio apresenta uma enorme diversidade de fósseis envolvendo microfósseis, icnofósseis, invertebrados, vertebrados e vegetais preservados sob diferentes processos de fossilização, em sedimentos finos (folhelhos e argilas) de ambiente lacustre de provável idade oligocena e no Jazigo da Rod. Quiririm Campos do Jordão, Km 11 em Tremembé, foram descritos a presença de microfósseis vegetais de idade terciária, (Schobbenhaus, C. et al, 2002 in Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil).

Desta forma podemos concluir que nas áreas de influência do empreendimento não foram identificados sítios paleontológicos.

V.1.9 Sismologia

O terremoto (sismo) ocorre devido à rápida formação de uma falha na crosta terrestre, ao súbito movimento de rocha ao longo de uma falha antiga, à ruptura de rochas no interior de vulcões relacionado ao movimento de magma ascendendo à superfície, à explosão de um vulcão, a grandes movimentos de massa, impacto de meteorito e testes nucleares subterrâneos.

A propagação das ondas sísmicas é provocada pelo deslizamento, slip, da rocha que vibra para frente e para trás.

Grandes sismos são precedidos por sismos precursoros, e sucedidos, durante dois ou três dias após evento principal, por sismos de menor intensidade conhecidos por pós-choque.

A magnitude do terremoto irá determinar o seu poder destrutivo, sendo as intervenções antrópicas as áreas mais afetadas.

Atualmente esta magnitude (intensidade de um terremoto) é quantificada por três escalas diferentes: Escala de Mercalli (Giuseppe Mercalli, 1902); Escala de Richter (Charles Richter, 1935); e Momento sísmico.

No Brasil a ocorrência de sismos é registrada pelo Instituto de Astronomia e Geofísica da USP (www.moho.iag.usp), no Boletim Sismológico. Na **Figura V.1.9-1** abaixo observa-se a localização destes sismos.



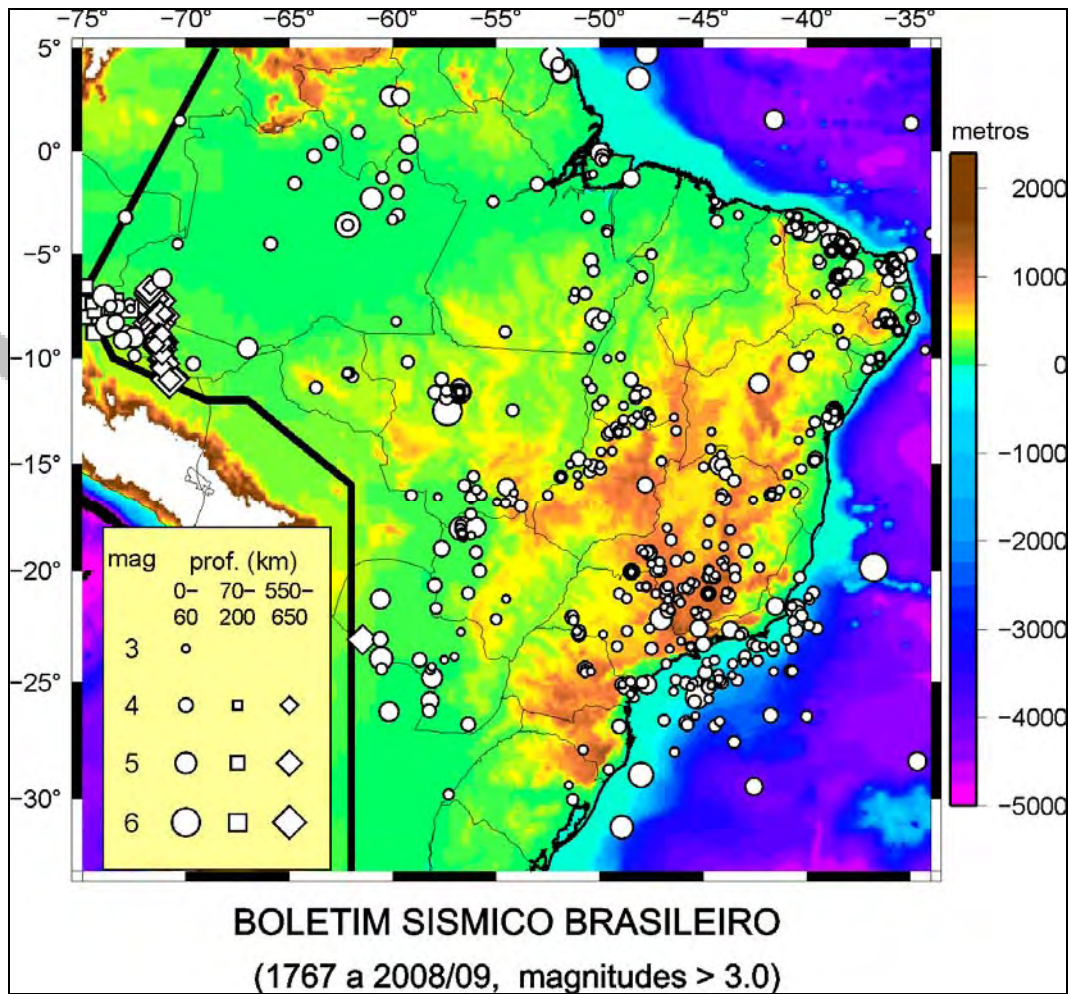


Figura V.1.9-1 – Ocorrência de Sismicidade no Brasil entre 1767 e 2009
(www.moho.iag.usp.br acesso em março de 2009).

No Brasil ocorrem mais de 10 tremores de terra por ano com magnitude acima de 3 na escala Richter e a cada 5 anos um tremor com intensidade 5. O risco de morte por tremores é extremamente baixo. Não se tem notícia de vítimas deste fenômeno geológico no Brasil.

Existem concordâncias quase que geral pela maioria dos pesquisadores, de que os sismos no Brasil são devido ao esforço compressivo na intraplaca. Apesar desse consenso, variações locais, como carga de sedimento, diferenças de densidade da litosfera, posicionamento original das falhas pré-cambrianas e influência de eventos termiais, podem alterar localmente o direcionamento dessas forças. Outras conclusões importantes de serem relatadas são (Lima, 2000).

- As zonas sismogênicas presentes associam-se invariavelmente a regiões onde geossuturas pré-cambrianas ocorrem. Isso implica uma relação direta entre a sismicidade e o neotectonismo.
- A movimentação da placa sul americana para W/NW é o principal fator das ocorrências tectônicas. Vale lembrar que o embasamento do território brasileiro

possui intrincado sistema de lineamentos (zonas de fraqueza) que, sob o esforço da tectônica global, pode sofrer deslocamentos diferenciais. Dessa forma, é possível haver rebaixamento em algumas regiões e soerguimento em outras.

- Outras feições importantes, resultantes ou influenciadas pela ação do neotectonismo em nosso país, são as escarpas que margeiam as Serras do Mar e da Mantiqueira, o delineamento do Vale do São Francisco e, em áreas localizadas, o espessamento de depósitos quaternários costeiros.

Segundo o IPT 1994, todos os sismos naturais, os induzidos pela ocupação do solo e também os mais distantes originados nos Andes, estão relacionados aos processos de dinâmica interna da Terra e aos seus reflexos no continente sul americano. Dentre estes processos, destacam-se os movimentos de soerguimento dos terrenos, cuja manifestação é observada em áreas a nordeste e leste do Estado, em que foram identificadas as zonas geradoras de sismos de Pinhal e Cunha.

Nestas duas zonas sismogênicas concentram-se as atividades históricas e instrumentadas, o que favorece melhor a correlação entre a atividade sísmica e a geologia do território paulista. Com base nestes dados, foram delimitados três compartimentos, definidos por diferentes intensidades de sismos prováveis. Tais intensidades foram estabelecidas empregando-se a escala de Mercalli Modificada – MM. Utilizaram-se os graus IV, V e VI MM, de acordo com os efeitos possíveis dos sismos nas obras civis mais susceptíveis e com as recomendações cabíveis, visando prevenir problemas futuros.

V.1.9.1 Sismologia nas Áreas de Influência do Empreendimento

A caracterização dos aspectos sismológicos da região onde se inserem as Áreas de Influência Direta e Indireta (AID e AII) do futuro empreendimento foi realizada com base no levantamento, análise e recopilação do histórico de sismicidade natural e induzida, utilizando os dados dos principais observatórios e estações sismográficas existentes, pertencentes à Universidade de Brasília (UNB) e ao Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG) da Universidade de São Paulo.

Para tanto, foi realizada consulta ao site do Instituto de Astronomia e Geofísica da USP (www.moho.iag.usp), foram obtidas, no Boletim de Sismos a relação de todos os terremotos cadastrados no Brasil, dos observatórios e estações sismográficas existentes, no período de 1767 a 2009.

Estes dados, que contém todas as informações do sismo, inclusive sua coordenada geográfica, foram lançados no SIG, e constatou-se que não ocorreram, até hoje, sismos cadastrados na faixa do SEDA.

Na figura abaixo, é apresentado o limite da AII do SEDA, bem como alguns municípios principais, e a ocorrência dos sismos registrados mais próxima ao empreendimento.

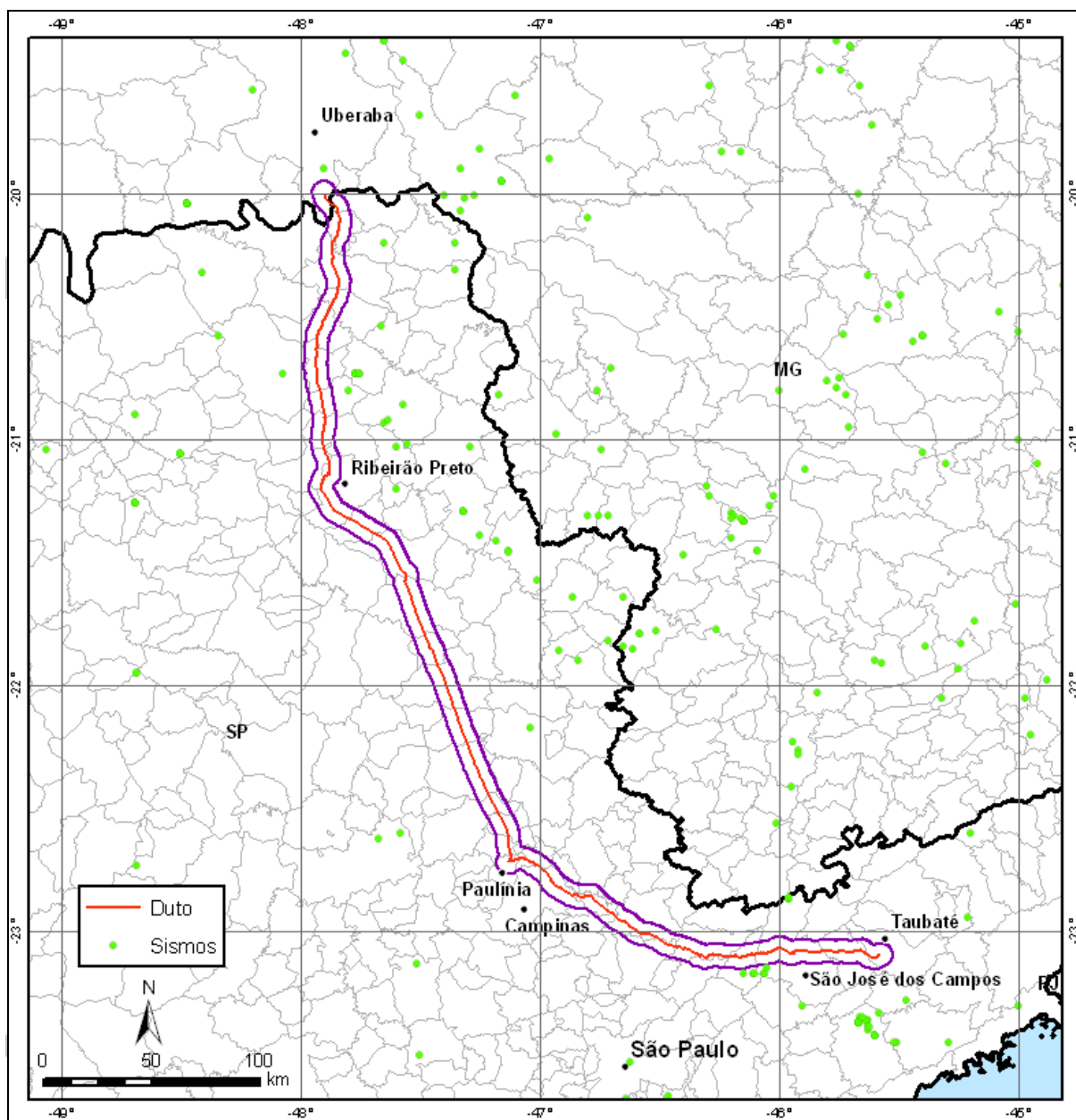


Figura V.1.9.1-1 – Localização dos sismos cadastrados pelo IAG em relação à AII.

Três aspectos relevantes, relacionados a sismicidade na região que compreende a faixa do duto SEDA podem ser destacados: 1) ocorrência de sismo nos limites da AII na região de Uberaba/MG; 2) sismo com intensidade acima de 5, na escala Richter, ocorrido em 1922, no município de Mogi-Guaçu/SP; e 3) ocorrências de abalos sísmicos, com intensidades próximas de 3,0 graus na escala Richter, no município de Bebedouro/SP, a aproximadamente 70km a oeste do duto.

Em Mogi-Guaçu, no estado de São Paulo, em 1922, um terremoto de magnitude de 5,1, foi sentido até uma distância de 300 km cujos efeitos mais fortes foram algumas rachaduras em casas nas proximidades do epicentro e queda de objetos (**Figura V.1.9.1-2**). Os algarismos em romanos indicam as zonas: I não afetada; II-III leve tremor; IV forte sentido de tremor; V queda de objetos e VI algumas rachaduras.

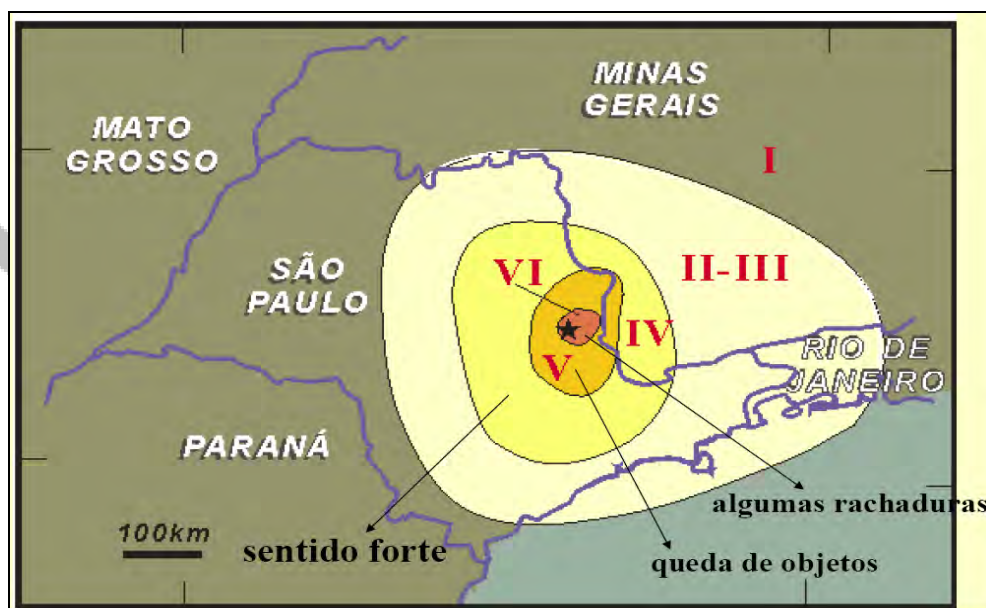


Figura V.1.9.1-2 - Terremoto em Mogi-Guaçu. Fonte: TerraByte, 2007

No distrito de Andes, em Bebedouro, no Estado de São Paulo, os epicentros dos tremores ocorridos principalmente nos meses de março e abril de 2005, tiveram magnitudes máximas em torno de 2,6 e 2,9.

Na região uma camada de arenito de espessura entre 60 e 100m cobre o basalto com fraturas ou trincas que podem movimentar blocos e zonas de concentração de fraturas devido às pressões exercidas pelas forças geológicas provenientes do embasamento. Não há na área falhas expressivas que pudessem provocar movimentos que causariam tremores de grandes magnitudes.

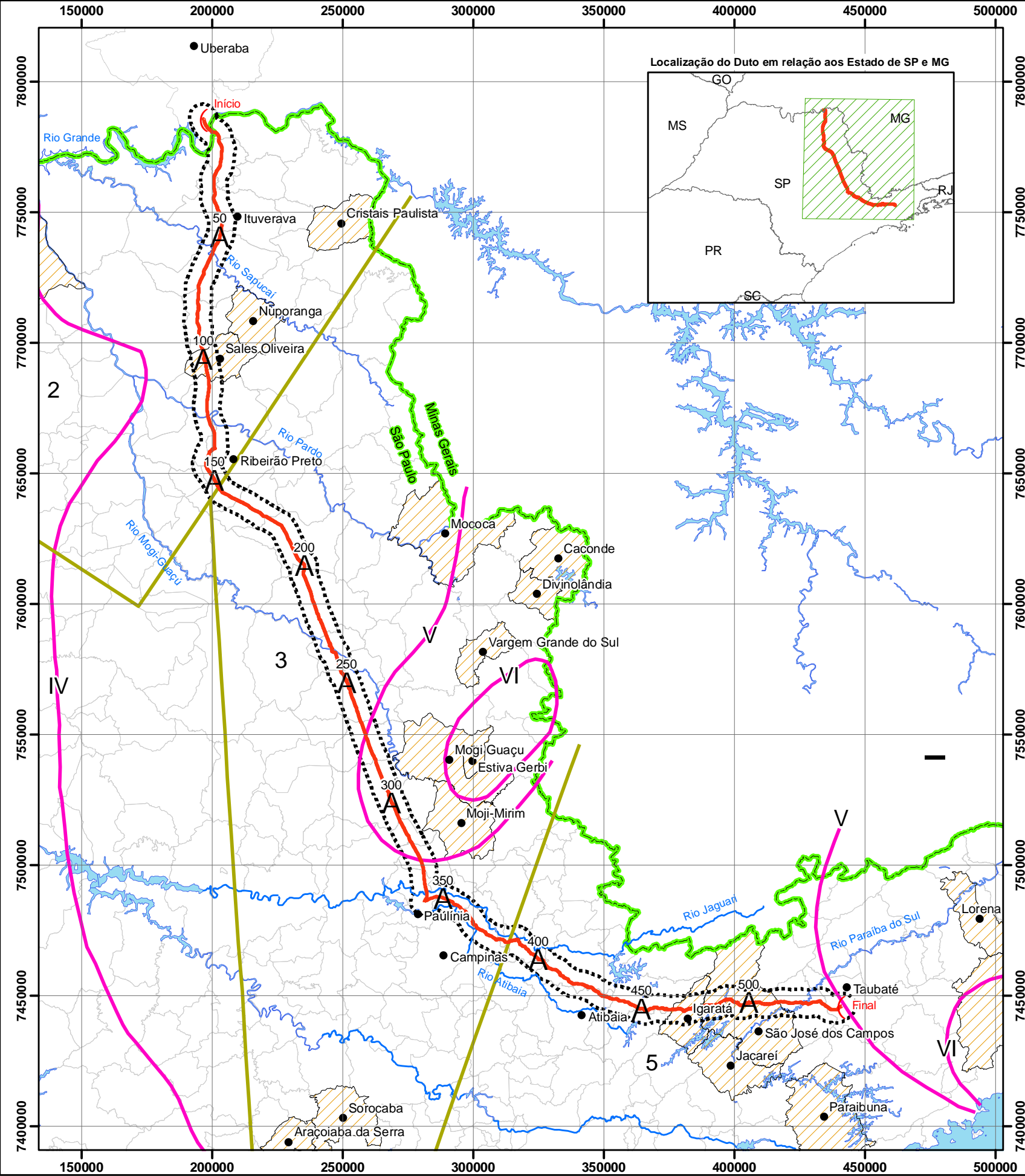
Até o momento nenhum desses tremores registrados, mesmo aqueles com intensidade próximas ou maiores que 5 na escala Richter provocou deslocamentos de terrenos ou abatimentos que pudessem significar risco a faixa de dutos. Esses fenômenos ocorrem geralmente a quilômetros de profundidade na crosta, e propagam-se como ondas de choque sem, no entanto, estar associados a estruturas tectônicas de superfície.

Do Mapa de Sisimicidade (IPT 1994- escala 1:2.000.000), observa-se que a região do SEDA inicia-se na zona sismogênica 2 (Zona sismogênica Ribeirão Preto com predomínio de sismos naturais) até Ribeirão Preto. A partir daí é delimitada a zona 3 que se estende até Campinas (Zona Sismogênica Pinhal com predomínio de sismos naturais), e a partir daí a zona 5 (Zona Sismogênica Cunha com predomínio de ismos naturais e induzidos). (**Figura V.1.9.1-3**).

Quanto ao grau de intensidade grande parte do traçado do duto está inserido na zona IV a V, zona caracterizada por apresentar raros prejuízos em construções comuns. As edificações e obras de terra de diferentes portes não apresentam necessidade de verificação ante-sísmica, para qualquer tipo de fundação.

Uma porção situada entre a região dos municípios de Pirassununga e Mogi Guaçu está inserida na zona de V a VI, que apresentam eventuais danos em construções comuns. As edificações e obras de terra de diferentes portes não necessitam de verificação ante-sísmica, exceto para aquelas maiores em condições de fundação argilo-arenosa espessa.





LEGENDA SISMICIDADE

Limite de Zona sismogênica (Zona geradora de sismos) e predomínio de sismos:
2 - Ribeirão Preto
3 - Pinhal (naturais)
5 - Cunha (naturais e induzidos)

Município com registro de sismo

Limite de área com efeitos sísmicos de IV,V e VI

PROBLEMAS E RECOMENDAÇÕES:

< IV - Sem problemas específicos de sismicidade

IV a V - Raros prejuízos em construção comuns

Edificações e obras de terra de diferentes portes sem necessidade de verificação antesísmica, para qualquer tipo de fundação.

V a VI - Eventuais danos em construções comuns

Edificações e obras de terra de diferentes portes sem necessidade de verificação antesísmica, exceto para aquelas maiores em condições de fundação argilo-arenosa espessa.

> VI - Pequenos danos em construções comuns

Edificações e obras de terra médio e grande porte com verificação antesísmica, em quaisquer condições de fundação.

Convenções do Mapa

50
A Diretriz do Duto com indicação do Km
..... Área de Influência Indireta (AII) - 5 Km

Convenções Cartográficas



- Sede Municipal
- Limite Municipal
- Limite Estadual
- ~ Drenagem
- Corpo d'água

Escala Gráfica

0 12,5 25 50 75 100 Km

Projeção UTM - SAD 69 - Fuso 23S

Fonte: Mapa de Sismicidade do Estado de São Paulo, 1984 - IPT

 PETROBRAS		 MINERAL Engenharia e Meio Ambiente
SISTEMA DE ESCOAMENTO DUTOVIÁRIO DE ÁLCOOL E DERIVADOS - SEDA		
ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL		
MAPA DE SISMICIDADE		
ESCALA:	1:1.750.000	DATA: Abril/2009
FIGURA Nº:	V.1.9-3	REV.: 2



V.1.10 Ruídos

O diagnóstico do nível de ruídos foi feito de acordo com a metodologia preconizada na NBR-10151 - Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - Procedimento de junho de 2000.

A **Tabela V.1.10-1** apresenta o critério de avaliação de nível de ruídos para ambientes externos definidos na NBR-10151.

Tabela V.1.10-1 - Nível de critério de avaliação para ambientes externos (NBR-10151), em dB(A) – Junho de 2000.

Tipos de Áreas	Diurno	Noturno
Áreas de sítios e fazendas	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista, predominantemente residencial	55	50
Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55
Área mista com vocação recreacional	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Medições

As medições foram realizadas em 11 pontos próximos à Área Diretamente Afetada – ADA, em locais com aglomerações urbanas. As medições foram realizadas nos municípios de Cosmópolis, Engenheiro Coelho, Pirassununga, Porto Ferreira, Ribeirão Preto, Paulínia, Jaguariúna, Campinas, e Taubaté, no período diurno, entre os dias 10 e 11 de fevereiro de 2009.

Antes de iniciar a medição, o decibelímetro foi calibrado com o uso do calibrador de nível sonoro.

As medições foram realizadas com duração de 1 minuto. Todas as medições foram executadas com a ponderação na curva A.

O decibelímetro foi colocado em locais de fácil acesso e sem interferências que pudessem influenciar significativamente no resultado das medições.

Os equipamentos utilizados foram:

- Decibelímetro digital padrão da marca Instrutherm, modelo DEC-5010, com display LCD, número de série 61008792, fabricado conforme a norma ANSI S1.4 com microfone omnidirecional;
- Protetor de vento modelo SB-01;
- Calibrador de nível sonoro da marca Instrutherm, modelo CAL-3000, número de série 286721, 94 dB e 114 dB;
- Tripé da marca Vanguard MK-1, para apoio do decibelímetro;

- Software Data Logger para o armazenamento dos dados obtidos nas medições;
- Máquina fotográfica digital para o registro das imagens nos pontos medidos.

V.1.10.1 Descrição dos Pontos de Medição e Resultados

A escolha dos pontos de medição de ruídos levou em consideração a presença de população próxima ao traçado do duto. Ao todo foram analisados 11 pontos e a descrição dos mesmos está apresentada na **Tabela V.1.10.1-1**. Não foram realizadas medições noturnas, por não haver variação significativa nos níveis de ruídos.

De acordo com a **Tabela V.1.10.1-1**, pode ser observado que alguns pontos encontraram-se acima dos estabelecidos pela NBR 10.151, em decorrência do tráfego local ou de interferência de animais locais.

Tabela V.1.10.1-1 – Localiação dos Pontos de Medição e Resultados dos Níveis de Ruídos

Leq ¹ (dBA)	Coordenadas GPS	Horario de início	Foto	Cidade
37,70	0281128, 7495229	11:51	V.1.10.1-1	Cosmópolis – SP
35,30				
38,10				
38,60	0271105, 7516914	13:26	V.1.10.1-2	Engenheiro Coelho – SP
39,20				
39,00				
52,20	0253255, 7563939	15:17	V.1.10.1-3	Pirassununga – SP
60,70				
49,00				
48,00	0245742, 7582433	16:20	V.1.10.1-4	Porto Ferreira – SP
59,00				
63,00				
54,90	0244648, 7583975	17:30	V.1.10.1-5	Porto Ferreira – SP
46,60				
51,00				
46,80	0200799, 7658934	19:10	V.1.10.1-6	Ribeirão Preto
43,20				
47,30				
49,50	0292654, 7484850	09:12	V.1.10.1-7	Paulinia Jaguariúna - SP
49,80				
XXX				

Leq ¹ (dBA)	Coordenadas GPS	Horario de início	Foto	Cidade
46,90	0297024, 7482037	09:20	V.1.10.1-8	Campinas - SP
46,50				
48,70				
36,70	0440225, 7445601	14:01	V.1.10.1-9	Taubaté – SP
35,80				
40,80				
41,80	0439779, 7445046	14:23	V.1.10.1-10	Taubaté – SP
40,20				
43,90				
38,50	0441077, 7445846	14:46	V.1.10.1-11	Taubaté – SP
35,80				
35,90				

¹ Leq significa nível obtido a partir do valor médio quadrático da pressão sonora (com a ponderação A) referente a todo o intervalo de medição.



Foto V.1.10.1-1–Cosmópolis. Ponto com poucas residências próximas, em meio a um canavial, área de acesso restrito.



Foto V.1.10.1-2–Engenheiro Coelho. Condomínio particular, rente a um lago, fauna e flora diversificada no local.



Foto V.1.10.1-3 – Pirassununga. Propriedade particular, criação de animais, lago próximo ao ponto.



Foto V.1.10.1-4–Porto Ferreira. Ponto ao lado da Rodovia SP-215, e á frente de um posto de válvulas da Petrobras.



Foto V.1.10.1-5–Porto Ferreira. Área residencial, muitas casas na região, intensa movimentação de moradores.



Foto V.1.10.1-6–Ribeirão Preto. Ponto rente à rodovia SP-328 e ao lado do terminal petroquímico da Ultragaz.



Foto V.1.10.1-7–Paulinia e Jaguariúna. Poucas residências próximas do local, terreno desocupado e aproximadamente 600 m da SP-340.



Foto V.1.10.1-8–Campinas. Bairro residencial, muitas casas em volta do local.



Foto V.1.10.1-9–Taubaté.Área pouco habitada, de difícil acesso, ponto de passagem do álcool duto.



Foto V.1.10.1-10–Taubaté.Propriedade particular, poucas residências na região, rente a passagem do álcool duto.



Foto V.1.10.1-11– Município de Taubaté. Propriedade particular, área pouco habitada, próxima a casa de bombas da Petrobras.