

V.2 – MEIO FÍSICO

Serão abordadas neste item as características gerais e as condicionantes do meio físico que são importantes para a avaliação dos impactos a serem gerados pelo empreendimento. A caracterização do meio físico será subdividida em aspectos regionais e locais sendo que os regionais compreendem a Área de Influência Indireta (AII), que abrange uma faixa de 5km ao longo do eixo dos dutos e a caracterização local envolve as Áreas de Influência Direta (AID), a qual abrange uma faixa de 400m ao longo dos dutos. A descrição das Áreas de Influência do Empreendimento está detalhada no **item IV.4 do Capítulo III (Áreas de Influência)**, deste EIA.

V.2.1 – Climatologia e Meteorologia

Nesta sessão são apresentadas as características de clima e condições meteorológicas para a região da área de influência do empreendimento. Destaca-se a apresentação dos conceitos de brisa marítima e brisa (circulação) vale montanha, além da caracterização do clima por meio de dados de temperatura, precipitação, umidade relativa do ar, cobertura de nuvens e vento. No final desta sessão contém uma discussão sobre a caracterização apresentada e síntese das variáveis climáticas e meteorológicas da área de influência do empreendimento.

Inicialmente é necessário destacar a convenção utilizada para as direções do vento. As direções indicadas ao longo do texto, em figuras e em tabelas, são referentes ao norte verdadeiro, e são indicadas de acordo com suas direções. Suas respectivas siglas estão de acordo com a língua inglesa e estão representadas na **Figura V.2.1-1** e listadas na **Tabela V.2.1-1**, que também mostra os intervalos numéricos que compõem cada uma destas direções. O 0° representa o norte, com incrementos em rotação horária (90° leste).

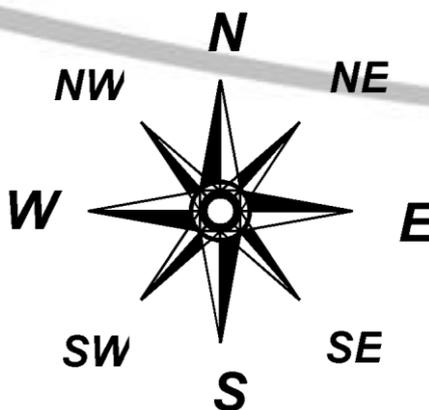


Figura V.2.1-1 - Direções adotadas no diagnóstico ambiental do meio físico – clima e condições meteorológicas, enfatizando as respectivas siglas da língua inglesa.

Para representar a direção do vento é utilizada a convenção meteorológica. Esta convenção indica a origem do vento, ou seja, em uma citação da maneira *vento nordeste*, o vento tem origem do quadrante nordeste.

Tabela V.2.1-1 - Intervalos numéricos para as direções utilizados no diagnóstico ambiental do meio físico.

Direção	Sigla	Intervalo Numérico
Norte	N	337,5° - 22,5°
Nordeste	NE	22,5° - 67,5°
Leste	E	67,5° - 112,5°
Sudeste	SE	112,5° - 157,5°
Sul	S	157,5° - 202,5°
Sudoeste	SW	202,5° - 247,5°
Oeste	W	247,5° - 292,5°
Noroeste	NW	292,5° - 337,5°

Clima é o “tempo médio” de um determinado local e é descrito pela análise estatística dos elementos meteorológicos, incluindo não só os valores médios mas também a sua variabilidade. Os elementos meteorológicos são determinados por fatores climáticos, que podem ser divididos em fatores estáticos (ou geográficos, como latitude, relevo, proximidade com o oceano, tipo de uso do solo) e dinâmicos (sistemas de circulação atmosférica em suas várias escalas). A interpretação dos elementos climatológicos deve considerar a atuação simultânea de tais fatores.

Na atmosfera, circulações de todos os tamanhos coexistem, interagindo entre si. Na meteorologia é comum classificar as circulações de acordo com seu tamanho. Essa hierarquia de movimento, desde pequenos turbilhões até tempestades gigantes, é denominada “escala de movimento”. A menor escala (micro escala) compreende circulações de apenas alguns metros de diâmetro e duração de poucos minutos (por exemplo, pequenos turbilhões). A segunda escala (meso escala) compreende circulações que duram algumas horas e abrangem até algumas centenas de quilômetros (circulações locais, como brisa marítima, tempestades, tornados e pequenas tempestades tropicais).

Circulações de escala sinótica dominam regiões da ordem de milhares de quilômetros quadrados, podendo durar dias e, às vezes, semanas (sistemas frontais, áreas de alta e baixa pressão). As maiores circulações se encontram na escala planetária ou global, podendo atuar sobre toda a atmosfera terrestre (circulação geral da atmosfera).

De maneira mais ampla, e segundo a classificação climática de Köppen, o clima da região entre São José dos Campos e Caraguatatuba, área de influência do empreendimento, é caracterizado como Cwa, onde:

- C: mesotérmico, clima chuvoso de latitudes médias com verões amenos; (temperatura média do mês mais frio menor que 18°C, mas acima de -3°C);
- w: estação seca no inverno (70% da precipitação média anual é observada nos seis meses mais quentes);
- a: verão quente, com temperatura média do mês mais quente acima de 22°C.

Ou seja, subtropical úmido, com inverno moderadamente seco e verão quente e úmido. Tal clima usualmente ocorre nas porções interiores e nos litorais orientais dos continentes, entre as latitudes de 23° e 25°.

Dentre os fenômenos de circulação local atuantes na região, destacam-se a brisa marítima e a brisa vale-montanha. As duas são detalhadas a seguir:

- Brisa Marítima

A brisa marítima (BM), assim como a brisa terrestre (BT), são fenômenos de meso escala gerados pelo aquecimento diferencial entre o oceano e o continente.

Durante o dia, o continente se aquece de forma mais rápida que a água do oceano, provocando deslocamento do ar sobre o oceano em direção ao continente, a chamada brisa marítima. Isso ocorre uma vez que o ar sobre o oceano é mais frio e mais denso do que o ar sobre a terra.

À noite, a terra se resfria mais rapidamente que o oceano, provocando uma circulação atmosférica em sentido oposto, a chamada brisa terrestre. Nesse contexto, quanto maior o contraste entre as temperaturas do ar sobre a terra e do ar sobre o oceano, mais intensos são os ventos. À noite, o contraste de temperatura é geralmente menor do que durante o dia; assim, a brisa terrestre é mais fraca do que a brisa marítima. Pelo mesmo motivo, a brisa marítima tende a ser mais intensa durante o verão do que durante o inverno.

Brisas marítimas garantem às áreas litorâneas o aumento da umidade relativa do ar e redução da oscilação térmica. Este processo, no entanto, exerce influência até o Vale do Paraíba.

- Brisa Vale-Montanha ou Circulação Vale-Montanha

As circulações vale-montanha ocorrem ao longo das encostas das montanhas, quando, durante o dia, os raios solares aquecem as encostas e, conseqüentemente, aquecem o ar mais próximo a essas superfícies. Esse ar aquecido, menos denso do que o ar à mesma altitude sobre o vale ascende da base para o topo da montanha, fenômeno conhecido como circulação vale-montanha. À noite, o fluxo muda de sentido e as encostas das montanhas se resfriam rapidamente, diminuindo a temperatura do ar em contato com a superfície. Esse ar mais frio e denso desce em direção ao vale, na chamada circulação montanha-vale.

O desenvolvimento desse tipo de circulação é favorecido quando os ventos predominantes são fracos. No litoral do Estado de São Paulo, a circulação vale-montanha (litoral-Serra do Mar) pode ser intensificada pela brisa marítima; e a circulação montanha-vale (Serra do Mar-litoral) pela brisa terrestre.

V.2.1.1 - Aspectos Metodológicos

Esta sub-sessão tem por objetivo ilustrar a origem dos dados de temperatura, precipitação, umidade relativa do ar, cobertura de nuvens e vento utilizados, disposto na sessão seguinte, na caracterização do clima da área de influência do empreendimento.

O critério adotado para selecionar as estações meteorológicas utilizadas no diagnóstico foi:

- Proximidade do empreendimento e sua área de influência;
- Abrangência temporal a disponibilidade de dados recentes;
- Parâmetros coletados.

Desta maneira, foram selecionadas estações meteorológicas que coletaram os parâmetros de interesse ao longo do traçado dos dutos, respeitando os critérios descritos acima. Foram selecionadas 4 estações pluviométricas (pluviosidade) do Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE), 2 estações de coleta de dados de umidade, temperatura e ventos do Centro de Previsão do Tempo e Pesquisas Climáticas (CPTEC) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e a estação METAR (Relatório Meteorológico de Aeródromo) do Aeroporto de São José dos Campos, que coletou informações de nebulosidade, temperatura, umidade e vento.

Detalhamento sobre a localização geográfica destas estações de coleta estão na **Figura V.2.1.1-1**. As características de cada uma destas estações estão listadas na **Tabela V.2.1.1-1**.

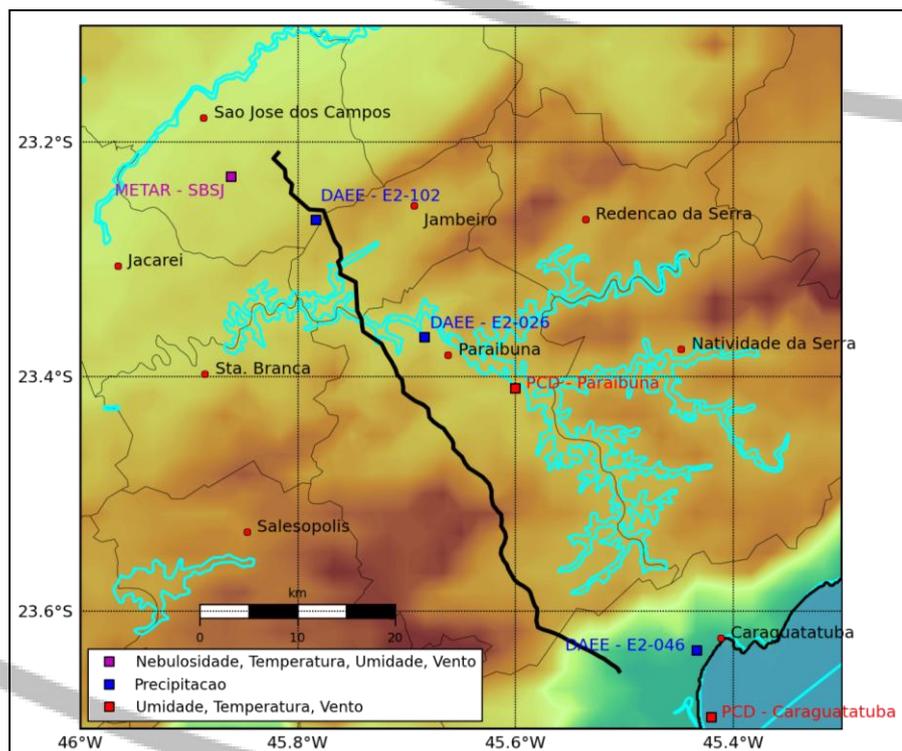


Figura V.2.1.1-1 – Localização geográfica das estações meteorológicas das quais os dados foram obtidos para a confecção do diagnóstico ambiental do meio físico – clima e condições meteorológicas. O traçado aproximado do empreendimento está em destaque na cor preta, de acordo com Biodinâmica/Petrobras (2006). Fonte: DAEE (Departamento de Água e Energia Elétrica do Estado de São Paulo); PCD: Plataforma de Coleta de Dados do CPTEC/INPE (Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais); METAR: “Meteorological Aerodrome Report” (Relatório Meteorológico de Aeródromo). SBSJ: Aeroporto de São José dos Campos.

Cabe destacar que foram utilizadas todas as estações meteorológicas e pluviométricas localizadas na região de escopo deste estudo.

Tabela V.2.1.1-1 – Detalhamento das estações meteorológicas utilizadas para o diagnóstico ambiental do meio físico – clima e condições meteorológicas, mostrando as respectivas localizações geográficas, parâmetros coletados, abrangência temporal e intervalo amostral.

Estação	Coordenadas	Altitude	Parâmetros	Abrangência Temporal	Intervalo Amostral
DAEE ¹ -E2-046	23,62°S; 45,41°W	20 m	Precipitação	3/1943 – 9/2004	1 dia
DAEE ¹ -E2-026	23,36°S; 45,68°W	670 m		1/1943 – 9/2004	
DAEE ¹ -E2-102	23,25°S; 45,78°W	590 m		5/1960 – 9/2004	
PCD ² - Caraguatatuba	23,69°S; 45,42°W	0 m	Umidade, temperatura e vento	01/2000 – 12/2010	3 horas
PCD ² – Paraibuna	23,41°S; 45,60°W	712 m		01/2002 – 06/2007	3 horas
METAR ³ - SBSJ	23,23°S; 45,86°W	638 m	Umidade, temperatura, vento e nebulosidade	06/1996 – 12/2009	1 dia

1 – DAEE: Departamento de Água e Energia Elétrica do Estado de São Paulo.

2 – PCD: Plataforma de Coleta de Dados do CPTEC/INPE (Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais).

3 – METAR: “Meteorological Aerodrome Report” (Relatório Meteorológico de Aeródromo). SBSJ: Aeroporto de São José dos Campos.

V.2.1.2 - Caracterização Climatológica

Esta sub-sessão apresenta os dados obtidos das estações meteorológicas descritas na sub-sessão anterior. Estão dispostos os valores de temperatura, precipitação, umidade relativa do ar, cobertura de nuvens e vento em sequência.

Temperatura

Os dados de temperatura observados ao longo do traçado do empreendimento, nos municípios de Caraguatatuba, Paraibuna e São José dos Campos estão apresentados na **Figura V.2.1.2-1**. Esta figura mostra que as temperaturas médias, em todos os meses do ano, são mais elevadas na proximidade de Caraguatatuba, seguida por São José dos Campos e Paraibuna, respectivamente.

Nos três municípios analisados, o mês de janeiro é o mais quente, com temperaturas médias de $26,8 \pm 4,0^{\circ}\text{C}$, $24,6 \pm 1,90^{\circ}\text{C}$ e $22,6 \pm 5,8^{\circ}\text{C}$ em Caraguatatuba, São José dos Campos e Paraibuna, respectivamente. Em contraste, o mês mais frio é o de julho, com temperaturas médias de $20,0 \pm 3,6^{\circ}\text{C}$, $17,5 \pm 2,4^{\circ}\text{C}$ e $14,9 \pm 6,8^{\circ}\text{C}$ em Caraguatatuba, São José dos Campos e Paraibuna.

Analisando os valores extremos observados, os valores máximos observados em Caraguatatuba, São José dos Campos e Paraibuna são de $43,5^{\circ}\text{C}$, $34,0^{\circ}\text{C}$ e $38,0^{\circ}\text{C}$,

nos meses de março, novembro e outubro, respectivamente. Já os valores mínimos observados foram de $-5,5^{\circ}\text{C}$, $8,0^{\circ}\text{C}$ e $0,5^{\circ}\text{C}$ em Caraguatatuba, São José dos Campos e Paraibuna nos meses de maio, agosto e agosto, respectivamente.

Analisando os desvios-padrão associados aos valores médios, foi observado que no município de Paraibuna o desvio padrão médio da temperatura mensal média é de $6,2^{\circ}\text{C}$. Para os municípios de Caraguatatuba e São José dos Campos, estes valores observados foram de $3,4^{\circ}\text{C}$ e $2,4^{\circ}\text{C}$. Estes valores indicam que a região de Paraibuna é composta por uma maior variabilidade da temperatura, contrastando com São José dos Campos, que apresenta temperaturas mais constantes.

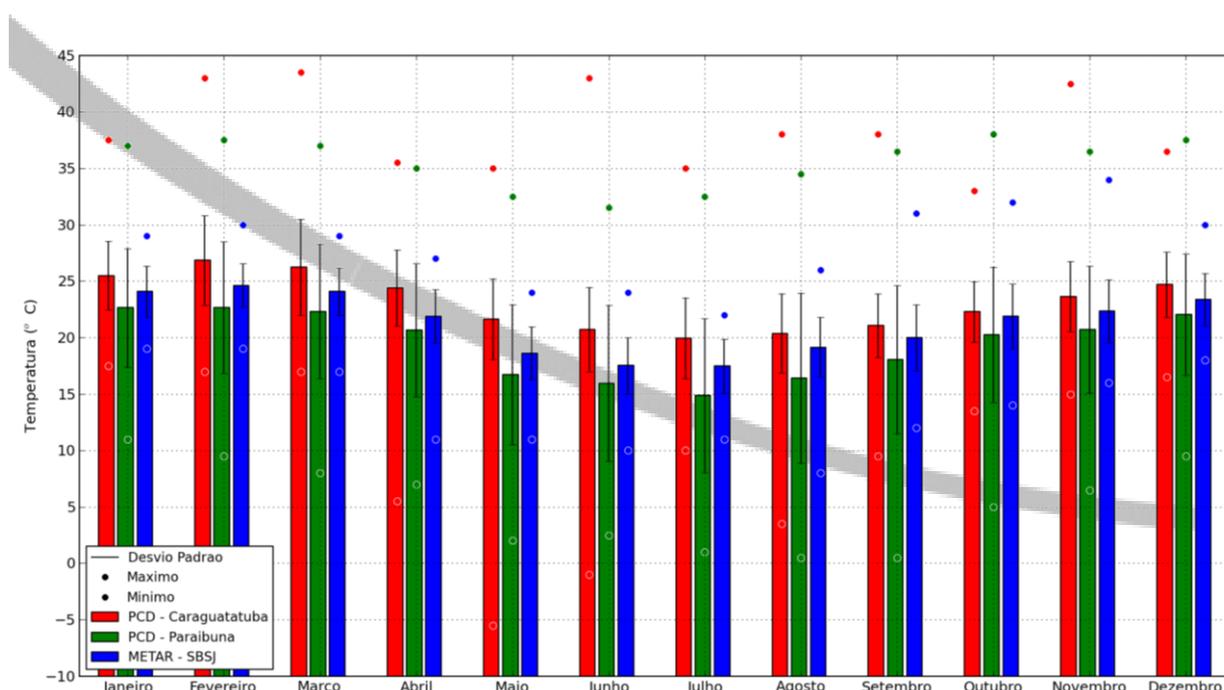


Figura V.2.1.2-1 – Temperatura do ar média observada nos municípios de Caraguatatuba (vermelho), Paraibuna (verde) e São José dos Campos (azul). Fonte: PCD: Plataforma de Coleta de Dados do CPTEC/INPE (Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais); METAR: “Meteorological Aerodrome Report” (Relatório Meteorológico de Aeródromo). SBSJ: Aeroporto de São José dos Campos.

Precipitação

Os dados de precipitação coletados são apresentados de duas maneiras, igualmente relevantes: média pluviométrica mensal e média pluviométrica diária. Embora estes valores possam parecer semelhantes, a segunda medida mostra com maior precisão eventos extremos, diluídos pela média exercida no primeiro. Estes valores são apresentados nas **Figuras V.2.1.2-2 e V.2.1.2-3**.

Em todos os meses do ano, Caraguatatuba apresenta a maior média pluviométrica mensal e diária. O mês mais chuvoso é o de janeiro, em todos os pontos de coleta analisados. Os valores pluviométricos médios mensais em janeiro são de $255,7 \pm 120,6$ mm, $212,0 \pm 85,2$ mm e $225,6 \pm 99,7$ mm, para Caraguatatuba, Paraibuna e São José dos Campos, respectivamente. O mês de janeiro é o mês que apresenta o

maior valor absoluto máximo de chuva mensal, em Caraguatatuba (593,8 mm), Paraibuna (395,8 mm) e São José dos Campos (520,9 mm).

O valor mínimo absoluto mensal de chuva foi de 0 mm. Este valor foi observado em Caraguatatuba no mês de junho, em Paraibuna em setembro e em São José dos Campos em junho, julho, agosto e setembro.

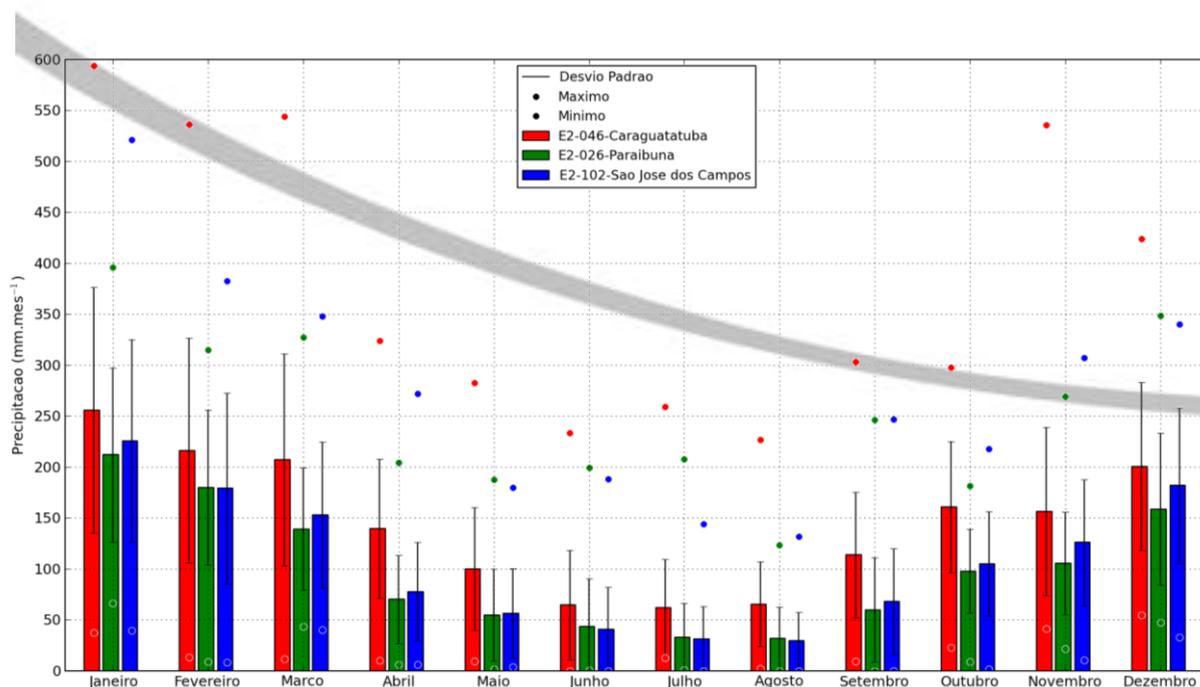


Figura V.2.1.2-2 – Precipitação mensal média nos municípios de Caraguatatuba (vermelho – E2-046), Paraibuna (verde – E2-026) e São José dos Campos (azul – E2-102). Fonte: DAEE (Departamento de Água e Energia Elétrica do Estado de São Paulo).

Analisando os valores pluviométricos máximos diários (**Figura V.2.1.2-3**), observou-se que ocorreram em Caraguatatuba (240,8 mm) no mês janeiro em Paraibuna (133 mm) também em janeiro e em São José dos Campos (201,4 mm) em setembro. Com exceção dos meses de setembro e dezembro, todas as máximas diárias foram observadas em Caraguatatuba.

Analisando os desvios-padrão das chuvas médias diárias, observou-se que o mês de janeiro é o que apresenta o maior valor, ou seja, é neste mês do ano que a amplitude pluviométrica é a mais intensa, em todas as estações analisadas.

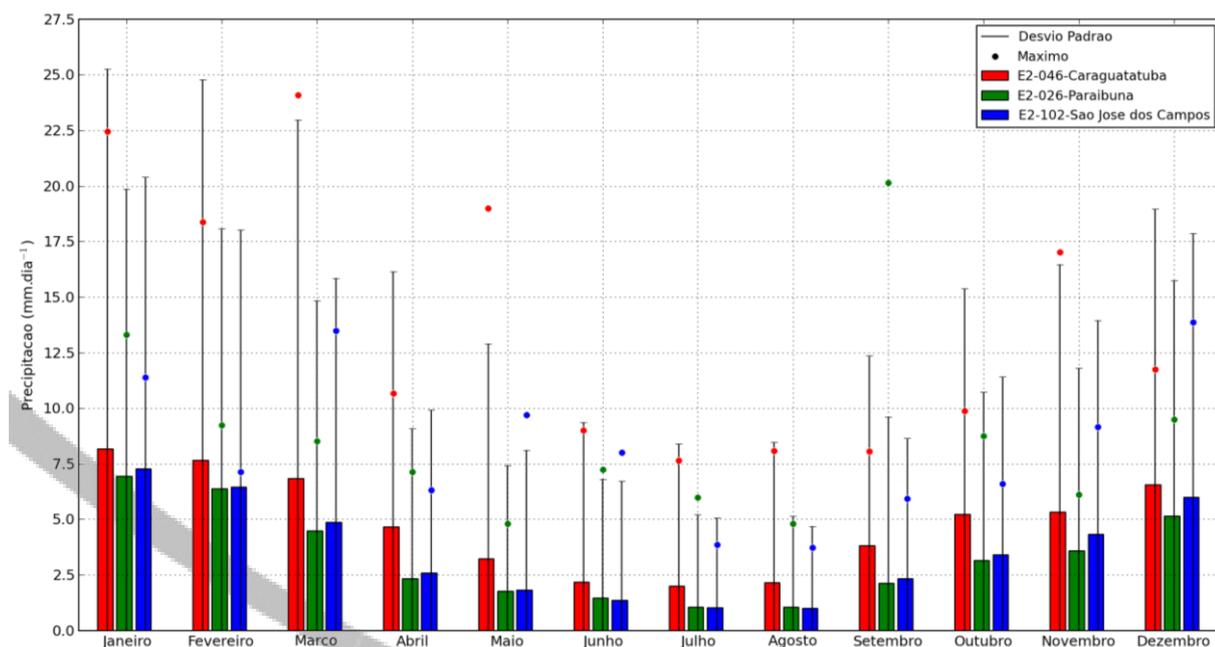


Figura V.2.1.2-3 – Precipitação diária média nos municípios de Caraguatatuba (vermelho – E2-046), Paraibuna (verde – E2-026) e São José dos Campos (azul – E2-102). Os valores máximos estão divididos por 10. Fonte: DAEE (Departamento de Água e Energia Elétrica do Estado de São Paulo).

Umidade relativa do ar

A análise dos dados de umidade relativa do ar, apresentados na **Figura V.2.1.2-4**, mostra que Paraibuna apresenta o maior valor em todos os meses do ano, seguido por Caraguatatuba e São José dos Campos, respectivamente.

Em Caraguatatuba, o mês que apresenta o maior valor médio é o de janeiro ($85,2 \pm 14,8\%$) e o menor valor em agosto, com $79,4 \pm 18,7\%$. Em Paraibuna, o maior e menor valor médio ocorre em maio ($88,1 \pm 18,7\%$) e junho ($81,8 \pm 23,9\%$), respectivamente. Para São José dos Campos, os meses de janeiro e agosto mostram o maior ($79,6 \pm 9,6\%$) e menor ($72,6 \pm 10,9\%$) valor médio mensal de umidade relativa. Ou seja, os desvios associados às médias mostram que os valores máximo e mínimos médios mensais são semelhantes, em todas as estações analisadas, denotando certa homogeneidade ao longo do ano.

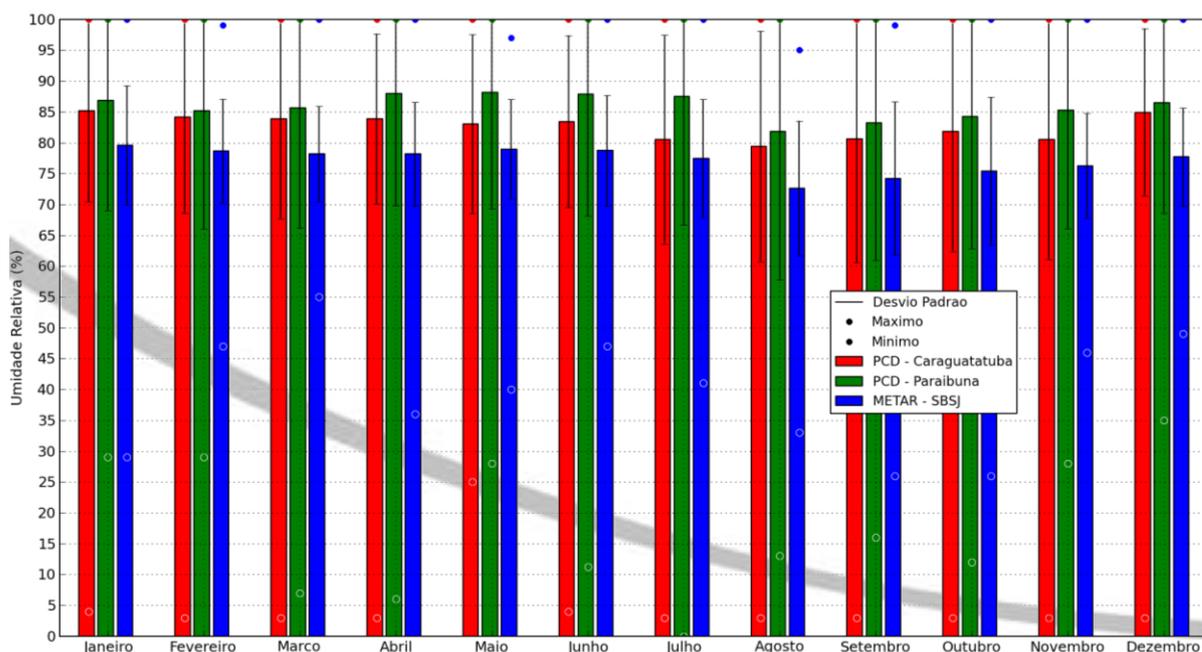


Figura V.2.1.2-4 – Umidade relativa do ar mensal média nos municípios de Caraguatatuba (vermelho), Paraibuna (verde) e São José dos Campos (azul). Fonte: PCD: Plataforma de Coleta de Dados do CPTEC/INPE (Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais); METAR: “Meteorological Aerodrome Report” (Relatório Meteorológico de Aeródromo). SBSJ: Aeroporto de São José dos Campos.

Cobertura de nuvens

Para o parâmetro cobertura de nuvens (nebulosidade), a única estação disponível, com dados atuais, está localizada em São José dos Campos. Esta estação mostra (**Figura V.2.1.2-5**) que o mês de janeiro é o que apresenta maior nebulosidade média ($5,1 \pm 1,4$ oitavos), e o mês com menor nebulosidade média é agosto ($3,3 \pm 2,3$ oitavos).

Os desvios-padrão mostram que o mês de agosto é onde ocorre a maior variabilidade ($\pm 2,3$ oitavos), enquanto que o mês de dezembro ocorre a menor ($\pm 1,45$ oitavos), denotando que os meses que apresentam as maiores médias apresentam as menores variabilidades, e vice-versa. Ou seja, os meses que apresentam alta nebulosidade tendem a permanecer com este valor elevado por grande período, enquanto que os meses com pouca nebulosidade tendem a variarem entre maior e menor cobertura de nuvens.

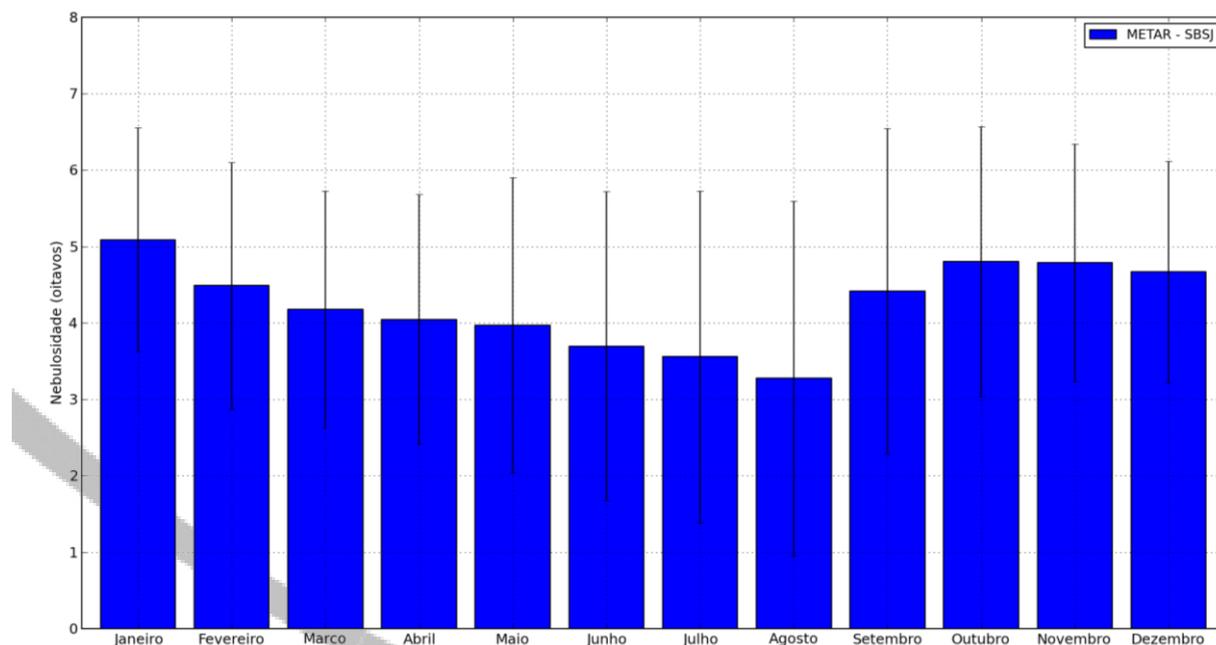


Figura V.2.1.2-5 – Nebulosidade média em São José dos Campos (azul). Fonte: METAR: “Meteorological Aerodrome Report” (Relatório Meteorológico de Aeródromo). SBSJ: Aeroporto de São José dos Campos.

Vento

O vento apresentou magnitude mais elevada, em todos os meses do ano, em Caraguatatuba, seguida por São José dos Campos e Paraibuna (**Figura V.2.1.2-6**). Em São José dos Campos, a intensidade média mais elevada ocorre no mês de outubro ($2,0 \pm 1,1$ m/s), em Paraibuna em setembro ($1,0 \pm 0,97$ m/s) e em Caraguatatuba dezembro ($4,8 \pm 3,2$ m/s).

De modo geral, nos municípios analisados, a intensidade do vento apresenta um padrão sazonal, com menores intensidades nos meses de junho-julho e maiores em setembro-dezembro (**Figura V.2.1.2-6**).

Observando-se os valores máximos absolutos, em São José dos Campos o valor de 9,4 m/s ocorreu em maio, para Caraguatatuba o maior valor encontrado foi de 18,9 m/s em dezembro e em Paraibuna, o valor de 12,7 m/s ocorreu nos meses de fevereiro, abril, maio e agosto.

Além da intensidade do vento, é importante classificá-lo de acordo a direção. As **Figuras V.2.1.2-7 a V.2.1.2-9** mostram diagrama de dispersão, em formato gráfico, para os ventos em Caraguatatuba, Paraibuna e São José dos Campos, respectivamente. Os mesmos dados, porém em formato texto (tabela), estão dispostos nas **Tabelas V.2.1.2-1 a V.2.1.2-3**.

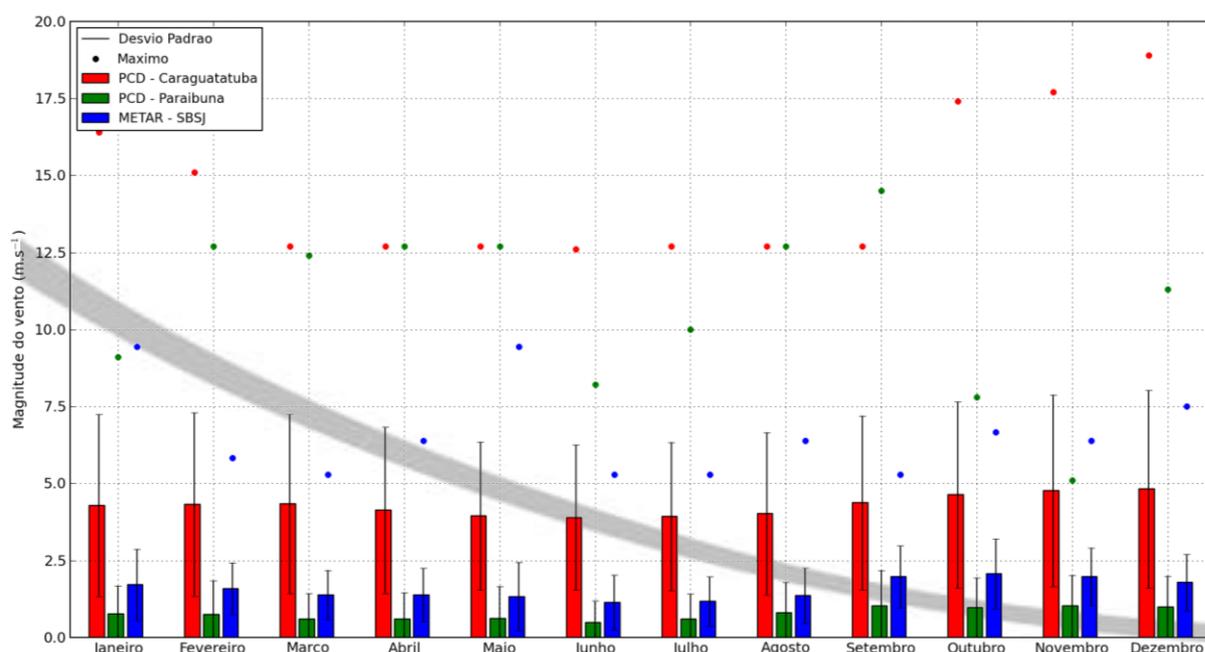


Figura V.2.1.2-6 – Magnitude do vento média nos municípios de Caraguatatuba (vermelho), Paraibuna (verde) e São José dos Campos (azul). Fonte: PCD: Plataforma de Coleta de Dados do CPTEC/INPE (Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais); METAR: “Meteorological Aerodrome Report” (Relatório Meteorológico de Aeródromo). SBSJ: Aeroporto de São José dos Campos.

Em Caraguatatuba, o vento mais frequente é de origem W (33,4 %), seguido pelo de origem E (28,0 %). A intensidade mais frequente está entre os valores de 2,0 e 4,0 m/s. Os ventos mais intensos são provenientes da direção E, conforme ilustrado na **Figura V.2.1.2-7** e na **Tabela V.2.1.2-1**. Embora as direções NE e SE apresentem baixa frequência de ocorrência relativa (8,7 % e 3,9 %), conjuntamente com a direção E, estes apresentam valores de intensidade de vento superiores as demais direções.

Em Paraibuna, 88,3 % dos ventos apresentam intensidade entre 0,0 e 2,0 m/s (**Tabela V.2.1.2-2** e **Figura V.2.1.2-8**). A direção N é responsável por 22,5 % das observações, e na sequência aparece a E, com 19,3 % de observações. A direção N é também a responsável pela origem da maioria dos eventos de maior intensidade.

Em São José dos Campos, a maior frequência de ocorrência dos ventos está associada à direção SE, com 22,7 % das observações, seguido pela direção S com 18,1 %. Intensidades entre 0,0 e 2,0 m/s representam 70,7 % das observações (**Figura V.2.1.2-9** e **Tabela V.2.1.2-3**)

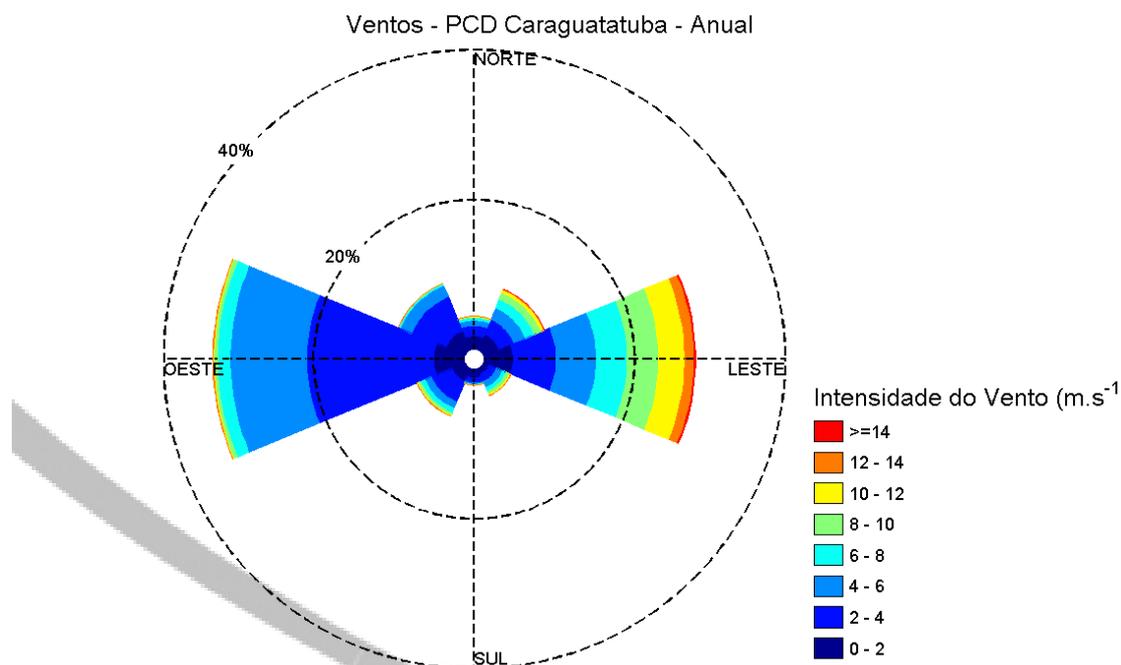


Figura V.2.1.2-7 – Diagrama de dispersão, em formato gráfico, para os ventos na Plataforma de Coleta de Dados de Caraguatatuba. As cores representam a intensidade do vento de acordo com a escala. As circunferências centradas indicam a frequência de ocorrência, de acordo com a direção geográfica. Fonte: PCD: Plataforma de Coleta de Dados do CPTEC/INPE (Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais).

Tabela V.2.1.2-1 – Diagrama de dispersão, em formato texto, para os ventos na Plataforma de Coleta de Dados de Caraguatatuba. Os valores (com exceção da frequência) indicam a quantidade de dados coletados.

PCD - CARAGUATATUBA										
Intensidade (m/s)	Direção								TOTAL	FREQ (%)
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW		
0,00 - 2,00	518	627	1085	215	325	532	1152	780	5234	18,62
2,00 - 4,00	396	598	1602	303	190	829	4743	1382	10043	35,73
4,00 - 6,00	217	462	1485	243	49	260	2845	457	6018	21,41
6,00 - 8,00	104	361	1160	151	10	173	467	53	2479	8,82
8,00 - 10,00	53	262	1175	119	4	94	125	25	1857	6,61
10,00 - 12,00	27	122	971	58	3	36	42	3	1262	4,49
12,00 - 14,00	7	19	354	7	0	11	8	2	408	1,45
14,00 - 16,00	0	0	24	0	0	0	0	0	24	0,09
16,00 - 18,00	0	1	15	0	0	0	0	0	16	0,06
18,00 - 20,00	0	0	3	0	0	0	0	0	3	0,01
>20,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	1328	2452	7875	1096	581	1935	9382	2702	27351	
FREQ (%)	4,72	8,72	28,02	3,9	2,07	6,88	33,38	9,61	100	

Fonte: PCD: Plataforma de Coleta de Dados do CPTEC/INPE (Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais).

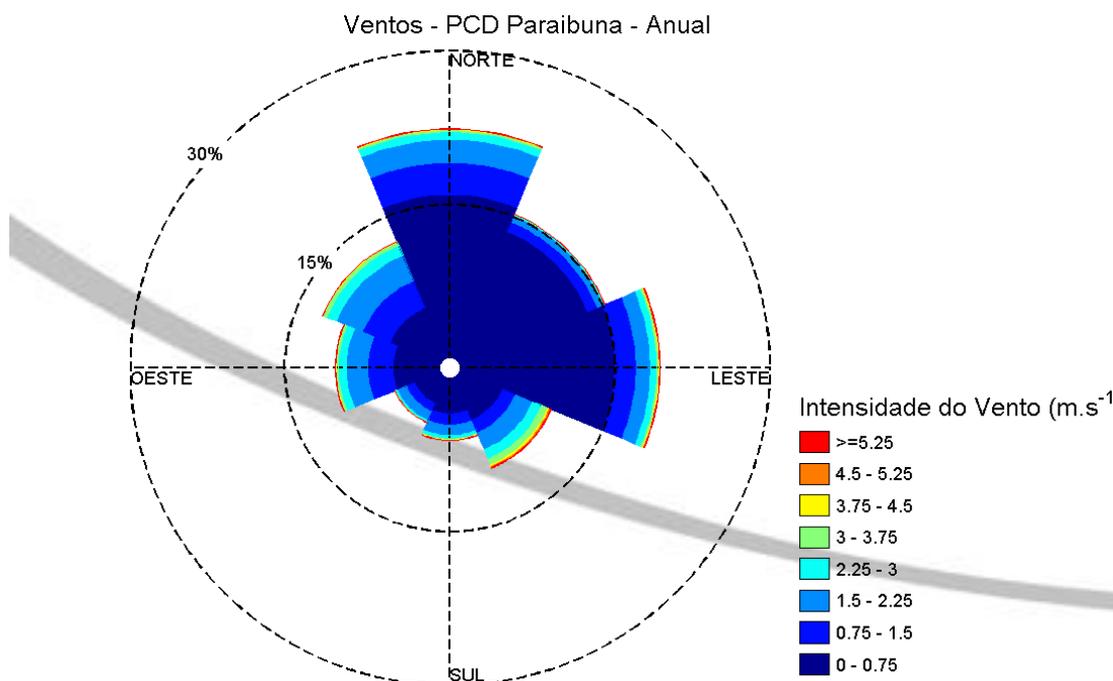


Figura V.2.1.2-8 – Diagrama de dispersão, em formato gráfico, para os ventos na Plataforma de Coleta de Dados de Paraibuna. As cores representam a intensidade do vento de acordo com a escala. As circunferências centradas indicam a frequência de ocorrência, de acordo com a direção geográfica. Fonte: PCD: Plataforma de Coleta de Dados do CPTEC/INPE (Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais).

Tabela V.2.1.2-2 – Diagrama de dispersão, em formato texto, para os ventos na Plataforma de Coleta de Dados de Paraibuna. Os valores (com exceção da frequência) indicam a quantidade de dados coletados.

PCD - PARAIBUNA										
Intensidade (m/s)	Direção								TOTAL	FREQ (%)
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW		
0,00 - 2,00	3319	2383	2885	1116	847	669	1355	1601	14175	88,33
2,00 - 4,00	267	55	200	375	123	96	259	376	1751	10,91
4,00 - 6,00	6	1	12	39	3	2	0	6	69	0,43
6,00 - 8,00	6	0	1	2	2	0	1	0	12	0,07
8,00 - 10,00	4	0	0	1	0	1	0	0	6	0,04
10,00 - 12,00	5	0	0	0	0	0	0	0	5	0,03
12,00 - 14,00	7	1	0	0	0	0	1	1	10	0,06
14,00 - 16,00	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0,01
>16,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	3619	2441	3099	1533	975	768	1616	1986	16037	
FREQ (%)	22,55	15,21	19,31	9,55	6,08	4,79	10,07	12,38	100	

Fonte: PCD: Plataforma de Coleta de Dados do CPTEC/INPE (Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais).

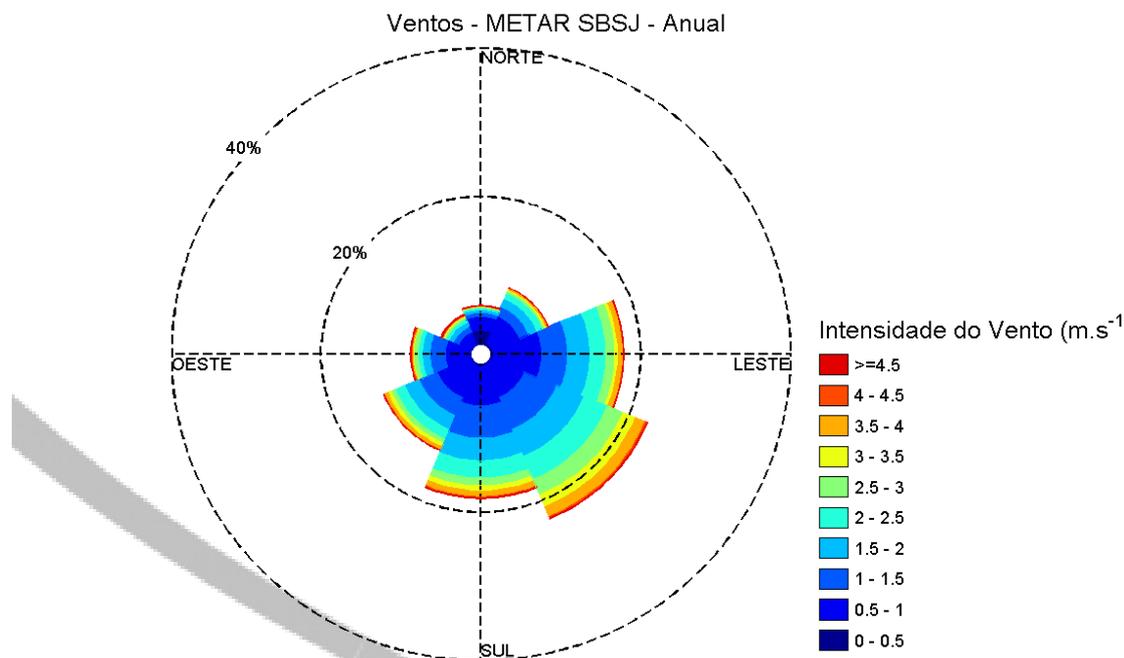


Figura V.2.1.2-9 – Diagrama de dispersão, em formato gráfico, para os ventos em São José dos Campos. As cores representam a intensidade do vento de acordo com a escala. As circunferências centradas indicam a frequência de ocorrência, de acordo com a direção geográfica. Fonte: METAR: “Meteorological Aerodrome Report” (Relatório Meteorológico de Aeródromo). SBSJ: Aeroporto de São José dos Campos

Tabela V.2.1.2-3 – Diagrama de dispersão, em formato texto, para os ventos em São José dos Campos. Os valores (com exceção da frequência) indicam a quantidade de dados coletados.

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS										
Intensidade (m/s)	Direção								TOTAL	FREQ (%)
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW		
0,00 - 1,00	121	137	217	159	181	162	110	62	1149	35,77
1,00 - 2,00	29	80	206	277	237	149	99	45	1122	34,93
2,00 - 3,00	12	37	107	180	109	64	36	23	568	17,68
3,00 - 4,00	4	14	36	102	47	31	9	8	251	7,81
4,00 - 5,00	0	0	1	6	4	2	3	2	18	0,56
5,00 - 6,00	3	2	1	4	2	0	2	3	17	0,53
6,00 - 7,00	0	0	1	1	1	2	2	1	8	0,25
7,00 - 8,00	1	0	0	0	1	0	0	0	2	0,06
8,00 - 9,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9,00 - 10,00	0	0	0	0	1	0	0	1	2	0,06
>10,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	245	270	569	729	583	410	261	145	3212	
FREQ (%)	7,63	8,41	17,71	22,7	18,15	12,76	8,13	4,51	100	

Fonte: METAR: “Meteorological Aerodrome Report” (Relatório Meteorológico de Aeródromo). SBSJ: Aeroporto de São José dos Campos.

V.2.1.3 - Discussão e Síntese da Caracterização Climática

Analisando os municípios de Caraguatatuba, Paraibuna e São José dos Campos, verifica-se que o primeiro, por ser afetado diretamente pela brisa marinha, é o que apresenta a menor amplitude térmica, além de ser o mais chuvoso. Já o município de Paraibuna, por estar localizado em região de montanha, é o mais frio, mais úmido e de menor precipitação.

O município de São José dos Campos, no geral, apresenta valores intermediários entre os demais, para os parâmetros analisados. A síntese climática para estes três municípios é apresentada na **Tabela V.2.1.3-1**.

Tabela V.2.1.3-1 – Síntese do clima para os municípios de Caraguatatuba, Paraibuna e São José dos Campos.

	Caraguatatuba	Paraibuna	São José dos Campos
TEMPERATURA			
Média (° C)	23,2 ± 2,4	19,4 ± 2,9	21,2 ± 2,6
Mês frio (° C)	Julho – 20,0 ± 3,6	Julho – 14,9 ± 6,8	Julho – 17,5 ± 2,4
Mês quente (° C)	Janeiro – 26,8 ± 4,0	Janeiro – 22,6 ± 5,8	Janeiro – 24,6 ± 1,9
PRECIPITACAO			
Média mensal (mm)	145 ± 65,6	98,8 ± 60,9	106,1 ± 66,4
Mês diária (mm)	4,8 ± 2,2	3,3 ± 2,0	3,5 ± 2,2
Mês chuvoso (mm/mês)	Janeiro - 255,7 ± 120,6	Janeiro - 212,0 ± 85,2	Janeiro - 225,6 ± 99,7
Mês Seco (mm/mês)	Julho – 62,1 ± 47,3	Julho - 32,6 ± 33,9	Julho - 31,1 ± 32,1
UMIDADE RELATIVA			
Média (%)	82,6 ± 1,9	85,8 ± 2,0	77,1 ± 2,1
Mês úmido (%)	Janeiro - 85,2 ± 14,8	Maio - 88,1 ± 18,7	Junho - 79,6 ± 9,6
Mês seco (%)	Agosto - 79,4 ± 18,7	Junho - 81,8 ± 23,9	Agosto - 72,6 ± 10,9
NEBULOSIDADE			
Média (oitavos)	---	---	4,2 ± 0,55
VENTOS			
Intensidade média (m/s)	4,3 ± 0,3	0,7 ± 0,2	1,6 ± 0,3
Direção mais frequente (°)	W – 33%	N – 22%	SE – 22%

Fonte: DAEE (Departamento de Água e Energia Elétrica do Estado de São Paulo); PCD: Plataforma de Coleta de Dados do CPTEC/INPE (Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais); METAR: “Meteorological Aerodrome Report” (Relatório Meteorológico de Aeródromo). SBSJ: Aeroporto de São José dos Campos.

V.2.2 – Ruídos

Os níveis de poluição sonora de uma determinada área estão relacionados às atividades antrópicas (indústrias, atividades comerciais, shows, comícios, veículos automotores, aviões, trens, navios, tratores) e causas naturais (ventos, vulcões, descargas elétricas, quedas d’água, marés, animais, etc).

A sensação de som é produzida quando variações de pressão alcançam o ouvido. Dada a grande gama de frequências e variações dos níveis de pressão, os aparelhos de medição de ruídos usam uma escala denominada dB(A) que utiliza curvas de ponderação para avaliar corretamente a susceptibilidade do ouvido humano.

O nível de ruído em um determinado local, bem como os seus efeitos, está intimamente relacionado com o tipo e nível de ocupação do solo. Quanto maior a intensidade de ocupação, nível de industrialização ou o tráfego de veículos, maior é o nível de ruído de fundo.

O diagnóstico do nível de ruído foi realizado 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.2.2-1** apresenta o critério de avaliação de nível de ruídos para ambientes externos conforme preconizados pela referido NBR-10151.

Tabela V.2.2-1 – Nível de critério de avaliação para ambientes externos (NBR-10151), em dB(A).

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

As áreas atravessadas pelos Dutos OCVAP I e II são predominantemente rurais, com poucas propriedades circunvizinhas, sendo classificadas para fins deste estudo como “área de sítios e fazendas”.

Com o objetivo de verificar o nível de poluição sonora presente no local, foram utilizados os dados obtidos durante a medição dos níveis de ruído realizados em 2009 em nove pontos distintos ao longo do traçado proposto para a implantação dos dutos OCVAP I e II entre os municípios de Caraguatatuba e São José dos Campos, conforme ilustra a **Figura V.2.2-1**. A escolha dos pontos de medição de ruídos levou em consideração a presença de população próxima ao local em questão.

As medições foram realizadas no período diurno, entre às 10h00 e 17h00 horas, do dia 02 de abril de 2009.

Em cada ponto foi efetuada uma medição com duração de 1 minuto.

Para tanto foram utilizados os seguintes equipamentos/materiais:

- 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.

O decibelímetro e o calibrador utilizados nas medições possuem certificado de calibração acreditado pela RBC/INMETRO (Rede Brasileira de Calibração/Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial) conforme estabelecido na NBR 10.151. O **Anexo 11** apresenta os certificados de calibração.

A **Tabela V.2.2-2** apresenta a descrição dos pontos de medição de ruído, os resultados das medições, os valores limite estabelecidos NBR 10.151 e citação das interferências a que estiveram expostas as medições de ruído em cada ponto monitorado.

Tabela V.2.2-2 – Localização dos Pontos de Medição e Resultados dos Níveis de Ruídos.

Ponto	Localização dos Pontos	Coordenadas (UTM) 23 K	Hora	Medição Leq (dBA)	Ruídos de Fundo
PMR1	Área rural próxima ao km 17 do duto.	0437643E/ 7394919N	17:00	41,9	Residências vizinhas
PMR2	Área rural próxima ao km 28 do duto.	0434227E/ 7404051N	15:39	43,3	Aves, insetos
PMR3	Área rural próxima ao km 30 do duto.	0433591E/ 7404859N	16:00	47,0	Aves, cachorros
PMR4	Área rural próxima ao km 52 do duto.	0423192E/ 7421298N	13:49	54,7	Tráfego de veículos, residências vizinhas
PMR5	Área rural próxima ao km 55 do duto.	0422422E/ 7423716N	13:33	35,0	Aves e Insetos
PMR6	Área rural próxima ao km 60 do duto.	0419764E/ 7427800N	13:09	39,2	Aves, Insetos e cachorros
PMR7	Área rural próxima ao km 64 do duto.	0418144E/ 7429913N	11:54	51,7	Vento, aves, insetos e córrego d'água
PMR8	Área rural próxima ao km 65 do duto.	0417328E/ 7431548N	11:06	37,6	Residências vizinhas, máquinas para moagem de capim, e aves
PMR9	Área residencial na cidade de São José dos Campos, próxima ao km 67 do duto.	0416674E/ 7432495N	10:24	46,1	Residências vizinhas e tráfego de veículos

* Os valores em **negrito** se encontram acima do nível recomendado pela NBR 10.151 para “áreas de sítios e fazendas”, conforme classificação para o entorno da área do empreendimento, tendo como limite diurno 40 dB(A).

** De acordo com a norma NBR 10.151, se o nível de ruído ambiente obtido no monitoramento for superior ao Nível de Critério de Avaliação estipulado na mesma norma para a área e o horário em questão, o NCA assume o valor do nível de ruído ambiente.

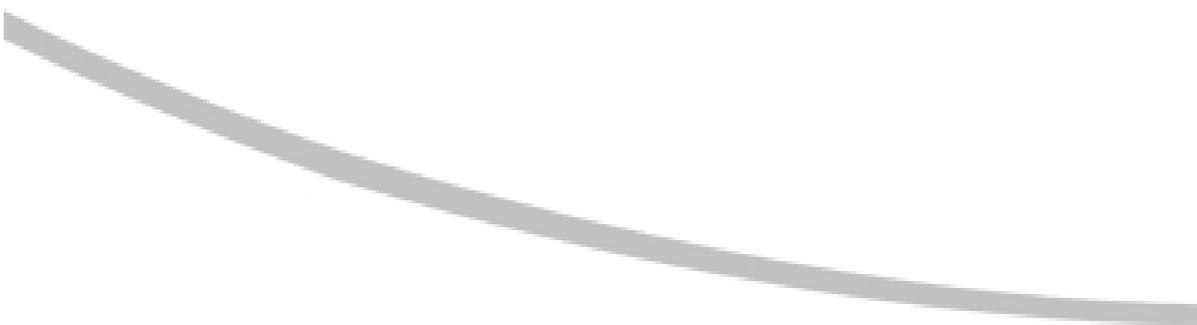


Figura V.2.2-1 – Localização dos pontos de medição de ruídos.

A3





As Figuras V.2.2-2 a V.2.2-10 trazem os gráficos de variação de nível sonoro durante as medições realizadas e os níveis de ruído equivalente (L_{eq}).

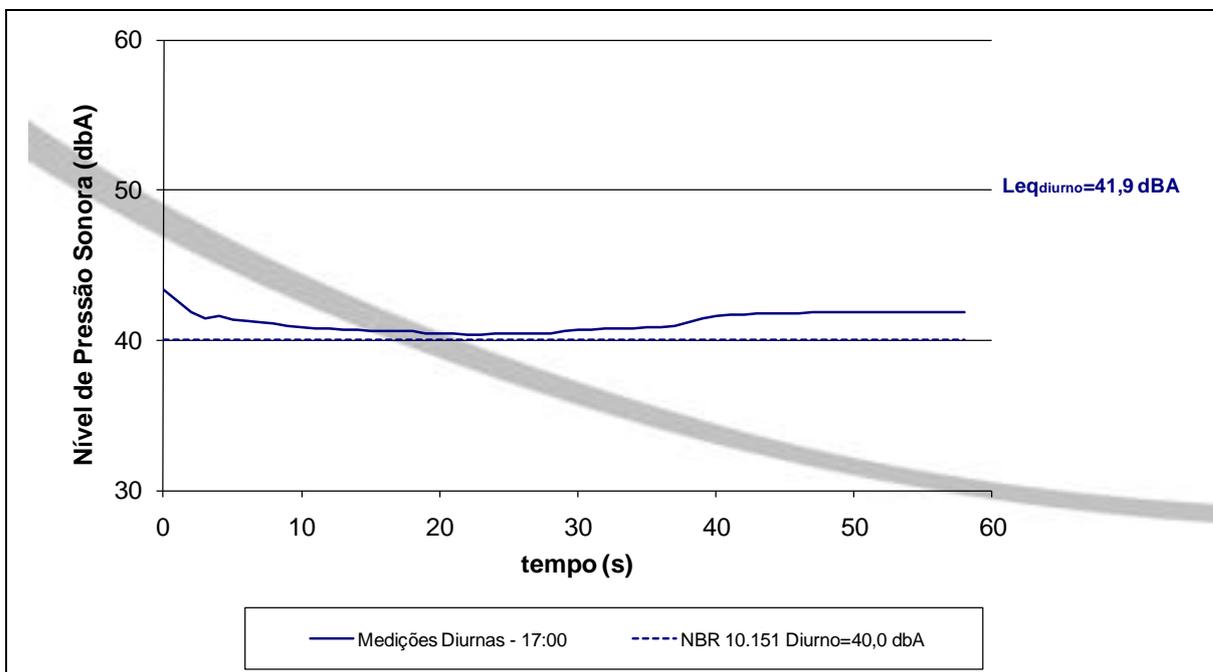


Figura V.2.2-2– Variação do nível sonoro durante as medições no PMR1.

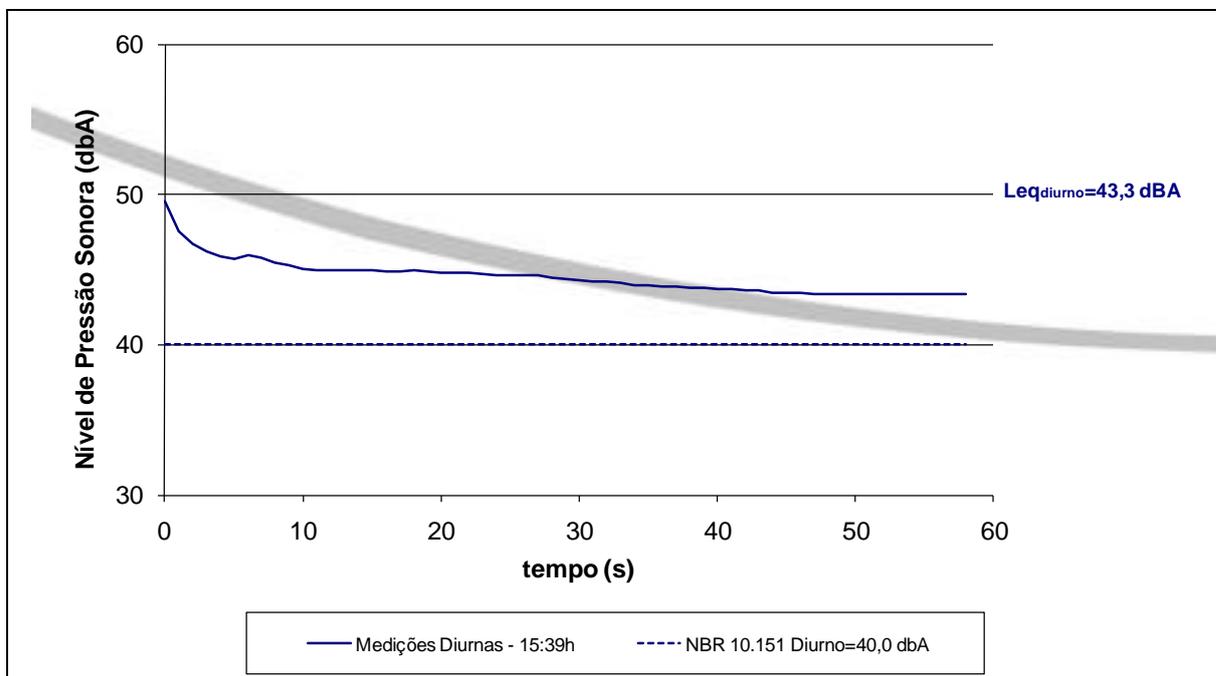


Figura V.2.2-3– Variação do nível sonoro durante as medições no PMR2.

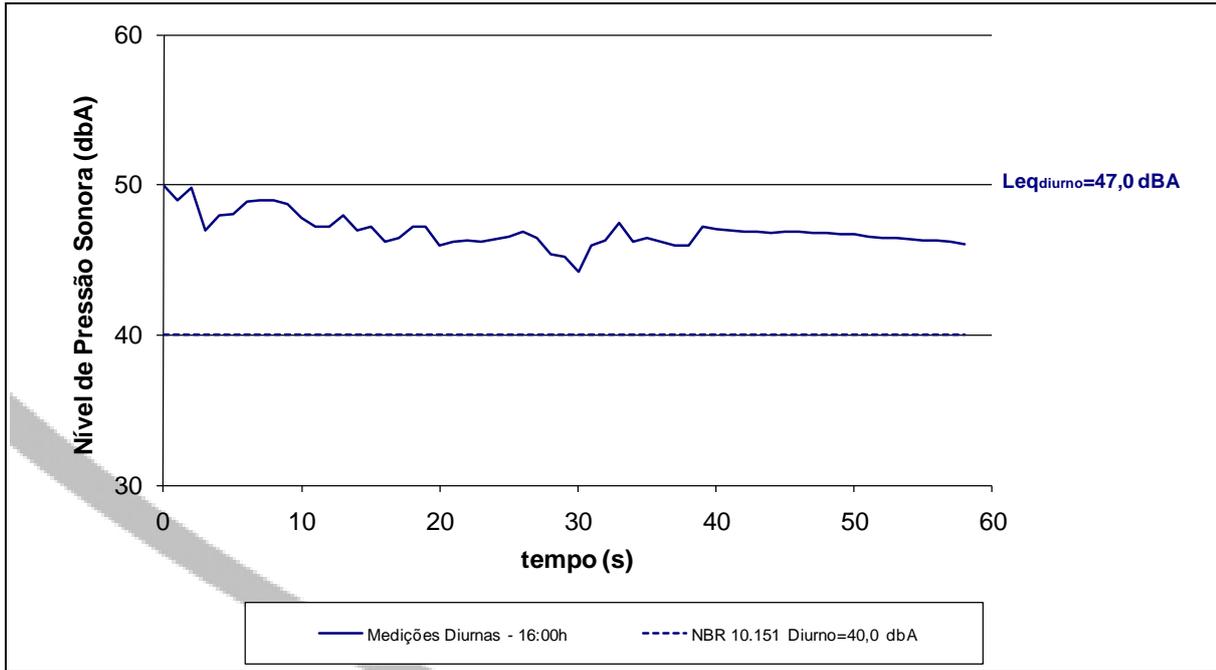


Figura V.2.2-4– Variação do nível sonoro durante as medições no PMR3.

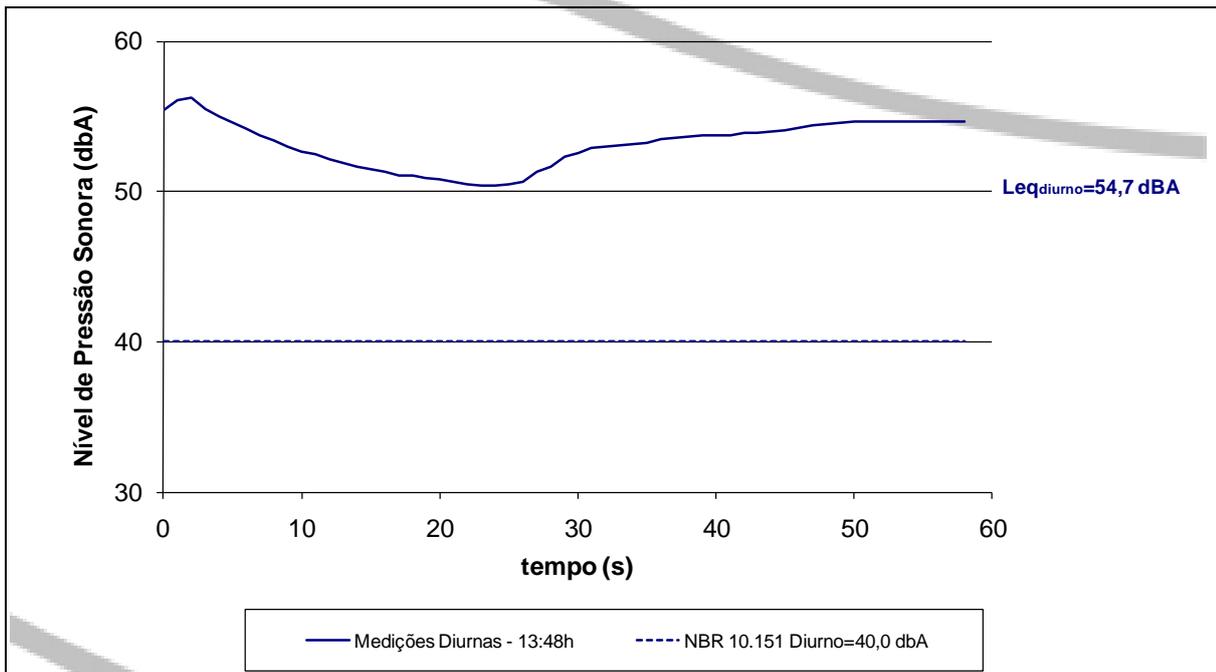


Figura V.2.2-5 - Variação do nível sonoro durante as medições no PMR4.

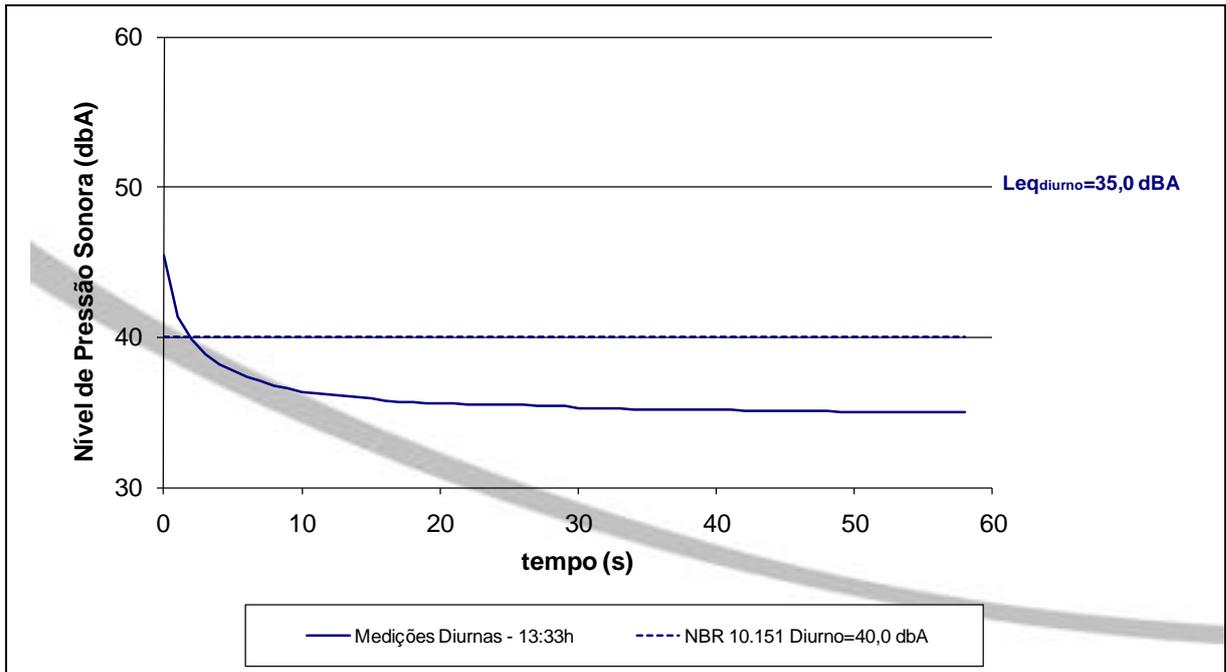


Figura V.2.2-6 – Variação do nível sonoro durante as medições no PMR5.

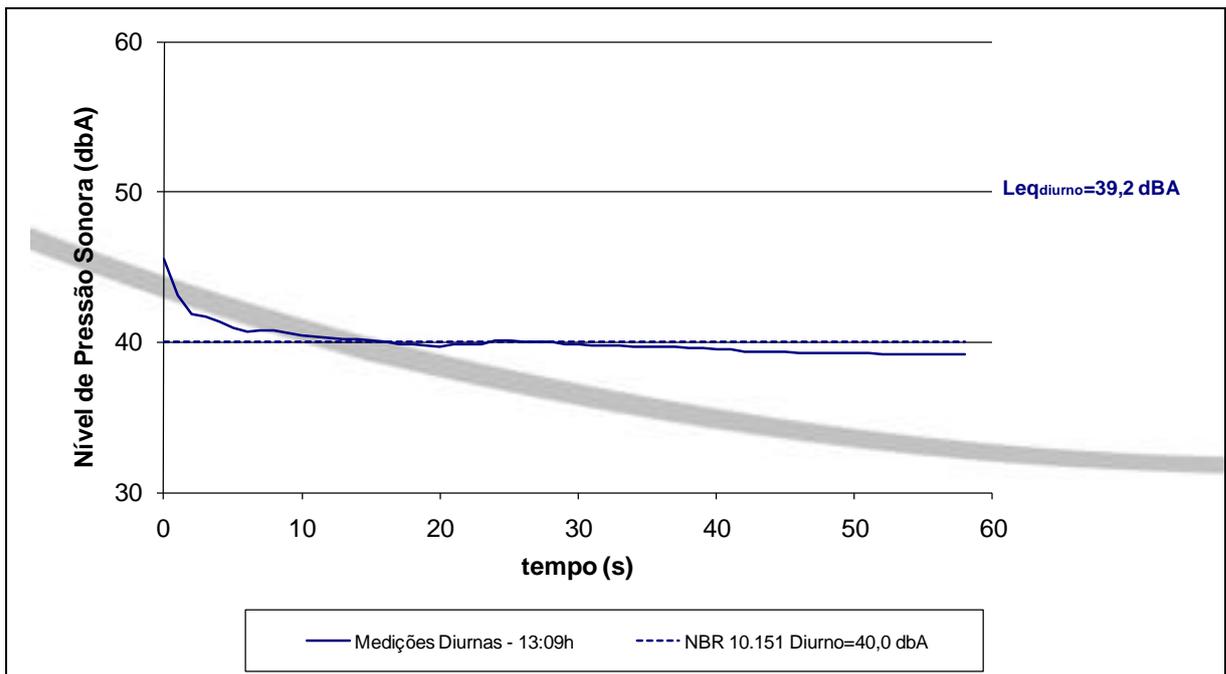


Figura V.2.2-7 – Variação do nível sonoro durante as medições no PMR6.

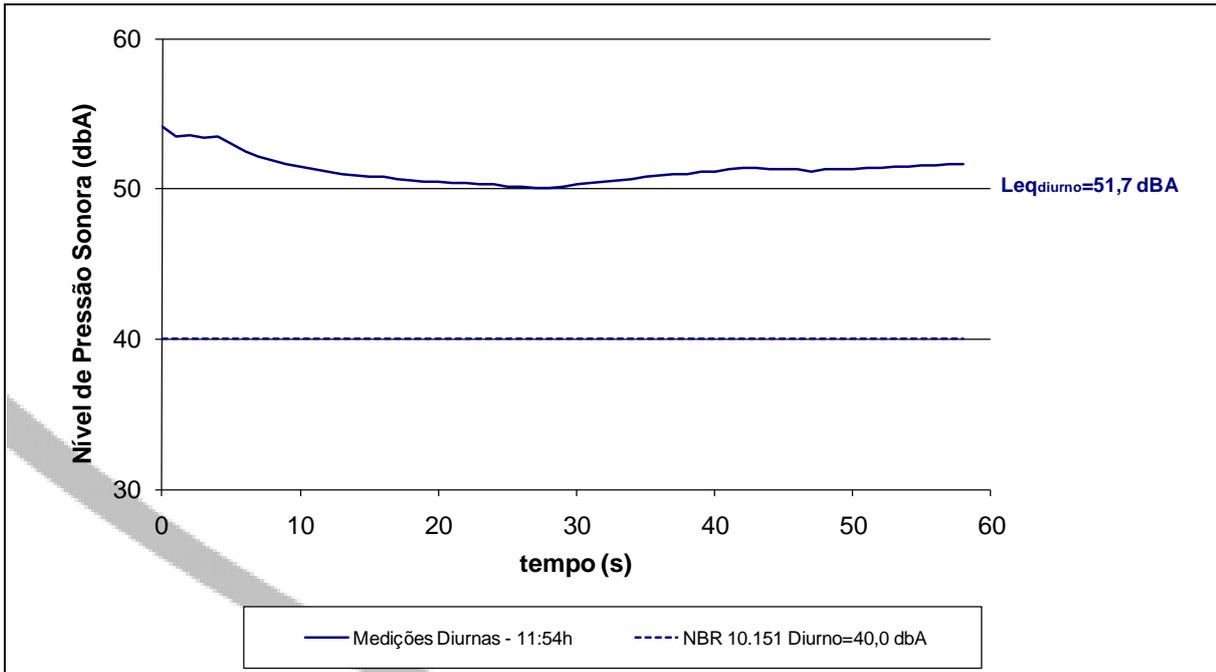


Figura V.2.2-8 - Variação do nível sonoro durante as medições no PMR6.

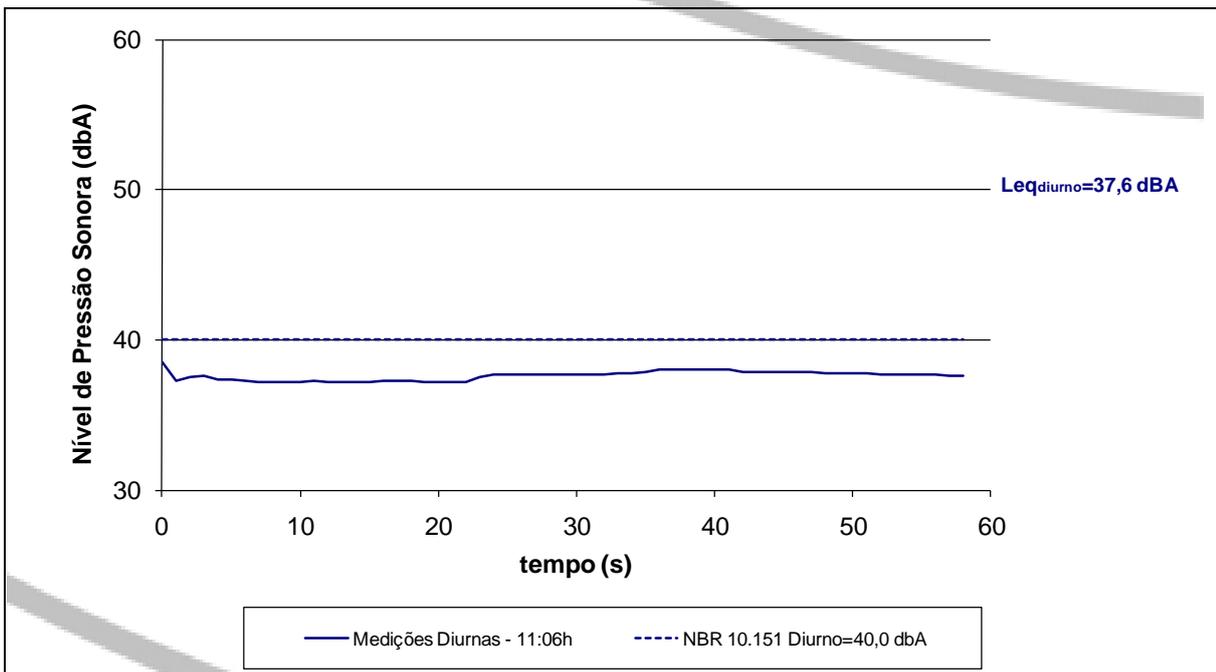


Figura V.2.2-9 – Variação do nível sonoro durante as medições no PMR8.

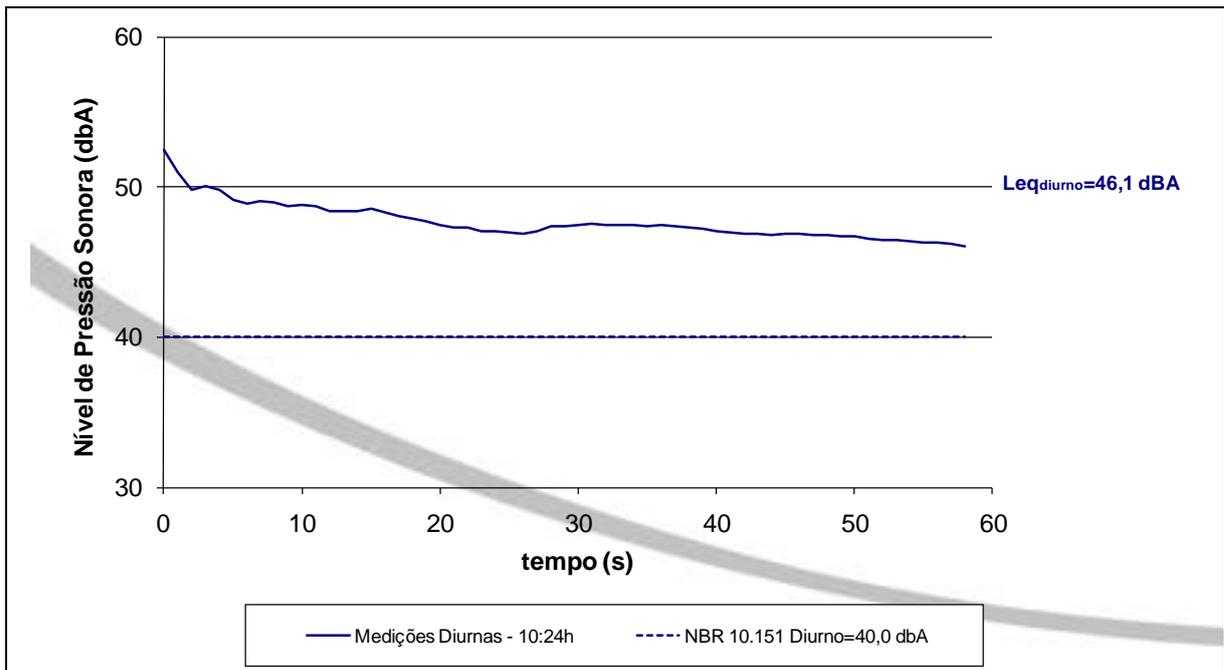


Figura V.2.2-10 – Variação do nível sonoro durante as medições no PMR9.

As **Fotos V.2.2-1** a **V.2.2-9** trazem os registros fotográficos das medições realizadas em cada ponto.



Foto V.2.2-1 - Ponto de medição
PMR1



Foto V.2.2-2 – Ponto de medição
PMR2



**Foto V.2.2-3 – Ponto de medição
PMR3**



**Foto V.2.2-4 – Ponto de medição
PMR4**



**Foto V.2.2-5 – Ponto de medição
PMR5**



**Foto V.2.2-6 - Ponto de medição
PMR6**



**Foto V.2.2-7 – Ponto de medição
PMR7**



**Foto V.2.2-8 – Ponto de medição
PMR8**



**Foto V.2.2-9 – Ponto de medição
PMR9**

De acordo com a **Tabela V.2.2-2** é possível observar que grande parte dos pontos medidos está fora dos limites estabelecidos pela NBR 10.151, para o período analisado.

As ultrapassagens estiveram em sua maioria relacionadas a ruídos naturais na região, tais como vento, aves, insetos e animais característicos do local, além de vozes advindas das residências vizinhas, salvos os pontos PMR1 e PMR6 que, devido à proximidade destes com vias locais, tiveram influência do ruído advindo do tráfego de veículos.

De acordo com a norma NBR 10.151, se o nível de ruído ambiente obtido no monitoramento for superior ao Nível de Critério de Avaliação (constante na **Tabela V.2.2-1**) estipulado para a área e o horário em questão, o NCA assume o valor do nível de ruído ambiente.

V.2.3 – Hidrografia / Qualidade da Água

Os dutos OCVAP I e II terão cerca de 68Km de extensão, atravessarão 4 municípios e 109 cursos d'água. A lista de todas as drenagens atravessadas pela diretriz do duto bem como suas coordenadas em UTM, está apresentada na **Tabela V.2.3-1**.

Tabela V.2.3-1– Drenagens que serão atravessadas pela implantação dos dutos OCVAP I e II.

Nome do curso d'água	Localização	
	UTM (E)	UTM (N)
Afluente do Rio Camburu ou Tinga	448514,70	7383910,56
Afluente do Rio Camburu ou Tinga	448444,70	7383930,56
Afluente do Rio Camburu ou Tinga	448224,70	7384340,56
Afluente do Rio Camburu ou Tinga	448164,70	7384760,56
Afluente do Rio Camburu ou Tinga	447914,70	7384880,56
Afluente do Ribeirão do Pau d'Alho	447124,70	7385160,56
Ribeirão Pau d'Alho	446914,70	7385330,56

Nome do curso d'água	Localização	
	UTM (E)	UTM (N)
Ribeirão Pau d'Alho	446444,70	7385670,56
Afluente do Ribeirão do Pau d'Alho	446264,70	7385730,56
* Afluente do Ribeirão do Pau d'Alho	445501,22	7386129,28
* Afluente do Ribeirão do Pau d'Alho	445264,71	7386250,56
* Afluente do Ribeirão do Pau d'Alho	445164,71	7386300,56
* Afluente do Ribeirão do Pau d'Alho	444934,71	7386370,56
* Afluente do Ribeirão do Pau d'Alho	444814,71	7386480,56
* Afluente do Ribeirão do Pau d'Alho	444564,71	7386600,56
* Afluente do Ribeirão do Pau d'Alho	444354,71	7386680,56
* Afluente do Ribeirão do Pau d'Alho	444114,71	7386830,56
* Afluente do Ribeirão do Pau d'Alho	444014,71	7386890,56
* Afluente do Ribeirão do Pau d'Alho	443484,71	7387160,56
* Afluente do Ribeirão do Pau d'Alho	443324,71	7387250,56
* Afluente do Rio Pardo	442774,71	7387520,56
* Afluente do Rio Pardo	442254,71	7387800,56
* Rio Pardo	441884,71	7387980,56
Afluente do Rio Pardo	440924,71	7388380,56
Córrego do Tapiá	440684,71	7390140,56
Afluente do Ribeirão dos Prazeres	440524,71	7390320,56
Ribeirão dos Prazeres	440474,71	7390560,56
Afluente do Ribeirão dos Prazeres	440464,71	7390610,55
Afluente do Rio Lourenço Velho	440264,71	7391380,55
Afluente do Rio Lourenço Velho	439594,71	7392160,55
Afluente do Rio Lourenço Velho	439394,71	7392200,55
Afluente do Rio Lourenço Velho	439204,71	7392270,55
Afluente do Rio Lourenço Velho	439174,71	7392340,55
Afluente do Rio Lourenço Velho	438594,71	7392960,55
Afluente do Rio Lourenço Velho	438574,71	7392990,55
Rio Lourenço Velho	438254,71	7393420,55
Afluente do Ribeirão do Cedro	437834,71	7394340,55
Ribeirão do Cedro	437344,71	7395300,55
Afluente do Ribeirão do Cedro	437714,71	7396050,55
Córrego do Gentil	437874,71	7396760,55
Afluente do Córrego do Louro	437484,71	7398350,55
Afluente do Córrego do Louro	437514,71	7398710,55
Bacia do Afluente do Córrego do Louro	437114,71	7399300,55
Afluente do Córrego do Louro	437084,71	7399310,55
Córrego do Louro	437074,71	7399320,55
Afluente do Ribeirão Claro	436834,71	7400050,55
Afluente do Ribeirão Claro	436544,71	7401070,55
Bacia do Afluente do Ribeirão Claro	436544,71	7401090,55
Ribeirão Claro	436514,71	7401280,55

Nome do curso d'água	Localização	
	UTM (E)	UTM (N)
Afluente do Ribeirão do Lajeado	435694,71	7402250,54
Afluente do Ribeirão do Lajeado	435414,71	7402550,54
Afluente do Ribeirão do Lajeado	435294,71	7402640,54
Afluente do Ribeirão do Lajeado	435204,71	7402730,54
Ribeirão do Lajeado	435114,71	7402800,54
Afluente do Ribeirão do Lajeado	434804,71	7403110,54
Afluente do Ribeirão do Lajeado	434654,71	7403240,54
Afluente do Córrego Varjão	434354,71	7403580,54
Córrego Varjão	434124,71	7404070,54
Afluente do Córrego Varjão	434054,71	7404200,54
Afluente do Córrego Varjão	433664,71	7404620,54
Corpo d'água	433455,71	7404746,54
Afluente do Córrego Espírito Santo	433194,71	7404950,54
Córrego Espírito Santo	432954,71	7405900,54
Corpo d'água	431502,72	7407517,54
Afluente do Córrego São José	431064,72	7407800,54
Córrego São José	431034,72	7407840,54
Afluente do Córrego São José	430594,72	7408740,54
Afluente do Córrego Morro Azul	428874,72	7410030,54
Afluente do Córrego Morro Azul	428744,72	7410150,54
Córrego Morro Azul	428644,72	7410350,54
Afluente do Córrego Morro Azul	428624,72	7410500,54
Córrego Morro Azul	427794,72	7412060,54
Rio do Salto	426974,72	7413690,53
Afluente do Rio do Salto	426384,72	7414660,53
Afluente do Rio do Salto	426214,72	7414920,53
Córrego Santo Antonio	425114,72	7415900,53
Afluente do Córrego Santo Antonio	425014,72	7415960,53
Afluente do Rio Paraíba do Sul	423934,72	7418620,53
Rio Tapanhão	423897,72	7419171,53
Ribeirão do Pantanhão	423994,72	7419550,53
Afluente do Ribeirão do Pantanhão	423858,73	7420284,62
Afluente do Ribeirão do Pantanhão	423869,12	7420348,37
Afluente do Ribeirão do Pantanhão	423927,31	7420634,34
Afluente do Ribeirão do Pantanhão	423953,16	7420703,61
Travessia de Córrego	423210,72	7421290,53
Afluente do Rio Capivari	423159,55	7421304,26
Rio Capivari	422354,72	7422580,53
Córrego São João	422364,72	7424210,53
Rio Varador ou Varadouro	421464,72	7426160,52
Afluente do Rio Alambari	420054,72	7427850,52

Nome do curso d'água	Localização	
	UTM (E)	UTM (N)
Afluente do Rio Alambari	419854,72	7427830,52
Afluente do Rio Alambari	419794,72	7427830,52
Afluente do Rio Alambari	418934,72	7428730,52
Afluente do Rio Alambari	418834,72	7428820,52
Afluente do Rio Alambari	418724,72	7429160,52
Afluente do Rio Alambari	418214,72	7429350,52
Rio Alambari	418124,72	7429370,52
Afluente do Rio Alambari	417874,72	7429580,52
Afluente do Rio Alambari	417834,72	7429880,52
Afluente do Rio Alambari	417714,72	7430220,52
Afluente do Rio Alambari	417684,72	7430290,52
Afluente do Rio Alambari	417554,72	7430690,52
Afluente do Rio Alambari	417464,72	7430890,52
Afluente do Rio Alambari	417394,72	7431500,52
Córrego	417266,16	7431720,86
Rio Alambari	417043,76	7431933,90
Afluente do Rio Alambari	416944,72	7431990,52
Afluente do Rio Alambari	416814,72	7432080,52
Rio Alambari	416564,72	7432950,52

Observação: (*) Trecho em túnel.

As **Fotos V.2.3-1 a V.2.3-8** ilustram algumas situações de travessia da faixa GASTAU, onde serão implantados os dutos OCVAP I e II, sob corpos hídricos, em fotos tiradas durante sobrevôo no dia 16/08/2011.

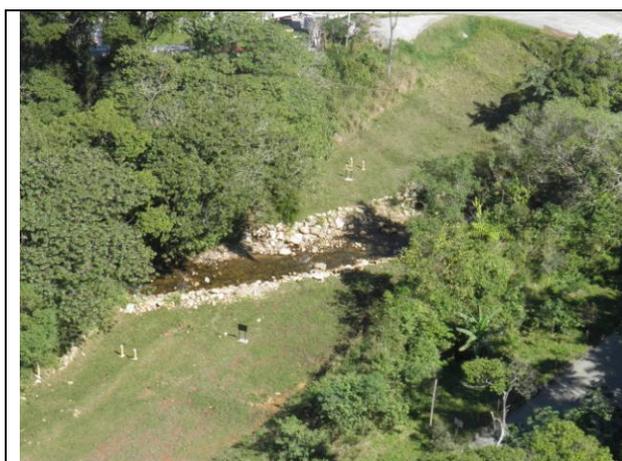


Foto V.2.3-1– Vista para travessia da faixa GASTAU sob Ribeirão Pau D'Alho. Coordenadas UTM: 7.385.749 / 446.614. Município de Caraguatatuba.



Foto V.2.3-2– Vista para travessia da faixa GASTAU sob trecho do Reservatório de Paraibuna. Coordenadas UTM: 7.393.409 / 438.387. Município de Paraibuna.



Foto V.2.3-3 - Vista para travessia da faixa GASTAU sob Ribeirão Fartura.
Coordenadas UTM: 7.407.672 / 431.519.
Município de Paraibuna.



Foto V.2.3-4 - Vista para travessia da faixa GASTAU sob Rio do Salto.
Coordenadas UTM: 7.413.947 / 426.981.
Município de Paraibuna.



Foto V.2.3-5 - Vista para travessia da faixa GASTAU sob corpo hídrico (drenagem sem nome na carta).
Coordenadas UTM: 7.415.507 / 425.792.
Município de Paraibuna.



Foto V.2.3-6 - Vista para travessia da faixa GASTAU sob trecho da Represa de Paraibuna. Coordenadas UTM: 7.417.268 / 424.511. Município de Paraibuna.



Foto V.2.3-7 - Vista para travessia da faixa GASTAU sob curso d'água (drenagem sem nome na carta).
Coordenadas UTM: 7.418.749 / 423.934.
Município de Jambeiro.



Foto V.2.3-8 - Vista para travessia da faixa GASTAU sob Rio Capivari.
Coordenadas UTM: 7.422.460 / 422503.
Município de Jambeiro.

O **Mapa 02 – Mapa de Recursos Hídricos da AII**, apresentado no **Volume III** deste EIA, mostra a hidrografia da AII bem como as drenagens que serão afetadas diretamente pela implantação dos dutos OCVAP I e II.

A Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, incorpora princípios e normas para gestão de recursos hídricos adotando a definição de bacias hidrográficas como unidade de estudo e gestão (TEODORO *et al.*, 2007).

As definições propostas para bacia hidrográfica assemelham-se ao conceito dado por Barrella (2001), sendo definido como um conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes, formada nas regiões mais altas do relevo por divisores de água, onde as águas das chuvas, ou escoam superficialmente formando os riachos e rios, ou infiltram no solo para formações de nascentes e do lençol freático. Os termos sub-bacia e microbacia hidrográfica também estão incorporados na literatura técnico-científica, todavia, não apresentam a mesma convergência conceitual apresentada para bacia hidrográfica (TEODORO *et al.*, 2007).

As sub-bacias são áreas de drenagem dos tributários do curso d'água principal. Para Santana (2004), bacias podem ser desmembradas em um número qualquer de sub-bacias, dependendo do ponto de saída considerado ao longo do seu eixo-tronco ou canal coletor. Cada bacia hidrográfica interliga-se com outras de ordem hierárquica superior, constituindo, em relação à última, uma sub-bacia. Portanto, os termos bacias e sub-bacias hidrográficas são relativos (TEODORO *et al.*, 2007).

Desde o ano de 1989, com a promulgação da Constituição Estadual, o Estado de São Paulo dispõe de uma nova Política voltada para a gestão adequada de seus Recursos Hídricos (SIGRH, acessado em 14/10/2011 através do endereço URL www.sigrh.sp.gov.br).

Estabelecida com o objetivo de "assegurar que a água, recursos natural essencial à vida, ao desenvolvimento econômico e ao bem estar social, possa ser controlada e utilizada, em padrões de qualidade satisfatórios, por seus usuários atuais e pelas gerações futuras", a execução dessa Política se torna possível se atendidos os seguintes Princípios Básicos, estabelecidos em 1991 pela Lei nº 7.663 (SIGRH, acessado em 14/10/2011 através do endereço URL www.sigrh.sp.gov.br):

DESCENTRALIZAÇÃO: das ações e das tomadas de decisão, adotando-se a bacia hidrográfica como unidade físico-territorial de planejamento e gerenciamento, isto é a gestão por bacias hidrográficas;

PARTICIPAÇÃO: de todos os envolvidos, representando os poderes Públicos estadual e municipais e a sociedade civil, em um ambiente de corresponsabilidade; e

INTEGRAÇÃO: do planejamento com a execução, das águas superficiais com as águas subterrâneas, da qualidade das águas com sua quantidade, das ações do Poder Público com as dos Usuários e das Entidades Civas, do recurso hídrico com os demais recursos naturais.

Para a efetiva execução da Política Estadual de Recursos Hídricos foram criados três Mecanismos Básicos que buscam responder questões fundamentais para a Gestão dos Recursos Hídricos (SIGRH, acessado em 14/10/2011 através do endereço URL www.sigrh.sp.gov.br):

- **Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH:** mecanismo técnico. Define os investimentos necessários para a execução das ações planejamento;
- **Fundo Estadual de Recursos Hídricos – FEHIDRO:** mecanismo financeiro. Cria o suporte financeiro para execução da Política de Recursos Hídricos, identificando a fonte ou origem desses recursos e suas aplicações;
- **Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SIGRH:** mecanismo político e institucional. Define a forma de participação do Estado, Municípios, Usuários e a Sociedade Civil na execução das ações planejadas e suas respectivas responsabilidades; para isso foram criados os colegiados decisórios CRH-Conselho Estadual de Recursos Hídricos e CBHs-Comitês de Bacias Hidrográficas.

Desse modo, para facilitar a caracterização dos Recursos Hídricos das áreas de influência foram utilizadas as Unidades de Gerenciamento dos Recursos Hídricos - UGRHI propostas pelo Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo, conforme se observa na **Figura V.2.3-1**.

A atual divisão do Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) do Estado de São Paulo conta com 22 unidades de gerenciamento de recursos hídricos (UGRHIs), das quais o traçado atravessará duas: UGRHI 2 – Paraíba do Sul e a UGRHI 3 – Litoral Norte, descritas a seguir:

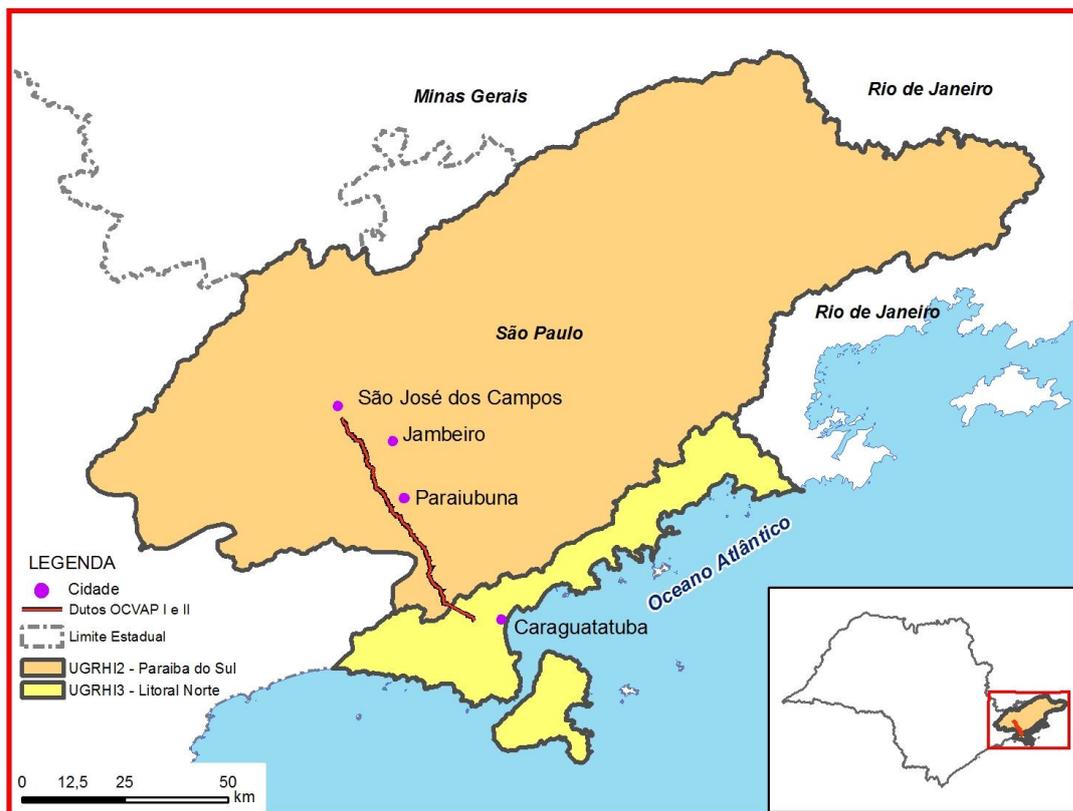


Figura V.2.3-1 – Unidades de Gerenciamento dos Recursos Hídricos atravessadas pelos dutos. Fonte: Mineral, 2011.

Paraíba do Sul

O rio Paraíba do Sul nasce na Serra da Bocaina, no Estado de São Paulo, a 1800m de altitude, e deságua no norte fluminense, nos municípios de São João da Barra e São Francisco do Itabapoana. Sua bacia tem forma alongada, com comprimento cerca de três vezes maior que a largura máxima, e distribui-se na direção leste-oeste entre as serras do Mar e da Mantiqueira, situando-se em uma das poucas regiões do país de relevo muito acidentado, de colinoso a montanhoso, chegando a mais de 2.000m nos pontos mais elevados, onde se destaca o Pico das Agulhas Negras, ponto culminante na bacia, com 2.787m de altitude, situado no maciço do Itatiaia.

A região é caracterizada por um clima predominantemente tropical quente e úmido, com variações determinadas pelas diferenças de altitude e entradas de ventos marinhos.

Verificam-se os maiores índices pluviométricos nas regiões do maciço do Itatiaia e seus contrafortes, no trecho paulista da serra do Mar e na serra dos Órgãos (trecho fluminense da serra do Mar), onde a precipitação anual ultrapassa 2.000mm. Essas regiões de elevadas altitudes apresentam também as temperaturas mais baixas, com a média das mínimas chegando a menos de 10°C.

As menores pluviosidades ocorrem em uma estreita faixa do Médio Paraíba (entre Vassouras e Cantagalo, RJ) e no curso inferior da bacia (regiões norte e noroeste

fluminense), com precipitação anual entre 1.000mm e 1.250mm. As mais altas temperaturas ocorrem na região noroeste (RJ), especialmente em Itaocara, na confluência dos rios Pomba e Paraíba do Sul, com média das máximas entre 32°C e 34°C.

A bacia do rio Paraíba do Sul estende-se na Região Sudeste do Brasil por cerca de 55.400km², entre três dos mais desenvolvidos estados do País - São Paulo (13.500km²), Minas Gerais (20.900km²) e Rio de Janeiro (21.000km²). Considerando-se a extensão de cada um deles, a situação geográfica da bacia e os usos da água, o Rio de Janeiro é o estado onde a bacia adquire maior importância relativa, tendo em vista ocupar metade da extensão do Estado, situar-se a jusante dos outros estados (recebendo os respectivos impactos dos usos da terra e da água) e ser utilizada para abastecer de água e energia cerca de 80% da população fluminense (aproximadamente 10 milhões de habitantes).

Quanto aos ecossistemas naturais, a bacia situa-se na área de domínio do bioma denominado Mata Atlântica, predominando a fisionomia florestal, com ocorrência de manguezais, restingas e brejos nas planícies litorâneas e encaves de cerrados nas planícies sedimentares. Atualmente, a Mata Atlântica está reduzida a 7% de sua área original no país. Na bacia do Paraíba do Sul, as florestas ocupam menos de 15% de sua área total e concentram-se nas regiões mais elevadas e de relevo mais acidentado.

No século XX, esgotada a capacidade produtiva das terras por um intenso uso inadequado às restrições do ambiente natural, o desenvolvimento na bacia do rio Paraíba do Sul foi direcionado para o uso urbano, com o avanço do país na era industrial, intensificado a partir de meados do século passado e favorecido na bacia pela facilidade de acesso e meios de transporte das inúmeras estradas de ferro e de rodagem oriundas do desenvolvimento do ciclo do café, interligando importantes núcleos urbanos e comerciais dos três estados, como Taubaté (SP), Resende (RJ) e Juiz de Fora (MG).

O acelerado desenvolvimento urbano-industrial, tanto na bacia do rio Paraíba do Sul como nas regiões metropolitanas de São Paulo e Rio de Janeiro, trouxe uma grande demanda de energia e água para abastecimento da crescente população e das indústrias que se estabeleceram no eixo São Paulo - Rio. Foram implantados grandes aproveitamentos hidrelétricos na bacia, destacando-se Paraibuna (da CESP), situado na confluência dos formadores do rio Paraíba (os rios Paraitinga e Paraibuna); Funil (de FURNAS Centrais Elétricas S/A), situado no rio Paraíba, em Itatiaia, na divisa entre os estados de São Paulo e Rio de Janeiro; e, o mais importante e complexo aproveitamento hidrelétrico da bacia – o Sistema *Light*, responsável hoje pela captação de 2/3 da vazão do rio Paraíba do Sul, no seu trecho médio, para abastecimento de água e energia a cerca de 8 milhões de habitantes da Região Metropolitana do Rio de Janeiro.

O uso agropecuário, embora esteja em crescente decadência, ocupa a maior parte das terras da bacia. A paisagem que predomina atualmente é a das pastagens, em terras muito degradadas por erosão e frequentes e sucessivas queimadas, com uma produção pecuária de baixa produtividade.

A ausência de tratamento dos esgotos domésticos na maioria das cidades representa um dos principais fatores de degradação da qualidade das águas dos rios da bacia e de riscos à saúde da população. Os índices de coliformes fecais e de fósforo, provenientes dos esgotos, nas águas do Paraíba e seus principais afluentes são elevados, verificando-se violações nos padrões de classificação do CONAMA 357/2005 em todas as amostras do monitoramento de qualidade da água da bacia, realizado pela Cooperação Brasil-França.

O uso industrial, no entanto, representa a pior fonte de contaminação das águas e da biota aquática na bacia. No trecho paulista da bacia do Paraíba do Sul existe mais de 2500 indústrias registradas na Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB). Embora a maior parte seja de pequena importância em termos de lançamento de contaminantes no ambiente, é expressivo o número de indústrias de grande porte e alto potencial poluidor. Destacam-se: 19 indústrias químicas, 26 indústrias metalúrgicas e siderúrgicas, 4 indústrias de material elétrico e eletrônico, 1 petroquímica, 3 de papel e celulose, além de outras, alimentícias, têxteis, etc.

Outro grave problema na bacia, com menor repercussão na qualidade das águas, mas de grande impacto na saúde e na segurança da população, diz respeito aos resíduos sólidos.

O lixo urbano, o lixo hospitalar e os resíduos sólidos industriais praticamente não recebem tratamento e destinação adequados na bacia a exceção do trecho paulista onde o problema vem sendo solucionado com a implantação de aterros para o tratamento e disposição final de resíduos tóxicos. O carreamento, pelas chuvas, do lixo disposto a céu aberto, para os rios e córregos, resulta na poluição e contaminação das águas. Nas áreas urbanas, o lixo representa mais um obstáculo ao fluxo das águas, contribuindo para o agravamento dos problemas de inundação.

A bacia do rio Paraíba do Sul, caracteriza-se por uma drástica redução da cobertura florestal natural e por apresentar formas de uso do solo inadequadas às condições de relevo e solos (desde a expansão da monocultura cafeeira, no século XIX), configuraram um cenário generalizado de processos intensos de erosão, com estágios avançados de degradação em diversas áreas da bacia.

A **Tabela V.2.3-2** apresenta a vulnerabilidade à erosão na Bacia do Rio Paraíba do Sul: Meio Físico+ Vegetação + Uso do Solo em hectares.

Tabela V.2.3-2 – Vulnerabilidade à erosão na Bacia do Rio Paraíba do Sul: Meio Físico + Vegetação + Uso do solo em hectares.

Estado	Grau de Vulnerabilidade				
	Muito Alta	Alta	Média	Baixa	Muito Baixa
Minas Gerais	7.576	134.020	850.744	979.688	46.488
Rio de Janeiro	121.626	405.846	953.865	404.406	102.198
São Paulo	110.648	269.588	504.844	300.688	121.112
Total	239.850	809.454	2.309.453	1.684.782	269.758

Fonte: Mineral, 2011.

A **Figura V.2.3-2** ilustra o grau de vulnerabilidade da Bacia do Paraíba do sul para o trecho Paulista.

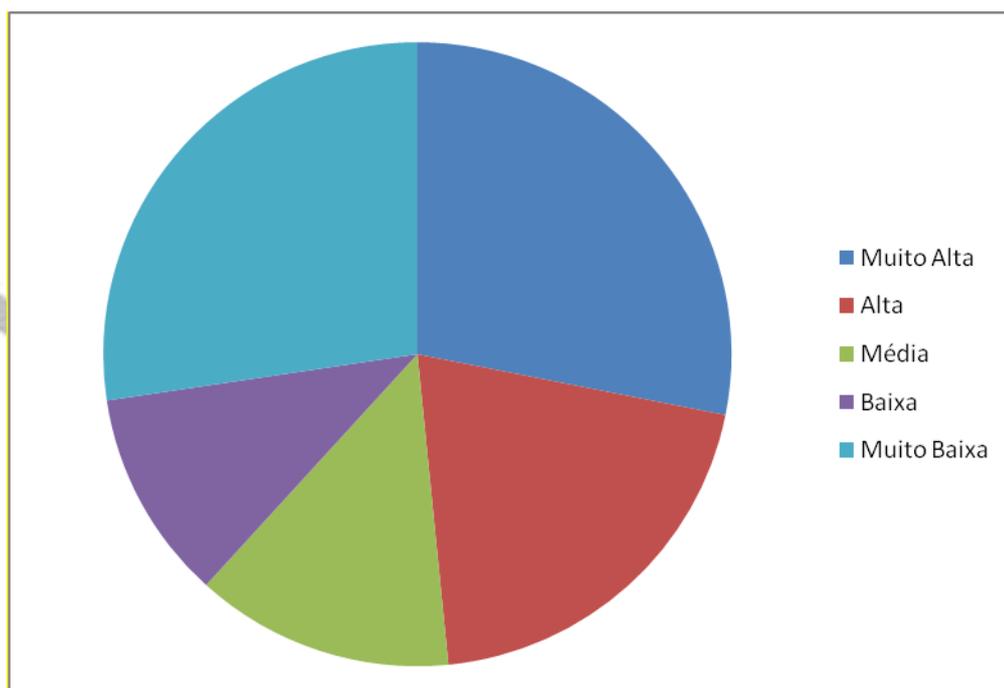


Figura V.2.3-2 – Vulnerabilidade à erosão da Bacia do Paraíba do Sul para o trecho Paulista. Fonte: Mineral, 2011

As áreas compreendidas pelas classes de alta e muito alta vulnerabilidade à erosão, embora ocupem menor percentual, somam grande extensão de terras, onde a escassez de florestas e o uso inadequado dos solos tornam-se mais críticos para as condições de relevo e solos existentes.

A região compreendida pelo chamado Médio Vale do Paraíba, desde Cruzeiro e Queluz, no trecho paulista da bacia, até a região de Vassouras, no trecho fluminense, é uma das mais críticas quanto à ocorrência de erosão acelerada, com muitas ravinas e voçorocas ao longo das íngremes encostas cobertas por ralas pastagens. A produção de sedimentos para o rio Paraíba do Sul nessa região é significativa, e os resultados podem ser vistos na turbidez do próprio rio, assim como nos problemas de assoreamento dos reservatórios de Funil e do Sistema Light.

A atividade mineral, especialmente a extração de areia e argila, é também responsável por erosão e degradação dos corpos de água da bacia. No trecho paulista esse é um dos mais graves problemas ambientais.

No trecho paulista recebe a denominação de UGRHI 2, possui 14.444 Km² de área; é classificada como de uso industrial e suas drenagens principais são: rio Paraíba do Sul, rio Paraibuna, rio Paraitinga, rio Buquira, rio do Peixe, rio Jacuí, reservatório Jaguari, reservatório Paraibuna/Paraitinga.

A UGRHI2 é 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.

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 **Figura V.2.3-3** apresenta os limites da bacia do Rio Paraíba do Sul, no trecho paulista, que será atravessada pelo percurso dos futuros dutos OCVAP I e II.



Figura V.2.3-3 – Bacia do Rio Paraíba do Sul - trecho paulista. Fonte: DAEE, 2011.

Litoral Norte

A Unidade de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Litoral Norte – UGRHI-03-limita-se a nordeste com o Estado do Rio de Janeiro, a noroeste com a UGRHI Paraíba do Sul e Serra da Mantiqueira, a sudoeste com a UGRHI Baixada Santista e Alto Tietê e a sudeste com o Oceano Atlântico. Esses limites compreendem 1.977 km², abrangendo integralmente o território de quatro municípios: Ubatuba (682 km²), Caraguatatuba (480 km²), São Sebastião (479 km²) e Ilhabela (336 km²).

Esta UGRHI foi definida pela Lei nº 9.034/94, de 27/12/1994, que dispôs sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos para o biênio 1994/95, tendo sido instalado seu comitê em 02/08/97.

Diferentemente das bacias hidrográficas situadas no interior do Estado, não é definida por um rio principal e seus tributários, mas por diversas drenagens que partem das porções mais elevadas da Serra do Mar em direção ao Oceano Atlântico. Tais drenagens caracterizam-se, em sua maioria, como pequenas drenagens em suas cabeceiras tornando-se riachos a rios quando atingem a planície.

Desta forma, obtiveram-se 34 sub-bacias, considerando-se a área continental e a ilha de São Sebastião, designadas com o nome do curso d'água principal ou com dois ou três nomes das drenagens principais, no caso daquelas compostas por mais de uma drenagem.

De acordo com o último relatório do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo – 2004-2007 (DAEE, 2006), essa UGRHI é classificada como de uso urbano e suas drenagens principais são: rio Pardo, rio Camburu, rio São Francisco, rio Grande e rio Itamambuca.

O turismo de veraneio é a principal atividade econômica, devido ao seu potencial paisagístico representado pelas praias e pela vegetação exuberante da Mata Atlântica, que recobre a Serra do Mar. Nesse cenário, destaca-se o setor terciário – comércio, serviços e a construção civil. O terminal petrolífero “Almirante Barroso”, da Petrobrás e o Porto de São Sebastião constituem uma referência significativa na infra-estrutura regional e estadual. Entre as atividades industriais destacam-se a exploração de minerais não metálicos. A pesca extrativa marinha é também importante como atividade comercial.

É composta por 4 municípios, abriga menos de 1% da população paulista e, de acordo com dados do PERH 2004-2007, 97,9% dos habitantes vivem em áreas urbanas. Nesta UGRHI, apenas 29% do total do esgoto produzido é coletado e tratado, demonstrando assim uma grande preocupação no que se refere à contaminação das águas por esgoto doméstico.

A demanda global por água na UGRHI 03, segundo projeção do DAEE (2006) para o ano de 2007 foi de 0,90 m³/s para consumo urbano e 0,03 m³/s para industrial perfazendo um total de 0,93 m³/s. Já a produção hídrica é da ordem de 27m³/s. De acordo com o PERH 2004-2007 os principais problemas característicos da UGRHI 03 são: falta de local adequado para disposição dos resíduos sólidos;

necessidade de intervenções em todos os municípios da UGRHI para adequar suas disposições atuais de resíduos sólidos e também, quando for o caso, recuperação de antigos lixões e solução para os passivos ambientais existentes; insuficiência de abastecimento de água; baixo índice de coleta de esgoto; uso e ocupação do solo realizada de forma desordenada.

A área territorial utilizada para atividades antrópicas na região compreende uma estreita faixa costeira em função da existência legal dos Parques Estaduais da Serra do Mar e de Ilhabela que estabelecem o limite superior para a área em que é admitida a ocupação urbana.

Deste modo, os condicionantes legais e características fisiográficas da região, determinam que a ocupação se dê predominantemente nas áreas de planície, baixas encostas e fundos de vale. Atualmente, em termos de extensão territorial, o tipo de uso do solo predominante é o uso institucional, com espaços apropriados por atividades públicas municipais, estaduais e federais, além do Parque Estadual da Serra do Mar que abrange cerca de 80% do território.

Na UGRHI 03, as áreas da AII atravessarão a sub-bacia do rio Juqueriquerê, a qual possui as seguintes características:

- **Sub-bacia do rio Juqueriquerê** - drena uma área de 420km², aproximadamente. É considerada como a maior sub-bacia do Litoral Norte sendo formada por uma série de drenagens de padrão paralelo a subparalelo. A partir do Planalto de Juqueriquerê, juntamente com o rio Perequê-Mirim, o rio Juqueriquerê, resulta da confluência dos rios Perequê-Mirim, Perequê, Claro e Camburu (ou Tinga), e o seu canal principal forma na praia das Flecheiras a Barra do rio Juqueriquerê. O rio Camburu, seu principal afluente, é formado pela confluência, a 580m de altitude, dos rios Pardo e Novo, ambos com nascentes na serra do Mar. Após a confluência de sua formação, o rio Camburu (ou Tinga) desce pela serra até encontrar a planície drenada pelo rio Juqueriquerê, próximo à localidade de Porto Novo. Em São Sebastião fazem parte desta sub-bacia o córrego do Cedro, parte dos trechos do rio Claro e Perequê-Mirim, com seus respectivos afluentes, bem como a praia da Enseada (PETROBRAS/MINERAL, 2011).

A maior parte das sub-bacias no litoral norte apresentam anfiteatros de drenagem segundo características geológicas, físicas e hidrológicas, que condicionam a ocorrência de processos do tipo corrida, e enchentes com alta energia de escoamento e capacidade de transporte de material sólido. Os materiais mobilizados ao longo das drenagens, a partir das porções superiores das encostas, podem atingir extensas áreas na baixada. Os eventos do tipo corrida são deflagrados por episódios de chuvas muito fortes, e são movimentos de massa de difícil prevenção contra seus impactos nos recursos hídricos. Estações de captação de água, situadas próximos a cursos d'água de domínio serrano, podem ser atingidas pelo deslocamento de materiais detríticos em movimentos do tipo corrida.

A **Figura V.2.3-4** apresenta os limites da sub-bacia do Rio Juqueriquerê que será atravessada pelo percurso dos futuros dutos OCVAP I e II.

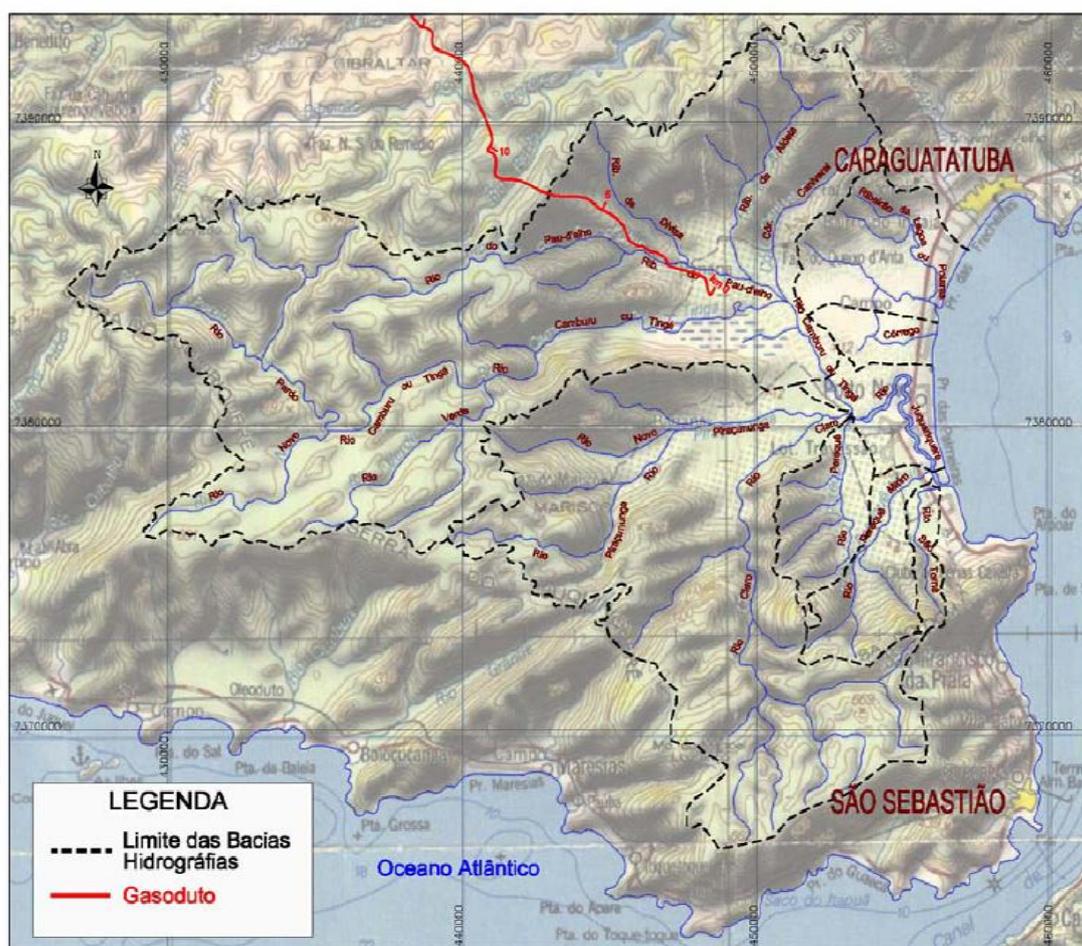


Figura V.2.3-4 – Sub-bacia do Rio Juqueriquerê. Fonte: Biodinâmica, 2006.

V.2.3.1 – Caracterização do Regime Fluvial

A caracterização do regime fluvial dos principais cursos d'água atravessados pelos dutos OCVAP I e II foi efetuada com base em dados fluviométricos coletados na Agência Nacional das Águas - ANA.

A Área de Influência Indireta do empreendimento divide-se em dois trechos com comportamentos hidrológicos distintos, separados pelo obstáculo oferecido pela serra do Mar.

No início do percurso, existe o comportamento hidrológico litorâneo, representado especificamente pela bacia do rio Juqueriquerê, e após a Serra do Mar existe um comportamento hidrológico continental observado na bacia do Paraíba do Sul.

Tendo em vista a baixa densidade de postos fluviométricos existentes ao longo do percurso dos dutos — característica da rede de observação das bacias hidrográficas brasileiras — e o pequeno porte da maioria dos cursos d'água atravessados, poucos rios possuem uma estação fluviométrica próxima do ponto de interseção. Por isso, foi necessário, nesses casos, selecionar postos de cursos d'água vizinhos que pudessem funcionar como referência para a caracterização do regime fluvial.

As estações fluviométricas selecionadas estão apresentadas na **Tabela V.2.3.1-1** e sua localização na **Figura V.2.3.1-1**.

Tabela V.2.3.1-1 – Estações Fluviométricas localizadas próximo do traçado dos dutos.

Código ANA	Nome da Estação	Coord. Geográficas		Município	Rio	Anos de Observação	Nº de registro (anos)
		Lat. (-)	Long. (-)				
2E-048	Fazenda Rio Claro	23°41'58"	45°29'05"	Caraguatatuba	Claro	1981-1983, 1986-1988	6
58096000	Santa Branca – Jus. Barragem	23°22'01"	45°53'00"	Paraibuna	Paraíba do Sul	1972-1992	21
58088000	Estrada de Paraibuna	23°21'30"	45°41'30"	Paraibuna	Paraíba do Sul	1957-1998, 2001-2003	45



Figura V.2.3.1-1 - Localização das estações fluviométricas selecionadas em relação ao traçado dos dutos.

(A3)





Disponibilidade hídrica superficial na Bacia

Tendo em vista as dificuldades existentes para se dispor de informações a partir de medições diretas, as vazões das drenagens que serão atravessadas pelos dutos OCVAP I e II foram calculadas com base na Regionalização Hidrológica disponível no "Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos de São Paulo - SIGRH" (www.sigrh.sp.gov.br).

A Erro! Fonte de referência não encontrada. **Tabela V.2.3.1-2** apresenta os resultados de vazão mínima, média e máxima para todas as drenagens afetadas pela implantação dos dutos.

Tabela V.2.3.1-2 – Vazão mínima, média e máxima de todas as drenagens afetadas pela implantação dos dutos OCVAP I e II.

Nome do curso d'água	Localização		Vazão (m³/s)		
	UTM (E)	UTM (N)	Mínima	Média	Máxima
Afluente do Rio Camburu ou Tinga	448514,70	7383910,56	0,001	0,005	0,011
Afluente do Rio Camburu ou Tinga	448444,70	7383930,56	0,001	0,005	0,011
Afluente do Rio Camburu ou Tinga	448224,70	7384340,56	0,001	0,005	0,011
Afluente do Rio Camburu ou Tinga	448164,70	7384760,56	0,001	0,005	0,011
Afluente do Rio Camburu ou Tinga	447914,70	7384880,56	0,001	0,005	0,011
Afluente do Ribeirão do Pau d'Alho	447124,70	7385160,56	0,319	1,236	2,656
Ribeirão Pau d'Alho	446914,70	7385330,56	0,319	1,236	2,656
Ribeirão Pau d'Alho	446444,70	7385670,56	0,286	1,109	2,385
Afluente do Ribeirão do Pau d'Alho	446264,70	7385730,56	0,286	1,109	2,385
* Afluente do Ribeirão do Pau d'Alho	445501,22	7386129,28	-	-	-
* Afluente do Ribeirão do Pau d'Alho	445264,71	7386250,56	-	-	-
* Afluente do Ribeirão do Pau d'Alho	445164,71	7386300,56	-	-	-
* Afluente do Ribeirão do Pau d'Alho	444934,71	7386370,56	-	-	-
* Afluente do Ribeirão do Pau d'Alho	444814,71	7386480,56	-	-	-
* Afluente do Ribeirão do Pau d'Alho	444564,71	7386600,56	-	-	-
* Afluente do Ribeirão do Pau d'Alho	444354,71	7386680,56	-	-	-
* Afluente do Ribeirão do Pau d'Alho	444114,71	7386830,56	-	-	-
* Afluente do Ribeirão do Pau d'Alho	444014,71	7386890,56	-	-	-
* Afluente do Ribeirão do Pau d'Alho	443484,71	7387160,56	-	-	-
* Afluente do Ribeirão do Pau d'Alho	443324,71	7387250,56	-	-	-
* Afluente do Rio Pardo	442774,71	7387520,56	-	-	-
* Afluente do Rio Pardo	442254,71	7387800,56	-	-	-
* Rio Pardo	441884,71	7387980,56	-	-	-
Afluente do Rio Pardo	440924,71	7388380,56	0,005	0,019	0,04
Córrego do Tapiá	440684,71	7390140,56	0,019	0,056	0,117
Afluente do Ribeirão dos Prazeres	440524,71	7390320,56	0,007	0,021	0,044
Ribeirão dos Prazeres	440474,71	7390560,56	0,209	0,628	1,312
Afluente do Ribeirão dos Prazeres	440464,71	7390610,55	0,007	0,021	0,044
Afluente do Rio Lourenço Velho	440264,71	7391380,55	0,002	0,005	0,01

Nome do curso d'água	Localização		Vazão (m³/s)		
	UTM (E)	UTM (N)	Mínima	Média	Máxima
Afluente do Rio Lourenço Velho	439594,71	7392160,55	0,002	0,005	0,01
Afluente do Rio Lourenço Velho	439394,71	7392200,55	0,002	0,005	0,01
Afluente do Rio Lourenço Velho	439204,71	7392270,55	0,001	0,004	0,009
Afluente do Rio Lourenço Velho	439174,71	7392340,55	0,001	0,004	0,009
Afluente do Rio Lourenço Velho	438594,71	7392960,55	0,012	0,037	0,076
Afluente do Rio Lourenço Velho	438574,71	7392990,55	0,012	0,037	0,076
Rio Lourenço Velho	438254,71	7393420,55	0,242	0,728	1,52
Afluente do Ribeirão do Cedro	437834,71	7394340,55	0,001	0,002	0,005
Ribeirão do Cedro	437344,71	7395300,55	0,061	0,184	0,385
Afluente do Ribeirão do Cedro	437714,71	7396050,55	0,001	0,003	0,005
Córrego do Gentil	437874,71	7396760,55	0,024	0,071	0,148
Afluente do Córrego do Louro	437484,71	7398350,55	0,001	0,004	0,008
Afluente do Córrego do Louro	437514,71	7398710,55	0,001	0,003	0,006
Bacia do Afluente do Córrego do Louro	437114,71	7399300,55	0,001	0,002	0,003
Afluente do Córrego do Louro	437084,71	7399310,55	0,001	0,002	0,003
Córrego do Louro	437074,71	7399320,55	0,001	0,002	0,003
Afluente do Ribeirão Claro	436834,71	7400050,55	0,005	0,014	0,028
Afluente do Ribeirão Claro	436544,71	7401070,55	0,005	0,014	0,028
Bacia do Afluente do Ribeirão Claro	436544,71	7401090,55	0,005	0,014	0,028
Ribeirão Claro	436514,71	7401280,55	0,031	0,092	0,192
Afluente do Ribeirão do Lajeado	435694,71	7402250,54	0,002	0,005	0,011
Afluente do Ribeirão do Lajeado	435414,71	7402550,54	0,004	0,012	0,025
Afluente do Ribeirão do Lajeado	435294,71	7402640,54	0,008	0,023	0,048
Afluente do Ribeirão do Lajeado	435204,71	7402730,54	0,008	0,023	0,048
Ribeirão do Lajeado	435114,71	7402800,54	0,026	0,078	0,163
Afluente do Ribeirão do Lajeado	434804,71	7403110,54	0,008	0,023	0,048
Afluente do Ribeirão do Lajeado	434654,71	7403240,54	0,008	0,023	0,048
Afluente do Córrego Varjão	434354,71	7403580,54	0,001	0,003	0,006
Córrego Varjão	434124,71	7404070,54	0,014	0,041	0,086
Afluente do Córrego Varjão	434054,71	7404200,54	0,001	0,003	0,006
Afluente do Córrego Varjão	433664,71	7404620,54	0,001	0,003	0,006
Corpo d'água	433455,71	7404746,54	0,001	0,003	0,006
Afluente do Córrego Espírito Santo	433194,71	7404950,54	0,001	0,003	0,006
Córrego Espírito Santo	432954,71	7405900,54	0,014	0,041	0,086
Corpo d'água	431502,72	7407517,54	0,301	0,905	1,891
Afluente do Córrego São José	431064,72	7407800,54	0,016	0,048	0,101
Córrego São José	431034,72	7407840,54	0,016	0,048	0,101
Afluente do Córrego São José	430594,72	7408740,54	0,003	0,008	0,017
Afluente do Córrego Morro Azul	428874,72	7410030,54	0,001	0,002	0,003
Afluente do Córrego Morro Azul	428744,72	7410150,54	0,001	0,002	0,003
Córrego Morro Azul	428644,72	7410350,54	0,008	0,025	0,051
Afluente do Córrego Morro Azul	428624,72	7410500,54	0,008	0,025	0,051

Nome do curso d'água	Localização		Vazão (m³/s)		
	UTM (E)	UTM (N)	Mínima	Média	Máxima
Córrego Morro Azul	427794,72	7412060,54	0,008	0,025	0,051
Rio do Salto	426974,72	7413690,53	0,265	0,796	1,664
Afluente do Rio do Salto	426384,72	7414660,53	< 0,001	0,001	0,003
Afluente do Rio do Salto	426214,72	7414920,53	0,001	0,004	0,009
Córrego Santo Antonio	425114,72	7415900,53	0,008	0,023	0,48
Afluente do Córrego Santo Antonio	425014,72	7415960,53	0,001	0,002	0,004
Afluente do Rio Paraíba do Sul	423934,72	7418620,53	0,002	0,005	0,011
Rio Tapanhão	423897,72	7419171,53	0,002	0,005	0,011
Ribeirão do Pantanhão	423994,72	7419550,53	0,061	0,184	0,384
Afluente do Ribeirão do Pantanhão	423858,73	7420284,62	0,061	0,184	0,384
Afluente do Ribeirão do Pantanhão	423869,12	7420348,37	0,061	0,184	0,384
Afluente do Ribeirão do Pantanhão	423927,31	7420634,34	0,061	0,184	0,384
Afluente do Ribeirão do Pantanhão	423953,16	7420703,61	0,061	0,184	0,384
Travessia de Córrego	423210,72	7421290,53	0,006	0,017	0,036
Afluente do Rio Capivari	423159,55	7421304,26	< 0,001	0,001	0,003
Rio Capivari	422354,72	7422580,53	0,537	1,615	3,375
Córrego São João	422364,72	7424210,53	0,004	0,012	0,026
Rio Varador ou Varadouro	421464,72	7426160,52	0,02	0,061	0,128
Afluente do Rio Alambari	420054,72	7427850,52	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Afluente do Rio Alambari	419854,72	7427830,52	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Afluente do Rio Alambari	419794,72	7427830,52	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Afluente do Rio Alambari	418934,72	7428730,52	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Afluente do Rio Alambari	418834,72	7428820,52	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Afluente do Rio Alambari	418724,72	7429160,52	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Afluente do Rio Alambari	418214,72	7429350,52	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Rio Alambari	418124,72	7429370,52	0,02	0,06	0,125
Afluente do Rio Alambari	417874,72	7429580,52	< 0,001	0,001	0,003
Afluente do Rio Alambari	417834,72	7429880,52	< 0,001	0,001	0,003
Afluente do Rio Alambari	417714,72	7430220,52	0,001	0,003	0,006
Afluente do Rio Alambari	417684,72	7430290,52	0,001	0,004	0,009
Afluente do Rio Alambari	417554,72	7430690,52	< 0,001	< 0,001	0,001
Afluente do Rio Alambari	417464,72	7430890,52	< 0,001	< 0,001	0,001
Afluente do Rio Alambari	417394,72	7431500,52	0,012	0,035	0,073
Córrego	417266,16	7431720,86	< 0,001	0,001	0,003
Rio Alambari	417043,76	7431933,90	0,038	0,114	0,238
Afluente do Rio Alambari	416944,72	7431990,52	0,001	0,002	0,004
Afluente do Rio Alambari	416814,72	7432080,52	0,001	0,002	0,004
Rio Alambari	416564,72	7432950,52	0,043	0,129	0,269

Observação: (*) Trecho em túnel.

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.

Rio Paraíba do Sul

Foram selecionadas duas estações fluviométricas para a caracterização da vazão do rio Paraíba do Sul (**Tabela V.2.3.1-3**), sendo uma a montante (estação “Estrada de Paraibuna”, no próprio município de Paraibuna) e uma a jusante da travessia dos dutos (estação “Santa Branca – Jus. Barragem”, no município de Santa Branca). O período analisado para ambas as estações consta na **Tabela V.2.3.1-3**.

Tabela V.2.3.1-3 – Estações Fluviométricas “Estrada de Paraibuna” e “Santa Branca-Jus. Barragem”, rio Paraíba do Sul.

Código	58088000	58096000
Nome	Estrada de Paraibuna	Sta Branca – Jus. Barragem
Rio	Paraíba do Sul	Paraíba do Sul
Estado	São Paulo	São Paulo
UGRHI	02 – Paraíba do Sul	02 – Paraíba do Sul
Município	Paraibuna	Santa Branca
Responsável	ANA	ANA
Latitude	-23°21'30”	-22°22'01”
Longitude	-45°41'30”	-45°53'00”
Vazão Mínima	22,40 m ³ /s	18,00 m ³ /s
Vazão Média	75,03 m ³ /s	77,83 m ³ /s
Vazão Máxima	634,00 m ³ /s	580,00 m ³ /s
Situação	Desativada	Em operação

Fonte: ANA, 2011.

Na estação fluviométrica “Estrada de Paraibuna”, a vazão média de longo termo foi de 75,03 m³/s, com variação mínima e máxima ao longo do ano de 46,23 m³/s (agosto) a 118,66 m³/s (março) respectivamente (**Figura V.2.3.1-2**). O menor valor de vazão mínima média (22,40 m³/s) ocorreu em agosto de 1954, e o maior valor de máxima média (634,00 m³/s) em fevereiro de 1952.

De maneira geral a vazão no rio do Paraíba do Sul, neste local de amostragem, apresenta estiagem entre os meses de julho a outubro. Ao passo que os três primeiros meses do ano apresentam elevadas vazões, correspondendo ao período de cheias.

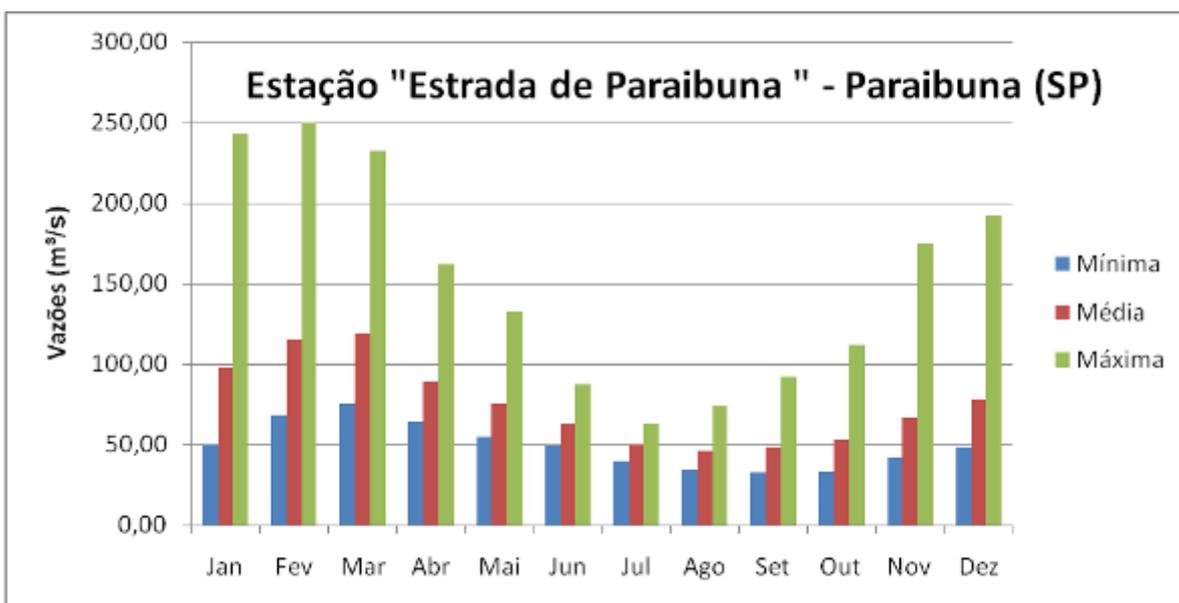


Figura V.2.3.1-2 – Vazões médias, máximas e mínimas mensais no rio Paraíba do Sul, no município de Paraibuna, entre 1950-1954 e 1956-1958.

Já na estação "Santa Branca – Jus. Barragem", a vazão média de longo termo foi de 77,83 m³/s, com variação mínima e máxima ao longo do ano de 67,18 m³/s (abril) a 88,24 m³/s (agosto) respectivamente (**Figura V.2.3.1-3**). O menor valor de vazão mínima média (18,00 m³/s) ocorreu em outubro de 1985, e o maior valor de máxima média (580,00 m³/s) em fevereiro de 1967.

A vazão neste trecho do rio Paraíba do Sul é caracterizada por certa homogeneidade ao longo do ano, isso em função da regulação do volume de água liberado a partir da Barragem de Santa Branca.

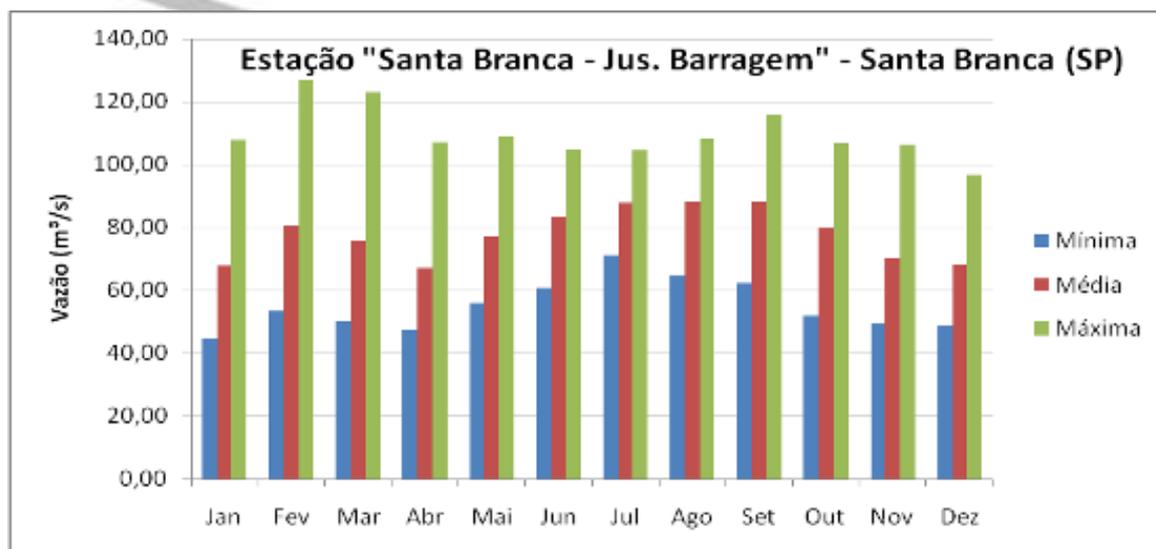


Figura V.2.3.1-3 – Vazões médias, máximas e mínimas mensais no rio Paraíba do Sul, no município de Santa Branca, entre 1957-1998 e 2001-2003.

Rio Claro

A estação “Fazenda Rio Claro”, localizada no município de Caraguatatuba, apresentou apenas 13 anos de registros completos sendo que os dados para este período estão na **Tabela V.2.3.1-4**.

Tabela V.2.3.1-4 – Estação Fluviométrica “Fazenda Rio Claro”, rio Claro.

Código	2E-048
Nome	Fazenda Rio Claro
UGRHI	03 – Litoral Norte
Rio	Claro
Estado	São Paulo
Município	Caraguatatuba
Responsável	DAEE
Latitude	-23°41'58”
Longitude	-45°29'05”
Vazão Mínima	0,72 m³/s
Vazão Média	3,00 m³/s
Vazão Máxima	16,65 m³/s
Situação	Desativada

Fonte: DAEE, 2011.

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.2.3.1-4**).

A vazão no rio Claro, neste local de amostragem, apresenta baixa vazão ao longo de todo o ano. Os seis primeiros meses do ano correspondem ao período de maiores vazões, correspondendo à época de cheias. O menor valor de vazão mínima média (0,72 m³/s) ocorreu em setembro de 1981, e o maior valor de máxima média (16,65 m³/s) em janeiro de 1987.

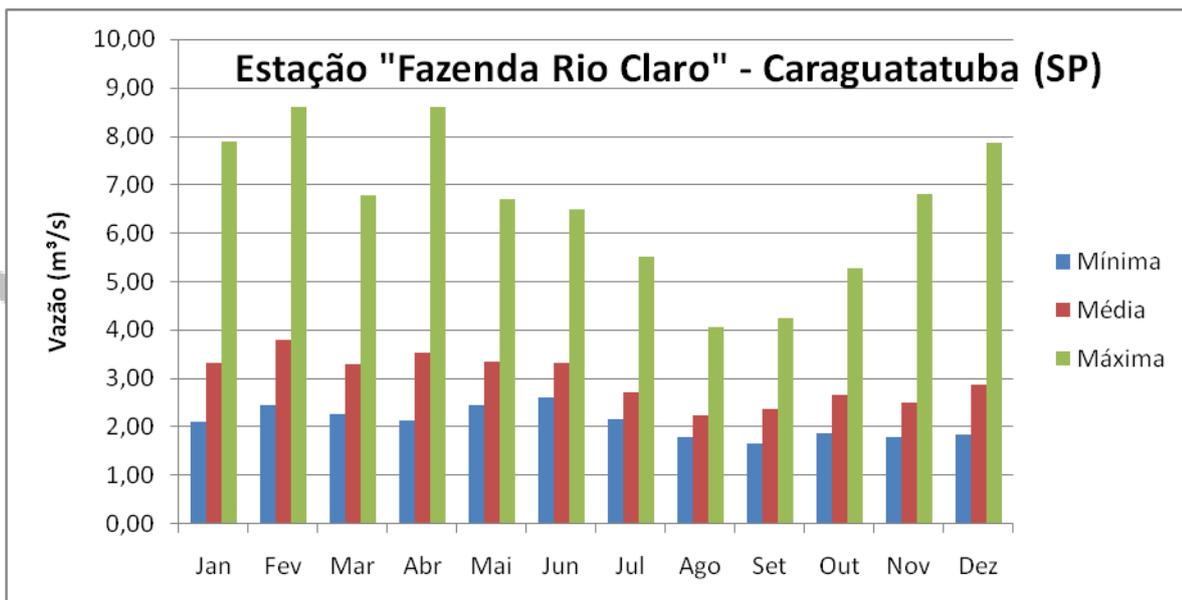


Figura V.2.3.1-4 – Vazões médias, máximas e mínimas mensais no rio Claro, no município de Caraguatatuba, entre 1981-1983 e 1986-1988.

V.2.3.2 – 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 dos dutos 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.

Além de não haver nenhuma estação com dados sedimentológicos disponíveis na sub-bacia 80 para apoiar as estimativas efetuadas para a bacia do rio Juqueriquerê, a maioria dos postos disponíveis na bacia do rio Paraíba do Sul opera com reservatórios a montante. Devido à retenção de sedimentos nesses reservatórios, a estimativa de sedimentos transportados nos afluentes seria subestimada.

As estações selecionadas para caracterizar o comportamento sedimentológico dos principais rios atravessados pelos dutos bem como as concentrações máximas e mínimas medidas em cada estação fluviométrica, ao longo de todo o período de observação estão expressos na **Tabela V.2.3.2-1**.

Tabela V.2.3.2-1 – Concentrações de sedimentos em suspensão medidas nas estações selecionadas na All do futuro empreendimento.

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
Paraibuna	Paraibuna	1994 - 1995	5	4,61	147
Santa Branca	Paraíba do Sul	2000 - 2004	17	3,57	152

Após a identificação dos cursos d'água que drenam a área da faixa dos dutos e a caracterização de seus regimes fluviais, buscou-se analisar o comportamento sedimentológico desses rios.

Deve-se ressaltar a ausência de estação com dados sedimentológicos disponíveis em toda a área dos rios Itapanhaú, Itanhaém e outros (código 80), da qual a bacia do Juqueriquerê faz parte.

As maiores concentrações de sedimentos em suspensão medidas nesses postos, em torno de 150 ppm, não chegam a evidenciar um grande transporte de material sólido nesses rios, provavelmente pela presença de grande percentual de áreas florestadas nas bacias contribuintes.

A **Figura V.2.3.2-1**, mostra a relação entre a concentração de sedimentos em suspensão e a vazão líquida resultante das medições realizadas no rio Paraíba do Sul em Santa Branca. Foi ajustada uma equação potencial aos pares de pontos, mas, apesar da escala logarítmica adotada nos eixos do gráfico, pode-se verificar que a dispersão entre os pontos ainda é muito grande.

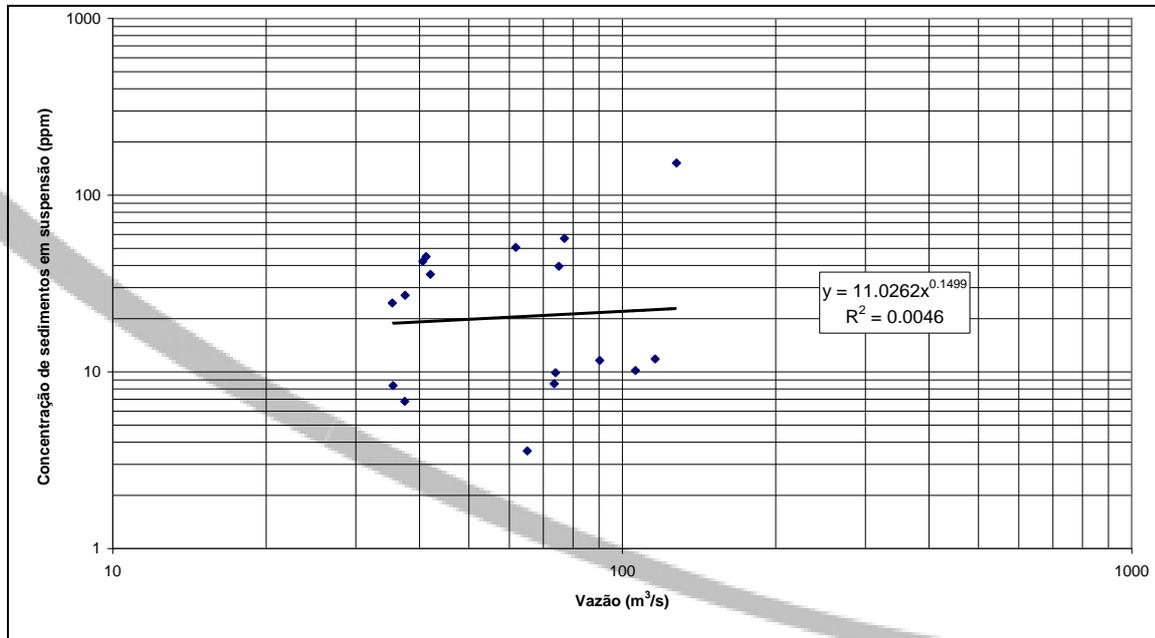


Figura V.2.3.2-1 – Rio Paraíba do Sul em Santa Branca – Concentrações de Sedimentos em Suspensão x Vazão. Fonte: Agência Nacional de Águas – ANA.

V.2.3.3 – Vulnerabilidade dos Recursos Hídricos

Os subitens a seguir tratam da vulnerabilidade das principais drenagens que compõem as UGRHI 2 (Paraíba do Sul) bem como a UGRHI 3 (Litoral Norte) as quais serão atravessadas pelos dutos OCVAP I e II.

Cabe ressaltar que para as obras de implantação dos dutos OCVAP I e II não estão previstas a construção de acessos na AID que possam causar alterações nas condições de drenagem em áreas de várzeas e lagoas marginais. Dessa forma, não se espera a ocorrência de interferências na qualidade das águas ou nos fatores bióticos e abióticos nestas áreas.

As **Figuras V.2.3.3-1** e **V.2.3.3-2** mostram as diretrizes dos dutos em relação às áreas suscetíveis à erosão e inundações das UGRHIs mencionadas anteriormente, respectivamente.



Figura V.2.3.3-1 - Diretriz dos dutos em relação às áreas suscetíveis à erosão e inundações da **UGRHI 2**

A3



Figura V.2.3.3-2 - Diretriz dos dutos em relação às áreas suscetíveis à erosão e inundações da UGRHI 3

A3





- **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 superficiais 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.2.3.3-1** apresenta a criticidade à erosão em % da área das UGRHIs a serem atravessadas pelos dutos.

Tabela V.2.3.3-1 – Criticidade à erosão em % da área das UGRHIs a serem atravessadas pelos dutos.

UGRHI	Criticidade		
	Alta	Média	Baixa
2 – Paraíba do Sul	9	75	6
3 – Litoral Norte	41	59	0

Fonte: PERH 2004-07.

- **Suscetibilidade ao Assoreamento**

O processo de assoreamento de rios, lagos e reservatórios estão intimamente associados 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).

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 alta a muito 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, das quais apenas a bacia do Paraíba do sul será afetada diretamente pela implantação do empreendimento.

- **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.

De acordo com a **Figura V.2.3.3-1** pode-se observar que nos 10Km finais dos dutos, a área do Rio Alambari está sujeito à inundações.

Apesar de não ser possível observar na **Figura V.2.3.3-2** áreas suscetíveis à inundações na UGRHI 03, sabe-se que nas imediações da Fazenda Serramar, no Município de Caraguatatuba é uma área susceptível a eventuais alagamentos em épocas de chuvas intensas, como se pode observar no **Mapa 02 – Mapa de Recursos Hídricos da AII (Volume III** deste EIA) a presença de canais de drenagens artificiais por toda a Fazenda Serramar.

- **Estabilidade da Encosta**

De acordo com o **Item V.2.8.5 – Áreas de Risco Geológico-Geotécnico**, apresentado adiante no **Item V.2.8 – Vulnerabilidade Geotécnica**, bem como o **Mapa 08 – Mapa de Suscetibilidade à Erosão da AII** apresentado no **Volume III** deste EIA, foi elaborada a **Tabela V.2.3.3.-2** que enfatiza o risco da estabilidade da encostas das travessias de drenagem em função de processos erosivos.

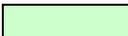
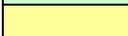
Tabela V.2.3.3-2 – Risco da estabilidade das encostas das travessias em função de processos erosivos.

Município	Nome do curso d'água	Localização		Risco
		UTM (E)	UTM (N)	
Caraguatatuba	Afluente do Rio Camburu ou Tinga	448514,70	7383910,56	BAIXO
	Afluente do Rio Camburu ou Tinga	448444,70	7383930,56	BAIXO
	Afluente do Rio Camburu ou Tinga	448224,70	7384340,56	BAIXO
	Afluente do Rio Camburu ou Tinga	448164,70	7384760,56	BAIXO
	Afluente do Rio Camburu ou Tinga	447914,70	7384880,56	BAIXO
	Afluente do Ribeirão do Pau d'Alho	447124,70	7385160,56	BAIXO
	Ribeirão Pau d'Alho	446914,70	7385330,56	BAIXO
	Ribeirão Pau d'Alho	446444,70	7385670,56	ALTO
	Afluente do Ribeirão do Pau d'Alho	446264,70	7385730,56	ALTO
	* Afluente do Ribeirão do Pau d'Alho	445501,22	7386129,28	ALTO
	* Afluente do Ribeirão do Pau d'Alho	445264,71	7386250,56	ALTO
	* Afluente do Ribeirão do Pau d'Alho	445164,71	7386300,56	ALTO
	* Afluente do Ribeirão do Pau d'Alho	444934,71	7386370,56	ALTO
	* Afluente do Ribeirão do Pau d'Alho	444814,71	7386480,56	ALTO
	* Afluente do Ribeirão do Pau d'Alho	444564,71	7386600,56	ALTO
	* Afluente do Ribeirão do Pau d'Alho	444354,71	7386680,56	ALTO
	* Afluente do Ribeirão do Pau d'Alho	444114,71	7386830,56	ALTO
	* Afluente do Ribeirão do Pau d'Alho	444014,71	7386890,56	ALTO
	* Afluente do Ribeirão do Pau d'Alho	443484,71	7387160,56	ALTO
	* Afluente do Ribeirão do Pau d'Alho	443324,71	7387250,56	ALTO
* Afluente do Rio Pardo	442774,71	7387520,56	MÉDIO	
Paraibuna	* Afluente do Rio Pardo	442254,71	7387800,56	MÉDIO
	* Rio Pardo	441884,71	7387980,56	MÉDIO
	Afluente do Rio Pardo	440924,71	7388380,56	ALTO
	Córrego do Tapiá	440684,71	7390140,56	MÉDIO
	Afluente do Ribeirão dos Prazeres	440524,71	7390320,56	MÉDIO
	Ribeirão dos Prazeres	440474,71	7390560,56	MÉDIO
	Afluente do Ribeirão dos Prazeres	440464,71	7390610,55	MÉDIO
	Afluente do Rio Lourenço Velho	440264,71	7391380,55	MÉDIO
	Afluente do Rio Lourenço Velho	439594,71	7392160,55	MÉDIO
	Afluente do Rio Lourenço Velho	439394,71	7392200,55	MÉDIO
	Afluente do Rio Lourenço Velho	439204,71	7392270,55	MÉDIO
	Afluente do Rio Lourenço Velho	439174,71	7392340,55	MÉDIO
	Afluente do Rio Lourenço Velho	438594,71	7392960,55	MÉDIO
	Afluente do Rio Lourenço Velho	438574,71	7392990,55	MÉDIO
	Rio Lourenço Velho	438254,71	7393420,55	MÉDIO
	Afluente do Ribeirão do Cedro	437834,71	7394340,55	MÉDIO
	Ribeirão do Cedro	437344,71	7395300,55	MÉDIO
	Afluente do Ribeirão do Cedro	437714,71	7396050,55	MÉDIO
	Córrego do Gentil	437874,71	7396760,55	MÉDIO
	Afluente do Córrego do Louro	437484,71	7398350,55	ALTO
	Afluente do Córrego do Louro	437514,71	7398710,55	ALTO
	Bacia do Afluente do Córrego do Louro	437114,71	7399300,55	MÉDIO
	Afluente do Córrego do Louro	437084,71	7399310,55	MÉDIO
	Córrego do Louro	437074,71	7399320,55	MÉDIO
	Afluente do Ribeirão Claro	436834,71	7400050,55	ALTO
	Afluente do Ribeirão Claro	436544,71	7401070,55	ALTO

Município	Nome do curso d'água	Localização		Risco
		UTM (E)	UTM (N)	
	Bacia do Afluente do Ribeirão Claro	436544,71	7401090,55	ALTO
	Ribeirão Claro	436514,71	7401280,55	ALTO
	Afluente do Ribeirão do Lajeado	435694,71	7402250,54	ALTO
	Afluente do Ribeirão do Lajeado	435414,71	7402550,54	BAIXO
	Afluente do Ribeirão do Lajeado	435294,71	7402640,54	BAIXO
	Afluente do Ribeirão do Lajeado	435204,71	7402730,54	BAIXO
	Ribeirão do Lajeado	435114,71	7402800,54	BAIXO
	Afluente do Ribeirão do Lajeado	434804,71	7403110,54	ALTO
	Afluente do Ribeirão do Lajeado	434654,71	7403240,54	ALTO
	Afluente do Córrego Varjão	434354,71	7403580,54	BAIXO
	Córrego Varjão	434124,71	7404070,54	BAIXO
	Afluente do Córrego Varjão	434054,71	7404200,54	BAIXO
	Afluente do Córrego Varjão	433664,71	7404620,54	BAIXO
	Corpo d'água	433455,71	7404746,54	BAIXO
	Afluente do Córrego Espírito Santo	433194,71	7404950,54	BAIXO
	Córrego Espírito Santo	432954,71	7405900,54	BAIXO
	Corpo d'água	431502,72	7407517,54	MÉDIO
	Afluente do Córrego São José	431064,72	7407800,54	MÉDIO
	Córrego São José	431034,72	7407840,54	MÉDIO
	Afluente do Córrego São José	430594,72	7408740,54	BAIXO
	Afluente do Córrego Morro Azul	428874,72	7410030,54	ALTO
	Afluente do Córrego Morro Azul	428744,72	7410150,54	ALTO
	Córrego Morro Azul	428644,72	7410350,54	ALTO
	Afluente do Córrego Morro Azul	428624,72	7410500,54	ALTO
	Córrego Morro Azul	427794,72	7412060,54	MÉDIO
	Rio do Salto	426974,72	7413690,53	MÉDIO
	Afluente do Rio do Salto	426384,72	7414660,53	MÉDIO
	Afluente do Rio do Salto	426214,72	7414920,53	MÉDIO
Córrego Santo Antonio	425114,72	7415900,53	MÉDIO	
Afluente do Córrego Santo Antonio	425014,72	7415960,53	MÉDIO	
Jambeiro	Afluente do Rio Paraíba do Sul	423934,72	7418620,53	MÉDIO
	Rio Tapanhão	423897,72	7419171,53	MÉDIO
	Ribeirão do Pantanhão	423994,72	7419550,53	MÉDIO
	Afluente do Ribeirão do Pantanhão	423858,73	7420284,62	MÉDIO
	Afluente do Ribeirão do Pantanhão	423869,12	7420348,37	MÉDIO
	Afluente do Ribeirão do Pantanhão	423927,31	7420634,34	MÉDIO
	Afluente do Ribeirão do Pantanhão	423953,16	7420703,61	MÉDIO
	Travessia de Córrego	423210,72	7421290,53	MÉDIO
	Afluente do Rio Capivari	423159,55	7421304,26	MÉDIO
	Rio Capivari	422354,72	7422580,53	MÉDIO
	Córrego São João	422364,72	7424210,53	MÉDIO
	Rio Varador ou Varadouro	421464,72	7426160,52	ALTO
São José dos Campos	Afluente do Rio Alambari	420054,72	7427850,52	MÉDIO
	Afluente do Rio Alambari	419854,72	7427830,52	MÉDIO
	Afluente do Rio Alambari	419794,72	7427830,52	MÉDIO
	Afluente do Rio Alambari	418934,72	7428730,52	BAIXO
	Afluente do Rio Alambari	418834,72	7428820,52	BAIXO
	Afluente do Rio Alambari	418724,72	7429160,52	BAIXO
	Afluente do Rio Alambari	418214,72	7429350,52	MÉDIO

Município	Nome do curso d'água	Localização		Risco
		UTM (E)	UTM (N)	
	Rio Alambari	418124,72	7429370,52	MÉDIO
	Afluente do Rio Alambari	417874,72	7429580,52	MÉDIO
	Afluente do Rio Alambari	417834,72	7429880,52	MÉDIO
	Afluente do Rio Alambari	417714,72	7430220,52	MÉDIO
	Afluente do Rio Alambari	417684,72	7430290,52	MÉDIO
	Afluente do Rio Alambari	417554,72	7430690,52	MÉDIO
	Afluente do Rio Alambari	417464,72	7430890,52	MÉDIO
	Afluente do Rio Alambari	417394,72	7431500,52	MÉDIO
	Córrego	417266,16	7431720,86	MÉDIO
	Rio Alambari	417043,76	7431933,90	MÉDIO
	Afluente do Rio Alambari	416944,72	7431990,52	MÉDIO
	Afluente do Rio Alambari	416814,72	7432080,52	MÉDIO
	Rio Alambari	416564,72	7432950,52	MÉDIO

Observação: (*) Trecho em túnel.

Legenda		
		Risco Baixo
		Risco Médio
		Risco Alto

De acordo com a Tabela acima é possível verificar que cerca de 79,82% das travessias estão localizadas em áreas de risco médio a alto à processos erosivos. Atenção especial deverá ser dada nas travessias de drenagens localizadas principalmente no município de Paraibuna.

• 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.

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.

A **Figura V.2.3.3-3** mostra a localização do traçado do duto em relação às áreas de proteção aos mananciais. De acordo com essa figura é possível observar que o traçado não afetará a APRM do Alto Tietê.



Figura V.2.3.3-3 – Localização do traçado dos dutos em relação às áreas de proteção aos mananciais e corpos d'água.

(A3)





- **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.

- **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.2.3.3-3).

Tabela V.2.3.3-3 – 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 dos dutos com a drenagem, segundo a rede de monitoramento realizado pela CETESB (2010).

A **Tabela V.2.3.3-4** descreve os pontos bem como a localização destes, utilizados para a caracterização da qualidade da drenagem, enquanto a **Tabela V.2.3.3-5** apresenta os resultados obtidos para os pontos analisados.

Tabela V.2.3.3-4 – Descrição dos Pontos de Amostragem da Qualidade da Água realizada pela CETESB (2010).

Ponto	UGRHI	Latitude	Longitude	Corpo Hídrico	Local de amostragem	Município
SANT00100	2	23 20 05	45 47 43	Res. Sta. Branca	No meio do corpo central, na junção dos braços Capivari e Paraibuna.	Jambeiro
CARO02800	3	23 42 09	45 29 20	Rio Claro	Na captação da Sabesp do Baixo Claro.	Caraguatatuba

Tabela V.2.3.3-5 – Resultado do IQA para os cursos d'água monitorados no ano de 2010.

IQA														
Ponto	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média	UGRHI
SANT00100		88		92		85		86		86		86	87	2
CARO02800	75		78		79		68		63		70		72	3

Legenda:

IQA					
	Ótima	Boa	Regular	Ruim	Péssima

De acordo com a **Tabela V.2.3.3-5** podemos inferir que o ponto localizado na Represa de Santa Branca, para o ano de 2010, apresentou IQA ótimo, enquanto o ponto localizado no Rio Claro apresentou IQA bom.

- **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, 2009).

A **Tabela V.2.3.3-6** mostra o resultado do IAP para os pontos localizados na Represa de Santa Branca e no Rio Claro para o ano de 2010.

Tabela V.2.3.3-6 – Resultado do IAP para as drenagens atravessadas pelos dutos, 2010.

Ponto	IAP													UGRHI
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Média	
*SANT00100														2
CARO02800					74		6					64	48	3

(*) – Não avaliado em 2010.

Legenda:

IAP					
	Ótima	Boa	Regular	Ruim	Péssima

Em 2010, não foi avaliado o IAP da Represa Santa Branca (SANT00100). As duas últimas campanhas foram realizadas em 2006 e 2007, ambas enquadrando as médias na categoria Boa (CETESB 2006, 2007).

Com relação ao ponto Rio Claro (CARO02800), diferentemente dos anos 2008 e 2009, quando apresentou média Boa, para 2010 o IAP foi enquadrado como Regular (CETESB, 2010).

- **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, diferente, 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.2.3.3-7** mostra os resultados do IVA para as principais drenagens atravessadas pelo duto para o ano de 2010.

Tabela V.2.3.3-7 – Resultados do IVA para as principais drenagens atravessadas pelos dutos, 2010

Ponto	IVA													UGRHI
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Média	
SANT00100		4,4		2,2		2,2		2,2		1,7		2,2	2,5	2
CARO02800	2,2		2,2		2,2		4,4		5,4		3,2		3,3	3

Legenda:

IVA	Ótima	Boa	Regular	Ruim	Péssima

O IVA do ponto Represa Santa Branca (SANT00100) na UGRHI-2 apresentou média Ótima para 2010, a mesma média obtida em 2009.

Semelhante ao ano de 2009, o ponto Rio Claro (CARO02800) na UGRHI-3, em 2010 apresentou IVA anual variando entre Ótimo e Ruim, sendo classificado com índice médio na categoria Boa.

Analisando os índices IQA, IAP e IVA das drenagens mencionadas acima, pode-se inferir que a qualidade destas ainda é boa.

- **Enquadramento e Qualidade das Principais Drenagens atravessadas pelos dutos**

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).

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).

O Decreto 10755/77 define, em seu anexo as drenagens Classe 1:

- **1.5. Da Bacia do Litoral Norte:**
 - a) todos os cursos d'água do Litoral Norte, desde a divisa dos Municípios de Santos e São Sebastião até a divisa do Município de Ubatuba com o Estado do Rio de Janeiro, até a cota 50;

- **1.7. Da Bacia do Rio Paraíba**
 - s) Rio Paraíba, inclusive seus formadores Paraitinga e Paraibuna e todos os seus respectivos afluentes, até a barragem de Santa Branca, no Município de Santa Branca;

De acordo com o enquadramento acima proposto, a **Tabela V.2.3.3-8** evidencia as drenagens classificadas como Classe 1 e que serão afetadas diretamente pela travessia dos dutos.

Tabela V.2.3.3-8 – Principais drenagens enquadradas como Classe 1 que serão atravessadas pelos dutos.

Drenagem	Município
Represa Santa Branca	Paraibuna
Córrego Santo Antônio	Paraibuna
Córrego Maria Azul	Paraibuna
Ribeirão Pau d'álho	Caraguatatuba

Além do enquadramento, foi realizada uma pesquisa por contato telefônico junto às prefeituras e/ou órgãos responsáveis pelo abastecimento municipal acerca da forma de captação de água para consumo humano utilizada pelos municípios que serão atravessados pelos dutos. Também foram consultados os usos dos recursos hídricos por município através do endereço URL <http://www.aplicacoes.dae.sp.gov.br/usuarios/> do Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE), acessado em 14/10/2011.

Os Dutos OCVAP I e II não atravessarão cursos-d'água utilizados para abastecimento público. Porém, no município de Paraibuna, cabe mencionar a existência de captação superficial no Rio Paraíba do Sul utilizado para consumo humano; este ponto está localizado na Área de Influência Indireta do empreendimento nas coordenadas UTM 7.412.930 / 432.878 (comunicação verbal

de Sr. Marcelo em 20/10/2011, responsável técnico da Estação de Tratamento de Água em Paraibuna).

Essas informações estão sintetizadas na **Tabela V.2.3.3-9**.

Tabela V.2.3.3-9 – Recursos hídricos principais utilizados para a captação de água municipal para consumo humano. Fonte: DAEE, Prefeituras Municipais e SABESP.

Município	Drenagem
São José dos Campos	Captação Subterrânea
Jambeiro	Captação Subterrânea
Paraibuna	Rio Paraíba do Sul e Captação Subterrânea
Caraguatatuba	Rio Claro, Rio Moococa, Rio Guaxinduba e Rio Tourinos

Com base nas **Tabelas V.2.3.3-8 e V.2.3.3-9**, assim como na **Tabela V.2.3.3-2**, foram selecionados 17 pontos de amostragem de água superficial e sedimentos, coleta essa realizada em 2009, com o intuito de verificar a qualidade das principais drenagens que serão afetadas direta ou indiretamente pela travessia dos dutos.

A **Tabela V.2.3.3-10** descreve os pontos de amostragem, coordenadas em UTM, UGRHI e município, bem como o enquadramento do corpo hídrico. A localização desses corpos d'água pode ser visualizada no **Mapa 02 – Mapa de Recursos Hídricos da All** constante no **Volume III** deste EIA.

Tabela V.2.3.3-10 – Descrição dos pontos de amostragem.

Ponto	Drenagem	Município	Classe	(Coordenadas UTM)	UGRHI
1	Rio Alambari	São José dos Campos	2	7.433.007/ 416.621	2
2	Rio Varadouro	Jambeiro	2	7.426.183/ 421.505	2
3	Córrego São João	Jambeiro	2	7.424.254/ 422.401	2
4	Rio Capivari	Jambeiro	2	7.422.700/ 422.361	2
5	Rio do Pantanhão	Jambeiro	2	7.419.586/ 424.030	2
6	Represa (Santa Branca)	Jambeiro/ Paraibuna	1	7.417.418/ 424.462	2
7	Córrego Santo Antônio	Paraibuna	1	7.415.973/ 425.120	2
8	Córrego Maria Azul	Paraibuna	1	7.412.173/ 427.795	2
9	Ribeirão Fartura	Paraibuna	2	7.407.569/ 431.518	2
10	Córrego Espírito Santo	Paraibuna	2	7.405.966/ 432.993	2
11	Ribeirão Lajeado	Paraibuna	2	7.402.838/ 451.172	2
12	Ribeirão Claro	Paraibuna	2	7.401.341/ 436.561	2
13	Ribeirão Cedro	Paraibuna	2	7.395.390/ 437.366	2
14	Rio São Lourenço	Paraibuna	2	7.393.525/ 438.261	2
15	Ribeirão dos Prazeres	Paraibuna	2	7.390.619/ 440.506	2
16	Ribeirão Pau d'alho	Caraguatatuba	1	7.385.220/ 447.129	3
17	Rio Camburu	Caraguatatuba	1	7.383.660/ 449.200	3

As **Fotos V.2.3.3-1 a V.2.3.3-7** ilustram algumas das drenagens onde foram realizadas coletas de água superficial e sedimento em 2009.



Foto V.2.3.3-1 – Ribeirão Alambari próximo à serra do Jambeiro. Coordenadas UTM: 7.427.894 / 419.777. Município de São José dos Campos.



Foto V.2.3.3-2 – Represa Santa Branca, entre as estacas 46km+500m e 47km+500m. Coordenadas UTM: 7.416.920 / 424.074. Município de Paraibuna.



Foto V.2.3.3-3 – Várzea do córrego Espírito Santo, afluente do ribeirão do Lageado, na região do cruzamento com a faixa dos dutos OCVAP I e II. Coordenadas UTM: 7.405.936 / 432.954. Município de Paraibuna.



Foto V.2.3.3-4 – Várzea do ribeirão do Cedro no cruzamento com a faixa na altura da estaca 18km. Coordenadas UTM: 7.395.327 / 437.438, lateral à Rodovia Alfredo Rolim de Moura (SP-88). Bairro do Cedro. Município de Paraibuna.



Foto V.2.3.3-5 – Vista de afluente da margem direita do rio Lourenço Velho na região de encontro com o remanso da represa de Paraibuna, no local de cruzamento da faixa na estaca 14km.
Coordenadas UTM: 7.392.134 / 439.481.
Município de Paraibuna.



Foto V.2.3.3-6 – Rio Camburu.
Coordenadas UTM: 7.382.912 / 450.811,9.
Município de Caraguatatuba.

A coleta foi realizada em março de 2009, sendo que a amostragem de água foi realizada com o auxílio de um coletor de inox de 1 Litro (**Figura V.2.3.3-7**). 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 12**.

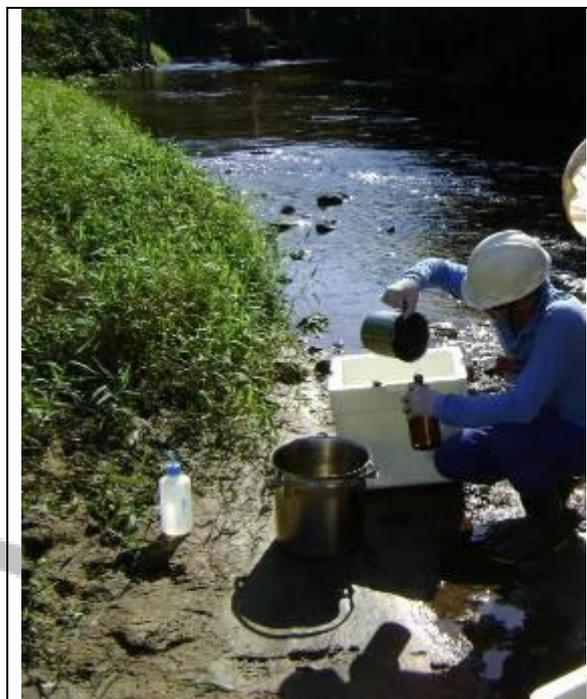


Foto V.2.3.3-7 – Coleta de Amostra de Água Superficial.

A **Tabela V.2.3.3-11** apresenta os parâmetros analisados para água superficial e os laudos das análises são apresentados no **Anexo 13**.

Tabela V.2.3.3-11 – 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
fenóis
Metais (arsênio, Bário, Cádmiu, Cromo, Cobre, Ferro, Níquel, Chumbo, Zinco, Vanádio)
Merúrio
BTEX
TPH fracionado
Coliformes fecais
Clorofila a

A coleta de sedimento foi realizada no mesmo período que a amostragem de água e nos mesmos pontos.

Foi utilizada uma draga de aço inox para coletar o sedimento (**Foto V.2.3.3-8**). As amostras de sedimento foram acondicionadas em gelo até o momento de sua análise. A coleta e análise dessas amostras foram realizadas pelo mesmo laboratório que realizou a coleta de água.



Foto V.2.3.3-8 – Amostragem de sedimento com auxílio do pegador do tipo Van Veen.

A **Tabela V.2.3.3-12** apresenta os parâmetros analisados para o sedimento e os laudos das análises são apresentados no **Anexo 13**.

Tabela V.2.3.3-12 – Parâmetros analisados para as amostras de sedimento.

Sedimento
óleos e graxas
amônia
nitrito
nitrito
fosfatos
fenóis
Metais (arsênio, Bário, Cádmiu, Cromo, Cobre, Ferro, Níquel, Chumbo, Zinco, Vanádio)
Mercúrio
BTEX
TPH fracionado

O **Mapa 02 – Mapa de Recursos Hídricos** apresentado no **Volume III** mostra a localização dos pontos de amostragem bem como os parâmetros que apresentaram não conformidade para os valores orientadores do CONAMA 357/05.

Conforme se pode observar no mapa, o maior desenquadramento se deve à concentração de oxigênio dissolvido e pH. Coliformes fecais acima do proposto pela Resolução 357/05 foi observado no Rio Alambari (ponto 1) e Rio do Pantanhão (ponto 5), indicando assim a presença de esgotos, corroborando assim, com os resultados observados no relatório da CETESB (2009).

Quanto aos resultados observados para sedimento apresentados nos laudos (**Anexo 13**), pode-se afirmar que nenhum composto apresentou concentrações acima dos valores propostos pela Resolução 344/04.

Cabe destacar que, apesar desta Resolução tratar sobre caracterização do material a ser dragado, esta adota valores de qualidade para lançamento e, como o Brasil não possui legislação específica para qualidade do sedimento, tal resolução foi adotada.

Durante o sobrevôo realizado no dia 16/08/2011 para caracterização dos pontos notáveis, foram observados possíveis fontes poluidoras que podem participar negativamente para a manutenção da qualidade da água.

Dentre estas, destaca-se a ocorrência de áreas com uso pecuário (criação de bovinos), na qual pode ocorrer o transporte e drenagem de fezes de gado para corpos d'água próximos às pastagens. Foi verificada ainda a ocorrência de atividade de suinicultura próxima à faixa, considerada uma atividade de grande potencial poluidor, face ao elevado número de contaminantes contidos nos seus efluentes, podendo ocasionar a degradação dos recursos hídricos nas proximidades.

Também foi possível observar que a integridade da faixa é mantida por diversos mecanismos de contenção de processos erosivos e contenção de taludes, o que contribui para diminuir a velocidade de escoamento superficial. Apesar de não ser fonte de poluição direta, estas medidas evitam a instalação de possíveis processos de assoreamento nos corpos hídricos e consequente alteração de sua qualidade ambiental.

Cabe mencionar a presença antrópica com residências esparsas em todo traçado e mais concentrado nas proximidades do município de São José dos Campos, com maior adensamento populacional. A presença de residências próxima à faixa não indica necessariamente uma fonte de poluição direta, porém sugere de modo conservador a possível presença de fossas “negras” e mesmo a disposição irregular de resíduos e lixo próximos aos recursos hídricos.

As **Fotos V.2.3.3-9 a V.2.3.3-12** ilustram as situações supra mencionadas com relação às fontes poluidoras destacadas.



Foto V.2.3.3-9 – Vista de pastagem para criação de bovinos, próximo ao Km 20 da Faixa. Coordenadas UTM: 7.396.576 / 437.849. Município de Paraibuna.



Foto V.2.3.3-10 – Vista para área com atividade de suinicultura, próximo ao Km 51 da Faixa. Coordenadas UTM: 7.421.251 / 423.811. Município de Jambeiro.



Foto V.2.3.3-11 – Vista para área com mecanismo de contenção de processo erosivo e conformação de talude, altura do Km 23 da Faixa. Coordenadas UTM: 7.399.331 / 437.212. Município de Paraibuna.



Foto V.2.3.3 -12– Vista para área com presença de residências, próximo ao Km 67 da Faixa. Coordenadas UTM: 7.432.250 / 416.899. Município de São José dos Campos.

V.2.4 – Hidrogeologia

As áreas de influência do traçado dos dutos abrigam aquíferos superficiais ou freáticos instalados nos coluviões, aluviões e solos residuais; o Aquífero Taubaté na bacia de mesmo nome; o Aquífero Litorâneo na baixada litorânea, e o Aquífero pré-Cambriano ou Cristalino, instalado no maciço rochoso fraturado.

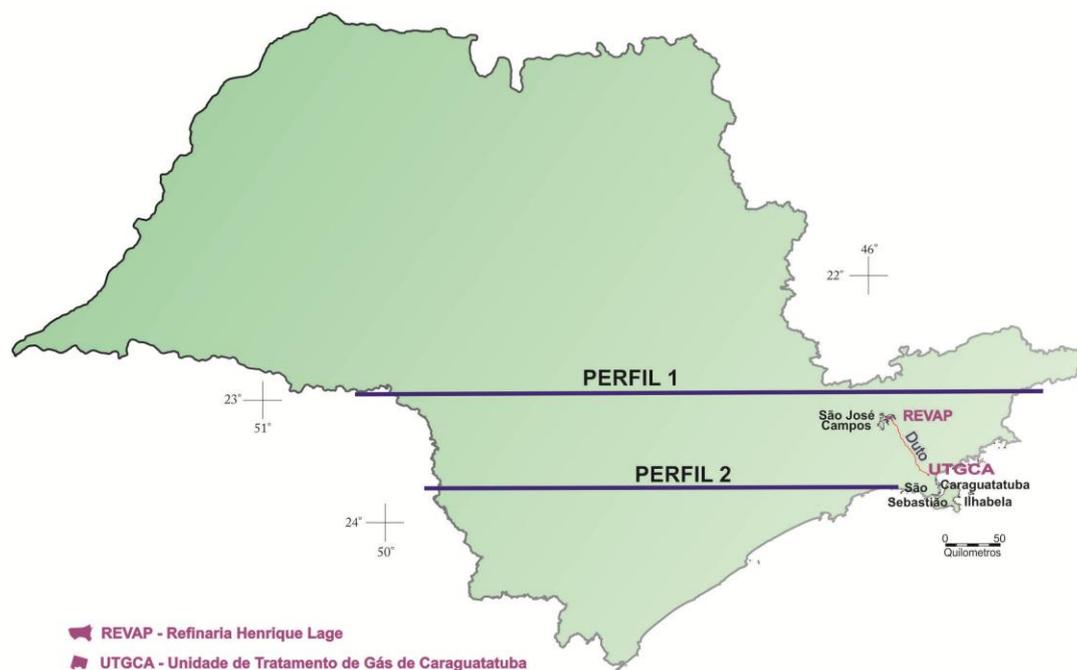
Devido à pequena profundidade de sua superfície livre, os aquíferos freáticos são explorados, via-de-regra, por meio de poços e cacimbas, utilizando-se balde com ou sem carretilha ou bombas de recalque. Eventualmente, em função da profundidade do nível d'água estático e das vazões de exploração, são utilizadas bombas submersas em poços tubulares profundos. Os aquíferos Taubaté, litorâneo e cristalino são explorados por meio de poços tubulares profundos e raramente por

poços superficiais (DAEE/ IG/ IPT/ CPRM, 2005). A **Figura V.2.4-1** apresenta as principais unidades aquíferas do Estado de São Paulo.



Figura V.2.4-1 – Principais unidades aquíferas do Estado de São Paulo. Fonte: Iritani & Ezaki, 2008.

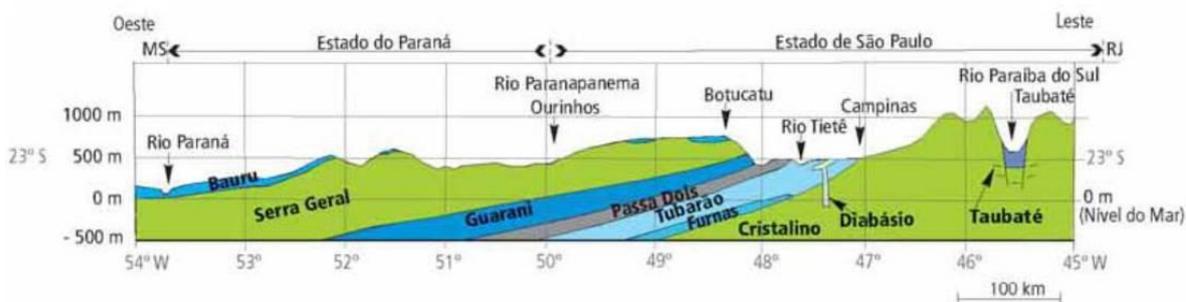
As **Figuras V.2.4-2** e **V.2.4-3** indicam respectivamente a localização dos perfis hidrogeológicos bem como os perfis esquemáticos.



Fonte: Relatório de Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo - SMA/IG - Agosto 2008

Figura V.2.4-2 – Localização dos Perfis Hidrogeológicos Esquemáticos. Fonte: Relatório de Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo – SMA/IG – Ago 2008 apud Iritani & Ezaki, 2008.

Perfil Esquemático 1 dos Aquíferos do Estado de São Paulo



Perfil Esquemático 2 dos Aquíferos do Estado de São Paulo

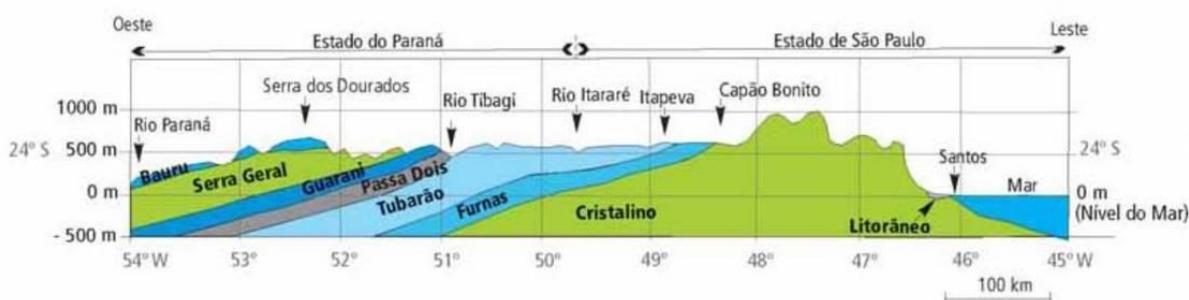


Figura V.2.4-3 – Perfis esquemáticos dos Aquíferos do Estado de São Paulo. Fonte: Iritani & Ezaki, 2008.

• Aquíferos Freáticos

Os aquíferos superficiais ou freáticos são os de maior interesse para o empreendimento, devido à pequena profundidade da sua superfície piezométrica, e constituem uma unidade hidrogeológica com extensão limitada, permeável por porosidade granular, livre e descontínua. Como esse sistema não possui caráter regional, suas características se associam às formas de ocorrência e natureza locais dos sedimentos ou solos residuais que a compõem.

A forma da superfície superior da zona de saturação é chamada superfície do lençol freático e depende da topografia do terreno, tendendo, em parte, a acompanhar a conformação do relevo. Na superfície do lençol, a água contida nos poros do aquífero se encontra sob pressão atmosférica, de forma semelhante a um reservatório ao ar livre.

A pressão hidráulica em qualquer ponto desses aquíferos corresponde à altura da coluna d'água em metros, desde sua superfície livre até o ponto em questão. Quando um poço atinge o lençol freático, o nível estático da água no poço perfurado corresponde à superfície livre do aquífero. Essa superfície não é estática, subindo quando a zona de saturação recebe mais água de infiltração vertical e descendo nos períodos de estiagem.

A presença de camadas de solo menos permeável – como argilas nos aluviões e intercalações de faixas mais argilosas nos solos residuais – sobre camadas mais

permeáveis, pode imprimir regime artesianos aos aquíferos, “levantando” sua superfície, ou criar aquíferos secundários ditos “suspensos” ou “empoleirados”.

A recarga desses aquíferos é feita, predominantemente, por infiltração vertical nos altos topográficos. A água atravessa a zona de aeração e se acumula na zona de saturação, ambas governadas pelas características locais dos solos e condições do relevo, que também controlam o escoamento subterrâneo. Sua descarga se dá nas nascentes perenes ou intermitentes, córregos e rios. Nas escarpas da serra a descarga se dá nas nascentes, córregos e ribeirões, e nos rios que recortam a faixa litorânea.

Com base nas características do meio físico natural e modificado da bacia do rio Paraíba do Sul – representadas pelas suas diferentes litologias, estruturas geológicas, relevo, tipos de solos, seu uso, ocupação e cobertura, e pluviosidade – Soares *et al.* (2008) mapearam as áreas com maior ou menor potencial de infiltração na região, as quais podem ser visualizadas na **Figura V.2.4-4**.

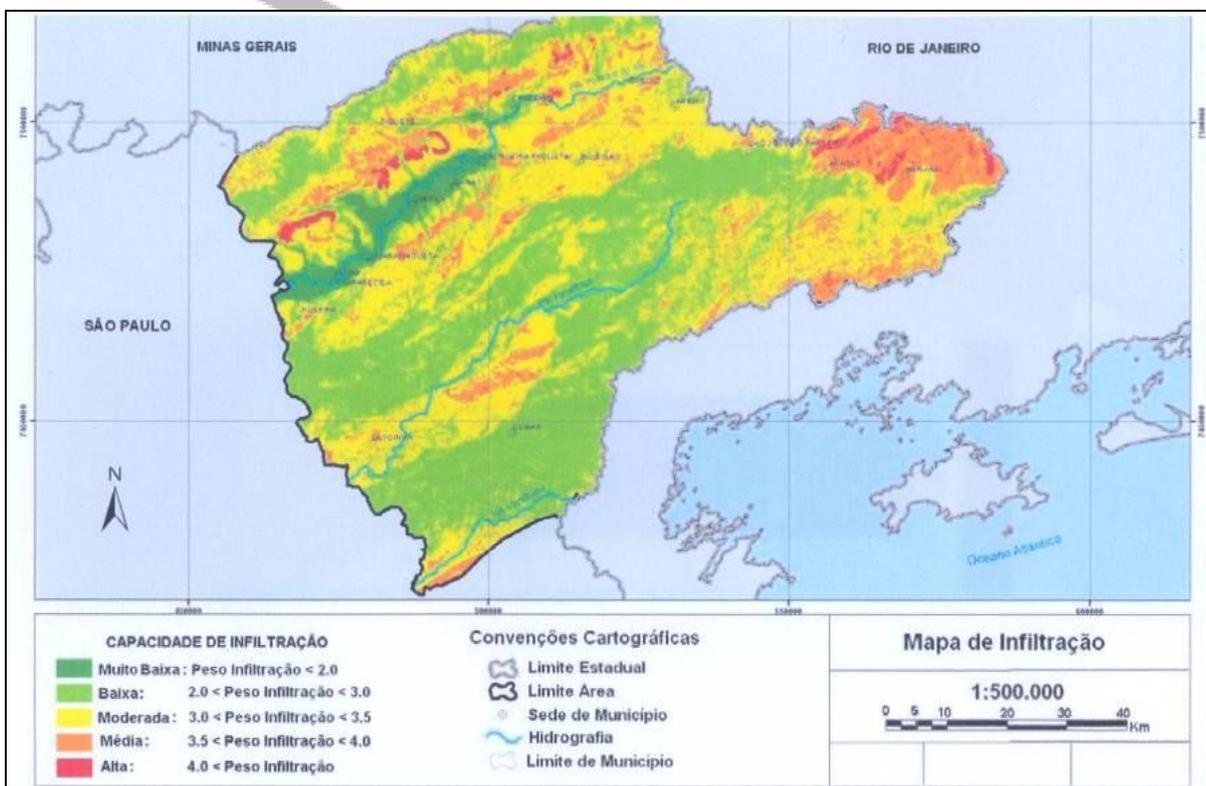


Figura V.2.4-4 – Mapa de Potencialidade de Infiltração, em que as porções identificadas em vermelho representam as áreas com maior potencial para infiltração. Fonte: Soares *et al.* (2008).

As áreas que mais podem contribuir para a recarga dos aquíferos freáticos, pela sua boa capacidade de infiltração, ocorrem de forma fragmentada na bacia. São as que possuem cobertura de mata, embora apresentem condições físicas menos favoráveis como relevo de serra, cambissolos e pluviometria média. Nas regiões centro-sul e norte, com índices pluviométricos relativamente baixos, o predomínio de morros, morrotes, colinas, baixas declividades, latossolos vermelho-amarelos e

presença de rochas granitóides muito fraturadas emprestam boa capacidade de infiltração a essas regiões.

Por outro lado, o interior da bacia apresenta áreas menos favoráveis à infiltração nos seus extremos sul e norte, na sua porção noroeste e ao longo de uma faixa SW-NE. Essas regiões são dominadas pela Serra da Mantiqueira e Serra do Quebra Cangalha, com declividades relativamente elevadas, baixa pluviosidade e latossolos gradando para cambissolos, e pela planície aluvial do rio Paraíba do Sul, com gleissolos pouco permeáveis ricos em argilas e matéria orgânica.

No entorno dos rios, os aquíferos superficiais instalados nos coluviões, sedimentos quaternários e solos residuais sofrem influência direta desses corpos-d'água. A franja capilar sobre os aquíferos é mais bem definida, as oscilações da superfície freática tendem a acompanhar as flutuações dos seus níveis d'água, e pode haver recarga quando o regime é influente, ou descarga quando é efluente. Nos sedimentos marinhos litorâneos, a influência do mar é semelhante, mas com maior intensidade.

Nas escarpas da serra, os aquíferos superficiais ocupam os solos residuais e, eventualmente, pequenos corpos aluviais de natureza granular. Como as espessuras de solo são reduzidas e a topografia é muito íngreme, esses aquíferos têm sua capacidade de armazenamento limitada pelo topo do maciço rochoso e pelos elevados gradientes hidráulicos. A direção de fluxo das águas subterrâneas acompanha a topografia local – com o contato solo-rocha atuando como caminho preferencial de percolação – até seu afloramento em nascentes formadas por estruturas permeáveis ou em locais de pequena espessura de solo. Sua capacidade de exploração é baixa, sendo mais ou menos reduzida em função da extensão e declividade das áreas de recarga.

Nas encostas e regiões mais elevadas, com ocorrência de coluviões e solos residuais, os aquíferos superficiais podem ser interceptados por poços domésticos ou cacimbas a profundidades de menos de 2m a mais de 15m. Nos corpos aluviais maiores, presentes nos fundos dos vales, esses aquíferos são sub-aflorantes a aflorantes, o mesmo podendo ocorrer nos pontos mais baixos das encostas, onde formam nascentes intermitentes. Nos pontos elevados pode estar ausente ou se instalar de forma transitória nos períodos chuvosos.

Na faixa litorânea, os aquíferos superficiais se encontram sub-aflorantes a aflorantes, e se encontram instalados nos sedimentos flúvio-marinhos e marinhos. Desenvolvem-se até cerca de 25m a 30m de profundidade e são caracterizados por águas de elevada condutividade elétrica, por conter sais dissolvidos e ser de natureza salobra.

Apresentam baixa capacidade de exploração, evidenciada por valores de vazão que raramente ultrapassam $10\text{m}^3/\text{h}$, e baixa condutividade hidráulica e transmissividade, características de materiais argilosos. Com uma porosidade efetiva (n_e) média estimada de 20%, obtida experimentalmente para sedimentos silto-argilosos (Fetter, 1994), estima-se uma velocidade de fluxo em torno de 12m/ano para as águas subterrâneas desses aquíferos.

O regime de fluxo se dá localmente, pela infiltração das águas das chuvas e das marés de cheias sobre a planície, e a recarga se dá de forma principalmente difusa, pela infiltração das águas salinas durante a fase de maré cheia, o que imprime, às suas águas, elevados teores de cloretos. Em função das variações de nível das marés, a superfície dos aquíferos apresenta oscilações na vertical, sendo maior essa influência quanto mais próxima das águas dos braços de mar e mais permeável o material do depósito aluvial.

Informação obtida via Internet, da base de dados SIAGAS do Serviço Geológico do Brasil – CPRM, sobre a posição do nível-d'água na All, indicaram o cadastro de 217 poços, dos quais 27 poços não têm registro de dados (12,4%); 14 apresentam nível-d'água entre 1,0m e 10,0m (6,4%); 28 apresentam nível-d'água entre 11,0m e 20,0m (12,9%), e 148 possuem níveis-d'água mais profundos que 20,0m (68,3%).

De modo geral, a superfície freática se encontra entre 1,0m e 20,0m de profundidade, ou mesmo aflorante nas planícies aluviais e flúvio-marinhas, ressaltando-se que o nível estático medido em poços profundos perfurados em sistemas aquíferos porosos pode estar relacionado com a unidade litoestratigráfica que está sendo bombeada, não tendo relação com o nível do lençol freático.

Considerando-se que, de modo geral, os dutos serão implantados a pequenas profundidades, seu assentamento será feito em áreas muitas vezes sujeitas a flutuações da superfície freática no subsolo, ou inundações, ficando parcialmente ou totalmente submerso. Nas áreas das planícies aluviais dos córregos, rios e reservatórios, e baixada litorânea, de cotas mais baixas, sujeitas à ocorrência de inundações, ficando parcialmente ou totalmente submersas, os dutos estarão sujeitos a empuxos de intensidades variáveis, com possibilidade de movimentação ascendente, e a processos de corrosão e colapso de solos porosos e muito estruturados presentes nas suas fundações.

• **Aquífero Taubaté**

O Aquífero Taubaté se desenvolve no vale do rio Paraíba do Sul, abrigado pelos sedimentos da Bacia de Taubaté, com forma alongada de 168km de comprimento por 20km de largura, ocupando uma área aproximada de 2.340km².

O Grupo Taubaté compreende a Formação Resende, de arenitos, conglomerados, diamictitos e lamitos; Formação Tremembé, de argilitos, folhelhos, margas e calcários dolomíticos, e Formação São Paulo, de arenitos, argilitos, siltitos e arenitos conglomeráticos. Sobrepostos ao Grupo Taubaté, ocorrem os sedimentos da Formação Pindamonhangaba, de arenitos, conglomerados, argilitos e siltitos, e depósitos aluviais e coluviais quaternários (Riccomini, 1989 & Mancini, 1995).

O aquífero ocupa as porções sudoeste e nordeste da bacia, separadas por um compartimento de sedimentos representados, principalmente, por argilitos e folhelhos, pouco permeável e com características de aquioclude, onde se localizam as cidades de Taubaté, Tremembé e Pindamonhangaba. Como resultado de seus ambientes deposicionais, é do tipo multicamadas, com alternância de camadas arenosas ou aquíferas e argilosas ou confinantes (DAEE, 1979).

Apresenta-se, principalmente, livre ou pouco confinado, observando-se poucas áreas sob pressão, e sua espessura saturada varia entre 200m e 300m na área central da bacia. As cotas potenciométricas variam de 600m, nos limites da bacia, a 550m nas proximidades do rio Paraíba do Sul, principal área de descarga natural das águas do aquífero. A recarga é feita em toda a área sedimentar, e o regime de fluxo principal das águas subterrâneas, se dá no sentido da descarga do aquífero.

Soares *et al.* (2008) mapearam as áreas com maior potencial de infiltração na bacia do rio Paraíba do Sul, conforme se observa na **Figura V.2.4-4**. São aquelas que apresentam cobertura de mata, ocorrem de forma fragmentada na bacia e se encontram no domínio das rochas do cristalino, devendo sua contribuição para a recarga do Aquífero Taubaté ser feita apenas através de estruturas geológicas regionais. A principal forma de recarga do aquífero se dá por infiltração direta nas áreas de ocorrência de arenitos da Formação Resende, e das unidades sobrepostas representadas por arenitos da Formação Pindamonhangaba e depósitos aluviais e coluviais.

A condutividade hidráulica (K) do aquífero varia de 0,01m/dia a 4,66m/dia, com valores superiores a 1,00m/dia na região de Lorena e acima de 3,00m/d no eixo das cidades de Jacareí, São José dos Campos e Caçapava. As vazões nas regiões do eixo Jacareí-São José dos Campos, Caçapava, Lorena e Guaratinguetá – consideradas as mais promissoras para a exploração das águas subterrâneas – situam-se entre 80m³/h e 120m³/h, sendo inferiores a 10m³/h no restante da bacia (DAEE / IG / IPT / CPRM, 2005).

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 (DAEE, 1977). Apresentam temperaturas médias entre 22°C e 24°C, atingindo excepcionalmente extremos de 19°C e 49°C.

O pH das águas subterrâneas varia de 4,5 a 8,5 (SZIKSZAY, 1980), enquanto os valores de sólidos totais dissolvidos apresentam média de 170mg/L, com valor mínimo de 19mg/L e máximo de 1272mg/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% são bicarbonatadas sódicas, e apresentam anomalias hidroquímicas com valores pontuais excessivos de fluoreto, sulfato e cloretos.

As águas do aquífero apresentam, portanto, 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. São do tipo bicarbonatadas cálcicas e bicarbonatadas sódicas, em função da natureza dos sedimentos.

Por se tratar de um aquífero compartimentado, do tipo multicamadas e predominantemente profundo, o Aquífero Taubaté não será impactado ou terá qualquer influência sobre o duto. Nas áreas onde apresenta a superfície livre

eventualmente próxima à superfície do terreno, sua presença e comportamento se confundem com o freático local, sendo considerado no contexto do aquífero freático.

- **Aquífero Litorâneo**

Esse aquífero se distribui irregularmente ao longo da costa, segmentado pelas rochas do embasamento pré-Cambriano, desde a região de Cananéia até a região de Caraguatatuba e Ubatuba, podendo se apresentar na forma de bolsões isolados ou faixas com extensão de até 70km, como na foz do rio Ribeira de Iguape. Encontra-se abrigado nos sedimentos da baixada litorânea, representados pelas Formações Pariquera Açu e Cananéia, e depósitos quaternários, com espessuras que podem ultrapassar 167m (Sugio & Martin, 1978).

Trata-se de unidade aquífera de porosidade granular, livre, extensão limitada e transmissividade média a elevada, e segundo o DAEE / IG / IPT / CPRM (2005), sua base se encontra entre 50m e 200m abaixo do nível do mar, com a superfície potenciométrica variando entre 0m e 20m. As espessuras dos pacotes variam desde poucos metros até mais de 167 m, sem atingir o embasamento pré-Cambriano.

As camadas de areia, entre as camadas argilosas e siltosas, formam aquíferos lenticulares, e cada subdivisão da baixada litorânea tem regimes hidrológicos independentes. A influência oceânica é marcada pela presença de canais de maré e braços de mar que causam intrusão de águas salobras ou da própria cunha salina nos aquíferos. A recarga se dá nas vertentes da serra, e a descarga ocorre na área costeira, com fluxo subterrâneo regional ascendente no sentido do mar.

Estudos realizados pela EMBRAPORT em 2003, para o licenciamento ambiental de seu futuro terminal portuário, e pela COSIPA em 2004, para o aprofundamento do Canal de Piaçaguera, permitiram a caracterização de um aquífero profundo instalado na base do pacote de sedimentos flúvio-lagunares, flúvio-marinhos e fluviais. Apresenta-se semi-confinado a confinado, instalado a partir de 30m de profundidade, até o limite com o embasamento cristalino.

O fluxo das águas subterrâneas, determinado por meio de piezômetros mais profundos, apresentou-se regional e ascendente, com semi-artesianismo determinado pelas altas cargas hidráulicas relacionadas à recarga proveniente da Serra do Mar e de morros isolados.

A produtividade é relativamente baixa, com vazões exploráveis inferiores a 10m³/h e de 10m³/h a 20m³/h, como ocorre em áreas restritas entre as cidades de Peruíbe e São Vicente. As águas são do tipo bicarbonatas sódicas ou cloretadas cálcicas, podendo apresentar elevados teores de ferro e cloreto, por influência da cunha salina (DAEE / IG / IPT / CPRM, 2005).

As águas do Aquífero Litorâneo apresentam temperaturas entre 23,5°C a 27,0°C e pH de 6,90 a 8,14. Os teores salinos situam-se na faixa de 150mg/L a 200mg/L, e os tipos químicos predominantes são de águas bicarbonatadas sódicas e, secundariamente, cloretadas cálcicas (DAEE, 1979 e CAMPOS, 1993). O ferro total é o elemento químico mais restritivo, apresentando média de 1,39mg/L, porém isso

pode ser facilmente corrigido por técnicas simples de aeração (DAEE, 1979). A maioria dos poços apresenta salinidade abaixo do padrão de 1.000mg/L, sendo maior na região de Santos-Cubatão, onde o cloreto está acima de 250mg/L, indicando contaminação pela cunha salina.

Com o escoamento das águas subterrâneas no sentido do mar, forma-se uma interface entre a água doce e a água salgada, por equilíbrio hidrodinâmico, denominada cunha salina. A influência dessa cunha na qualidade da água varia com a forma e a distância da linha da costa, sendo maior orla marinha, onde o abastecimento de água por poços profundos é limitado pela distância da linha de costa, número de poços e vazões explotáveis.

Pelas suas elevadas profundidades, o Aquífero Litorâneo não será impactado pelo duto. Nos trechos onde se apresentar aflorante ou próximo à superfície do terreno, será considerado no contexto do aquífero freático.

- **Aquífero Cristalino**

O aquífero pré-Cambriano ou Cristalino se encontra instalado no maciço rochoso cristalino, abaixo dos aquíferos freáticos. Como a porosidade primária das rochas é quase nula, conferindo a elas uma permeabilidade extremamente baixa, trata-se de um aquífero de meio fraturado, pois o armazenamento e a circulação da água se dão nas estruturas geológicas representadas, principalmente, pelas fraturas.

No meio fraturado, as fraturas do tipo compressional e de cisalhamento se apresentam fechadas, possuindo pouca ou nenhuma capacidade de condução e armazenamento de água. As fraturas do tipo distensional são formadas por alívio de tensões e esforços tectônicos de tração, sendo abertas e, portanto, as formadoras do sistema aquífero.

As fraturas distensionais de alívio de tensões se desenvolvem paralelamente ao topo do maciço rochoso, sendo sua origem associada aos processos de intemperismo, que transformam as rochas em solo, reduzindo sua densidade, e à erosão, pela remoção de massa do manto de alteração, reduzindo as cargas aplicadas sobre o maciço. Sua ocorrência, frequência e abertura são maiores na superfície do maciço rochoso e tendem a diminuir com a profundidade até se extinguir por completo nos níveis onde as tensões atuantes se mantêm preservadas.

Fraturas distensionais de origem tectônica são formadas por esforços de tração associados a falhamentos e dobramentos, sendo sua ocorrência, frequência e abertura condicionadas pela distribuição das tensões no maciço rochoso e sua distância em relação às maiores concentrações de esforços. Ocorrem desde a superfície do terreno até as regiões mais profundas do maciço.

As escarpas da serra representam a área de recarga deste aquífero, e a faixa litorânea que margeia o Oceano Atlântico corresponde à sua área de descarga. A interação entre as águas do aquífero e o oceano se dá através de processos de natureza advectiva e efusiva, gerando a chamada cunha salina na zona de mistura entre as águas salinas e as não salinas.

Os solos residuais formados sobre o maciço rochoso, bem como os depósitos de aluviões e coluviões, armazenam volumes de água que contribuem para a recarga do meio fraturado subjacente. Do mesmo modo, as linhas de drenagem encaixadas em fraturas e diáclases são fundamentais, juntamente com as aluviões a elas associadas, para a alimentação do aquífero cristalino.

O mapeamento da bacia do rio Paraíba do Sul realizado por Soares *et al.* (2008) com base na litologia, estruturas geológicas, relevo, tipos de solos, uso, ocupação, cobertura e pluviosidade indica as áreas com maior potencial de infiltração, onde pode se dar a maior contribuição para a recarga do aquífero cristalino na região. Essas áreas ocorrem de forma fragmentada na bacia e apresentam relevo de serra, cambissolos e cobertura de mata. Também ocorrem nas regiões centro-sul e norte, com o predomínio de morros, morrotes, colinas, baixas declividades, latossolos vermelho-amarelos e presença de rochas granitóides muito fraturadas.

Quanto à potencialidade deste aquífero, poços instalados em rochas metamórficas e granitos podem produzir entre 1m³/h e 23m³/h de água de boa qualidade, sendo mais produtivos os poços em gnaisses e menos produtivos os poços em granitos.

Pelas pequenas profundidades de implantação do duto, o aquífero cristalino poderá ser interceptado, eventualmente, apenas nas áreas onde sua superfície livre se encontrar aflorante ou muito próxima à superfície do terreno, confundindo-se com o aquífero freático local. Nesses casos estará sujeito às condições de regime locais, e não regionais, e será considerado no contexto do aquífero superficial.

V.2.4.1 – Vulnerabilidade Natural dos Aquíferos

A partir da década de 70 tem-se acentuado o desenvolvimento da exploração de águas subterrâneas no Brasil. Estima-se hoje a existência de 200.000 poços tubulares ativos (além de milhões de poços rasos, escavados), que fornecem água para os diversos fins, sobretudo para o abastecimento urbano. Centenas de núcleos urbanos de porte variado são hoje supridos exclusivamente por água subterrânea (IG/CETESB/DAEE, 1997).

A utilização dos recursos hídricos subterrâneos tende a aumentar nos próximos anos, tanto pelas necessidades decorrentes do aumento da concentração demográfica e da expansão econômica, como pelas relativas vantagens sobre as águas superficiais. Todavia, a situação atual da exploração é marcada por uma visão imediatista de uso do recurso, prevalecendo o descontrole e a falta de mecanismos legais e normativos (IG/CETESB/DAEE, 1997).

O principal estudo de vulnerabilidade natural dos aquíferos do Estado de São Paulo foi desenvolvido por IG/CETESB/DAEE no Mapeamento da Vulnerabilidade e Risco de Poluição das Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo (1997), utilizando como sistema de avaliação a proposta metodológica de Foster *et al.* (1988), e subsidiará o estudo da área de escopo deste EIA. Esse sistema foi aplicado em caráter expedito, utilizando-se dados e levantamentos existentes, de modo a compor o mapa de vulnerabilidade em nível de reconhecimento regional, apresentado na escala 1:1.000.000. O estudo sugere que o tratamento relativo à vulnerabilidade

natural de tais aquíferos seja pensado em linhas gerais de proteção, voltados para o ponto de captação e para as condições geológicas locais da obra (IG/CETESB/DAEE, 1997).

A caracterização mais aproximada da idéia de risco de poluição das águas subterrâneas consiste na associação e interação da vulnerabilidade natural do aquífero com a carga poluidora aplicada no solo ou em subsuperfície (**Figura V.2.4.1-1**) (IG/CETESB/DAEE, 1997).

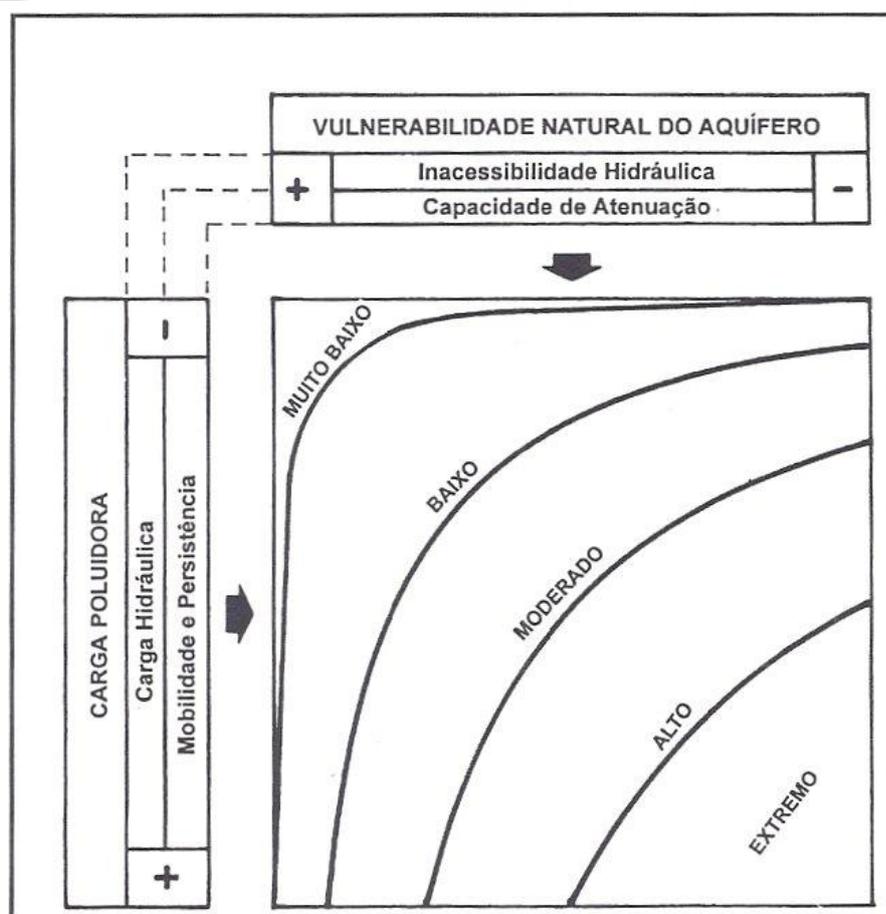


Figura V.2.4.1-1 – Esquema Conceitual do Risco de Contaminação da Água Subterrânea. Fonte: IG/CETESB/DAEE, 1997.

De acordo com o esquema da **Figura V.2.4.1-1**, pode-se configurar uma situação de alta vulnerabilidade, porém, sem risco de contaminação se não existir carga poluidora significativa, ou vice-versa. A carga poluidora pode ser controlada ou modificada; mas o mesmo não ocorre com a vulnerabilidade natural, que é uma propriedade intrínseca do aquífero (IG/CETESB/DAEE, 1997).

A vulnerabilidade de um aquífero significa sua maior ou menor suscetibilidade de ser afetado por uma carga poluidora. De acordo com a **Figura V.2.4.1-1**, a caracterização da vulnerabilidade do aquífero pode ser melhor expressa por meio dos seguintes fatores (IG/CETESB/DAEE, 1997):

- Acessibilidade da zona saturada à penetração de poluentes; e
- Capacidade de atenuação, resultante de retenção físico-química ou de reação de poluentes.

Estes dois fatores naturais são passíveis de interação com os elementos característicos da carga poluidora, a saber (IG/CETESB/DAEE, 1997):

- O modo de disposição no solo ou em subsuperfície; e
- A mobilidade físico-química e a persistência do poluente.

Destarte, os componentes da vulnerabilidade de um aquífero não são diretamente mensuráveis, mas, sim, determinados por meio de combinações de outros fatores. Além disso, dados referentes a vários fatores não podem ser facilmente estimados ou não estão disponíveis, o que obriga, na prática, a uma redução e simplificação da lista de parâmetros requeridos. No limite, a lista de parâmetros disponíveis ficará reduzida a três, a saber, (IG/CETESB/DAEE, 1997):

- O tipo de ocorrência da água subterrânea (ou a condição do aquífero);
- As características dos estratos acima da zona saturada, em termos de grau de consolidação e tipo litológico; e
- A profundidade do nível da água.

O método empírico (Foster, 1987), proposto para a avaliação da vulnerabilidade natural do aquífero, engloba sucessivamente esses três fatores (**Figura V.2.4.1-2**) (IG/CETESB/DAEE, 1997).

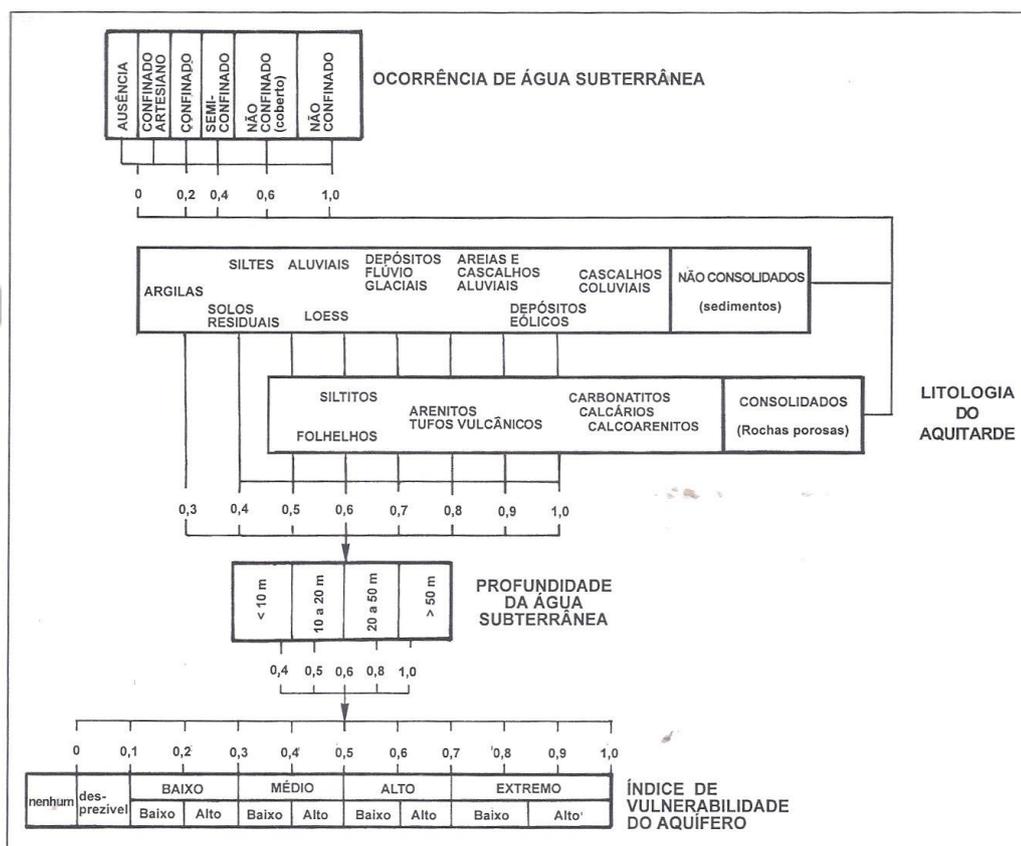


Figura V.2.4.1-2 – Sistema de avaliação do índice de vulnerabilidade natural do aquífero. Fonte: IG/CETESB/DAEE, 1997.

A cartografia da vulnerabilidade desenvolvida no estudo do IG/CETESB/DAEE (1997) utilizou-se do método proposto (**Figura V.2.4.1-2**), com pequenas adaptações. O tipo de ocorrência da água subterrânea (modelo de circulação da água no aquífero) foi obtido a partir dos estudos regionais desenvolvidos pelo DAEE e estudos locais de detalhe (IG, 1989, 1990, 1991 e 1993).

As características dos estratos acima da zona saturada foram retirados do Mapa Geológico do Estado de São Paulo (IPT, 1981), na escala 1:500.000. O projeto da Carta Hidrogeológica do Estado (DAEE, em preparação na época do estudo), selecionando poços com informações geológicas e hidráulicas confiáveis, permitiu compor uma rede de informações onde, com base em um mapa topográfico na escala 1:500.000, foi possível traçar linhas de isopropriedade da água subterrânea (IG/CETESB/DAEE, 1997).

O cruzamento das três informações foi plotado em um mapa, definindo-se as zonas de índices relativos de vulnerabilidade natural dos aquíferos. A gradação se estendeu de índices Baixo, Médio e Alto, subdivididos em dois subníveis (alto e baixo), definindo seis classes (IG/CETESB/DAEE, 1997).

A área mapeada se restringiu aos sedimentos da Bacia do Paraná e do Vale do Paraíba. Não foram consideradas a Bacia de São Paulo, pois apresenta intensa ocupação do solo, necessitando de uma escala de maior detalhamento, e as

formações litorâneas, uma vez que têm pequena importância relativa do recurso subterrâneo e escassez de informações disponíveis (IG/CETESB/DAEE, 1997).

A aplicação do método de vulnerabilidade não se estendeu aos domínios dos aquíferos cristalinos (embasamento cristalino pré-cambriano). Os principais motivos foram a baixa densidade de informações e a grande heterogeneidade hidráulica dessas unidades aquíferas que dificulta extrapolar níveis de água de um poço a outro, impossibilitando um zoneamento de profundidade de água (IG/CETESB/DAEE, 1997).

Carga Potencial Poluidora

O conceito de carga potencial poluidora refere-se à atividade humana que poderá vir a gerar uma poluição e alterar a qualidade das águas subterrâneas acima dos padrões de potabilidade definidos em lei (Portaria 518 – Ministério da Saúde, 2004). É, portanto, um conceito associado a risco e não indica que a atividade, no momento em que se realiza, esteja causando dano a um aquífero específico (IG/CETESB/DAEE, 1997).

Uma atividade classificada como de elevado perigo não significa necessariamente que seja agressiva ao meio ambiente, ou que não utilize modernas técnicas de tratamento de efluentes; pois na verdade, em muitos casos, o risco de geração de poluição está associado ao próprio manuseio de produtos perigosos, aos acidentes, aos vazamentos, entre outros (IG/CETESB/DAEE, 1997).

Descrição das Unidades Aquíferas

No Estado de São Paulo é possível dividir, em termos de circulação da água subterrânea, as unidades hidroestratigráficas em dois grandes grupos: aquífero sedimentar, onde a permeabilidade ocorre por porosidade granular, e aquífero fissurado, cuja permeabilidade se dá por descontinuidades rúpteis (IG/CETESB/DAEE, 1997).

As informações abaixo relacionadas foram baseadas nos estudos de águas subterrâneas do Departamento de Águas e Energia Elétrica (1972, 1974, 1976, 1979, 1982 e 1983) (IG/CETESB/DAEE, 1997).

Aquífero Fissurado

O aquífero fissurado é composto pelo Sistema Aquífero Cristalino (IG/CETESB/DAEE, 1997), a qual ocorre no maior trecho dos dutos OCVAP I e II, desde a Unidade de Tratamento de Gás Monteiro Lobato em Caraguatatuba - UTGCA (estaca 3km+400m) até as proximidades da Refinaria Henrique Lage (REVAP) em São José dos Campos (próximo à estaca 63km).

A unidade do aquífero fissurado se caracteriza, do ponto de vista hidrogeológico, por sua extensão regional e pelo caráter fissurado, descontínuo, heterogêneo e anisotrópico, comportando-se eventualmente como aquífero livre a semi-confinado (IG/CETESB/DAEE, 1997).

O Sistema Aquífero Cristalino estende-se por uma área de 53.400km² e ocupa toda a porção leste do Estado. Sua constituição litológica é bastante variada, compreendendo rochas ígneas (granitóides) e metamórficas (metassedimentos, gnaisses e migmatitos). Sua exploração é feita através de aproximadamente 6.500 poços tubulares com profundidades médias variando de 50 a 100m, cujas vazões predominantes encontram-se entre 5 e 30m³/h (IG/CETESB/DAEE, 1997).

A água subterrânea desse sistema aquífero possui um pH que varia do ácido ao neutro, com resíduo seco inferior a 200mg/l, classificando-se em termos de composição como bicarbonatadas cálcicas e secundariamente sódicas. Na região litorânea, as águas são cloretadas sódicas, com resíduo seco superior a 200mg/l (IG/CETESB/DAEE, 1997).

O Sistema Aquífero Cristalino pode armazenar e fornecer água de suas camadas intemperizadas, que recobrem a rocha sã. Essas camadas, muitas vezes saturadas, podem atingir dezenas de metros e conformar boas unidades aquíferas, sobretudo em poços tubulares mistos ou rasos escavados (IG/CETESB/DAEE, 1997).

Aquífero Sedimentar

No Estado de São Paulo, ocupando dois terços de sua área total, predominam os aquíferos sedimentares, representados pelos Sistemas Aquíferos Tubarão, Botucatu e Bauru e pelos Aquíferos Furnas, Taubaté, São Paulo e Coberturas Cenozóicas (IG/CETESB/DAEE, 1997).

No trecho norte da AID do presente estudo ambiental, sob domínio das rochas sedimentares da Bacia de Taubaté, ocorre o Sistema Aquífero Taubaté, nas proximidades da Refinaria Henrique Lage (REVAP) em São José dos Campos (próximo à estaca 63km até chegada à REVAP).

Este sistema aquífero possui extensão total de 2.200km², constituído de depósitos lacustrinos e fluviais das formações Tremembé e Caçapava, respectivamente. Localiza-se na porção nordeste do embasamento cristalino. Apesar da sua pequena extensão, os sedimentos dessa unidade alcançam espessura de 500m, com cerca de 1.500 poços distribuídos em sua área. As vazões médias predominantes estão entre 15 e 200m³/h sendo que a Formação Caçapava apresenta melhores vazões. As águas desse aquífero têm pH variando entre 4,5 e 8,5, com resíduo seco atingindo 680mg/l e quimicamente classificando-se como bicarbonatadas sódicas (IG/CETESB/DAEE, 1997).

Os sedimentos terciários da Bacia de Taubaté são subdivididos nas unidades hidroestratigráficas Tremembé e Caçapava (IG/CETESB/DAEE, 1997).

A Formação Tremembé com seus depósitos lacustres constituídos predominantemente por sedimentos finos, folhelhos e argilitos, apresenta baixos índices de vulnerabilidade, com 80% da área possuindo índice Baixo-alto (Ba) e 20% com índice Baixo-baixo (Bb), em que a profundidade do nível d'água é superior a 20m (IG/CETESB/DAEE, 1997).

De constituição mais arenosa, a Formação Caçapava mostra uma vulnerabilidade com índices Alto-alto (Aa) em 50% da área, onde o nível d'água é inferior a 20m. Nas regiões com lençol freático entre as profundidades de 20 a 50m, perfazendo 40% da área, o índice é Médio-alto (Ma). Apenas em 10% desta unidade, onde os níveis d'água são mais profundos, o índice é Médio-baixo (Mb) (IG/CETESB/DAEE, 1997).

De acordo com a **Figura V.2.4.1-3**, elaborada a partir do Mapa de Vulnerabilidade das Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo (IG/CETESB/DAEE, 1997), o trecho dos dutos OCVAP I e II na AID próximo à estaca 63km até a chegada à Refinaria Henrique Lage (REVAP) foi classificada com índices Médio-alto (Ma) e Médio-baixo (Mb) para a vulnerabilidade natural dos aquíferos.

Conforme mencionado, as formações litorâneas não foram objeto de definição no estudo elaborado pelo IG/CETESB/DAEE (1997), uma vez que têm pequena importância relativa do recurso subterrâneo e escassez de informações disponíveis. Porém, para os sedimentos quaternários distribuídos pelo Estado, como os que ocorrem no entorno da (UTGCA) até aproximadamente à estaca 3km+400m, podem ser considerados como índice Alto-alto (Aa) para vulnerabilidade das águas subterrenâneas em função da pequena profundidade do nível d'água.

Figura V.2.4.1-3 - Mapa de Vulnerabilidade Natural dos Aquíferos

(A3)





V.2.5 – Geologia

As Áreas de Influência do empreendimento estão inseridas na região oriental da Plataforma Sul-Americana (Almeida *et al.*, 1976) e são compostas, principalmente, por rochas granitizadas ou metamorfizadas, além de coberturas sedimentares cenozóicas.

Essa região guarda o registro de uma longa e complexa evolução durante o Neoproterozóico (900 – 520 milhões de anos), que preservou remanescentes de unidades paleotectônicas arqueanas, paleoproterozóicas e mesoproterozóicas. As unidades mais antigas pertencem ao Pré-Cambriano (Arqueano/Paleoproterozóico, Mesoproterozóico e Neoproterozóico), enquanto que as mais novas são representadas por rochas e coberturas sedimentares inconsolidadas e por sedimentos continentais, marinhos e mistos de idades mais recentes (Cenozóico – Terciário/Quaternário).

As rochas pré-cambrianas estão inseridas na denominada Faixa Ribeira, uma entidade geotectônica de idade brasiliana caracterizada por um arranjo anastomosado de zonas de cisalhamento transcorrentes dextrais transpressivas de orientação NE-SW e ENE-WSW, que condicionam as formas alongadas das seqüências metamórficas e a disposição concordante dos corpos graníticos.

As rochas pré-cambrianas representam distintos ambientes tectônicos, com intensa complexidade estrutural resultante da superposição de estruturas geológicas e diferentes transformações metamórficas, assim como complicadas deformações. Tais transformações incluem processos de migmatização e infiltrações graníticas que resultaram em produtos finais de difícil reconhecimento em relação aos materiais de origem. A granitização é marca característica dessa província, tendo afetado o embasamento pré-brasiliano e as supracrustais desse ciclo. As seqüências dobradas e metamorfizadas do Neoproterozóico formam faixas de dobramentos separadas por áreas de rochas mais antigas que sofreram retrabalhamento brasiliano.

As coberturas sedimentares cenozóicas estão representadas por sedimentos da Bacia Cenozóica de Taubaté e por depósitos continentais, marinhos e mistos recentes a atuais.

A Bacia de Taubaté possui uma forma alongada segundo a direção NE-SW, sendo constituída por sedimentos que se depositaram em gráben ou hemi-gráben formado, provavelmente, por reativação de antigas falhas transcorrentes e por processos neotectônicos ligados à evolução da costa brasileira (Suguio & Martin, 1996). A Bacia Cenozóica de Taubaté integra o *Rift* Continental do Sudeste do Brasil (Riccomini, 1989), que tem sua origem relacionada ao processo de abertura do Atlântico Sul.

Os sedimentos recentes a atuais compreendem depósitos de planície litorânea e sedimentos continentais indiferenciados, incluindo sedimentos elúvio-coluvionares e aluvionares. As planícies litorâneas são geradas por controle estrutural e rebaixamentos tectônicos, que possibilitaram o recuo da costa através da escavação

de anfiteatros de erosão por drenagens pretéritas, ocupadas posteriormente por ingressões marinhas do quaternário que os assorearam. As planícies ao sul do litoral paulista se encontram associadas ao alinhamento da Falha de Cubatão (pré-cambriana), e ao norte, com o prolongamento da linha estrutural do Paranapanema (Fúlfaro *et al.*, 1976), constituída por falhas de caráter transcorrente e vertical.

O **Mapa 03 - Mapa Litoestratigráfico e Estrutural da AII (Volume III** deste EIA), na escala 1:100.000, ilustra as principais características litológicas e estruturais das áreas em questão. A AII compreende uma faixa lateral de 5km para cada lado dos dutos, enquanto que a AID é representada por uma faixa de 400m para cada lado em relação ao traçado do eixo dos dutos. Esse Mapa Geológico foi elaborado a partir do Projeto de Integração Geológico-Metalogenética Folha Rio de Janeiro SF.23, Carta Geológica Santos SF.23-Y-D (CPRM, 1999), na escala 1:250.000.

V.2.5.1 - Geologia Regional

Do ponto de vista geológico, o traçado do futuro empreendimento cruza, a partir da REVAP, as unidades geotectônicas Bacia de Taubaté, Domínio Embu, Domínio Costeiro e Planície Costeira.

A **Figura V.2.5.1-1** apresenta a Geologia Regional em relação à diretriz dos dutos, a qual foi extraída da Carta Geológica Santos (CPRM, 1999).

A Bacia de Taubaté integra o *Rift* Continental do Sudeste do Brasil (Riccomini, 1989), cuja origem e evolução está relacionada ao processo de abertura do Atlântico Sul. Incluem, na área estudada, as formações Resende, Tremembé, São Paulo e Pindamonhangaba, compostas predominantemente por arenitos e argilitos, estando também presentes conglomerados.

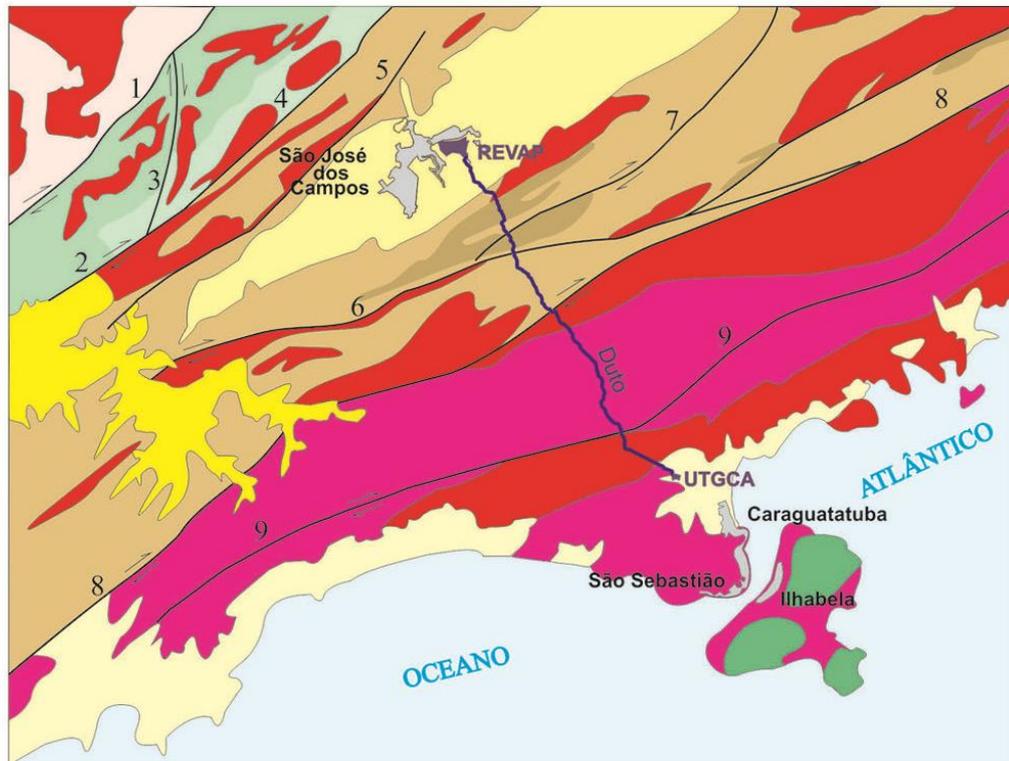
O Domínio Embu corresponde a uma extensa faixa orientada NE-SW limitada, a noroeste, pela própria Bacia de Taubaté e, a sudeste, pela Zona de Cisalhamento de Cubatão, através da qual estabelece contato com o Domínio Costeiro. Na AII do futuro empreendimento, inclui xistos e gnaisses dos complexos Rio Capivari e Embu.

O Domínio Costeiro inclui as rochas metamórficas pré-cambrianas presentes entre a Zona de Cisalhamento de Cubatão e o litoral, compostas principalmente por ortognaisses, com intercalações subordinadas de rochas parametamórficas e granulíticas, representadas pelo complexo homônimo na AII e na AID do futuro empreendimento.

Tanto o Domínio Embu quanto o Domínio Costeiro são intrudidos por rochas ígneas granitóides neoproterozóicas a paleozóicas.

Por fim, na região litorânea, são reconhecidos os sedimentos arenosos e arenó-siltico-argilosos cenozóicos de origem marinha e continental da Planície Costeira.

ARCABOUÇO TECTÔNICO



Fonte:
Carta Geológica - Folha Santos, elaborada pela CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 1.999



COBERTURAS SEDIMENTARES

Planície Costeira

Rift Continental do SE do Brasil:

Bacia de Taubaté
Bacia de São Paulo

DOMÍNIOS

Socorro-Guaxupé (C. Piracaia)
São Roque (grupos: 1-S.Roque, 2-Serra do Itaberaba)
Embu (complexos: 1-Embu, 2-Rio Capivari)
Costeiro (C. Costeiro)

ROCHAS ÍGNEAS

Rochas Granitóides
Rochas Alcalinas

Principais Zonas de Cisalhamento

- 1 - Jundiuvira
- 2 - Rio Jaguari
- 3 - Sertãozinho
- 4 - Monteiro Lobato
- 5 - Buquira
- 6 - Taxaquara 2
- 7 - Alto da Fatura
- 8 - Cubatão
- 9 - Freires - São Lourenço

REVAP - Refinaria Henrique Lage UTGCA - Unidade de Tratamento de Gás de Caraguatatuba

Figura V.2.5.1-1 – Esboço geotectônico regional da área abrangida pela Carta Geológica Santos (CPRM, 1999).

A. Unidades Litoestratigráficas

A descrição das unidades litoestratigráficas a seguir reportada contempla tanto a All quanto AID dos dutos, e tem como base principal a Carta Geológica Santos SF.23-Y-D (CPRM, 1999), na escala 1:250.000, e sua respectiva nota explicativa (Morais, 1999). Tanto a All quanto a AID abrangem as mesmas unidades, com exceção daquelas pertencentes à Bacia de Taubaté e às rochas ígneas do Domínio Costeiro, o que é comentado nos itens próprios, e serão, portanto, tratadas conjuntamente.

O trecho da faixa desenvolvido em túnel ocorre no intervalo entre os quilômetros 3+400 a 8+300 abrangendo uma unidade de migmatitos e gnaisses do Complexo Costeiro entre os quilômetros 3+400 até 4+300 e os granitos do Complexo Pico do Papagaio daí até o final do túnel.

- **Arqueano/Paleoproterozóico**

Complexo Rio Capivari – Pc (Domínio Embu)

O complexo é constituído por (hornblenda)-biotita gnaisses de composição granítica a tonalítica, migmatizados, sobre o qual se depositaram as supracrustais do Complexo Embu. Ocorre na região do município de Jambeiro, em faixas paralelas e intercaladas com rochas do Complexo Embu, por vezes limitado por falhas.

Datações geocronológicas permitem inferir uma geração Arqueano/Paleoproterozóica para essas rochas, com retrabalhamento no Mesoproterozóico.

A seguir, é apresentada a **Foto V.2.5.1-1** com aspectos gerais do relevo dos gnaisses migmatizados do Complexo Rio Capivari presentes na região do município de Jambeiro, e observados na faixa da All e da AID.



Foto V.2.5.1-1 – Vista geral dos terrenos do Complexo Rio Capivari com gnaisses migmatizados e que sustentam o relevo Mar de Morros do Planalto de Paraitinga. Região do cruzamento do duto com a Rod. dos Tamoios. Arredores do Km 52 da Faixa. Município de Jambeiro. Coordenadas UTM: 7.421.214/ 423.235. Fonte: Mineral, 2011.

- **Mesoproterozóico**

Complexo Embu – Me (Domínio Embu)

É constituído por rochas paraderivadas, parcialmente de afinidade vulcanossedimentar, metamorizadas predominantemente no grau médio a alto, muitas vezes atingindo fusão parcial *in situ*, com evidências de retrometamorfismo até a fácies xisto verde baixa.

Na AII e AID do empreendimento, o Complexo Embu está representado pelas seguintes unidades litológicas, identificadas nos municípios de Jambeiro e norte de Paraibuna:

- Granada-sillimanita-biotita gnaisses (**Megn**) localmente migmatizados, com *boudins* de calcissilicáticas, quartzitos e anfibolitos; lentes de xistos e mármore restritos. Associações de biotita milonito gnaisses porfiroclásticos e corpos subordinados de biotita ortognaisses;
- Quartzo micaxistos e quartzitos (**Mex**), por vezes associados a metabasitos. Esses termos encontram-se, via de regra, milonitizados;
- Biotita gnaisses de composição granítica a granodiorítica, por vezes porfiroclásticos e/ou migmatizados, de ocorrência subordinada.

A seguir, são apresentadas as **Fotos V.2.5.1-2** e **V.2.5.1-3**, com destaque para os aspectos gerais dos terrenos onde ocorrem os gnaisses localmente migmatizados (**Megn**) e os micaxistos e quartzitos (**Mex**) do Complexo Embu, respectivamente, na região do município de Jambeiro e Paraibuna e que será atravessada pelos dutos na AID.



Foto V.2.5.1-2– Abertura da faixa GASTAU com exposição do Complexo Embu com gnaisses localmente migmatizados com intercalações de quartzitos (Megn). Região de Morros Cristalinos do Médio Vale do Paraíba (a norte) e os Morros Paralelos do Planalto de Paraitinga (para sul - vista da foto). Região do km 58 da Faixa da AID. Município de Jambeiro. Coordenadas UTM: 7.425.941/ 421.576. Fonte: Mineral/2011.



Foto V.2.5.1-3 – Terrenos do Complexo Embu com exposição de quartzo micaxistos e quartzitos subordinados, por vezes associados com metabasitos, comumente milonitizados (Mex). Vista para a região do Km 46 da Faixa da AID. Município de Paraibuna. Coordenadas UTM: 7.415.638/ 425.623. Fonte: Mineral, 2011.

- **Neoproterozóico**

Rochas Ígneas - Ny (Domínio Embu)

Os granitóides intrusivos no Domínio Embu foram identificados nos municípios de Jambeiro e norte de Paraibuna, sendo representados pelos seguintes tipos:

- Granito Salto/ Granito Fazenda Santa Terezinha (**Nyst**): biotita granito com granada, cinza-claro, inequigranular, leucocrático, com estruturas migmatíticas;
- Granito Serra do Jambeiro (**Nyj**): (muscovita-granada)-biotita granito a monzogranito cinza, com estruturas migmatíticas, porfirítico;
- Granito Santa Branca (**Nysb**): (granada)-muscovita–biotita granito, cinza, equigranular;
- Granito Porfirítico (**Nyp**): biotita granito cinza inequigranular;
- Granito predominantemente tonalítico (**Nygr**): biotita-granito milonítico, predominantemente tonalítico.

Dentre esses, apenas o Granito Santa Branca não ocorre na faixa da AID.

A seguir, são apresentadas as **Fotos V.2.5.1-4** e **V.2.5.1-5** sobre as rochas ígneas pertencentes ao Domínio Embu e intrusivas nas rochas metamórficas do Complexo Embu, respectivamente, em áreas dos municípios de São José dos Campos e Paraibuna, respectivamente, e que são atravessados pelas diretrizes dos dutos na AID.



Foto V.2.5.1-4 – Vista das rochas ígneas intrusivas do Domínio Embu e que sustentam os Morros Cristalinos do Médio Vale Paraíba. Ao fundo, rochas metamórficas do Complexo Embu conformando os terrenos de Morros Paralelos do Planalto de Paraitinga. Arredores do Km 61 da faixa da AID. Município de São José dos Campos. Coordenadas UTM: 7.427.894/ 419.777. Fonte: Mineral, 2011.



Foto V.2.5.1-5 – Terrenos das rochas ígneas intrusivas (Granito Salto, Granito Fazenda Santa Terezinha) do Domínio Embu nas margens da Represa Santa Branca. Arredores do Km 45 da faixa da AII. Município de Paraíba. Coordenadas UTM: 7.416.120/ 424.578. Fonte: Mineral, 2011.

• Neoproterozóico/Paleozóico

Complexo Costeiro – Nc (Domínio Costeiro)

As rochas reunidas neste complexo correspondem a terrenos metamórficos de médio e alto grau bastante deformados e paralelizados, constituídos principalmente por ortognaisses migmatíticos, com intercalações subordinadas de rochas parametamórficas e granulíticas.

Afloram entre a Zona de Cisalhamento de Cubatão e o litoral, ocupando parcialmente os municípios de Paraibuna e Caraguatatuba na AII e na AID do empreendimento, onde foram individualizados os seguintes conjuntos litológicos:

- biotita gnaisses e gnaisses peraluminosos (**Ncgn**) com *boudins* de calcissilicáticas, quartzitos e anfibolitos, passando lateralmente para migmatitos estromáticos;
- quartzitos feldspáticos e quartzitos (**Ncq**) com gnaisses peraluminosos, e gnaisses calcissilicáticos subordinados;
- migmatitos com estrutura diversas (**Ncmg**), principalmente nebulítica, schlieren e estromática;
- (hornblenda)-biotita migmatito e/ou granito-gnaisse porfiroclástico (**Ncgrgn**);

A seguir, são apresentadas as **Fotos V.2.5.1-6** e **V.2.5.1-9**, com uma descrição sumária das características principais das rochas metamórficas identificadas no Complexo Costeiro, nas áreas dos municípios de Paraibuna e Caraguatatuba e que deverão ser atravessados pela faixa do futuro empreendimento.



Foto V.2.5.1-6 – Terrenos onde predominam os biotita-gnaisses peraluminosos e migmatitos estromáticos (**Ncgn**) do Complexo Costeiro. Em primeiro plano, sistema de relevo Mar de Morros do Planalto de Paraitinga em transição para os Morros Paralelos ao fundo (e denominada de Serra do Morais) do Planalto Paulistano. Região dos Kms 23 e 25 da faixa da AID. Município de Paraibuna. Coordenadas UTM: 7.402.872/ 435.109. Fonte: Mineral, 2011.



Foto V.2.5.1-7 – Região da unidade (hornblenda)-biotita migmatito e/ou granito-gnaiss porfiroclástico (**Ncgrgn**) do Complexo Costeiro, conformando o relevo Morros Paralelos do Planalto de Paraitinga. Arredores do Km 20 da faixa da AID. Município de Paraibuna. Coordenadas UTM: 7.396.679/ 437.698. Fonte: Mineral, 2011.



Foto V.2.5.1-8 – Ao fundo, porção meridional da Serra do Morais onde também predomina a unidade **Ncgrgn** do Complexo Costeiro. A morfologia da Serra nesta região incorpora características do sistema de relevo Escarpas Festonadas do Planalto de Paraitinga. Visada para norte/noroeste, região do Km 22. Município de Paraibuna. Coordenadas UTM: 7.396.497/ 438.326. Fonte: Mineral, 2011.



Foto V.2.5.1-9 – Região de contato dos migmatitos com estruturas diversas (Ncmg) e dos granito-gnaisses porfiroclásticos (Ncgrgn) do Complexo Costeiro, conformando o sistema de relevo Morros Paralelos do Planalto de Paraitinga. Porção sul da Represa de Paraibuna, nos arredores do Km 14 da faixa da AID. Município de Paraibuna. Coordenadas UTM: 7.392.134/ 439.481. Fonte: Mineral, 2011.

- **Rochas Ígneas - NÇy (Domínio Costeiro)**

As rochas granitóides inseridas no Domínio Costeiro são representadas por maciços pouco foliados (pós a tardicinemáticos) e granitos foliados (pré-cinemáticos ou pré a sincinemáticos), identificados em Paraibuna e Caraguatatuba. Destacam-se, entre os primeiros, os hornblenda-biotita granitos rosados, os granada-muscovita-biotita granitos a monzogranitos e os hornblenda-biotita granitos porfiríticos (Complexo Pico do Papagaio - **NÇypp**). Os litotipos mais deformados constituem granitos foliados, a saber: (granada)-muscovita-biotita granitos a monzogranitos cinza, equi ou inequigranulares, e (hornblenda)-biotita granitos a monzogranitos ou granodioritos, porfiríticos (Granito Natividade – **NÇyn**).

A **Foto V.2.5.1-10** ilustra e descreve as características principais das rochas ígneas intrusivas do Domínio Costeiro, em áreas do município de Paraibuna, e que serão atravessados pela faixa do futuro empreendimento.



Foto V.2.5.1-10 – Região onde predominam os granitos rosados, granada-muscovita-biotita granitos a monzogranitos e granitos porfiríticos do Complexo Pico do Papagaio (**NEγpp**), intrusivos nas rochas do Complexo Costeiro, e onde ocorrem os sistemas de relevo Morros Paralelos (para leste) e Serras Alongadas (para oeste) do Planalto de Paraitinga. Situação identificada entre os quilômetros 8km+500m e 11km da faixa. Município de Paraibuna. Coordenadas UTM: 7.390.926/ 437.956. Fonte: Mineral, 2011.

- **Cenozóico – Terciário**

Bacia de Taubaté - Rift Continental do Sudeste do Brasil

Na AII e, por extensão, na faixa da AID, a Bacia de Taubaté se encontra restrita ao município de São José dos Campos. É constituída por sedimentos de sistemas deposicionais distintos representados pelas seguintes formações:

- ✓ **Formação Resende – Tr** (Paleogeno): relacionada a sistemas deposicionais de leques aluviais e de planícies fluviais de rios entrelaçados, é composta por conglomerados polimíticos, brechas, arenitos e lamitos;
- ✓ **Formação Tremembé - Tt** (Paleogeno): representa sistema deposicional lacustre, e é constituída principalmente por folhelhos pirobetuminosos fossilíferos, laminados, de coloração cinza a preta e esverdeada, com intercalações de argilitos, lamitos e níveis carbonáticos;
- ✓ **Formação São Paulo – Tsp** (Paleogeno): relacionada a sistema deposicional fluvial meandrante, é constituída essencialmente por argilitos e arenitos;
- ✓ **Formação Pindamonhangaba - Tp** (Neogeno): representa sistema deposicional fluvial meandrante, sendo composta por conglomerados basais, arenitos com estratificação cruzada tabular e acanalada, e pelitos no topo.

Dentre estas, as formações Resende e São Paulo predominam largamente sobre as demais na faixa do duto da AII (e da AID) do futuro empreendimento.

A seguir, são apresentadas as **Fotos V.2.5.1-11** e **V.2.5.1-12**, destacando os aspectos gerais dos sedimentos da Bacia de Taubaté expostos na região do município de São José dos Campos, e que são atravessados pela faixa dos dutos.



Foto V.2.5.1-11 – Exposição de argilitos e arenitos intercalados da Formação São Paulo – Bacia de Taubaté, na região da sub-bacia do Ribeirão dos Putins, a sudoeste da faixa AID. Sistema de relevo de Colinas Pequenas com Espigões Locais (ao fundo) em transição para o sistema de relevo de Tabuleiros (primeiro plano) integrantes do Médio Vale do Paraíba. Região dos Kms 65 e 66 da Faixa. Município de São José dos Campos. Coordenadas UTM: 7.430.142 / 414.573. Fonte: Mineral, 2011.



Foto V.2.5.1-12 – Vista geral dos terrenos dos depósitos terciários da Formação Tremembé (Bacia de Taubaté), conformando o relevo Colinas Pequenas com Espigões Locais do Médio Vale do Paraíba. Região da bacia do rio Alambari, nos arredores do quilômetro 65km+500m, onde a faixa dos dutos deverá cruzar a drenagem. Município de São José dos Campos. Coordenadas UTM: 7.431.967/ 417.255. Fonte: Mineral, 2011.

- **Cenozóico – Quaternário (Holoceno)**

Nesta unidade, estão inseridos diversos tipos de depósitos colúvio-aluvionares, lacustres e paludais, tanto continentais como costeiro-marinhos, além das faixas aluvionares associadas à drenagem atual dos rios. Ocupam, principalmente, a planície litorânea de Caraguatatuba, que é a maior do litoral norte, drenada pelo ribeirão do Pau-d'Álho e pelo rio Camburu ou Tinga. Dentre esses depósitos quaternários, ocorrem os Sedimentos Continentais Indiferenciados, os Sedimentos Marinheiros e Mistos e os Sedimentos Aluvionares, descritos a seguir.

Sedimentos Continentais Indiferenciados – Qi: Depósitos continentais incluindo sedimentos elúvio-coluvionares de natureza areno-argilosa e depósitos de caráter variado associados a encostas.

Sedimentos Marinheiros e Mistos – Qm: Sedimentos atuais a subatuais, incluindo termos arenosos praias, depósitos marinheiros localmente retrabalhados por ação fluvial e/ou eólica, materiais areno-siltico-argilosos de deposição flúvio-marinho-lacustre e depósitos de mangue.

Sedimentos Aluvionares – Qa: Aluviões em geral, incluindo areias inconsolidadas de granulometria variada, argilas, e cascalheiras fluviais em depósitos de calha e/ou terraços. Configura depósitos expressivos na várzea do rio Paraíba do Sul, em São José dos Campos.

A seguir, são apresentadas as **Fotos V.2.5.1-13 a V.2.5.1-17**, destacando os aspectos gerais dos sedimentos quaternários ocorrentes no traçado e que serão atravessados pela faixa dos dutos.



Foto V.2.5.1-13 – Vista geral dos Depósitos Continentais Indiferenciados (Qi) em corte de encosta de morro do Planalto de Paraitinga, com exposição de solo eluvial areno-argiloso homogêneo vermelho. Arredores do Km 42 da faixa. Município de Paraibuna. Coordenadas UTM: 7.414.056 / 427.311. Fonte: Mineral, 2011.



Foto V.2.5.1-14 – Vista geral dos terrenos ocupados pelos Sedimentos Marinheiros e Mistos (**Qm**), conformando o sistema de relevo Planícies Costeiras das Baixadas Litorâneas. Região da bacia do rio Pirassununga. Município de Caraguatatuba. Coordenadas UTM: 7.380.244/ 451.326. Fonte: Mineral, 2011.



Foto V.2.5.1-15 – Vista geral do terreno da Planície Costeira onde predominam os depósitos dos Sedimentos Marinheiros e Mistos (**Qm**), localmente retrabalhados por ação fluvial. Região da bacia do rio Camburu ou Tinga, nos arredores das instalações Unidade de Tratamento de Gás de Caraguatatuba – UTGCA. Município de Caraguatatuba. Coordenadas UTM: 7.383.935 / 449.317. Fonte: Mineral, 2011.



Foto V.2.5.1-16 – Faixa GASTAU com vista de várzea entre morros – recoberta pelo corpo d'água da Represa de Santa Branca - onde associam-se depósitos quaternários restritos e que constituem os Sedimentos Aluvionares (**Qa**). Arredores dos quilômetros 44km e 44km+500m. Município de Paraibuna. Coordenadas UTM: 7.415.638/ 425.623. Fonte: Mineral, 2011.



Foto V.2.5.1-17 – Vista de um vale encaixado entre morros do Planalto de Paraitinga, onde ocorrem os depósitos quaternários representados pelos Sedimentos Aluvionares (**Qa**). Visada para nordeste a partir do quilômetro 27km+500m da faixa da AID. Município de Paraibuna. Coordenadas UTM: 7.402.872/ 435.109. Fonte: Mineral, 2011.

B. Aspectos Tectônico-Estruturais

A AII, assim como a AID do futuro empreendimento estão inseridas na entidade geotectônica Cinturão Orogênico Atlântico ou Faixa Ribeira.

A Faixa Ribeira, considerada por Almeida *et al.* (1973) como entidade geotectônica de idade brasileira, sobreposta a uma unidade de suposta idade transamazônica denominada Rio Capivari, apresenta uma forte estruturação para nordeste, sendo caracterizada por um arranjo anastomosado de zonas de cisalhamento direcionais dextrais transpressivas, denominado por alguns autores de Cinturão de Cisalhamento Atlântico (Machado & Endo, 1993).

Diversos trabalhos regionais consideram que as características tectono-termiais das rochas desses terrenos são resultantes de processos de subducção seguidos de uma ou mais colisões no Neoproterozóico quando da colagem do continente Gondwana Ocidental (Machado *et al.*, 1993). Brito Neves *et al.* (1999), Silva (1999) e Campos Neto (2000) demonstraram a natureza diacrônica para o Ciclo Brasileiro, representado por um complexo sistema de orógenos sobrepostos espacial e temporalmente: a colagem neoproterozóica.

Todos os domínios ou sistemas orógenos sofreram, assim, efeitos das orogêneses neoproterozóicas, caracterizadas pelo metamorfismo e fusão parcial das rochas supracrustais e infracrustais pela deformação contracional de baixo ângulo, seguida de cisalhamento transcorrente regional e pela colocação de diversos corpos granitóides de dimensões variadas. O metamorfismo associado ao evento colisional retrabalhou rochas mais antigas, com idades paleoproterozóicas/mesoproterozóicas.

Alguns autores, entre eles Theodorovicz *et al.* (1990), consideram núcleos mais antigos que ocorrem no âmbito da Faixa Ribeira como janelas do embasamento correlacionadas ao Complexo Costeiro. Outros consideram essas rochas pertencentes a uma unidade própria (Complexo Rio Capivari, Fernandes, 1991), sendo o Complexo Costeiro considerado como uma placa distinta, aglutinada durante a colisão, tendo como zona-limite a zona de cisalhamento de Cubatão (Campos Neto & Figueiredo, 1995).

Rochas granitóides de idade brasileira estão presentes no âmbito de todos os domínios geotectônicos, tanto na forma de pequenos plútons de características intrusivas, como em corpos batolíticos de grandes dimensões, com evolução contemporânea às unidades maiores nas quais se inserem.

No final do Mesozóico e início do Cenozóico, ocorreu o soerguimento de toda a margem continental leste, seguido de rifteamento responsável pela implantação da Bacia de Taubaté e outras integrantes do denominado *Rift* Continental do Sudeste do Brasil (Riccomini, 1989). Evidências de neotectonismo podem ser observadas em depósitos aluvionares holocênicos.

Na região da Serra do Mar na transição para a Baixada Litorânea, onde predomina o relevo escarpado com espigões – no município de Caraguatatuba – dentre as feições estruturais mais notáveis a Zona de Cisalhamento Camburu (ZCC), além de falhas e fraturas menores, conforme pode ser observado no Mapa Geológico (**Figura V.2.5.1-1**). Toda essa associação está inserida no Cinturão Ribeira, na sua porção sudeste.

A ZCC ocorre ao longo do vale do rio Camburu com extensão de quase 1km e orientação preferencial NE, sua foliação apresenta mergulhos subverticais para NW. É considerada uma zona de alta deformação ao longo do rio Camburu e seguida de uma zona de menor deformação alguns quilômetros a leste (Maffra, 2000).

As fraturas e falhas ocorrem desde escala milimétrica à métrica, sendo mais comuns os planos estriados com orientação para NE, dispostos subparalelos à foliação.

Cabe destacar que a implantação dos dutos OCVAP I e II a ser instalado na faixa do GASTAU, deverá seccionar os terrenos da ZCC próximos às instalações da UTGCA assim como outras falhas associadas identificadas na região da divisa de Caraguatatuba e Paraibuna, notadamente na altura das estacas 4km / 4km+400m e 8km / 8km+400m, onde está implantado o túnel para transposição da Serra do Mar (GASTAU).

C. Aspectos Paleontológicos

A implantação dos dutos OCVAP I e II interceptará quatro compartimentos geológicos distintos ao longo dos quatro municípios percorridos, conforme **Figura V.2.5.1-1** apresentada anteriormente. O primeiro abrange o município de Caraguatatuba, onde coberturas sedimentares quaternárias configuram a paisagem local da planície costeira.

Nesse mesmo município, e também no sul de Paraibuna, cruzando as unidades fisiográficas Planalto do Juqueriquerê e Serra do Mar, ocorre o segundo compartimento, onde afloram rochas que compõem o Domínio Costeiro, formado por rochas metamórficas do complexo homônimo e por rochas granitóides nele intrusivas.

O terceiro compartimento, denominado Domínio Embu, ocupa parcialmente os municípios de Paraibuna e Jambeiro, no Planalto de Paraitinga, e inclui as rochas metamórficas dos complexos Rio Capivari e Embu, e as rochas granitóides intrusivas nesses. O restante da faixa da AII (e AID) do Empreendimento está instalado em rochas sedimentares cenozóicas associadas ao Grupo Taubaté da bacia homônima, em território do município de São José dos Campos, unidade fisiográfica Médio Vale do Paraíba. Esse último compartimento merecerá uma atenção especial neste relatório, dada a sua riqueza fóssil já conhecida, de onde provém uma assembléia fóssil relevante, e que muito tem contribuído para o avanço do conhecimento paleontológico no âmbito dos ecossistemas terrestres do Cenozóico brasileiro.

• As Coberturas Sedimentares Costeiras

No litoral paulista, há depósitos arenosos de origem marinha na região de Iguape e Cananéia, além de sedimentos arenosos e areno-argilosos dispostos em baixos terraços marinhos. Os sedimentos arenosos caracterizam-se por estruturas de cordões de regressão em superfície (Martin *et al.*, 1979), eventualmente capeados por campos de dunas. Em locais onde esses depósitos arenosos marinhos estão mais erodidos, há sedimentos argilo-arenosos de ambientes fluviais, de mangue e lagunares.

Em porções localizadas nas proximidades da área do empreendimento, podem ocorrer depósitos continentais quaternários, que incluem elúvio-colúvios, areno-argilosos e ainda depósitos variados associados às encostas. Não foi identificada na literatura a ocorrência de fósseis nessa região. Entretanto, em alguns locais pode haver depósitos de concheiros Pleistocênicos-Holocênicos no traçado dos dutos, pois são comuns em todo o litoral sudeste do Brasil.

• O Contexto Geológico da Serra do Mar e do Planalto de Paraitinga

As unidades litológicas que compreendem a Serra do Mar e os planaltos do Juqueriquerê e do Paraitinga afloram especialmente nos municípios de Caraguatatuba, Paraibuna e Jambeiro. Apresentam uma complexidade estrutural definida por extensas zonas de falhas e foliação metamórfica de alto mergulho.

Compreendem litologias com idades desde o Arqueano, como o Complexo Rio Capivari, constituído de migmatitos, passando pelo Mesoproterozóico, representado pelas rochas metamórficas do Complexo Embu, até o Neoproterozóico, representado pelos gnaisses e migmatitos do Complexo Costeiro, e o limite Neoproterozóico/Paleozóico, com as rochas ígneas granitóides pouco foliadas do Domínio Costeiro. Apesar da ampla área de distribuição dessas unidades ao longo do corredor de inserção do traçado, elas despertam pouco interesse no âmbito deste estudo específico, já que são estéreis às ocorrências fósseis, preocupação maior deste trabalho.

• Geologia da Bacia de Taubaté

A Bacia de Taubaté está localizada na porção leste do Estado de São Paulo, entre as cidades de Queluz e Itaquaquecetuba. Tem a forma de uma calha alongada na direção WSW-ENE, e compreende toda a porção proximal da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul. Estende-se por cerca de 170km, com larguras entre 10 e 25km e profundidade em torno de 850m, ocupando uma área de aproximadamente 2.400km². Na faixa da AII e AID do futuro empreendimento, ocupa grande parte do município de São José dos Campos.

Do ponto de vista geológico, é formada por um pacote de sedimentos clásticos cenozóicos de origem continental, denominado Grupo Taubaté, que inclui quatro formações na faixa da AII do empreendimento, a saber: Resende, Tremembé, São Paulo e Pindamonhangaba. Unicamente as formações São Paulo e Tremembé são de interesse paleontológico.

O Grupo Taubaté situa-se no contexto de uma fossa tectônica, sendo que a distribuição espacial das formações que o compõem está controlada pela disposição das falhas, cuja evolução teve reflexos também na constituição dos sedimentos. Essa associação tectono-sedimentar revela-se na própria distribuição em superfície dessas formações, que terminam quase sempre de modo abrupto junto às falhas da borda noroeste da bacia, transgredindo sobre elas na borda sudeste.

A Formação São Paulo, preteritamente conhecida como Formação Caçapava, abrange sedimentos arenosos e siltosos, com intercalações pelíticas, de cores cinza, amarela e vermelha, caracterizados por certa imaturidade textural e mineralógica. Esses sedimentos são possivelmente de idade Oligoceno/Mioceno.

A Formação Tremembé data do final do Oligoceno e compreende predominantemente rochas microclásticas (argilitos, siltitos e folhelhos), com geometria tabular e espessura variada, interpretada como originada em um sistema

deposicional lacustre. Nessa unidade estão as principais ocorrências fossilíferas encontradas na Bacia de Taubaté.

Na década de 1950, o Conselho Nacional do Petróleo (CNP) buscou caracterizar o potencial petrolífero da Bacia de Taubaté. Apesar do potencial gerador da Formação Tremembé, em função dos elevados teores de matéria orgânica, ela não atingiu a janela de maturação (Ribeiro, 2004).

- **Inventário das Ocorrências Paleontológicas da Bacia de Taubaté**

Os fósseis já descritos compreendem uma ampla diversidade de microfósseis e macrofósseis. Dentre os macrofósseis, são frequentes vegetais, invertebrados (crustáceos, insetos, moluscos) e vertebrados (peixes, aves, répteis e mamíferos). Também são comuns os registros de icnofósseis de invertebrados (Fernandes *et al.*, 1987).

Em ambas as unidades litoestratigráficas – Formação São Paulo (Caçapava) e Formação Tremembé - são encontrados fósseis (Suguió, 1969; Brito, 1979; Vicalvi, 1982; Soria & Alvarenga, 1989; Martins-Neto, 1997). De acordo com Mezzalira (1989), a assembléia de macrofósseis na Bacia de Taubaté compreende:

A maior parte do eixo da escavação por onde deverão ser implantados os novos dutos não demandará preocupação no que tange à necessidade de monitoramento paleontológico, já que tanto nas áreas de influência dos depósitos de coberturas cenozóicas, situada no município de Caraguatatuba, quanto em toda parte serrana e de planalto, constituída por unidades geológicas com rochas metamórficas de alto grau (Complexos Rio Capivari/Embu/Costeiro) e ígneas granitoides dos domínios Embu e Costeiro, é praticamente nula a possibilidade de ocorrência de fósseis. Somente nas áreas relacionadas à Bacia de Taubaté, Formações Tremembé e São Paulo, no município de São José dos Campos, haverá necessidade de cuidados especiais.

Há potencialidade para novas descobertas paleontológicas, especialmente na Formação Tremembé. Essa unidade suporta substancial assembléia fóssil, com notáveis descobertas de vertebrados especialmente de aves de significância mundial. Apesar da Formação São Paulo não possuir a mesma riqueza paleontológica da Formação Tremembé, principalmente em macrofósseis de vertebrados, dispõe de importantes ocorrências, tornando-se, dessa forma, uma sequência promissora e que também deverá exigir cuidados para que, eventualmente, durante as obras, nenhum registro fóssil seja perdido. A quantidade, a diversidade e o grau de preservação dos espécimes fósseis dessa bacia propiciaram a criação de um museu na cidade de Taubaté, onde seus estudos têm aportado importantes informações para a melhor compreensão da evolução dos taxa e dos ecossistemas terrestres do Mio-Plioceno brasileiro.

D. Aspectos Espeleológicos

Nesta fase dos estudos ambientais 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 empreendimento.

Em outubro de 2002, o IBAMA-SP organizou o 1º Encontro Técnico com o objetivo de levantar a situação atual das cavernas do Estado de São Paulo. A partir desse Encontro verificou-se a necessidade da realização de um levantamento/ diagnóstico das cavidades subterrâneas em São Paulo, tendo os trabalhos de campo se iniciado em agosto de 2003, pela região do rio Ribeira do Iguape, no Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira - PETAR e no Parque Estadual de Jacupiranga.

Segundo o Centro Nacional de Estudo, Proteção e Manejo das Cavernas – CECAV do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBIO, foram vistoriadas as cavernas de Santana, Morro Preto, Água Suja e Ouro Grosso, situadas em Iporanga, e a caverna do Diabo, no município de Eldorado.

Os mapeamentos geológicos e pedológicos efetuados no âmbito deste diagnóstico do meio físico não levantaram a existência de áreas cársticas com feições de dolinas, fendas, uvalas, vales cegos, lapiás, entre outras. Isso decorre da ausência de rochas carbonáticas mapeadas, sendo reconhecidas apenas lentes subordinadas de gnaisses calciossilicáticos no Complexo Costeiro, e de *boudins* de calciossilicáticas nos complexos Costeiro e Embu, o que permite inferir que é extremamente baixa – ou mesmo nula – a probabilidade de ocorrência de cavernas na AII (e faixa AID) do futuro empreendimento.

V.2.6 – Geomorfologia

A Área de Influência Indireta (AII), assim como a Área de Influência Direta (AID) do futuro empreendimento, encontram-se inseridas nas Províncias Geomorfológicas Planalto Atlântico e Costeira, de acordo com a divisão geomorfológica proposta no Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo (IPT, 1981) (**Figura V.2.6-1**). Essas províncias constituem unidades básicas regionais, e estão compartimentadas em zonas ou unidades geomorfológicas que, por sua vez, são integradas por unidades de relevo.

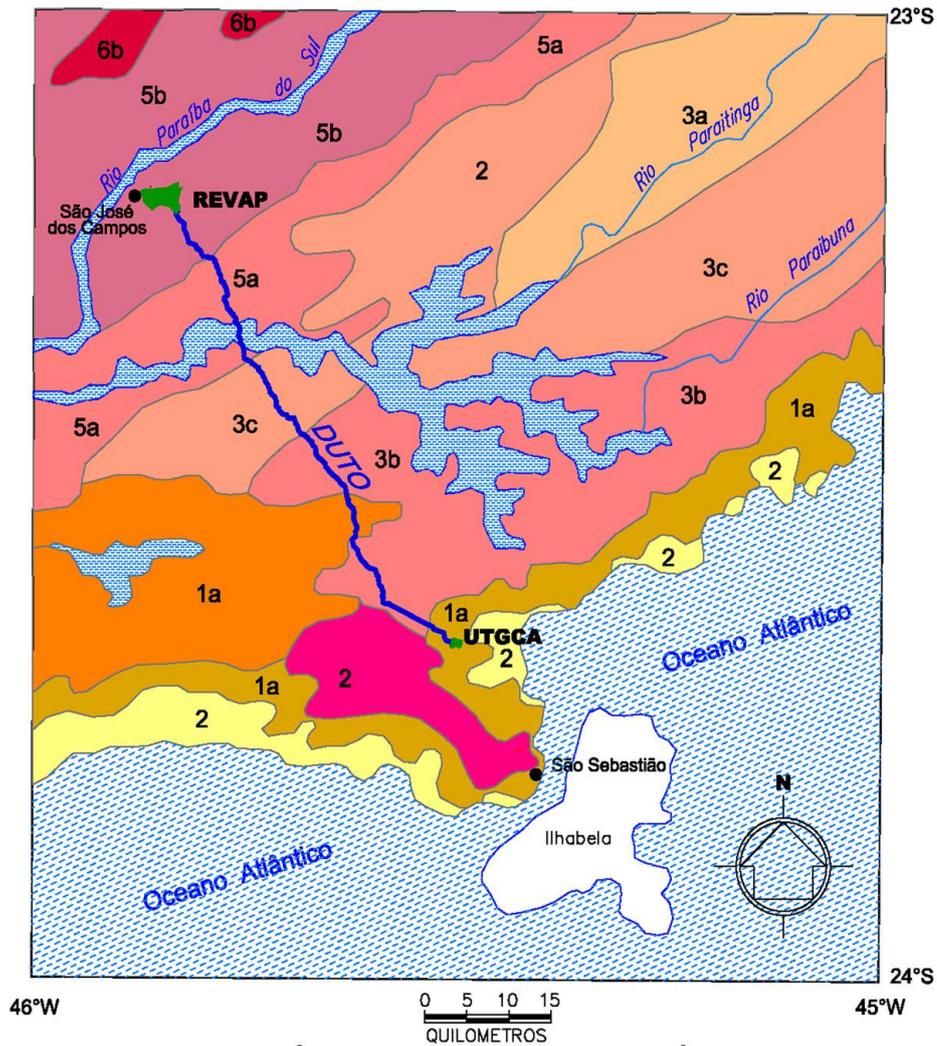
O Planalto Atlântico é uma região de terras altas, constituídas, predominantemente, por rochas cristalinas, e também por rochas sedimentares da Bacia Cenozóica de Taubaté. As rochas cristalinas são representadas por um conjunto diversificado de litologias metamórficas e ígneas de idades proterozóicas até neopaleozóicas, submetidas a deformações orogênicas que culminaram com o evento Brasileiro, neoproterozóico.

A bacia cenozóica, gerada a partir da abertura do Atlântico Sul e consolidada ao longo do Terciário, continuou a ser modelada por eventos de erosão e sedimentação não-uniformes, no tempo e no espaço, ao longo do Cenozóico Superior.

A Província Costeira constitui o rebordo do Planalto Atlântico e corresponde à área drenada diretamente para o mar. Os sedimentos inconsolidados das baixadas e planícies costeiras foram gerados ao longo de ciclos transgressivos e regressivos da

linha da costa durante o Quaternário. As planícies litorâneas estão subordinadas às reentrâncias do fronte serrano.

As unidades geomorfológicas identificadas na AII do futuro empreendimento – considerado um raio de 5km em relação ao eixo – assim como aquelas unidades presentes na faixa restrita da AID são descritas a seguir, e estão representadas graficamente no **Mapa 04 – Mapa Geomorfológico da AII (Volume III** deste EIA), elaborado a partir do Mapa Geológico do Estado de São Paulo (IPT, 1981).



I - PLANALTO ATLÂNTICO

ZONAS	SUB ZONAS
PLANALTO PAULISTANO	1a Morraria do Embu
PLANALTO DO JUQUERIQUERÊ	2
PLANALTO DO PARAITINGA	3a Morraria do Paraitinga
	3b Morraria do Paraíbauna
	3c Serraria da Natividade-Quebra Cangalha
MÉDIO VALE DO PARAÍBA	5a Morros Cristalinos
	5b Colinas Sedimentares
SERRA DA MANTIQUEIRA	6b Ocidental

II - PROVÍNCIA COSTEIRA

ZONAS	SUB ZONAS
SERRANIA COSTEIRA	1a Serra do Mar
BAIXADAS LITORÂNEAS	2

FONTE: Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo – IPT, 1981
Divisão Geomorfológica do Estado de São Paulo

REVAP - Refinaria Henrique Lage
UTGCA - Unidade de Tratamento de Gás de Caraguatatuba

Figura V.2.6-1 – Mapa Geomorfológico Regional. Fonte: IPT, 1981.

V.2.6.1 - Unidades Geomorfológicas

A delimitação das unidades geomorfológicas baseia-se na homogeneidade das formas de relevo e na sua gênese comum em relação aos fatores litoestruturais e climáticos.

Na Província Planalto Atlântico são reconhecidas, a partir de Caraguatatuba e no sentido de São José dos Campos, as unidades geomorfológicas Planalto do Juqueriquerê, Planalto do Paraitinga, Planalto Paulistano e Médio Vale do Paraíba. Na Província Costeira, ocorrem as unidades geomorfológicas Baixada Litorânea e Serrania Costeira. Todas as unidades geomorfológicas são representadas tanto na All quanto na AID.

- **Planalto do Juqueriquerê (PJ)**

A Serra do Juqueriquerê é uma denominação local da Serra do Mar, na região compreendida entre o Bairro de São Lourenço, em Salesópolis, e São Sebastião. É rebaixada em relação aos planaltos Paulistano e do Paraitinga, e pode ser considerada um apêndice do primeiro. A faixa da AID não intercepta os terrenos do Planalto do Juqueriquerê.

Apresenta drenagem voltada para o mar, ao contrário do que acontece com o Planalto do Paraitinga, e é inteiramente circundada pelas escarpas da Serra do Mar na sua porção costeira.

Predominam os sistemas de relevo Serras Alongadas, Montanhas com Vales Profundos e Morros Paralelos, com ocorrência de uma mancha de Morrotes Baixos. Apresenta altitudes de até 1.100 a 1.200m nas Montanhas com Vales Profundos, ou de 650-700m (450 a 500m nas cotas mais baixas dos vales encaixados), no sistema de Morros Paralelos.

A seguir, é apresentada a **Foto V.2.6.1-1** com aspectos gerais da unidade geomorfológica Planalto de Juqueriquerê (PJ) observados na All.



Foto V.2.6.1-1 – Vista geral da Unidade Geomorfológica Planalto do Juqueriquerê: relevo de morros paralelos em contato com as escarpas, espigões digitados associados à Serrania Costeira. Fonte: Mineral, 2011.

- **Planalto do Paraitinga (PP)**

Trata-se de um planalto cristalino de estrutura complexa, cuja região drenada pela bacia do rio Paraíba do Sul encontra-se bastante dissecada. Apresenta relevo de “mar de morros” e de serras longitudinais, com altitudes alcançando cerca de 1.300m, com amplitudes locais de relevo de 200 a 300m, em geral. Os rios são jovens, com corredeiras e cachoeiras adaptadas, geralmente, às estruturas geológicas.

Predominam os sistemas de relevo Mar de Morros, Colinas Pequenas com Espigões Locais, Morros Paralelos e Morros com Serras Restritas.

Nos terrenos de Serras Alongadas do Planalto do Paraitinga, está implantado o trecho inicial do túnel para a travessia da Serra do Mar, entre as estacas 8km e 9km.

A seguir, são apresentadas as **Fotos V.2.6.1-2** e **V.2.6.1-3** com aspectos gerais da unidade geomorfológica Planalto do Paraitinga (PP) observados na AII e na AID, respectivamente.



Foto V.2.6.1-2– Vista geral da Unidade Geomorfológica Planalto de Paraitinga com a exposição do sistema de relevo Mar de Morros. Ao fundo, sistema de relevo Morros com Serras Restritas. Coordenadas UTM: 7.407.772/ 431.225. Fonte: Mineral, 2011.



Foto V.2.6.1-3 – Faixa GASTAU com vista geral da Unidade Geomorfológica Planalto de Paraitinga com a exposição dos sistemas de relevo Morros Paralelos e Morros com Serras Restritas. Coordenadas UTM: 7.415.638/ 425.623. Fonte: Mineral, 2011.

- **Planalto Paulistano (PPa)**

Na faixa do traçado da AII do futuro Empreendimento, o Planalto Paulistano está representado pela sua subzona Morraria do Embu, estando restrito a uma pequena região no município de Paraibuna, onde configura a Serra dos Morais.

Caracteriza-se por um relevo suavizado, em morros e espigões divisores de alturas modestas, com altitudes entre 715 e 900m. É constituído principalmente por filitos, micaxistos, gnaisses e migmatitos variados, com algumas intrusões graníticas sustentando elevações mais proeminentes.

A Morraria do Embu, particularmente, caracteriza-se pelo aumento progressivo da amplitude do relevo a partir das escarpas da Serra do Mar, em que morrotes e colinas dão lugar a morros quando as amplitudes ultrapassam uma centena de metros. Paralelamente, observa-se a manutenção do padrão de drenagem com diminuição do número de tributários. As altitudes que nivelam os topos decrescem no mesmo sentido. Na AII, assim como também na faixa restrita da AID, a Morraria está representada unicamente pelo sistema de relevo Morros Paralelos.

A seguir, é apresentada a **Foto V.2.6.1-4** com aspectos gerais da unidade geomorfológica Planalto Paulistano (PPa) observados na AII e na AID.



Foto V.2.6.1-4 - Vista geral da Unidade Geomorfológica Planalto Paulistano, com destaque para a Morraria do Embu, que ocorre em uma pequena faixa da AII no município de Paraibuna, configurando a Serra dos Morais. Coordenadas UTM: 7.402.872/435.109. Fonte: Mineral, 2011.

- **Médio Vale do Paraíba (VP)**

O Médio Vale do Paraíba subdivide-se em uma região de morros desenvolvidos sobre rochas cristalinas pré-cambrianas e outra de colinas sustentadas por rochas sedimentares. O embasamento rochoso dos morros cristalinos apresenta natureza essencialmente granito-gnáissica, enquanto que as colinas são sustentadas por rochas da Bacia Sedimentar de Taubaté.

Os morros cristalinos dispõem-se ao redor da Bacia de Taubaté, em torno dos relevos de colinas. São constituídos principalmente pelos sistemas de relevo Morros

Paralelos, Mar de Morros e Morrotes Alongados Paralelos. Na bacia, predominam Colinas Amplas, Colinas Tabulares e Colinas Pequenas com Espigões Locais.

A seguir, é apresentada a **Foto V.2.6.1-5** com aspectos gerais da unidade geomorfológica Médio Vale do Paraíba (VP) observados na AII e na AID.



Foto V.2.6.1-5 – Vista geral da Unidade Geomorfológica Médio Vale do Paraíba com o sistema de relevo de Colinas Pequenas em transição para o relevo de Tabuleiros. Terrenos drenados pelo rio Alambari nas proximidades da REVAP, em São José dos Campos. Coordenadas UTM: 7.431.967/ 417.255. Fonte: Mineral, 2011.

- **Baixada Litorânea (BL)**

Esta unidade é caracterizada por “planícies costeiras reduzidas e descontínuas, correspondentes à colmatagem flúvio-marinha recente, de antigas indentações dos sopés das escarpas...” (Ab’Saber, 1965, pág. 15). Em São Paulo, apresenta altitudes inferiores a 70m.

As planícies desenvolvem-se sobre um pacote de sedimentos quaternários constituído por depósitos marinhos (areias de praia) retrabalhados por ação fluvial (material areno-siltico-argiloso). Em Caraguatuba, a Baixada Litorânea tem área total de cerca de 70km², com características de costa de submersão, e é representada unicamente pelo sistema de relevo Planícies Costeiras.

A seguir, é apresentada a Erro! Fonte de referência não encontrada. com aspectos gerais da unidade geomorfológica Baixada Litorânea (BL) observados na AII e na AID.



Foto V.2.6.1-6 – Vista geral da Un_BL com a exposição do sistema de relevo Planícies Costeiras na região de Caraguatatuba. Vista da sub-bacia do rio Claro em primeiro plano (Coordenadas UTM: 7431967/ 417255) e, da sub-bacia do rio Pirassununga ao fundo (Coordenadas UTM: 7374649/ 453470). Fonte: Mineral, 2011.

- **Serrania Costeira (SC)**

A Serrania Costeira está representada no futuro empreendimento, pela Serra do Mar, que coincide com a faixa das encostas de transição que orlam o Planalto Atlântico desde o Estado do Rio de Janeiro. Na faixa da AII, as escarpas da Serra do Mar situam-se próximas à linha da costa, restringindo as áreas de planícies.

A Serra do Mar compreende predominantemente o sistema de relevo Escarpas com Espigões Digitados na AII do traçado dos dutos.

As Escarpas com Espigões Digitados alargam-se paralelamente às direções NE das estruturas regionais, denunciando a influência marcante do substrato rochoso constituído por granitos orientados e migmatitos pré-cambrianos.

Nos terrenos de Escarpas com Espigões Digitados da Serrania Costeira, está implantado parte do túnel em áreas dos municípios de Paraibuna/Caraguatatuba, entre as estacas 3km+300m e 7km+300m.

A seguir, é apresentada a **Foto V.2.6.1-7**, com aspectos da unidade geomorfológica Serrania Costeira (SC) observados na AII e na AID.



Foto V.2.6.1-7 – Vista geral da Serrania Costeira com exposição do sistema de relevo Escarpas com Espigões Digitados. Região da UTGCA. Coordenadas UTM: 7.384.033/ 449.243. Fonte: Mineral, 2011.

V.2.6.2 - Unidades de Relevo

A partir da análise e interpretação visual de imagens de satélite Landsat (1:100.000), fotos aéreas (1:60.000) e com apoio de cartas topográficas do IBGE (1:50.000), identificaram-se e delimitaram-se 11 unidades ou sistemas de relevo existentes na AII e na AID da faixa dos dutos. Foram separados conjuntos de formas de relevo com textura e padrão semelhante, levando em conta amplitude altimétrica, gradiente, geometria dos topos e vertentes, densidade de drenagem, padrão de drenagem e, por vezes, coberturas inconsolidadas.

Posteriormente à identificação preliminar no escritório, as diferentes geoformas e sistemas de relevo foram reconhecidos em campo e representados no **Mapa 04 – Mapa Geomorfológico da AII (Volume III deste EIA)**.

Planícies Costeiras – PC: Consistem de terrenos baixos e mais ou menos planos, próximos ao nível do mar, com baixa densidade de drenagem, de padrão meandrante, localmente anastomosado. Ocorrem cordões subordinados.

Colinas Tabulares – Ct: Constituem interflúvios extensos e aplainados ou abaulados, vertentes ravinadas de pequena expressão em área com perfis retilíneos de alta declividade. Drenagem de baixa densidade, vales abertos. As amplitudes topográficas estão em torno 20-30m.

Colinas Pequenas com Espigões Locais – Cp: Predominam interflúvios sem orientação, com área unitária inferior a 1km², topos aplainados a arredondados, vertentes ravinadas com perfis convexos a retilíneos e amplitudes de relevo em torno de 40-50m. A drenagem é de média a baixa densidade, de padrão subparalelo a dendrítico; os vales são fechados, e as planícies aluviais interiores são restritas.

Mar de Morros – Mm: Topos arredondados, vertentes com perfis convexos a retilíneos, amplitudes topográficas em torno de 70-80m. A drenagem é de alta densidade e o padrão varia de dendrítico a retangular. Os vales são abertos a fechados e as planícies aluvionares interiores, desenvolvidas. Geralmente, constitui um conjunto de formas em “meia laranja”.

Morros Paralelos – MP: Topos arredondados, vertentes com perfis retilíneos a convexos, amplitudes topográficas em torno de 100m, podendo alcançar 120m. A drenagem é de alta densidade e o padrão em treliça a localmente subdendrítico. Os vales são ora fechados, ora abertos e as planícies aluvionares interiores são restritas.

Morros com Serras Restritas – MS: Possuem topos arredondados, vertentes com perfis retilíneos, por vezes abruptas, presença de serras restritas, amplitudes topográficas entre 130 e 140m. Drenagem de alta densidade, padrão dendrítico a pinulado, vales fechados, planícies aluvionares interiores restritas.

Morrotos Baixos– Mo: Predominam amplitudes locais entre 50 e 70m; com topos arredondados, vertentes com perfis convexos a retilíneos; drenagem de alta densidade, padrão em treliça, vales fechados a abertos, predominando declividades médias a altas (em torno de 15%).

Serras Alongadas – As: Elevações com topos angulosos a abaulados, alongadas, vertentes ravinadas com perfis retilíneos, amplitudes topográficas em torno de 250m, drenagem de alta densidade, padrão paralelo pinulado, vales fechados.

Montanhas com Vales Profundos – Mvp: Montanhas com topos angulosos a arredondados, apresentando vertentes com perfis retilíneos a convexos; apresentam drenagem de alta densidade, padrão dendrítico, vales fechados.

Escarpas com Espigões Digitados – Ee: Escarpas compostas por grandes espigões lineares subparalelos, topos angulosos, vertentes com perfis retilíneos, amplitudes topográficas em torno de 500m. Drenagem de alta densidade, padrão paralelo-pinulado, vales fechados.

Escarpas Festonadas – Ef: Escarpas desfeitas em anfiteatros separados por espigões, topos angulosos, vertentes com perfis retilíneos, amplitudes topográficas em torno de 250m, drenagem de alta densidade, padrão subdendrítico a dendrítico, vales fechados.

V.2.6.3 - Aspectos Morfodinâmicos

O traçado dos dutos atravessa regiões de morfologia variada sustentada por diferentes unidades litoestratigráficas, com os tipos de solos correspondentes.

Em função da geologia, relevo e clima podem ocorrer zonas mais ou menos alteradas, transições com o manto de alteração e irregularidades. Os produtos de intemperismo dos diversos tipos de rocha podem se apresentar, por vezes, desfavoráveis às intervenções programadas para a implantação e operação do futuro empreendimento, haja vista a diminuição da densidade e resistência em relação à rocha originária.

A interface entre o solo e a rocha constitui um meio de percolação preferencial de água, onde podem ser desencadeados processos erosivos e instabilidades, principalmente em terrenos declivosos.

Os processos morfogenéticos se diferenciam em função do clima, do relevo e da cobertura vegetal. As condições climáticas atuais são responsáveis pela permanência de faixas de umidade decrescente do litoral para o interior, as quais, influenciando no recobrimento vegetal, favorecem a diversificação dos processos morfogenéticos atuantes no modelado.

Além do papel desempenhado pela evolução morfoclimática, a diversidade geomorfológica da região está condicionada pela diversidade litológica e estrutural. As influências tectono-estruturais são marcantes — alinhamentos de topos ou cristas estruturais, cursos d'água retilíneos/sulcos estruturais, falhas, diáclases, foliação das rochas.

As influências antrópicas – principalmente o desmatamento – contribuem para a degradação do meio ambiente. A devastação das matas para uso agropecuário deixa os solos desprotegidos, facilitando o escoamento superficial das águas pluviais.

Quando os processos de decomposição química e o escoamento superficial comandam a evolução do modelado, a dissecação forma interflúvios em forma de colinas, cristas e taludes com vales encaixados, a depender, também, das constituições litológicas e estruturais – nas áreas onde predominam rochas sedimentares, os interflúvios têm formas de colinas amplas ou tabulares com vertentes recuadas e vales de fundos chatos, como caracterizado na Bacia de Taubaté.

A erosão atua, principalmente, através do escoamento concentrado, provocando o aparecimento de sulcos e ravinas nas encostas mais íngremes, onde ocorrem, também, movimentos de massa, ocasionando instabilidade dessas áreas.

Apesar do controle estrutural em segmentos dos cursos d'água, o padrão de drenagem predominante na AII (e faixa da AID) dos dutos é o dendrítico a subdendrítico.

As formas de relevo mais conservadas (tabuleiros) não oferecem restrições quanto ao uso e ocupação, pois se trata de formas amplas com poucos desníveis e consideradas, geralmente, estáveis.

As formas mais dissecadas, onde a ação da erosão em geral é mais acentuada, são mais restritivas quanto à implantação de empreendimentos lineares como este. Os setores representados pelas formas mais aguçadas ou de maiores amplitudes de relevo, com declives das encostas mais íngremes, são os considerados mais vulneráveis em relação à estabilidade de terrenos, devido à maior incidência dos processos de erosão acelerada e movimentos de massa.

No Planalto de Paraitinga, podem ocorrer fenômenos de escorregamentos superficiais e profundos, principalmente em corpos coluvionares. Podem acontecer, também, quedas de blocos relacionadas às estruturas das rochas – falhas, diáclases, foliação ou outras discontinuidades – ou no caso de matacões, devido ao descalçamento provocado pela remoção de material terroso que os envolve. Nos

sopés das encostas, são comuns as formas de acumulação: depósitos de tálus e rampas de colúvio. Os fenômenos de erosão hídrica são mais evidentes nas áreas desprovidas de cobertura vegetal.

Nas colinas sedimentares da Bacia de Taubaté (Médio Vale do Paraíba) predominam fenômenos de erosão laminar e de rastejo, com ocorrência esparsa de ravinamentos, principalmente em solos mais arenosos.

Na Serrania Costeira, a energia do relevo apresenta maiores dificuldades à implantação e manutenção de obras civis nas encostas. Observa-se que o uso e ocupação das terras se desenvolvem com maior frequência e intensidade sobre antigos depósitos coluvionares, dada sua menor declividade e seus solos mais espessos, em comparação aos demais solos das encostas.

Os rios que drenam para o mar se apresentam como torrentes que reagem imediatamente aos episódios de chuvas intensas. Em geral, transportam os sedimentos derivados de movimentos de massa, haja vista a vegetação existente proteger os solos da erosão hídrica.

Contudo, deve-se ressaltar que nos trechos mais importantes da Serrania Costeira, a estrutura linear do duto deverá ser instalada no túnel do GASTAU.

A zona da Baixada Litorânea recebe todos os materiais decorrentes dos processos erosivos atuantes nas escarpas das serras e espigões. Esse material é retrabalhado pelos rios, que promovem uma gradação granulométrica em direção à orla marítima. Os vales dos rios estão sujeitos a entulhamentos daqueles materiais resultantes da erosão e escorregamentos nas partes mais altas do relevo.

Os rios que meandram a planície costeira apresentam regime hidráulico subordinado aos efeitos das chuvas da Serra do Mar e também das marés, com possibilidades de enchentes significativas quando da conjugação desses dois fatores, inundando setores da baixada.

Os processos morfogenéticos são, portanto, condicionantes e, também, decorrentes do comportamento geotécnico dos materiais existentes na AII e na faixa da AID. Nos **Itens V.2.8.4 – Aspectos Geotécnicos Gerais e V.2.8.5 – Áreas de Risco Geológico-Geotécnico**, apresentado adiante, essas questões serão melhor discutidas.

V.2.6.4 - Aspectos de Declividades

Utilizando o software de sistema de informação geográfica (SIG) foi gerado o **Mapa 05 – Mapa de Declividades da AII**, elaborado a partir do **Mapa 06 – Mapa de Modelo Digital do Terreno**, ambos apresentados no **Volume III** deste EIA. Este programa calcula as declividades através do modelo digital da área de escopo.

O **Mapa 05 – Mapa de Declividades da AII** indica que as áreas com menores índices de declividade ocorrem, sobretudo, na forma de relevo de agradação litorânea (Planície Costeira) e relevo de degradação em forma de planaltos dissecados (Tabuleiros e Colinas Pequenas com Espigões Locais). O primeiro se

notabiliza por terrenos baixos mais ou menos planos, próximos ao nível do mar, com baixa densidade de drenagem (região de Caraguatatuba), enquanto o segundo se caracteriza por interflúvios extensos e aplainados, por vezes sem orientação, ocorrendo topos aplainados e arredondados (região de São José dos Campos).

As áreas com maiores índices de declividade ocorrem distribuídos como formas de relevo de morros paralelos ou morros com serras restritas, apresentando topos arredondados e vertentes com perfis retilíneos a convexos, por vezes abruptos. Destacam-se ainda as formas de relevo montanhoso como serras alongadas, com topos angulosos, vertentes ravinadas com perfis retilíneos, por vezes abruptos, com vales fechados, acentuando-se notoriamente nos relevo de transição de escarpas festonadas, desfeitas em anfiteatros separados por espigões.

V.2.7 – Solos

Este item trata do Estudo de Solos e da Avaliação da Erodibilidade e da Capacidade de Uso das Terras da Área de Influência Indireta (AII) e das Áreas de Influência Direta e Diretamente Afetada (AID) dos dutos.

Tem por objetivo a identificação, caracterização e delimitação cartográfica dos diversos solos presentes na área segundo a metodologia da EMBRAPA Solos (Centro Nacional de Pesquisa de Solos – CNPS), bem como a avaliação das terras quanto à sua suscetibilidade à erosão. Foi elaborado o **Mapa 07 – Mapa Pedológico da AII**, na escala de 1:100.000, apresentado no **Volume III** deste EIA.

V.2.7.1 - Síntese Metodológica

Os trabalhos de escritório, bem como a identificação e distinção das classes de solos em campo, foram desenvolvidos com base no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999) e demais publicações normativas.

Primeiramente, procedeu-se ao levantamento, análise e sistematização da literatura básica disponível sobre as características dos solos e seus fatores de formação, especialmente no que tange ao seu material de origem, relevo e clima. Foram utilizadas imagens do satélite Landsat ETM7+, composição colorida, na escala 1:100.000; fotografias aéreas pancromáticas, escala 1:60:000 e as cartas planialtimétricas do IBGE, na escala 1:50.000, como base cartográfica.

A partir da interpretação pormenorizada das fotografias aéreas supracitadas, foi gerado um mapa pedológico preliminar, confrontado com as informações coletadas nos trabalhos de campo, o que permitiu a conceituação e ajuste das unidades de mapeamento de solos e a elaboração do presente item informativo.

Cabe destacar que a correlação entre as unidades geológicas e geotécnicas descritas anteriormente juntamente com as fotos inseridas nos seus respectivos itens, e a associação dessas unidades com as unidades pedológicas também auxiliaram na identificação e mapeamento dos solos bem como sua descrição.

V.2.7.2 - Descrição das Unidades de Solos

A caracterização sumária das classes de solos e/ou tipos de terrenos identificados na Área de Influência Indireta (AII) e, por consequência, na AID, e que constam na legenda de identificação do Mapa Pedológico, é apresentada na **Tabela V.2.7.2-1**.

Tabela V.2.7.2-1 - Classes de solos e percentual aproximado das unidades mapeadas na AII.

Unidade de Mapeamento	Classes de Solos	%
PVAd1	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, A moderado, textura média/argilosa, relevo ondulado.	3,45
PVAd2	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, A moderado, textura média/argilosa, relevo ondulado e forte ondulado.	2,46
PVAd3	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, A moderado, textura média/argilosa, relevo forte ondulado e ondulado.	0,14
PVAd4	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, A moderado, textura média/argilosa, relevo forte ondulado e ondulado + Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, A moderado, textura média e média/argilosa, relevo ondulado.	1,73
PVAd5	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, A moderado e proeminente, textura média/argilosa, relevo forte ondulado e ondulado + Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, A moderado, textura média e média/argilosa, relevo ondulado.	1,69
PVAd7	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, A moderado e proeminente, textura arensa/média, relevo forte ondulado e ondulado + Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, A moderado, textura média e média/argilosa, relevo ondulado.	5,89
PVAd8	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, A moderado, textura arensa/média, relevo ondulado e forte ondulado + Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, A moderado, textura argilosa, relevo ondulado.	1,76
PVAd9	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, A moderado e proeminente, textura média/argilosa, relevo ondulado e forte ondulado + Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, A moderado, textura argilosa e média, relevo ondulado.	0,60
PVAd10	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, relevo forte ondulado e ondulado + Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico típico, relevo ondulado ambos A moderado, textura média/argilosa.	5,44
PVAd11	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, A moderado, textura média/argilosa, relevo forte ondulado.	1,28
PVAd12	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, A moderado, textura média/argilosa, relevo forte ondulado + Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, A moderado e proeminente, textura arenosa/média, relevo forte ondulado e ondulado.	0,37
PVAd13	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, relevo forte ondulado + Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico típico, relevo forte ondulado e ondulado, ambos A moderado, textura média/argilosa.	3,50

Unidade de Mapeamento	Classes de Solos	%
PVAd14	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, A moderado, textura média/argilosa, relevo forte ondulado e montanhoso.	1,47
PVAd15	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, relevo forte ondulado e montanhoso + Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico típico, relevo forte ondulado, ambos A moderado, textura média/argilosa.	1,63
PVAd16	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, A moderado, textura média/argilosa, relevo montanhoso e forte ondulado.	6,22
PVAd17	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, A moderado, textura média/argilosa, relevo montanhoso e forte ondulado + Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, A moderado e proeminente, textura média e média/argilosa, relevo forte ondulado.	0,61
PVAd18	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, A moderado, textura média/argilosa, relevo montanhoso.	0,71
PVAd20	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, relevo montanhoso e escarpado + Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, relevo montanhoso, ambos A moderado, textura média/argilosa e argilosa.	4,92
PVAd21	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, relevo escarpado e montanhoso + Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, relevo montanhoso, ambos A moderado, textura média/argilosa e argilosa.	1,45
CXbd1	Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico, relevo ondulado + Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, relevo ondulado e forte ondulado, ambos A moderado, textura argilosa.	2,04
CXbd2	Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico + Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, ambos A moderado, textura argilosa, relevo ondulado e forte ondulado.	1,80
CXbd3	Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico, relevo forte ondulado + Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, relevo ondulado e forte ondulado, ambos A moderado, textura argilosa.	0,03
CXbd4	Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico, relevo montanhoso + Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, relevo forte ondulado e montanhoso, ambos A moderado, textura argilosa.	0,46
CXbd5	Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico + Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, ambos A moderado, textura argilosa, relevo montanhoso.	3,28
CXbd6	Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico, relevo escarpado e montanhoso + Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, relevo montanhoso, ambos A moderado, textura argilosa.	7,27
ESo	Espodosolo Ferrocárbico Órtico típico, A proeminente, textura arenosa + Cambissolo Flúvico Tb Distrófico, A moderado e proeminente + Neossolo Quartzarênico Órtico, A moderado, todos relevo plano.	1,03
LVAAd1	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, A moderado, textura argilosa, relevo suave ondulado e plano + Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, A moderado, textura argilosa, relevo suave	3,37

Unidade de Mapeamento	Classes de Solos	%
	ondulado.	
LVAAd2	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, A moderado, textura argilosa + Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, A moderado, textura argilosa, ambos relevo suave ondulado.	4,20
LVAAd3	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, A moderado, textura argilosa, relevo suave ondulado e ondulado + Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, A moderado, textura argilosa, relevo ondulado.	1,51
LVAAd4	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, A moderado, textura argilosa, relevo ondulado + Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, A moderado, textura argilosa, relevo ondulado e suave ondulado.	3,43
LVAAd5	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, A moderado, textura argilosa, relevo forte ondulado + Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, A moderado, textura argilosa, relevo suave ondulado.	8,02
LVAAd6	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, A moderado, textura argilosa, relevo suave ondulado e plano + Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, A moderado, textura argilosa, relevo suave ondulado.	2,33
LVAAd7	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, A moderado, textura argilosa, relevo montanhoso + ARGISSOLO Vermelho-Amarelo Distrófico típico, A moderado, textura argilosa, relevo forte ondulado e ondulado.	2,10
RYbd1	Neossolo Flúvico Tb Distrófico e Eutrófico típico, A moderado, textura argilosa/média + Gleissolo Melânico Distrófico típico, textura média e argilosa, ambos relevo plano.	0,92
RYbd2	Neossolo Flúvico Tb Distrófico típico, textura argilosa/média + Gleissolo Háplico Tb Distrófico, textura argilosa e média, ambos A moderado, relevo plano.	0,78
RYbd3	Neossolo Flúvico Tb Distrófico e Eutrófico típico, textura argilosa/média, relevo plano + Cambissolo Flúvico Tb Distrófico, textura média e argilosa + Espodossolo Ferrocárbico Órtico típico, textura arenosa, todos A moderado, relevo plano.	4,02
Água		8,09
TOTAL		100

Foram identificadas unidades de solos pertencentes às classes de solos Argissolos Vermelho-Amarelos, Latossolos Vermelho-Amarelos, Cambissolos e Neossolos. 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. 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, estão descritas neste relatório.

De modo geral, as macro-unidades pedológicas têm ampla correlação com as litologias identificadas no (Mapa Geológico). A partir da REVAP podem ser identificadas as unidades geotectônicas Bacia de Taubaté, Domínio Embu, Domínio Costeiro e Planície Costeira, conforme **Figura V.2.5-1** já apresentada.

A Bacia de Taubaté integra o *Rift* Continental do Sudeste do Brasil e inclui as formações Resende, Tremembé, São Paulo e Pindamonhangaba, compostas predominantemente por arenitos e argilitos, estando também presentes conglomerados. Associam-se aos sedimentos da Bacia de Taubaté a unidade dos Latossolos Vermelho-Amarelos.

O Domínio Embu é identificado desde os arredores da estaca 36km+500m até a altura da estaca 61km, onde encontra-se instalada a Zona de Cisalhamento de Cubatão. No Domínio Embu são reconhecidos xistos e gnaisses dos complexos Rio Capivari e Embu, assim como rochas ígneas intrusivas nesses complexos.

Nos arredores da divisa de Jambuí e Paraibuna, na porção leste da faixa da AII e associados aos biotita gnaisses do Complexo Capivari, são identificados os Latossolos Vermelho-Amarelos. Nos demais terrenos onde ocorrem os solos de alteração derivados dos xistos e gnaisses dos complexos Embu e Rio Capivari, bem como os solos de alteração das diversas rochas granitóides intrusivas, é caracterizada a unidade dos Argissolos Vermelho-Amarelo.

O Domínio Costeiro inclui as rochas metamórficas presentes entre a Zona de Cisalhamento de Cubatão e o litoral, compostas principalmente por ortognaisses, com intercalações subordinadas de rochas parametamórficas e granulíticas, além de quartzitos feldspáticos e diversas rochas graníticas intrusivas associadas.

Entre as estacas 23km+500m e 36km+500m ocorrem de NW-SE, rochas granitóides associadas ao Granito Natividade, unidade de quartzitos feldspáticos e quartzitos com gnaisses, seguido por biotita gnaisses peraluminosos. Nestes terrenos são identificados os Argissolos Vermelho-Amarelos.

Mais ao sul, entre as estacas 11km e 23km+500m, são identificados os solos derivados dos migmatitos com estruturas diversas do Complexo Costeiro. A esses migmatitos associam-se amplamente os Latossolos Vermelho-Amarelos.

Nas escarpas da Serra do Mar são identificados de NW-SE rochas granitóides do Complexo Pico do Papagaio, migmatito e/ou granito-gnaiss porfioroclástico, seguidos de migmatitos com estruturas diversas, biotita gnaisses gradando para migmatitos estromáticos, granito leucocrático. Nestes terrenos constituídos por gnaisses, migmatitos e rochas granitóides diversas associadas ao relevo de Serra do Mar ou às encostas mais íngremes do Planalto de Juqueriquerê são identificados os Cambissolos Háplicos.

O túnel do GASTAU localizado entre as estacas 3km+400m e 8km+300m atravessará em subsuperfície os terrenos essencialmente constituídos pelos Cambissolos Háplicos.

Por fim, na região litorânea, são reconhecidos os sedimentos arenosos e areno-siltico-argilosos cenozóicos de origem marinha e continental da Planície Costeira. Associados aos sedimentos continentais ou marinhos e que conformam depósitos areno-silto-argilosos indeferenciados presentes mais próximos ao sopé da Serra do Mar são reconhecidos os Neossolos Flúvicos, enquanto que associado aos depósitos arenosos marinhos praias ocorre o Espodosolo Ferrocárbico.

- **Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico (PVAd)**

São solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B textural de cores mais amarelas do que o matiz 2,5YR e mais vermelhas do que o matiz 7,5YR, na maior parte dos primeiros 100cm do horizonte B (inclusive BA), e distinta diferenciação entre os horizontes no tocante a cor, estrutura e textura, principalmente. São profundos, com argila de atividade baixa, horizonte A do tipo moderado e textura média/argilosa e média. Eventualmente, ocorre textura cascalhenta, tanto superficialmente, quanto em subsuperfície.

São solos distróficos, com saturação por bases inferior a 50% que, originalmente, eram cobertos por vegetação de floresta e, na área da bacia terciária, por cerrado. O principal tipo de uso verificado sobre eles é a pastagem e alguns remanescentes de floresta secundária.

À exceção das áreas de relevos mais declivosos, poucas são as limitações à sua utilização agrícola, sendo principalmente baixa a soma de bases trocáveis, que obriga à execução de práticas corretivas de ordem química. A baixa fertilidade natural e a suscetibilidade à erosão, nos locais mais declivosos e/ou com presença de forte gradiente textural em alguns indivíduos, são os principais fatores limitantes, devendo-se ainda mencionar a presença de pedregosidade nas unidades em associação com os Cambissolos.

Pode-se afirmar que a presença do horizonte B textural é um fator negativo em termos da erosão do tipo superficial. Assim, aspectos relacionados ao gradiente textural, ao tipo de estrutura e à permeabilidade, entre outros, influenciam na sua maior ou menor erodibilidade.

A ordem dos Argissolos é a mais representativa da unidade, com cerca de 45,32% do total da área de estudo. Foram mapeadas 19 unidades de Argissolos, em sua maioria sempre associados aos Latossolos Vermelho-Amarelos e Cambissolos. Nas unidades com maiores declives, é comum a ocorrência de inclusões de solos mais rasos, como os Neossolos Litólicos e, também, de Afloramentos Rochosos que, na escala do trabalho efetuado (1:100.000), não foram cartograficamente separados em unidades de mapeamento.

Os Argissolos ocorrem na porção central e norte da AII, desde Paraibuna, passando por Jambeiro, até São José dos Campos, em relevo desde o ondulado (PVAd1) até o montanhoso e escarpado (PVAd20 e PVAd21). Essas áreas possuem suscetibilidade à erosão que varia de muito forte a extremamente forte, sendo recomendada sua utilização para a preservação da flora e da fauna. Em alguns

locais menos declivosos, entretanto, é permitido o uso de espécies protetoras do solo, como as florestas plantadas.

Dominantemente, representam as classes com forte suscetibilidade à erosão, devido ao relevo em que ocorrem e ao gradiente textural ao longo do perfil, estando nessa classe, por exemplo, as unidades PVAd3 a PVAd7 e PVAd10 a PVAd13. Na classe seguinte, isto é, suscetibilidade à erosão muito forte, está a unidade PVAd14.

As demais unidades de Argissolos compreendem as classes de moderada suscetibilidade à erosão, sendo recomendado seu uso considerando os critérios conservacionistas.

- **Cambissolo Háplico Tb Distrófico (CXbd)**

São solos minerais não hidromórficos, pouco evoluídos, caracterizados pela presença de horizonte B incipiente, de caráter distrófico, com argila de baixa atividade. Apresentam fertilidade natural baixa, são medianamente profundos a rasos, apresentando sequência de horizontes A, Bi e C, com pequena diferenciação entre eles. Em geral, verifica-se forte influência do material de origem em suas características, o que evidencia a pouca evolução desses solos, expressa também pelo fraco desenvolvimento pedogenético do horizonte B, ou mesmo pelo grau de intemperização pouco avançado, inferido pela presença, na fração grosseira, de conteúdos minerais primários de fácil intemperização superiores a 4% ou, ainda, por teores de silte relativamente elevados.

Na All, esses solos ocorrem em terrenos de elevado declive (forte ondulado e montanhoso), apresentando risco de erosão forte e muito forte, devido às características inerentes do perfil, como a pequena profundidade do *solum* – horizonte C próximo à superfície, cujo fraco grau de desenvolvimento estrutural proporciona, quando exposto, condições favoráveis ao estabelecimento e evolução dos processos erosivos. A suscetibilidade à erosão apresenta grau ligeiramente mais elevado – extremamente forte – nos locais de perfis mais rasos e em declives um pouco maiores, como áreas de relevo escarpado.

Foram identificadas seis unidades de mapeamento em que se verifica a predominância de Cambissolos Háplicos. Ocorre em áreas de domínio de vegetação de floresta, sob relevo movimentado, no trecho sul dos novos dutos, município de Caraguatatuba. Estão associados aos Latossolos Vermelho-Amarelos e, como inclusão, ocorrem os Neossolos Litólicos, que tendem a ocupar as áreas de topo e de bordas, respectivamente. Os Cambissolos têm baixo potencial agrícola, pois apresentam severas limitações de relevo e de solo, além de serem altamente suscetíveis aos processos erosivos. Apresentam restrições ao uso nos locais de perfis rasos e/ou que possuem pedregosidade ou rochiosidade. São utilizados preferencialmente com pastagens ou cobertos por vegetação florestal.

Os Cambissolos representam 14,88% da All e estão localizados na porção sul do traçado dos dutos, próxima ao litoral. Compreendem as áreas de florestas mais preservadas da All e também de maior declive, situadas nas proximidades e nos limites do Parque Estadual da Serra do Mar.

- **Cambissolo Flúvico Tb Distrófico**

Os Cambissolos Flúvicos possuem horizonte B incipiente (Bi) e são desenvolvidos em planícies aluviais. São horizontes muito semelhantes ao horizonte C, diferindo deles, porém, por apresentar um maior desenvolvimento pedogenético. Apresentam uma grande variação de atributos, o que os torna muito difíceis de enquadrar em um padrão geral, onde predominam texturas média e argilosa. É comum apresentarem elevado teor de silte também em superfície. Nestes solos, a formação de solo superficial, que aumenta a erodibilidade do solo, ocorre com facilidade. Podem ser classificados como de moderada suscetibilidade à erosão, devido à sua capacidade de infiltração de água no solo ser moderada.

Estes solos ocorrem somente como componente secundário das unidades ESo2 (Espodossolos Ferrocárbicos) e RYbd3 (Neossolos Flúvicos), na porção sul do traçado dos dutos.

- **Espodossolo Ferrocárbico Órtico típico (ESo)**

Compreende solos com horizonte mineral subsuperficial, com espessura mínima de 2,5cm, formados por acumulação iluvial de matéria orgânica e complexos organometálicos de alumínio, com presença de ferro iluvial, denominado horizonte espódico. Resulta uma morfologia bastante fácil de identificação, sendo comum a ocorrência do horizonte E alábico, de cor esbranquiçada, contrastando acentuadamente com as cores avermelhadas do horizonte espódico que lhe sucede.

São solos quimicamente pobres, com baixíssimo teor de bases trocáveis. Para que alcancem uma boa produtividade, é imprescindível a aplicação de insumos. Por se desenvolverem predominantemente em material grosseiro, esses solos apresentam elevada condutividade hidráulica e baixa capacidade de retenção de umidade, assemelhando-se, nesses aspectos, aos Neossolos Quartzarênicos. Na All, tais solos, por se situarem em ambientes bastante úmidos (zona litorânea) ou com lençol freático bastante elevado, apresentam comportamento diferente dos Neossolos que, nos períodos secos, revelam acentuado estresse hídrico.

A textura arenosa ou média favorece os trabalhos de preparo do solo para plantio, sendo a camada arável facilmente agricultada. A conjugação de elevada permeabilidade, de lençol freático a pequena profundidade e baixíssima capacidade de adsorção exclui o uso de aterro sanitário e depósito de efluentes em solos com horizonte B espódico. Ocorre apenas uma unidade de Espodossolos (ESo), associada aos Neossolos Quartzarênicos como componentes secundário e terciário, respectivamente. A unidade ESo tem como segunda componente os Cambissolos Flúvicos, descritos anteriormente. Compreende solos com moderada suscetibilidade à erosão, devido à pequena coesão das partículas e à baixa capacidade de retenção de umidade e de nutrientes que desfavorecem o desenvolvimento rápido da cobertura vegetal.

Essa unidade representa 1,03% da superfície total da All e está localizada na faixa litorânea da porção sul do futuro empreendimento.

- **Gleissolo Melânico Tb Distrófico e Eutrófico**

Os Gleissolos Melânicos compreendem solos mal drenados, com lençol freático elevado por longos períodos durante o ano, apresentando horizonte glei subjacente ao horizonte H hístico, com menos de 40cm de espessura, ou horizonte A húmico ou proeminente e sequência de horizontes do tipo A - Cg. Apresentam argila de baixa atividade e caracteres distrófico e eutrófico. São originados de sedimentos aluviais e coluviais quaternários, apresentando, portanto, grande variabilidade espacial, com textura argilosa.

Localizam-se em baixadas, normalmente com vegetação nativa adaptada à condição de maior encharcamento, como a Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas. Devido à topografia plana em que ocorrem, apresentam muito baixo potencial erosivo; no entanto, em razão da proximidade do lençol freático à sua superfície, constituem áreas de relevância ambiental, que devem ser manejadas com muito cuidado.

Apresentam riscos de inundação por cheias ou por acumulação de água de chuvas em alguma época do ano. Mesmo assim, na All do empreendimento em estudo, são considerados de boa potencialidade agrícola, em muito, pela sua condição natural de maior umidade e, por vezes, de boa fertilidade natural. Ocorrem em áreas de várzea, de relevo plano, onde se verifica a prática de pequenos cultivos, normalmente de arroz irrigado, sendo, também, muito utilizados para o cultivo de capineiras e plantios de pastagens.

São áreas com erodibilidade ligeira, porém, de maneira geral, apresentam razoável vulnerabilidade, tanto pelas restrições de drenagem, com risco de poluição do lençol freático, quanto pelo seu manejo trabalhoso e de alto custo. Estes solos ocorrem apenas como componente secundário da unidade RYbd1.

- **Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (LVAd)**

São solos bem-drenados, caracterizados pela ocorrência de horizonte B latossólico de cores mais amarelas do que o matiz 2,5YR e mais vermelhas do que o matiz 7,5 YR, na maior parte dos primeiros 100cm do horizonte B (inclusive BA). São profundos e bastante intemperizados, o que se reflete na baixa capacidade de troca de cátions que possuem.

As características físicas são de boa drenagem interna, boa aeração e ausência de impedimentos físicos à mecanização e penetração de raízes. Entretanto, aqueles de textura média, tendendo para arenosa, são mais restritivos ao uso por possuírem baixa retenção de água e de nutrientes a eles incorporados.

As principais limitações ao aproveitamento agrícola desses solos decorrem de suas características químicas, impondo a execução de práticas para correção química, como calagem e adubação.

Na All, ocorrem sete unidades de Latossolos Vermelho-Amarelos típicos (LVAd), os quais, em outras unidades, associam-se com a maioria dos Argissolos e

Cambissolos. Os primeiros (LVAd1 a LVAd4) diferenciam-se por ocorrerem em relevos mais suavizados no interior da bacia terciária. Dadas as boas características físicas que possuem, assim como a condição de relevo aplainado em que ocorrem, são solos pouco propensos à erosão.

Os solos da unidade LVAd4, de textura argilosa, tendendo para média, apresentam boas condições para a exploração com lavouras mecanizadas em sequeiro. As principais limitações decorrem da fertilidade baixa e da deficiência de micronutrientes.

As unidades LVAd1 e LVAd2 apresentam suscetibilidade à erosão ligeira, enquanto a unidade LVAd3 possui suscetibilidade moderada, face ao relevo onde ocorrem, ser mais movimentado. Já as unidades LVAd4 e LVAd5 possuem moderada a forte suscetibilidade à erosão, por ocorrerem em áreas mais declivosas e de borda de colinas tabulares. As demais unidades (LVAd6 e LVAd7) ocorrem em áreas muito movimentadas, de relevo montanhoso, apresentando, em decorrência, suscetibilidade à erosão forte a muito forte.

Os Latossolos, como unidade principal, cobrem aproximadamente 25% da área total mapeada, e estão distribuídos principalmente na porção sul do município de Paraibuna e em São José dos Campos.

- **Neossolo Litólico Distrófico (RLd)**

Os Neossolos Litólicos são solos minerais não-hidromórficos, pouco desenvolvidos, rasos ou muito rasos, possuindo horizonte A moderado assentado diretamente sobre a rocha. São distróficos com saturação por bases inferior a 50%.

A pequena espessura do solo, a frequente ocorrência de cascalhos e fragmentos de rocha no seu perfil, a presença de rochividade, a suscetibilidade à erosão, mormente das manchas situadas em áreas declivosas, são as limitações mais comuns desses solos. São solos de vocação agrícola muito restrita, em que a pequena profundidade efetiva limita o desenvolvimento radicular da maioria das plantas e culturas comerciais, sendo indicados para preservação da flora e da fauna. Apresentam capacidade de armazenamento de água muito baixa e, em áreas como a deste estudo, mais chuvosas, ocorre até uma condição de moderada sustentabilidade da vegetação florestal. Essas características, associadas à ocorrência do substrato rochoso, a pequena profundidade, em relevo muito movimentado, tornam tais áreas muito vulneráveis aos processos erosivos, que se intensificam nos locais de declives mais acentuados.

Esses solos ocorrem somente como inclusão nas unidades de Cambissolos (CXbd4 a CXbd6) e Argissolos (PVAd20 e PVAd21), situados em segmentos sul e central da All.

- **Neossolo Flúvico Tb Distrófico e Eutrófico (RYbd)**

São solos minerais não-hidromórficos, pouco evoluídos, formados a partir de depósitos aluviais recentes, nas margens de cursos d'água. Devido à sua origem de

fontes as mais diversas, são muito heterogêneos quanto à textura e demais propriedades físicas e químicas, que podem variar num mesmo perfil entre as diferentes camadas, que não possuem relação pedogenética entre si. Em geral, apresentam argila de atividade baixa e são distróficos, com saturação por bases inferior a 50%.

Os Neossolos Flúvicos, de uma forma geral, são considerados de grande potencialidade agrícola; no entanto, podem ocorrer restrições ao desenvolvimento dos cultivos, dada a presença de sais e/ou sódio. As áreas onde ocorrem são de relevo plano, favorecendo a prática de mecanização agrícola. A trafegabilidade poderá ser prejudicada em períodos chuvosos, uma vez que o escoamento superficial é pequeno. Nesse caso, essa característica fica potencializada, pois, além desses solos apresentarem textura argilosa, as argilas são de atividade alta, intensificando as restrições ao tracionamento. Apresentam riscos de inundação por cheias periódicas ou por acumulação de água de chuvas na época de intensa pluviosidade.

Ocorrem três unidades onde os Neossolos Flúvicos constituem o principal componente. A unidade RYbd1 representa os Neossolos da bacia terciária e estão associados aos Gleissolos Melânicos, descritos anteriormente. Na porção central da All, os Neossolos Flúvicos localizam-se nos vales encaixados com pequena expressão geográfica, sendo bastante esparsos. Esses solos encontram-se associados aos Gleissolos Háplicos, de textura argilosa, desenvolvidos em relevo plano, compreendendo a unidade RYbd2.

Por último, na faixa litorânea da All encontra-se a unidade RYbd3, correspondente aos Neossolos Flúvicos associados aos Cambissolos Flúvicos e aos Espodossolos Ferrocárbicos ambos descritos nas unidades anteriores.

Em geral, originalmente apresentavam vegetação adaptada à condição de maior encharcamento, como os brejos herbáceos ou Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas.

Devido à topografia plana em que ocorrem, apresentam muito baixo potencial erosivo; no entanto, em razão da proximidade do lençol freático à superfície, o que facilita bastante a sua contaminação, constituem áreas de relevância ambiental, que devem ser manejadas com muito cuidado.

Os Neossolos Flúvicos representam, como componente principal da unidade, 5,72% da All e estão localizados em setores mais baixos, nos extremos norte e sul dessa área, e em pequenas manchas restritas no trecho intermediário da All.

• Neossolo Quartzarênico Órtico

Compreende solos minerais arenosos, quartzosos, virtualmente destituídos de minerais primários pouco resistentes ao intemperismo, fortemente a excessivamente drenados, muito permeáveis, profundos ou muito profundos. Ocorrem sob vegetação de restinga e têm como material de origem sedimentos arenosos quaternários. Ocorrem subordinados na unidade dos Espodossolos ferrocárbicos.

Possuem baixa fertilidade natural, com baixa capacidade de troca de cátions e saturação por bases. A textura arenosa condiciona uma baixa capacidade de retenção de água e de eventuais elementos nutrientes aplicados, o que constitui forte limitação ao seu aproveitamento agrícola. Podem, porém, ser usados para cultivo de espécies adaptadas, como o côco, especialmente sob irrigação.

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.

A classe do Neossolo Quartzarênico ocorre na Baixada Litorânea, associada aos Espodossolos (ESo).

As **Fotos V.2.7.2-1 a V.2.7.2-11** apresentam algumas feições de relevo e as ocorrências de tipos de solo observados nas áreas de influência:



Foto V.2.7.2-1 – Relevo de Colinas com Espigões Locais e Morros com Serras Restritas ao fundo. Ocorrem Argissolos Vermelho-Amarelos distróficos. Município de Paraibuna. Coordenadas UTM: 7.405.397 / 438027. Fonte: Biodinâmica, 2006.



Foto V.2.7.2-2 – Exploração de saibro em uma colina isolada na Planície Costeira. Ocorrem Argissolos Vermelho-Amarelos. Município de Caraguatatuba. Coordenadas UTM: 7.383.155 / 447.225. Fonte: Biodinâmica, 2006.



Foto V.2.7.2-3 – Aspecto da unidade de relevo Mar de Morros sustentado por rochas cristalinas pré-cambrianas. Ocorrem Argissolos Vermelho-Amarelos distróficos. Município de Jambeiro. Coordenadas UTM: 7.421.199 / 423.294. Fonte: Biodinâmica, 2006.



Foto V.2.7.2-4 – Aspecto da unidade de relevo Morros Paralelos, ao fundo da foto. Dominam Argissolos Vermelho-Amarelos distróficos. Município de São José dos Campos. Coordenadas UTM: 7.427.473 / 419.409. Fonte: Biodinâmica, 2006.



Foto V.2.7.2-5 – Afloramento de rocha granitóide bastante cataclasada. Zona de cisalhamento transcorrente. Rodovia dos Tamoios. Neossolos Litólicos distróficos. Município de Paraibuna. Coordenadas UTM: 7.398.743 / 445.160. Fonte: Biodinâmica, 2006.



Foto V.2.7.2-6 – Planície costeira constituída de sedimentos marinhos e mistos com valas de drenagem. Ao fundo, colinas isoladas e escarpa da Serra do Mar. Ocorrem Espodossolos Ferrocárbicos Órticos, de textura arenosa. Município de Caraguatatuba. Coordenadas UTM: 7.384.757 / 455.909. Fonte: Biodinâmica, 2006.



Foto V.2.7.2-7 – Planície Costeira. Ao fundo, aspecto da Escarpa com Espigões Digitados. Ocorrem Espodossolos Ferrocárbicos associados a Neossolos Flúvicos Tb distróficos. Município de Caraguatatuba. Fonte: Biodinâmica, 2006.



Foto V.2.7.2-8 – Planície Costeira com Colinas Isoladas e Escarpas com Espigões Digitados ao fundo. Ocorrem Espodossolos Ferrocárbicos. Município de Caraguatatuba. Coordenadas UTM: 7.384.833 / 453.802. Fonte: Biodinâmica, 2006.



Foto V.2.7.2-9 – Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, textura argilosa, A moderado, relevo forte ondulado. Município de Paraibuna. Coordenadas UTM: 7.410.970 / 428.461. Fonte: Biodinâmica, 2006.



Foto V.2.7.2-10 – Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, textura média/argilosa, relevo ondulado. Município de Paraibuna. Coordenadas UTM: 7.389.739 / 441.501. Fonte: Biodinâmica, 2006.



Foto V.2.7.2-11 – Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, textura argilosa, relevo forte ondulado. Município de Paraibuna. Coordenadas UTM: 7.391.159 / 439.967. Fonte: Biodinâmica, 2006.

V.2.7.3 - Avaliação da Erodibilidade das Terras

A avaliação da suscetibilidade à erosão foi realizada a partir das informações contidas no estudo precedente de solos. As classes de erodibilidade para cada unidade de mapeamento de solos encontram-se indicadas na **Tabela V.2.7.3-1**.

Tabela V.2.7.3-1 – Erodibilidade das terras.

Suscetibilidade à Erosão (*)	Descrição Da Classe
Li - Ligeira	Terras que apresentam ligeira suscetibilidade à erosão. Compreendem áreas de relevo plano e/ou suave ondulado, que apresentam solos de baixa erodibilidade.
Mo - Moderada	Terras que possuem moderada suscetibilidade 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 suscetibilidade à erosão. Compreendem áreas de relevo ondulado e forte ondulado que apresentam solos profundos e bem-drenados.
Fo Forte	Terras que possuem forte suscetibilidade à erosão. Compreendem áreas de relevo forte ondulado e ondulado que apresentam solos profundos ou pouco profundos e bem-drenados, com gradiente textural pequeno.

Suscetibilidade à Erosão (*)	Descrição Da Classe
Fo/MF - Forte/Muito Forte	Terras que possuem suscetibilidade 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 suscetibilidade 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 suscetibilidade 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 suscetibilidade à erosão extremamente forte. Compreendem áreas de relevo escarpado e montanhoso que apresentam solos profundos e pouco profundos, bem-drenados, com gradiente textural pequeno.

Embora na maior parte da AII 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.

No subitem anterior, foram discutidas, para cada unidade de mapeamento, as principais características dos solos e suas implicações quanto à erodibilidade. A seguir, é apresentada na **Tabela V.2.7.3-2** o agrupamento das unidades de mapeamento de solos, segundo a classe de erodibilidade das terras, considerando os parâmetros ambientais relacionados e discutidos no item de solos.

Tabela V.2.7.3-2 – Classificação de Erodibilidade das Terras e Unidades de Mapeamento de Solos

Classe de Suscetibilidade à Erosão	Unidade de Mapeamento de Solos
Li - Ligeira	LVA _{d1} , LVA _{d2} , RY _{bd1} e RY _{bd2}
Mo – Moderada	PVA _{d1} , ESo, LVA _{d3} e RY _{bd3}
Mo/ Fo - Moderada/Forte	PVA _{d2} , PVA _{d8} , PVA _{d9} , LVA _{d4} e LVA _{d5}
Fo – Forte	PVA _{d3} a PVA _{d7} , PVA _{d10} a PVA _{d13} , CX _{bd1} e CX _{bd2}
Fo/ MF - Forte/Muito Forte	CX _{bd3} e LVA _{d6}
MF - Muito Forte	PVA _{d14} a PVA _{d18} , CX _{bd4} , CX _{bd5} e LVA _{d7}
MF/ EF - Muito Forte/Extremamente Forte	PVA _{d20}
EF – Extremamente Forte	PVA _{d21} e CX _{bd6}

O **Mapa 08 – Mapa de Suscetibilidade à Erosão da AII** foi elaborado a partir do **Mapa 07 – Mapa Pedológico da AII (Volume III deste EIA)**, tendo-se procedido a alguns agrupamentos de unidades de mapeamento de solos.

Nos terrenos onde predominam as classes forte, muito forte e extremamente forte quanto à suscetibilidade à erosão, os dutos serão instalados em túnel escavado em profundidade no maciço rochoso na região da Serra do Mar (entre as estacas 3km+400m e 8km+300m), não ficando expostos às intempéries impostas às suas superfícies naturais (conforme mencionado a seguir no **Item V.2.8.6 – Interferências com Áreas Suscetíveis à Erosão e Áreas de Risco Geológico-Geotécnico**).

V.2.8 – Vulnerabilidade Geotécnica

Os trabalhos desenvolvidos para o diagnóstico das áreas de influência dos dutos OCVAP I e II compreenderam as atividades de fotointerpretação geológica, pesquisa bibliográfica e reconhecimento geológico-geotécnico de superfície.

Por meio de avaliação de fotografias e imagens aéreas, foram identificadas as diferentes unidades e estruturas geológicas presentes; cicatrizes de rupturas e antigos escorregamentos; processos erosivos antigos e atuais; assoreamentos e demais ocorrências naturais ou decorrentes de ação antrópica.

Os estudos regionais e locais já realizados – compreendendo mapeamentos e pesquisas referentes às litologias e parâmetros geotécnicos dos materiais presentes na área – foram pesquisados na bibliografia técnica disponível. Para aferição direta e melhor caracterização das unidades geológicas e processos supérgenos, e avaliação das condições de fundação, foi realizado um reconhecimento geológico-geotécnico da AID.

Os trabalhos foram realizados ao longo das estradas e acessos existentes, percorrendo-se caminhos, picadas e trilhas, de forma a se inspecionar os taludes naturais, taludes de cortes, aterros, depósitos aluviais, afloramentos de rocha, erosões, assoreamentos, etc.

Em função da escala do mapa geológico adotado (CPRM, 1999), em escala 1:250.000 – e que recobre toda a região da AII do presente estudo – aliado à possibilidade de correlação ampla das unidades geológicas mapeadas com atributos geotécnicos característicos do traçado da faixa dos dutos OCVAP I e II optou-se, como metodologia de trabalho, pela individualização das unidades geotécnicas, as quais apresentam ampla correlação com as principais litologias reconhecidas no Mapa Geológico, haja visto que os mapas geotécnicos existentes para a região dos dutos OCVAP I e II (NAKAZAWA, 1994) são em escala 1:500.000, de menor detalhe.

Pode-se notar que as unidades geotécnicas individualizadas e estruturas geológicas identificadas com base nos estudos preliminares e levantamentos de dados básicos, e apresentadas no **Mapa 09 – Mapa Geotécnico da AII (Volume III** deste EIA) têm ampla correlação com as litologias e as estruturas de cisalhamento individualizadas no Mapa Geológico.

São reconhecidas 10 unidades com características geotécnicas similares. Essas unidades se encontram delimitadas no Mapa Geotécnico e refletem atributos das litologias predominantes identificadas no Domínio Embu (complexos Capivari e

Embu e rochas ígneas intrusivas associadas), no Domínio Costeiro (Complexo Costeiro e rochas ígneas intrusivas associadas), no Rift Continental do Sudeste do Brasil (Sedimentos Terciários das formações Resende, Tremembé, São Paulo e Pindamonhangaba) e nas Coberturas Sedimentares Cenozóicas (Aluviões, Coluviões e Sedimentos Marinhos).

Com base nas informações disponíveis – Mapa Geológico em escala 1:250.000, (CPRM 1999), Cartas Geotécnicas em escala 1:500.000 (Nakazawa, 1994) e levantamento de dados de campo, foi elaborado o **Mapa 09 – Mapa Geotécnico da AI** (**Volume III** deste EIA) em escala 1:100.000, que também abrange as informações da AID.

As unidades geotécnicas individualizadas e estruturas geológicas identificadas com base nos estudos preliminares e levantamentos de dados básicos, e apresentadas no Mapa Geotécnico têm ampla correlação com as litologias e as estruturas de cisalhamento individualizadas no Mapa Litoestratigráfico e Estrutural.

Desta forma, as 10 unidades geotécnicas caracterizadas e delimitadas no Mapa Geotécnico refletem as características das litologias predominantes identificadas no Domínio Embu (complexos Capivari e Embu e rochas ígneas intrusivas associadas), no Domínio Costeiro (Complexo Costeiro e rochas ígneas intrusivas associadas), no Rift Continental do Sudeste do Brasil (Sedimentos Terciários das formações Resende, Tremembé, São Paulo e Pindamonhangaba) e nas Coberturas Sedimentares Cenozóicas (Aluviões, Coluviões e Sedimentos Marinhos).

As características geotécnicas e suscetibilidades da área frente aos processos dinâmicos do meio físico foram consideradas, tanto em relação ao projeto de Engenharia e métodos construtivos do futuro empreendimento, quanto em relação aos potenciais riscos e problemas ambientais associados.

A caracterização geotécnica dos terrenos foi realizada com base nas unidades geológico-geotécnicas definidas para a Área de Influência Indireta (AI) do empreendimento, contando com informações relativas aos processos, suscetibilidades, áreas de risco e comportamento geomecânico específico dessa área.

As unidades geológico-geotécnicas presentes estão representadas pelos Aluviões (Ug_AI), Sedimentos Marinhos (Ug_Mar), Coluviões (Ug_Co), Arenitos (Ug_Are), Folhelhos (Ug_Fol), Quartzitos (Ug_Qtz), Xistos (Ug_Xis), Granitos (Ug_Gr), Gnaisses e Migmatitos (Ug_Gnmig) e Escarpas (Ug_Es).

Os terrenos das unidades geotécnicas Escarpas (Ug_Es) e Granitos (Ug_Gr), deverão ser atravessados por túnel (Túnel da Serra do Mar): a unidade Ug_Es entre as estacas 3km+400m e 4km+300m, e a unidade Ug_Gr entre as estacas 4km+300m e 8km+300m.

V.2.8.1 - Propriedades Geotécnicas dos Solos Moles

Não foram realizados ensaios de resistência, colapsividade e deformabilidade nos solos que compõem a área da instalação dos dutos OCVAP I e II, visto que o solo que compõem esta faixa sofreu remobilização e aterramento em virtude das obras de instalação e implantação do gasoduto GASTAU.

Para a caracterização das propriedades geotécnicas dos solos moles foram utilizados dados e informações disponíveis em bibliografia técnica, estudos realizados na região ou áreas com propriedades similares, bem como nos estudos apresentados para a Petrobras para o licenciamento ambiental da Faixa GASTAU.

- **Resistência ao cisalhamento**

Quando se quer analisar a estabilidade de um aterro sobre solos moles, é necessário verificar se sua resistência ao longo de uma superfície teórica de ruptura é suficiente para resistir ao peso que será aplicado. A resistência de um solo no estado em que se encontra, antes de ocorrer qualquer drenagem, é chamada resistência não drenada (S_u). A resistência da argila no seu estado natural depende do índice de vazios (e) e da tensão de pré-adensamento.

Nos solos de consistência muito mole ($SPT \leq 2$) a mole (SPT entre 3 e 5), a resistência não drenada (S_u) das camadas superficiais é baixa e crescente com a profundidade. Seu conhecimento é fundamental para os estudos de Engenharia que contemplam a estabilidade de taludes de aterros ou de maciços de materiais granulares sobre solos moles, estabilidade de taludes de escavações, e o dimensionamento e verificação do comportamento de estacas e fundações rasas.

Os parâmetros de resistência dos solos podem ser obtidos por meio de ensaios especiais de laboratório sobre amostras indeformadas, ensaios de campo em diversas profundidades e através de correlações. Em laboratório, são utilizados ensaios de compressão triaxial sobre amostras saturadas, não drenadas e com tensões programadas.

O ensaio de campo mais utilizado para a determinação da resistência ao cisalhamento dos solos é o de palheta ou *vane test*, que utiliza uma palheta de seção em forma de cruz, a qual é cravada em argilas saturadas, de consistência mole a rija e, por rotação, é submetida ao torque necessário para se atingir a ruptura do solo por cisalhamento em condições não drenadas.

Ao analisar a hipotética superfície de ruptura de uma argila mole sob o efeito de um aterro, Bjerrum (1972) mostrou que, ao longo dela, diversas formas de sollicitação ocorrem: sob a área carregada, a sollicitação é de compressão; na parte inferior, a sollicitação corresponde a um cisalhamento simples; e na parte externa, a sollicitação é de extensão (aumento da tensão horizontal, correspondente à tensão principal menor). Por isso, a resistência ao cisalhamento não drenada da argila deveria ser determinada para cada tipo de sollicitação.

Diante da dificuldade de se realizar os três ensaios citados e visando possibilitar a realização de projetos com base nos valores de coesão obtidos pelo *vane test*, Bjerrum (1973) analisou rupturas em aterros construídos sobre argilas moles em todo o mundo e concluiu que um número considerável de rupturas havia ocorrido em aterros que apresentavam coeficientes de segurança superiores a um, se considerados os valores de coesão fornecidos pelo *vane test*.

Nesse estudo, é mostrado o efeito da anisotropia e do tempo na resistência dos solos, e recomendada a utilização de um coeficiente de correção, função do índice de plasticidade (IP), em geral menor do que a unidade (para valores elevados de IP), a ser multiplicado pelo valor da coesão não drenada obtida através do *vane test*, para levar em conta estes fatores.

Também podem ser realizados, no campo, os ensaios de piezocone, cujo princípio é bastante simples, pois consiste de cravação no terreno, com velocidade constante, de uma ponteira cônica que fornece o registro contínuo da resistência à penetração, que é correlacionada à estratigrafia do subsolo, obtida a partir de sondagens.

Através desse ensaio, obtém-se a resistência de ponta (q_c), o atrito lateral (f_s), e diversas correlações para depósitos de argilas moles, inclusive o coeficiente de adensamento radial (C_h), a partir da interpretação dos ensaios de dissipação de pressões neutras geradas durante a cravação do cone no solo. Com base nesses elementos, é possível avaliar os mecanismos de sobreadensamento e como os mesmos interferem nas propriedades geotécnicas das argilas.

A resistência ao cisalhamento (s) dos solos é obtida pela equação ($s = c' + \sigma' \cdot \text{tg } \phi'$), onde σ' é a pressão normal efetiva, c' é a coesão efetiva e ϕ' é o ângulo de atrito interno do solo.

- **Adensamento e compressibilidade**

Nas argilas muito moles saturadas, um dos aspectos de maior interesse para a Engenharia Geotécnica é a determinação das deformações devidas a carregamentos verticais na superfície do terreno, ou em cotas próximas a esta. Os recalques decorrentes de tais deformações podem ser de magnitudes consideráveis e prejudiciais às estruturas ou aterros.

Normalmente, os recalques ocorrem de forma lenta, após a aplicação de cargas sobre a superfície do terreno, face à necessidade de saída da água dos vazios do solo que são, em geral, de baixa permeabilidade. Esse processo é conhecido como adensamento e está associado a parâmetros de compressibilidade dos solos moles. Os parâmetros de compressibilidade podem ser investigados através do ensaio de adensamento realizado em laboratório, que consiste na compressão controlada de uma amostra de solo contida em um molde, sem qualquer deformação lateral. Nesse ensaio, o carregamento é feito por etapas, registrando-se, para cada carga, a deformação em vários intervalos de tempo. O ensaio simula o comportamento do solo quando ele é comprimido, por exemplo, pela ação de novas camadas de solo, ou quando se constrói um aterro sobre o mesmo.

Entre as várias propriedades consideradas no adensamento, tem-se a tensão de sobreadensamento (σ_a), que é a tensão à qual o solo foi submetido anteriormente à tensão atual. A história dos carregamentos nos sedimentos argilosos se manifesta, no ensaio de adensamento, através desta tensão. Quando comparamos a tensão de sobreadensamento com a tensão efetiva atual do solo em estudo, conhecemos um pouco de sua evolução ao longo do tempo.

Para a relação entre a tensão de sobreadensamento (σ_a) e a tensão efetiva atual, dá-se o nome de razão de sobreadensamento (RSA ou OCR). Às vezes, a tensão de sobreadensamento é igual à tensão efetiva no solo por ocasião da amostragem, ou seja, o solo nunca esteve submetido, anteriormente, a maiores tensões. Nesse caso, o solo é considerado normalmente adensado.

Pode ocorrer, também, da tensão de sobreadensamento ser sensivelmente maior do que a tensão atuante no solo no momento da amostragem, sendo o solo, nesse caso, denominado sobreadensado. Eventualmente, a tensão de sobreadensamento obtida no ensaio pode ser inferior à tensão efetiva do solo, estimada com base no perfil geológico, o que pode ocorrer em caso de adensamento devido a carregamentos recentes.

Em função da interpretação da tensão de sobreadensamento, da RSA e das novas tensões a ser aplicadas sobre o terreno – tais como cargas de fundações de edificações, cargas de aterros, etc. – a Mecânica dos Solos dispõe de equações para a estimativa de recalques.

Os parâmetros de compressibilidade obtidos nos ensaios de adensamento – tais como o índice de compressão (C_c), índice de recompressão (C_r) e o coeficiente de compressibilidade (a_v), assim como seu estado natural, definido pelo índice de vazios (e) – influem diretamente no cálculo de recalques, os quais são proporcionais aos carregamentos sobre as argilas e, portanto, variáveis ao longo do período construtivo.

A evolução dos recalques com o tempo depende das características dos sedimentos argilosos relacionadas às condições de drenagem das camadas compressíveis, tais como a presença de camadas de areias, que facilitam a expulsão da água do subsolo, e da permeabilidade das argilas.

Através do conhecimento do coeficiente de adensamento (c_v), que é função do coeficiente de compressibilidade (a_v), do coeficiente de permeabilidade (k) e do índice de vazios (e) das argilas, e das condições de drenagem da camada argilosa em estudo, pode-se avaliar a evolução dos recalques com o tempo.

O conhecimento dos parâmetros de compressibilidade dos sedimentos e dos recalques provocados pelos carregamentos devidos às obras e sua evolução com o tempo permitem prever seus impactos e estabelecer medidas para sua mitigação e monitoração, nas diferentes etapas executivas do cronograma de construção e de operação do empreendimento.

V.2.8.2 - Parâmetros Geotécnicos dos Solos

Do ponto de vista geotécnico, as principais características da AID da implantação dos dutos OCVAP I e II dizem respeito às propriedades dos materiais que irão constituir as fundações das futuras intervenções subterrâneas, representados por argilas moles e areia de aluviões, sedimentos marinhos, coluviões, solos residuais de arenitos terciários e solos residuais de rochas pré-cambrianas.

Estudos regionais e locais realizados – compreendendo mapeamentos e pesquisas referentes às litologias e parâmetros geotécnicos dos materiais presentes na área – foram pesquisados na bibliografia técnica disponível, além dos estudos ambientais apresentados para Petrobras, onde são feitas as considerações a seguir.

- **Aluviões (Ug_AI)**

De modo geral, os parâmetros geotécnicos de aluviões do interior de São Paulo não constam da bibliografia técnica especializada, dado o interesse de suas propriedades apenas para obras locais, e poderão ser estudados, quando necessário, na etapa de detalhamento do projeto dos dutos.

Como referência de parâmetros geotécnicos de argilas moles e areias de aluviões semelhantes àqueles que serão cortados pelo empreendimento, são apresentados dados de sedimentos dos rios Tietê, Pinheiros e Tamanduateí, no Planalto Paulistano, pesquisados para diversas obras nas suas bacias, compilados por Promon (1977 e 1994), ABGE (1980), Companhia Metropolitana de São Paulo (1989), e Massad *et al.* (1992).

Em função das porcentagens de silte e areia presentes, ocorrência de matéria orgânica e raízes, espessura das camadas e tensões de pré-adensamento, os parâmetros geotécnicos de resistência das argilas podem apresentar valores diversos para diferentes depósitos e dentro de um mesmo depósito. Tais valores, no entanto, variam dentro de faixas já estabelecidas como representativas para solos moles de origem fluvial ou marinha, amplamente estudados.

Para fins de projeto, são utilizados os parâmetros mais conservadores das faixas de variação conhecidas, sendo as argilas moles os materiais menos favoráveis como fundação de dutos e aterros. Como referência para os parâmetros desses e de outros solos presentes nos sedimentos aluviais quaternários, são apresentados, a seguir, os valores médios obtidos nas pesquisas realizadas.

Argilas moles

Parâmetros de resistência

A partir de ensaios triaxiais rápidos e resistência residual obtida em ensaios *vane test* sobre argilas da bacia do Tietê, em especial do rio Tamanduateí, com índices de SPT entre 0 e 4, foram obtidos os parâmetros de resistência apresentados a seguir (Promon, 1977) na **Tabela V.2.8.2-1**.

Tabela V.2.8.2-1 – Parâmetros de resistência para argilas moles.

Parâmetro	Argila siltosa orgânica preta	Argila siltosa cinza
Envoltória ensaio rápido (S)	0,20 + σ_t 2,5°	0,15 + σ_t 2,0°
Peso específico natural (γ) (t/m ³)	1,60	1,60
Coesão (c) (kgf/cm ²)	0,13 a 0,26	0,29 a 0,30
Ângulo de atrito (ϕ)	0°	0°

Na bacia do rio Pinheiros, foram definidos parâmetros de resistência para turfas com SPT zero, e argilas com SPT entre 0 e 4, a partir de parâmetros médios de argilas e siltes dos aluviões dos rios Pirajussara e Guarapiranga, e argila porosa mole do Terciário de São Paulo (Promon, 1994), conforme a **Tabela V.2.8.2-2**.

Tabela V.2.8.2-2 – Parâmetros de resistência para turfas e argilas.

Parâmetro	Turfa	Argila orgânica siltosa ou arenosa
Peso específico natural (γ) (kN/m ³)	14	16
Coesão (c) (kPa)	5	8
Ângulo de atrito (ϕ)	15°	20°
Módulo de elasticidade (E) (MPa)	1	1 a 16

Compressibilidade

Estudos de retroanálise de dados de campo desenvolvidos por Ferreira *et al.* (1989) em aterros instrumentados na várzea dos rios Tietê (Barra Funda) e Tamaduateí (Santo André), e entre Vila Carrão e Itaquera, permitiram a definição da compressibilidade das camadas de aluvião por meio de curvas de distribuição de frequências acumuladas dos valores de $C_c/(1+e_0)$, C_v e C_α . Os resultados obtidos foram comparados com os valores de $C_c/(1+e_0)$ e C_v obtidos em ensaios em laboratório sobre amostras de aluviões presentes entre Itaquera e Guaianases.

Os valores de $C_c/(1+e_0)$ retroanalizados a partir de obras, em 74% dos casos se mostraram menores que 0,15, contra menos que 0,22 dos obtidos em laboratório. Para os valores de C_v obtidos por retroanálise, 78% dos casos foram superiores a $5 \times 10^{-3} \text{cm}^2/\text{s}$, contra mais de $1 \times 10^{-3} \text{cm}^2/\text{s}$ em laboratório, e 94% dos valores de C_α retroanalizados foram inferiores a 3%.

Considerando-se uma camada de 4m de solo mole com C_v de $5 \times 10^{-3} \text{cm}^2/\text{s}$, drenada no seu topo e base, seriam necessários cerca de 100 dias para que ocorresse 95% do adensamento, e para um C_v cinco vezes menor ($1 \times 10^{-3} \text{cm}^2/\text{s}$), esse período de tempo se estenderia por 500 dias.

Na bacia do rio Pinheiros, valores de compressibilidade e permeabilidade de turfas e argilas moles foram obtidos com base nos parâmetros médios de argilas e siltes dos aluviões dos rios Pirajussara e Guarapiranga, e argila porosa mole do Terciário de São Paulo (Promon, 1994), como se observa na **Tabela V.2.8.2-3**.

Tabela V.2.8.2-3– Valores de compressibilidade e permeabilidade para turfas e argilas moles.

Parâmetro	Turfa	Argila orgânica siltosa ou arenosa
Fator de compressibilidade $[Cc/(1+e_0)]$	0,3	0,15
Coeficiente de adensamento vertical (Cv) (cm ² /s)	10 ⁻³	8 x 10 ⁻³
Permeabilidade (K) (cm/s)	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵

Areias

Devido à presença do nível d'água e dificuldade de obtenção de amostras indeformadas, as areias dos aluviões do rio Tamanduateí, na bacia do Tietê, tiveram seus parâmetros de resistência estimados com boa aproximação, com base em informações experimentais de resistência ao cisalhamento de solos granulares (Promon, 1977). Tratam-se de areias de coloração cinza, granulometria muito heterogênea, fofas a pouco compactas, eventualmente com pedregulhos. Os principais parâmetros obtidos podem ser observados na **Tabela V.2.8.2-4**.

Tabela V.2.8.2-4 – Parâmetros para as areias fofas a pouco compactas.

Parâmetro	Areias
Peso específico natural (γ) (t/m ³)	2,00
Coesão (c) (kPa)	0,00
Ângulo de atrito (ϕ)	25°
Resistência ao cisalhamento (S)	$\sigma_{tg} 25^\circ$

Ensaio triaxiais tipo R foram realizados, pelo IPT, sobre amostras de aluvião do trecho Itaquera-Guaianases do Metrô de São Paulo (Companhia Metropolitana de São Paulo, 1989), obtendo-se os parâmetros de resistência apresentados na **Tabela V.2.8.2-5** para diferentes tipos de solos.

Tabela V.2.8.2-5 – Parâmetros de resistência para amostras de aluvião.

Parâmetro	Areia argilo-siltosa orgânica preta	Areia argilo-siltosa orgânica cinza escura	Areia argilo-siltosa amarela
Coesão (c) (kPa)	4,5	8,0	6,5
Ângulo de atrito (ϕ)	14°	17°	20°
Coesão efetiva (c') (kPa)	5,0	8,0	5,0
Ângulo de atrito efetivo (ϕ')	15°	20°	28°

Ensaio de compressão simples realizados pelo IPT nesses solos (Companhia Metropolitana de São Paulo, 1989) indicaram uma dispersão muito grande de valores, com a coesão variando entre 6 e 25kPa. Também foram obtidos parâmetros de resistência por retroanálise de duas rupturas, os quais se situaram dentro das faixas apresentadas. Na Bacia do rio Pinheiros, foram obtidos parâmetros médios de resistência e permeabilidade para areias dos rios Pirajussara e Guarapiranga (Promon, 1994). Os solos estudados e parâmetros obtidos são apresentados na **Tabela V.2.8.2-6**.

Tabela V.2.8.2-6 – Parâmetros médios de resistência e permeabilidade – areias.

Parâmetro	Areia fina argilosa	Areia média e grossa argilosa com pedregulhos
SPT	1 a 9	2 a 13
Peso específico natural (γ) (kN/m ³)	17	17
Coesão (c) (kPa)	2	2
Ângulo de atrito (ϕ)	28°	28°
Módulo de elasticidade (E) (MPa)	4 a 36	8 a 52
Permeabilidade (K) (cm/s)	10 ⁻³	5 x 10 ⁻³

- Sedimentos Marinhos (Ug_Mar)**

Como referência para argilas moles de sedimentos flúvio-marinhos e marinhos, são apresentados, a seguir, valores médios de parâmetros de argilas do litoral paulista, em especial da Baixada Santista, semelhantes às argilas marinhas presentes na AII/AID do empreendimento. Esses índices foram obtidos a partir de trabalhos publicados por Massad (1985, 1992 e 1999) sobre sedimentos marinhos e aluviões dos rios Mogi e Cubatão, e de norma técnica inédita da COSIPA (1992) sobre os sedimentos marinhos de Cubatão.

Os sedimentos caracterizados ocupam grandes porções de áreas emersas no litoral, com espessuras variáveis de 1,50m a mais de 30m. São constituídos por areias argilosas de coloração cinza-escuro com índices de SPT de 1/60 a 1/40; argilas orgânicas siltosas com SPT zero e coloração preta, e argilas altamente plásticas de coloração cinza-escuro, com índices de SPT entre zero e 4.

Os valores médios apresentados foram obtidos em ensaios de caracterização, compressibilidade, deformabilidade e resistência de argilas moles, os quais apresentam uma grande variação de resultados, conforme pode ser verificado na **Tabela V.2.8.2-7**.

Tabela V.2.8.2-7 – Valores médios obtidos a partir de ensaios de caracterização, compressibilidade, deformabilidade e resistência de argilas moles.

Parâmetro	Valores médios
Porcentagem de argila (ABNT / MIT)	65% / 54%
Limite de Liquidez (LL)	115
Limite de Plasticidade (LP)	41
Índice de Plasticidade (IP)	74
Índice de Compressão (Cc)	1,50
Índice de Recompressão (Cr)	0,07
Índice de Expansão (Ce)	0,24
Fator de Compressibilidade (Cc / (1 + e ₀))	0,38
Coeficiente de Adensamento vertical (Cv) (cm ² /s)	0,004
Módulo de Elasticidade (E) (Kgf/cm ²)	100 a 200
Coeficiente de Poisson (ν) (c. não drenada)	0,5
Módulo de Elasticidade (E) (Kgf/cm ²)	20 a 40
Coeficiente de Poisson (ν) (c. drenada)	0,2
Resistência não drenada de argila virgem (S _u)	0,5+0,17xZ

Parâmetro	Valores médios
(tf/m^2) ($Z = \text{prof. do topo da argila}$)	
Resistência não drenada de aterro a mais de um ano sobre argila (S_u) (tf/m^2)	$1,0+0,17xZ$
Peso específico natural (γ) (KN/m^3)	14
Peso específico submerso (γ_{sat}) (KN/m^3)	-
Coesão (c) (KPa)	-
Ângulo de atrito (ϕ)	0°
Ângulo de atrito efetivo (ϕ)	18°

Segundo Massad (1999), a resistência não drenada (S_u) das argilas mostra tendência sempre crescente com a profundidade, encontrando-se valores de 3KPa para as camadas mais superficiais e 10kPa a 60KPa para as camadas mais profundas. As tensões de pré-adensamento também se apresentam sempre crescentes com a profundidade, como se observa nos ensaios de palheta (*vane test*) realizados, crescendo linearmente com o peso efetivo de terra.

Massad (1999) estudou os dados de recalques de aterros monitorados em sedimentos com espessuras variáveis e camadas espessas de argilas, em obras realizadas na ilha de Santo Amaro, COSIPA e Itapema. Avaliando os dados de Razão de Sobreadensamento e Coeficiente de Adensamento, bem como a relação b/H , onde b é a largura da área aterrada e H é a espessura da camada de argila, observou que os recalques (ρ_f) devidos à construção de aterros são, de maneira geral, significativos, variando de 44cm a 108cm perante as diferentes características e mecanismos de adensamento.

• Coluviões (Ug_Co)

As propriedades geotécnicas dos coluviões que constituem os depósitos cenozóicos quaternários do Estado de São Paulo foram sintetizadas por Giacheti *et al.* (1993). Esses sedimentos, de ocorrência em todo o estado, se apresentam pouco compactos, porosos, laterizados, colapsíveis, e com duas texturas típicas: uma arenosa, predominante, e outra argilosa.

Na **Tabela V.2.8.2-8** podem ser observados os valores de alguns parâmetros que refletem as propriedades geotécnicas dos coluviões.

Tabela V.2.8.2-8 – Valores dos parâmetros geotécnicos dos coluviões.

Parâmetro	Valores
Coesão (c) (kPa)	5,1
Ângulo de atrito (ϕ)	$23,1^\circ$
Coesão efetiva (c') (kPa)	27,4
Ângulo de atrito efetivo (ϕ')	$29,6^\circ$
Permeabilidade (k) (cm/s)	10^{-2} a 10^{-4}

Os coluviões arenosos apresentam constituição arenosa fina a média e arenosa fina argilosa, com menos de 10% de silte. Os solos argilosos variam de argilas areno-siltosas a argilas siltosas, com porcentagens de argila e areia praticamente iguais.

Os coluviões arenosos possuem porosidade elevada e podem apresentar colapsividade quando saturados após carregamento, sofrendo uma redução abrupta de volume, provocada pelo desarranjo de sua estrutura original na presença de água.

- **Solos residuais de arenitos terciários (Ug_Are)**

Os depósitos sedimentares terciários compreendem uma sequência basal com as formações Resende, Tremembé e São Paulo (Grupo Taubaté), recoberta pelas formações Itaquaquetuba e Pindamonhangaba. Os sedimentos terciários a ser interceptados pelos novos dutos são representados, em geral, por arenitos das formações São Paulo e Resende, cujas ocorrências correlatas no Município de São Paulo foram estudadas para as obras do Metropolitano, canalização de rios pelo DAEE, e obras da Eletropaulo e da Prefeitura do Município de São Paulo.

As areias provenientes dos arenitos da Formação Resende foram interceptadas durante a construção da Linha Norte-Sul do Metropolitano de São Paulo, onde um número limitado de amostras (dado as dificuldades de amostragem indeformada vigente à época de sua realização) forneceu os seguintes valores, obtidos através de ensaios triaxiais rápidos pré-adensados (Massad, 1980), conforme **Tabela V.2.8.2-9**.

Tabela V.2.8.2-9 – Parâmetros e valores de areias da Formação Resende.

Parâmetro	Areias (valores médios)
Peso específico natural (γ) (kN/m ³)	20,0
Coesão (c) (kPa)	0,00
Ângulo de atrito efetivo (ϕ')	33,5° (32° a 35°)

As areias a que estes resultados se referem são designadas areias médias, pouco argilosas, com fração de argila de 2% a 15%. Os extratos mais grossos exibem de 5% a 15% de areia grossa (diâmetro superior a 2mm).

- **Solos Residuais de rochas pré-cambrianas (Ug_Xis, Ug_Gr e Ug_Gnmig)**

A característica principal dos solos residuais é a preservação das estruturas da rocha original, o que empresta aos mesmos um comportamento anisotrópico ou descontínuo, com parâmetros de resistência variáveis em função da presença de planos de fraqueza e caminhos preferenciais de percolação. No entanto, quando esses solos são caracterizados para fins de análise de estabilidade de taludes de escavações, é comum considerá-los isotrópicos e homogêneos, adotando-se parâmetros de resistência mais baixos ou conservadores.

Os solos residuais mais frequentes na faixa da AID são oriundos da alteração de xistos, granitos, gnaisses e migmatitos, e seus parâmetros de resistência médios são descritos por Pinto *et al.* (1993), obtidos a partir de ensaios de laboratório realizados em amostras indeformadas de solos residuais típicos do Estado de São Paulo. Esses valores podem ser considerados conservadores, tendo em vista os parâmetros de resistência de solos residuais semelhantes apresentados por outros autores como Pinto & Nader (1991) e Sandroni & Maccarini (1981).

Sua resistência, em termos de tensões efetivas, foi considerada a partir dos resultados de ensaios de compressão triaxial drenados ou CD (*Consolidated Drained*) e de ensaios adensados não drenados, com saturação por contra-pressão e com medida de pressões neutras ou $CUsat$ (*Consolidated Undrained saturados*).

Os valores médios dos parâmetros de resistência c' e ϕ' obtidos por Pinto *et al.* (1993), para os diferentes solos residuais, são apresentados a seguir na **Tabela V.2.8.2-10** juntamente com os valores dos pesos específicos natural (γ) e saturado (γ_{sat}).

Tabela V.2.8.2-10 – Parâmetros de resistência c' e ϕ' e valores dos pesos específicos natural (γ) e saturado (γ_{sat}) para solos residuais.

Parâmetro	xistos	granitos	gnaiesses e migmatitos
Peso específico natural (γ) (kN/m ³)	18	15,5	16,1
Peso específico natural submerso (γ_{sat}) (kN/m ³)	19,7	17	17,7
Coesão efetiva (c') (kPa)	20	10	14
Ângulo de atrito efetivo (ϕ')	30,5°	31°	30,5°

A estabilidade dos taludes escavados é verificada por análises de estabilidade realizadas segundo o Método de *Bishop* Simplificado, amplamente utilizado na Mecânica dos Solos, que adota para o cálculo dos fatores de segurança (FS), superfícies potenciais de ruptura circular. Os critérios de aceitação dos taludes adotados ou seus coeficientes de segurança mínimos são de 1,5 para solos secos e 1,3 para solos parcialmente saturados.

Quando necessário, os taludes da vala a ser escavada para a implantação dos novos dutos terão sua estabilidade estudada segundo esses critérios e parâmetros apresentados, podendo até ser melhor avaliados por meio de ensaios de laboratório. Especial atenção deverá ser dada às estruturas geológicas remanescentes nos solos residuais jovens, as quais poderão determinar escorregamentos, principalmente na presença de água.

Nas encostas da Serra do Mar, os eventuais movimentos de massa provocados por instabilidades decorrentes da associação de rochas xistosas, gnáissicas ou migmatíticas com planos de grande mergulho gerados em zonas de cisalhamento e/ou falhas de empurrão, e os fluxos de detritos eventualmente instalados nas cabeceiras das drenagens, onde as declividades são mais acentuadas, não irá interferir com os dutos, pois, nas regiões escarpadas, o mesmo irá se desenvolver através de túnel.

A suscetibilidade à erosão dos solos residuais maduros poderá levar à instalação de processos erosivos, com exposição do solo residual jovem, e ação erosiva também sobre este. Esses processos poderão se instalar durante ou após a realização de escavações, caso esses solos não sejam devidamente protegidos.

Considerando-se os elevados parâmetros de resistência dos solos residuais, os mesmos irão apresentar boa estabilidade nas escavações, desde que adotadas as inclinações adequadas para os taludes. Outrossim, como suas características

granulométricas emprestam a esses solos uma elevada suscetibilidade à erosão, os mesmos deverão ser adequadamente protegidos durante as escavações e após o reaterro da vala.

Como fundação, esses solos apresentam elevada capacidade de suporte, permitindo a utilização de fundações diretas como sapatas, sapatas corridas e *radiers*. Eventualmente, nos casos de coberturas espessas de solos residuais maduros com compacidade mais baixa, poderá ser necessário o uso de brocas e estacas para o apoio de estruturas.

V.2.8.3 - Unidades Geológico-Geotécnicas

O traçado dos dutos desenvolve-se em terrenos com características geotécnicas diversas, que refletem as interações entre condicionantes do meio físico com as litologias e sua evolução tectônica, os tipos de solos e as coberturas inconsolidadas, além dos fatores relacionados ao uso e ocupação dos terrenos e, principalmente, os fatores climáticos, como as precipitações pluviométricas.

Os problemas geotécnicos e processos morfogenéticos são condicionados, também, pela compartimentação geomorfológica, onde a escarpa da Serra do Mar constitui uma verdadeira barreira natural que, desde os tempos coloniais até os dias de hoje, dificulta o acesso ao planalto. Os empreendimentos de ultrapassagem da escarpa da Serra do Mar, por meio de caminhos, estradas de ferro ou rodovias sempre condicionaram, potencializaram e aceleraram os problemas geotécnicos relacionados com a dinâmica de encostas, cujos registros de eventos de movimentação de massa são inúmeros e de diferentes tipologias.

Além das informações disponíveis no Mapa Geológico (CPRM, 1999) e Cartas Geotécnicas (Nakazawa, 1994), a delimitação e a caracterização de unidades geotécnicas, apresentada no **Mapa 09 – Mapa Geotécnico da AII** na escala de 1:100.000 (**Volume III** deste EIA), resultam de processos de generalização dos temas Geologia, Geomorfologia, Pedologia e Suscetibilidade à Erosão, acrescidos dos dados provenientes de trabalhos de campo, para verificação e aferição, in loco, das características geotécnicas dos terrenos do futuro empreendimento, particularmente daqueles que sofrerão os impactos diretos da implantação dos novos dutos.

Assim, as unidades geológico-geotécnicas aqui definidas refletem uma tendência de comportamento dos terrenos frente às solicitações para a implantação do empreendimento. Os trabalhos tiveram por finalidade identificar as características do meio físico, sob o ponto de vista da Geologia de Engenharia, buscando, além das características geotécnicas, identificar as suscetibilidades dos terrenos frente a processos morfodinâmicos de encostas e aqueles relacionados aos processos erosivos, como ravinamentos e voçorocas.

Os trabalhos de generalização e de integração de dados do meio físico resultaram na individualização de dez unidades geológico-geotécnicas identificadas ao longo do traçado do empreendimento. Também foram identificadas, ao longo da AID dos dutos, áreas potenciais para a ocorrência de eventos que possam por em situação

de risco, tanto o empreendimento quanto o meio ambiente. Essas áreas foram hierarquizadas segundo graus relativos de risco, e descritas de acordo com os condicionantes principais dos processos atuantes.

- **Unidade Geotécnica Aluviões (Ug_AI)**

A Unidade Geotécnica Aluviões compreende os sedimentos quaternários representados por areias inconsolidadas, argilas e cascalhos de origem fluvial que formam depósitos de planícies, calhas e terraços. Compreendem, também, os aluviões interdigitados aos sedimentos coluvionares dispostos ao longo das calhas dos rios e terraços na planície aluvionar da baixada litorânea, e associados a depósitos flúvio-marinhos e cordões litorâneos. Estão incluídos nessa unidade, os grandes depósitos flúvio-marinhos; a planície de inundação do rio Paraíba do Sul, e os depósitos menos expressivos que se desenvolvem ao longo dos cursos d'água interceptados pela AII e ao longo do traçado da faixa restrita da AID.

Os tipos pedológicos consistem dos Neossolos Flúvicos, de textura argilosa a média, atividade baixa, e Gleissolos Melânicos de textura argilosa a média. Essa associação de solos, principalmente aqueles que ocorrem nas planícies aluvionares dos afluentes da margem direita do rio Paraíba do Sul – nas proximidades de São José dos Campos – bem como os presentes na planície aluvionar da baixada litorânea no município de Caraguatatuba, apresenta elevada saturação, condicionando o caráter hidromórfico desses materiais.

A espessura de aluviões é variável, desde camadas decimétricas nas calhas das drenagens, a métricas, nos terraços, principalmente nas planícies dos afluentes do rio Paraíba do Sul e na planície aluvionar da baixada litorânea. Em alguns locais ocorrem lavras de areia que fornecem material granular para a construção civil.

O comportamento geotécnico desses materiais 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 cascalho ou blocos de rocha. São facilmente escaváveis nos locais de maior espessura de material arenoso, como ao longo dos terraços aluvionares, mas a escavação em materiais arenosos, pouco coesivos, pode exigir a adoção de medidas para contenção das paredes das cavas.

A unidade tem alta suscetibilidade a inundações e alta suscetibilidade à erosão, por solapamento, das margens 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 por fluxo.

O nível d'água elevado ou aflorante nos terrenos dessa unidade condiciona problemas construtivos relativos à estabilidade dos taludes laterais das escavações. Depósitos de turfa ocorrem, principalmente, ao longo dos terraços aluvionares dos

afluentes da margem direita do rio Paraíba do Sul, podendo, eventualmente, apresentar episódios de combustão espontânea ou induzidos.

A seguir, é apresentada a **Foto V.2.8.3-1**, com aspectos gerais da Unidade Geotécnica Aluviões (Ug_AI) observados na faixa da AII e da AID.



Foto V.2.8.3-1 – Vista da várzea de uma drenagem na planície aluvionar da baixada litorânea. Região de Caraguatatuba. Coordenadas UTM: 7.379.557/ 452.924. Fonte: Mineral, 2011.

- **Unidade Geotécnica Sedimentos Marinhos (Ug_Mar)**

Essa unidade compreende os sedimentos marinhos quaternários que constituem depósitos atuais e sub-atuais como praias e depósitos marinhos localmente retrabalhados por ação fluvial e/ou eólica. Consistem de sedimentos areno-siltico-argilosos de deposição fluvio-marinho-lacustre, depósitos de mangue e depósitos flúvio-lagunares espessos. Distribuem-se nas áreas aplainadas ao longo da costa, nos cordões arenosos interiores e em áreas planas costeiras inundadas pelas marés, e os seus tipos pedológicos incluem Neossolos Quartzarênicos Órticos e Cambissolos Flúvicos, ambos de textura arenosa e atividade baixa.

O comportamento geotécnico dessa unidade é variável, estando condicionada pelo tipo de ambiente deposicional, energia de transporte/sedimentação e posição do lençol freático. O domínio dos cordões arenosos, constituídos de areia fina a média, apresenta elevada capacidade de suporte, porém o elevado nível do lençol freático potencializa problemas geotécnicos diversos, principalmente aqueles relacionados à estabilidade dos taludes laterais em escavações.

As áreas de domínio dos antigos manguezais e áreas alagadas sob influência das marés apresentam parâmetros geotécnicos desfavoráveis, com terrenos de baixa capacidade de suporte, inundados permanentemente ou sazonalmente. Parâmetros geotécnicos desfavoráveis ocorrem, também, nos terrenos saturados relacionados

com ambientes transicionais flúvio-marinhos, onde podem ocorrer níveis e depósitos de argilas moles com baixa capacidade de suporte.

Na **Foto V.2.8.3-2** podem ser observados os aspectos gerais da Unidade Geotécnica Sedimentos Marinheiros (Ug_Mar) presentes na AII/AID.



Foto V.2.8.3-2 – Áreas planas inundadas da planície costeira, onde encontram-se depositados os sedimentos de mangue e flúvio-lagunares. Região de Caraguatatuba. Coordenadas UTM: 7.380.244/ 451.326. Fonte: Mineral, 2011.

- **Unidade Geotécnica Coluvionar (Ug_Co)**

A Unidade Geotécnica Coluvionar é composta por sedimentos quaternários continentais indiferenciados que incluem depósitos elúvio-coluvionares de natureza argilo-arenosa e depósitos de caráter variado associados a encostas. Sedimentos aluviais arenosos depositados ao longo das calhas dos rios que drenam da escarpa da serra para a baixada litorânea foram incluídos nesta unidade. Esses materiais ocorrem, muitas vezes, interdigitados, sendo caracterizados como depósitos colúvio-aluvionares.

A gênese dessa unidade está diretamente relacionada aos processos morfogenéticos condicionantes do recuo da escarpa da Serra do Mar e deposição dos materiais mobilizados de montante, ao longo da faixa de transição entre os terrenos da baixada litorânea e a área escarpada. Consistem de depósitos heterogêneos que formam leques aluviais, depósitos de tálus, rampas de colúvios e aluviões. Os tipos pedológicos relacionados incluem os Neossolos Flúvicos e Cambissolos Flúvicos, ambos de atividade baixa e textura arenosa média e arenosa, respectivamente.

As propriedades geotécnicas dos materiais dessa unidade são resultantes dos processos condicionantes de sua mobilização e deposição. São porosos, permeáveis, colapsíveis e muito suscetíveis a novas mobilizações, principalmente quando são alteradas as condições de equilíbrio deposicional por intervenções

antrópicas. Alguns corpos de coluviões e tálus podem apresentar mobilização lenta, porém contínua.

Nas porções mais distais das escarpas da serra, esses materiais assumem feições topograficamente aplainadas e se interdigitam aos sedimentos aluvionares carregados pela rede de drenagem. Sua distribuição espacial resulta do tipo de processo de erosão/deposição e da energia do meio de transporte, a qual condicionará o maior ou menor alcance para jusante dos materiais mobilizados. Lavras de areia ocorrem instaladas em diversos locais junto às calhas de drenagem.

A área de ocorrência da unidade resulta também da superposição e recorrência dos eventos morfogenéticos. Os locais de ocorrência da unidade consistem, por natureza, em áreas de amortecimento dos materiais mobilizados de montante. Tal situação configura essas áreas como de alto potencial de atingimento em eventuais processos de movimentação de massa catastróficos do tipo *debris-flows* (corridas de detritos). Esses processos estão normalmente relacionados a precipitações excepcionais, onde rupturas rasas ao longo do contato solo-rocha liberam materiais como solo, blocos, lascas de rocha, troncos de árvores e outros detritos que são capturados pela drenagem, por onde escoam com elevada fluidez, grande energia e poder de impacto.

O comportamento geotécnico dessa unidade apresenta variações que são condicionadas pela heterogeneidade dos materiais, cuja grande distribuição granulométrica resulta da variação de energia dos processos de transporte de sedimentos. Assim, nas áreas mais proximais à escarpa da serra e em concavidades junto ao sopé, ocorrem depósitos do tipo leques aluviais e depósitos de tálus formados por blocos de rocha e outros materiais grosseiros. Nas porções mais distais, junto às baixadas marinhas, os sedimentos apresentam menor granulometria e maior seleção.

Essas variações texturais condicionam o comportamento geotécnico, tanto com relação às características geomecânicas propriamente ditas como em relação aos métodos construtivos a ser adotados para a implantação dos dutos. Desse modo, podem ser previstas dificuldades de escavação com a ocorrência de materiais de segunda categoria e mesmo de terceira nas porções mais próximas da escarpa, assim como os terrenos das porções mais distais devem apresentar maior facilidade de escavação, cortando materiais de primeira categoria.

Ao longo da faixa da AII ocorrem, de forma generalizada, depósitos de coluviões com pequena continuidade lateral, em interflúvios e capeando meias-encostas. Essas coberturas detríticas se associam a eluviões e ocorrem interdigitadas a sedimentos aluviais em áreas de acumulação, estando limitadas ao sopé da escarpa da Serra do Mar, conforme cartografado.

Na **Foto V.2.8.3-3** podem ser observados os aspectos gerais da Unidade Geotécnica Coluvionar (Ug_Co) que ocorre na faixa da AII e da AID.



Foto V.2.8.3-3 – Vista de um corte de encosta de morro com exposição dos solos coluvionares areno-silto-argilosos com *stone line* na base. Região do município de Paraibuna. Coordenadas UTM: 7.411.973/ 427.636. Fonte: Mineral, 2011.

- **Unidade Geotécnica Arenitos (Ug_Are)**

Esta unidade é composta por sedimentos cenozóicos e terciários depositados em ambiente de *Rift* Continental, na bacia Tafrogênica de Taubaté. É constituída de arenitos, arenitos com estratificação cruzada tabular e acanalada, arenitos grossos, conglomerados basais e argilitos, incluídos nas Formações Pindamonhangaba, São Paulo e Resende. Ocupa, estritamente, a área morfologicamente aplainada e bem definida conhecida como Bacia de Taubaté, com relevo suave ondulado com colinas amplas e colinas tabulares.

Os tipos pedológicos principais consistem dos Latossolos Vermelho-amarelos de textura argilosa, o que confere coesão a esses materiais, associados com Argissolos Vermelho-amarelos de textura argilosa. Os solos residuais provenientes desses arenitos apresentam boas características geotécnicas, com moderada a alta capacidade de suporte e estabilidade nas paredes das escavações. Os materiais de escavação são de primeira 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 modificações nas formas das vertentes e do padrão de escoamento das águas superficiais resultaram no desenvolvimento de sulcos e ravinas.

A suscetibilidade aos processos de movimentos de massa é baixa, passando a moderada em condições de maior declividade, e nas vertentes das colinas ocorrem pequenas rupturas relacionadas a processos de *creeping*.

A seguir, é apresentada a **Foto V.2.8.3-4** com aspectos gerais da Unidade Geotécnica Arenitos (Ug_Are), descrita nas áreas de influência do empreendimento.



Foto V.2.8.3-4 – Vista de corte de colina na Rodovia Carvalho Pinto, com exposição dos solos arenosos derivados de arenitos da Formação Resende. Ocorrência de diversos sulcos erosivos. Município de São José dos Campos. Coordenadas UTM: 7.429.226/419.240. Fonte: Mineral, 2011.

- **Unidade Geotécnica Folhelhos (Ug_Fol)**

Esta unidade é composta por sedimentos terciários depositados em ambiente de *Rift* Continental, na bacia Tafrogênica de Taubaté, com predomínio de depósitos lacustres relacionados à Formação Tremembé. A unidade apresenta relação genética muito estreita com a unidade geotécnica arenitos (Ug_Are), da qual poderia ser considerada uma subunidade geotécnica. Contudo, o ambiente deposicional lacustre possibilitou a geração de argilo-minerais de importantes características geotécnicas.

A unidade ocupa estritamente a área aplainada morfologicamente bem definida e conhecida como Bacia de Taubaté, com relevo suave ondulado com colinas amplas e colinas tabulares. Os tipos pedológicos principais consistem dos Latossolos Vermelho-Amarelos, de textura argilosa, o que confere coesão a esses materiais, associados a Argissolos Vermelho-Amarelos, de textura argilosa.

Apesar da cobertura de solos residuais de boas propriedades geotécnicas, 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 fácil a moderada, com predomínio de materiais de primeira categoria. A capacidade de suporte é variável de moderada a alta, nos horizontes de solo residual. Nos sedimentos, as condições de umidade e saturação dos materiais poderão condicionar variações nos resultados de ensaios de penetração.

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.

A limpeza da faixa para implantação dos dutos deve ser realizada sem grandes dificuldades.

- **Unidade Geotécnica Quartzitos (Ug_Qtz)**

A Unidade Geotécnica Quartzitos é constituída de metassedimentos neoproterozóicos, compostos de quartzitos feldspáticos e quartzitos com gnaisses calcossilicáticos subordinados, incluídos no Complexo Costeiro. Ocupa terrenos de relevo ondulado, com alguns morros de forma subordinada ao longo dos trechos percorridos da AII, eventualmente como cristas ou exposições de rocha aflorante.

Os tipos pedológicos predominantes são representados por Argissolos Vermelho-amarelos de textura média-argilosa a argilosa, de atividade baixa. Do ponto de vista geotécnico, apresentam capacidade de suporte elevada e são de fácil a moderada escavação, principalmente nos termos mais espessos, predominando materiais de primeira categoria, com ocorrências materiais de segunda categoria. A suscetibilidade à erosão é moderada e a suscetibilidade a movimentos de massa é moderada a baixa, observando-se feições indicativas de processos de rastejo.

Na **Foto V.2.8.3-5** podem ser observados os aspectos gerais da Unidade Geotécnica Quartzitos (Ug_Qtz) observada na faixa da AII e da AID.



Foto V.2.8.3-5 – Vista de corte de morro durante a implantação do duto GASTAU, com exposição de fragmentos de quartzitos intercalados aos gnaisses do Complexo Embu. Município de Jambeiro. Coordenadas UTM: 7.426.014/ 421.518. Fonte: Mineral, 2011.

- **Unidade Geotécnica Xistos (Ug_Xis)**

Essa unidade é constituída de rochas mesoproterozóicas do Complexo Embu, representadas por quartzo-micaxistos e quartzitos por vezes associados a metabasitos e milonitos, e também granada-silimanita-biotita-gnaisses, localmente migmatizados, com *boudins* de calcissilicáticas, quartzitos e anfibólios, lentes de xistos e mármores restritos. Ocorrem associações de biotita-milonito gnaisses e corpos de biotita-ortognaisses.

Distribui-se em terrenos de relevo que variam desde suave ondulado, na ocorrência da unidade junto à Bacia de Taubaté, a relevos mais movimentados e com forte controle estrutural, com alinhamentos de cumeadas NE-SW, incluindo morrotes, morros paralelos e mar de morros, como ocorre na porção média da AII. Nesse trecho, ocorrem colinas e morros alinhados com cobertura coluvionar argilo-arenosa sobre solo residual, formando um perfil intemperizado com cerca de 3m a 4m de espessura, e blocos de rocha esparsos. Os tipos pedológicos principais são os Argissolos Vermelho-amarelos de textura média argilosa a argilosa e atividade baixa.

O comportamento geotécnico é condicionado, fundamentalmente, pela xistosidade, que confere a esses materiais uma elevada anisotropia e um caráter mais brando e de menor resistência à ação dos agentes intempéricos. São de escavação fácil a moderada, passando a difícil nos trechos de solos rasos associados a afloramentos de rocha. Predominam materiais de primeira e segunda categorias, eventualmente ocorrendo materiais de terceira categoria de escavação.

A capacidade de suporte é elevada a moderada. A relação espacial entre xistosidade e o plano de carregamento ou corte também pode ter reflexos no

comportamento geomecânico dos materiais da unidade, sendo menor a capacidade de suporte quando a carga é paralela ao plano da foliação, e inversamente, a capacidade de suporte é maior quando o carregamento é perpendicular. Os solos residuais apresentam boas propriedades geomecânicas.

A suscetibilidade à erosão é moderada a alta, condicionada por fatores litológicos e estruturais, onde os horizontes de solo residual, principalmente o solo residual jovem, apresentam textura siltosa, sendo mais facilmente erodidos. As estruturas geológicas, incluindo a foliação, fraturas e mesmo falhas, condicionam a captura e concentração das águas de escoamento superficial, que passam a sulcar e ravinar os materiais de constituição mais siltosa.

A suscetibilidade a movimentos de massa é moderada a alta, sendo influenciada pelas relações espaciais entre a atitude dos planos da foliação e a orientação da face dos taludes de corte e vertentes naturais de declividade média a alta, mesmo aquelas de pequenas amplitudes. As rupturas são em geral planares, com cicatrizes pouco profundas, e são comuns os rastejos nas vertentes convexas dessa unidade.

A seguir, é apresentada a **Foto V.2.8.3-6**, com aspectos gerais da Unidade Geotécnica Xistos (**Ug_Xis**) presente na faixa da AII e da AID.



Foto V.2.8.3-6 – Detalhe de exposição de quartzomixisto milonitizado do Complexo Embu. Região da faixa a sudoeste de Paraibuna. Coordenadas UTM: 7.412.099/ 427.850. Fonte: Mineral, 2011.

- **Unidade Geotécnica Granitos (Ug_Gr)**

Esta unidade é constituída de rochas neoproterozóicas graníticas e granitóides, e os granitóides maciços e foliados do Domínio Costeiro. Os tipos litológicos são representados por biotita-granitos, granada-muscovita-biotita-granitos, muscovita-granada-biotita-granito a monzogranito com estruturas migmatíticas, granada-biotita-granito com estruturas migmatíticas, muscovitabiotita granitos, hornblenda-biotita-granitos e granitos leucocráticos com granada.

Distribui-se ao longo de diferentes relevos, incluindo desde morfologias pouco movimentadas suave-onduladas, morros paralelos, mar de morros, até morros altos, serras alongadas e as formas escarpadas da Serra do Mar onde, juntamente com rochas migmatíticas e gnáissicas, passam a constituir outra unidade geotécnica.

As características geotécnicas da unidade estão relacionadas à sua mineralogia, história evolutiva e materiais de cobertura. O caráter mais isotrópico das rochas da unidade, com menor grau de fraturamento, confere boas propriedades geomecânicas ao maciço rochoso. Entretanto, alguns tipos de granitos podem gerar blocos e matacões que podem ser mobilizados quando posicionados em vertentes, e/ou resultar em problemas construtivos, exigindo corte em materiais de terceira categoria.

Os tipos pedológicos predominantes nesta unidade compreendem Argissolos Vermelho-amarelos de textura média-argilosa a argilosa. Nas porções de maior declividade, nas proximidades da borda da escarpa da Serra do Mar, ocorrem Cambissolos Háplicos associados com Latalossolos Vermelho-amarelos.

São de fácil escavação nos terrenos com cobertura de coluvião argilo-arenoso e solo residual de primeira e segunda categorias, com espessura de 3m a 4m, 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, e 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.

Na **Foto V.2.8.3-7** podem ser observados os aspectos gerais da Unidade Geotécnica Granitos (**Ug_Gr**) observada na faixa da AII e da AID.



Foto V.2.8.3-7 – Rochas granitoides pouco orientadas e intrusivas nos gnaisses do Complexo Costeiro. Fazenda Bela Vista, município de Paraibuna. Coordenadas UTM: 7.396.679/437.698. Fonte: Mineral, 2011.

- **Unidade Geotécnica Gnaisses e Migmatitos (Ug_Gnmig)**

A Unidade Geotécnica Gnaisses e Migmatitos é constituída de rochas arqueanas do Complexo Capivari e de rochas metamórficas neoproterozóicas dos complexos Embu e Costeiro. Compreendem rochas migmatizadas de composição tonalítica a granítica, granada-silimanita-biotita-gnaisses localmente migmatizados, com lentes de quartzito, xistos e mármore, migmatitos de estruturas diversas, biotita-gnaisses e gnaisses com boudins de calcossilicáticas.

Distribui-se em relevos variados que incluem serras alongadas, morros paralelos, escarpas com espigões digitados e um trecho com escarpas festonadas. Os tipos pedológicos consistem de Argissolos Vermelho-amarelos de textura média-argilosa, de atividade baixa, associados a Latossolos Vermelho-Amarelos de textura argilosa. Em áreas mais restritas, de relevo mais movimentado, ocorrem Cambissolos Háplicos.

O comportamento geotécnico dessa unidade é variável, já que ocorrem coberturas de coluvião argilo-arenoso com espessura média de 2m a 3m, sobrepostas ao horizonte de solo residual de espessuras variadas. Predominam materiais de primeira e segunda categoria de escavação, e, secundariamente, trechos com rocha aflorante, de terceira categoria. As coberturas de coluvião apresentam baixa a moderada capacidade de suporte, passando à alta nos solos residuais.

Alguns afloramentos em cortes de rodovia expõem a rocha migmatizada, pouco alterada, foliada, com textura grossa e fraturamento subvertical com direção N65W, ou gnaiss granítico, pouco fraturado, com foliação a N60E/70NW.

A suscetibilidade à erosão é moderada a alta, sendo dependente da declividade dos terrenos, e a erodibilidade depende 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 coluviais. A suscetibilidade a movimentos de massa é moderada a alta, sendo igualmente dependente da declividade. Em algumas áreas rebaixadas, ocorrem depósitos de argila que são explorados pelas diversas olarias existentes.

A seguir, é apresentada a **Foto V.2.8.3-8** com aspectos gerais da Unidade Geotécnica Gnaisses e Migmatitos (**Ug_Gnmig**), presente no traçado do empreendimento.



Foto V.2.8.3-8 – Corte de morro para a implantação da faixa do GASTAU com exposição de solos eluviais derivados de rochas gnáissico-migmatíticas. Município de Paraibuna. Coordenadas UTM: 7.402.872/ 435.109. Fonte: Mineral, 2011.

• **Unidade Geotécnica Escarpas (Ug_Es)**

Essa unidade é formada por duas unidades litoestratigráficas neoproterozóicas, em contato por falha transcorrente, representadas pelas rochas graníticas do Domínio Costeiro, relacionadas ao Complexo Pico do Papagaio, e por litologias migmatizadas de estruturas diversas do Complexo Costeiro.

Os termos graníticos pós a tardi-cinemáticos se apresentam maciços, pouco foliados e pouco fraturados, com juntas de alívio, e as características geotécnicas das litologias são condicionadas por sua gênese, mineralogia e história evolutiva. Esse tipo litológico apresenta boas características geomecânicas. Os migmatitos são mais heterogêneos, apresentando-se mais foliados e cortados por discontinuidades que reduzem suas propriedades geomecânicas. A foliação é de alto ângulo ou mesmo verticalizada, com direção NE-SW, e as rochas são cortadas por discontinuidades como falhas secundárias, fraturas e juntas de alívio.

O contato entre os granitos e os migmatitos ocorre ao longo do plano de uma falha transcorrente com espessura de dezenas de metros, onde se desenvolveu intensa foliação milonítica verticalizada de orientação NE-SW. Essas discontinuidades contribuem para a redução das propriedades geotécnicas do substrato geológico da unidade. Diques de rochas básicas, intensamente fraturadas, cortam as litologias da unidade.

O substrato rochoso é capeado por solos com espessuras variadas, e o topo do maciço rochoso pouco alterado aflora em diversos locais ou se encontra pouco profundo, principalmente ao longo das cristas dos espigões digitados que mergulham em direção à baixada. Essas feições morfológicas, via de regra, representam porções dos maciços rochosos com boas características geotécnicas para a implantação de obras como túneis e outras escavações em rocha.

As vertentes e concavidades são capeadas, em geral, por depósitos de coluvião e tálus, os quais apresentam elevada fragilidade a processos erosivos e rupturas, principalmente quando submetidos a intervenções como cortes, desconfinamentos, desmatamentos ou mudanças no padrão da drenagem. Os tipos pedológicos consistem de Cambissolo Háplico com textura argilosa a média e atividade baixa, seguidos de Latossolos Vermelho-amarelos com textura argilosa.

A Unidade Geotécnica Escarpas foi definida, principalmente, em função da condicionante morfológica pela qual a Serra do Mar se destaca como entidade marcante do meio físico, dado suas imponentes escarpas com espigões digitados e problemas resultantes das severas condições geológico-geotécnicas, morfológicas e climáticas que ocorrem na região. A grande fragilidade desses terrenos, relacionada a movimentos de massa, fica evidenciada pelo histórico de eventos recorrentes de rupturas abrangendo, praticamente, todos os tipos e processos de movimentos em encostas.

Dos eventos em encostas relacionados ao desbravamento e transposição da Serra do Mar, Santos (2004) destaca as ocorrências de março de 1967, quando uma precipitação de 211 mm/h provocou escorregamentos generalizados do tipo corrida de detritos (*debris-flow*) na região de Caraguatatuba, gerados a partir dos escorregamentos translacionais rasos.

No verão de 1985, ocorreu outro evento generalizado, principalmente na região de Cubatão, onde as rupturas translacionais rasas afetaram grandes áreas das encostas. Em 1994, uma corrida de detritos (*debris-flow*) atingiu as instalações da Refinaria Presidente Bernardes, em Cubatão (ABMS, 1994).

A grande suscetibilidade a movimentos de massa da Unidade Geotécnica Escarpas, conforme exemplificado acima é condicionada, fortemente, pelas precipitações pluviométricas na região, cujo efeito orográfico consequente da brusca variação altimétrica e posição da escarpa, paralela ao oceano com vales profundos e encaixados, retém as frentes de chuvas vindas do litoral. Essa condição resulta em precipitações médias de 2.500mm anuais que, em alguns trechos, chegam a ultrapassar os 4.000mm anuais. Na região, a Defesa Civil considera a precipitação mínima de 120mm acumulados em três dias como situação de alerta para a ocorrência de eventos de ruptura em encostas.

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 coluviões e corpos de tálus. A ação antrópica, que promove alterações na morfologia das vertentes e altera o padrão de drenagem, realizando o desconfinamento de corpos de tálus, coluvião e rocha, representa o grande potencializador e acelerador dos processos dinâmicos nas encostas.

Segundo Santos (2004), na região da Serra do Mar ocorre variada tipologia de movimentos de massa, sendo os escorregamentos translacionais rasos, por sua grande área de distribuição e pela frequência de ocorrência, os que exigem mais cuidados ante a implementação de empreendimentos na região.

Os movimentos de fluxo, que incluem as corridas de lama e de detritos (*mud-flow* e *debris-flow*), evoluem a partir de rupturas translacionais rasas (planares) em condições de extrema saturação. Esses fluxos são, em geral, catastróficos, sendo os materiais detríticos mobilizados das encostas superiores capturados pela drenagem, que atua como um conduto para o escoamento do fluxo com grande poder de impacto e capacidade de atingir grandes áreas a jusante do local de ruptura inicial. A seguir, é apresentada a **Foto V.2.8.3-9** com aspectos gerais da Unidade Geotécnica Escarpas (**Ug_Es**), observados na faixa da AII e da AID.

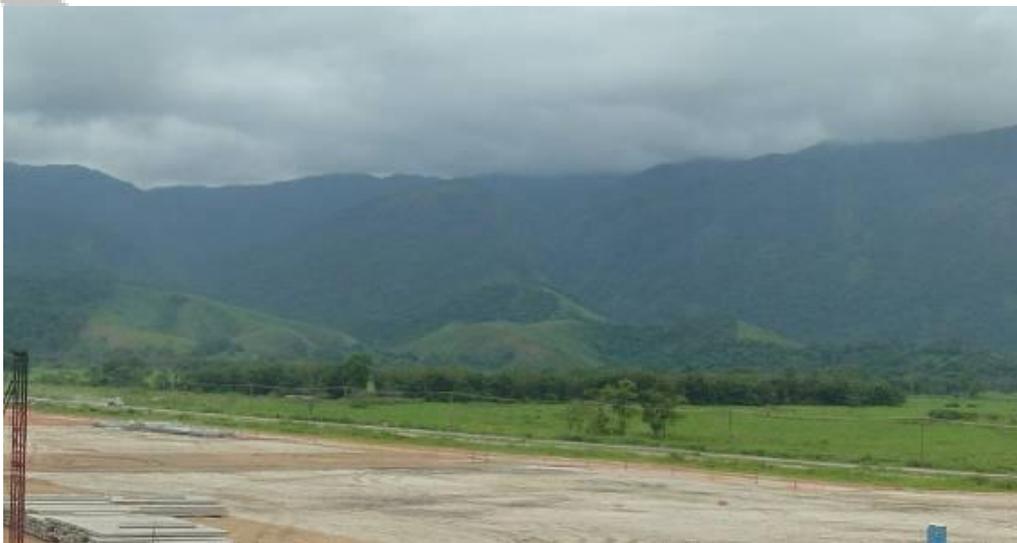


Foto V.2.8.3-9 – Vista da escarpa da Serra do Mar conformada sobre migmatitos e granito-gnaisses porfirocláticos do Compelxo Costeiro. Unidade Geotécnica Escarpas (Ug_Es), Município de Caraguatatuba. Coordenadas UTM: 7.384.033 / 449.243. Fonte: Mineral, 2011.

V.2.8.4 - Aspectos Geotécnicos Gerais

As coberturas inconsolidadas descritas a seguir apresentam características geotécnicas importantes, cujo comportamento dos materiais têm reflexos diretos, tanto nas suscetibilidades frente aos processos dinâmicos, como erosões e movimentos de massa, quanto implicações relacionadas aos métodos construtivos e exigências de manutenção do empreendimento. Também são apresentados aspectos relacionados à presença de água e disponibilidade de materiais naturais de construção na AII.

- **Argissolos e Latossolos**

Os Argissolos e os Latossolos consistem nos tipos pedológicos predominantes da AII, cobrindo, respectivamente, cerca de 45,32% e 24,96% da superfície. Essas coberturas inconsolidadas incluem solos residuais gerados *in situ*, e horizontes transportados submetidos aos processos pedogenéticos.

Do ponto de vista da Geologia de Engenharia, representam os materiais mais nobres, em vista de suas boas características de espessura, capacidade de suporte, facilidade de escavação e baixas suscetibilidades a erosão e movimentos de massa. As áreas de ocorrência desses materiais, de boas propriedades geotécnicas, consistem de locais potenciais para fornecerem materiais granulares finos para empréstimo.

O comportamento geotécnico desses materiais, principalmente aqueles relacionados com a maior ou menor resistência à ação erosiva, pode ser generalizado, de forma a considerar que Latossolos apresentam menor suscetibilidade a erosão e perfil mais profundo. Os Argissolos apresentam maior suscetibilidade aos processos erosivos e perfis menos profundos.

O fator determinante para a diferenciação do comportamento desses materiais frente aos agentes erosivos, considerando as mesmas condições de precipitação e cobertura vegetal, consiste nas formas de relevo e declividade das encostas. Assim, a suscetibilidade à erosão, tanto dos Latossolos como dos Argissolos, está diretamente relacionada com a topografia. Nos terrenos planos e suave-ondulados, a erodibilidade é, no máximo, ligeira a moderada, e nos terrenos forte-ondulados a montanhosos, a erodibilidade pode ser alta.

- **Solos hidromórficos moles**

Os tipos pedológicos que incluem, de forma generalizada, os Gleissolos e Neossolos Flúvicos, em condições permanentes ou parciais de elevada saturação, conferem a esses materiais características hidromórficas. Essas características, associadas ao ambiente deposicional e pedogenético, condicionam propriedades geotécnicas desfavoráveis a esses materiais que entulham áreas de várzeas e alagados, com camadas de argila, matéria orgânica e turfa, de consistência mole e baixa capacidade de suporte.

- **Solos agressivos**

Os solos provenientes da alteração de argilitos e siltitos de bacias sedimentares antigas, e as argilas orgânicas e turfas existentes em depósitos aluvionares de rios e da planície litorânea, em geral apresentam acidez, que poderá levar à corrosão de tubulações e estruturas de aço ou concreto, provocando vazamentos, saturação do subsolo e deterioração de blocos de ancoragem.

- **Solos colapsíveis**

Solos porosos e muito estruturados provenientes da alteração de arenitos, e mesmo de rochas ígneas e metamórficas, podem sofrer colapso após seu carregamento, quando saturados pela ocorrência de oscilações do lençol freático ou vazamentos. Como consequência, formam-se trincas na superfície do terreno e em estruturas de concreto, e podem ocorrer rupturas de dutos.

O emboque e desemboque do túnel, localizados nas regiões das estacas 3km+400m, 8km+300m, aproximadamente – e onde ocorrem os Cambissolos Háplicos – foram

avaliadas detalhadamente durante os trabalhos do EIA-RIMA GASTAU, para a implantação da faixa do duto. Desta forma, eventuais problemas associados aos solos foram analisados e medidas mitigadoras foram propostas e/ou estão sendo adotadas.

- **Níveis d'água**

A posição do nível-d'água para fins geotécnicos foi investigada por meio de levantamento via Internet da base de dados SIAGAS do Serviço Geológico do Brasil – CPRM.

Foram obtidos 217 poços, dos quais 27 poços não têm registro de dados (12,4%); 14 apresentam nível-d'água entre 1,0m e 10,0m (6,4%); 28 apresentam nível-d'água entre 11,0m e 20,0m (12,9%), e 148 possuem níveis d'água mais profundos que 20,0m (68,3%).

Pode-se concluir que a superfície freática se encontra, de modo geral, entre 1,0m e 20,0m de profundidade, ou mesmo aflorante nas planícies aluviais e flúvio-marinhas, devendo interferir mais diretamente com as obras do duto apenas quando se encontrar a até 2m de profundidade.

Outrossim, a análise dos dados referentes ao nível estático medido em poços profundos perfurados em sistemas aquíferos porosos, como no caso da maioria dos poços ao longo da All, deve ser realizada com cuidado, pois a posição do nível indicada pode estar relacionada com a unidade litoestratigráfica que está sendo bombeada, não tendo relação com o nível do lençol freático.

Cabe destacar que os dutos utilizarão o túnel do Projeto GASTAU. Portanto, a implantação dos dutos OCVAP I e II não causarão interferência com o nível d'água no trecho em túnel.

- **Materiais naturais de construção**

Depósitos de areia grossa a média com níveis de cascalho ocorrem ao longo dos cursos d'água de praticamente toda a All, observando-se sua exploração comercial, principalmente na planície aluvionar do rio Paraíba do Sul e na planície aluvionar da baixada litorânea, demonstrando que os depósitos aluvionares têm potencial para suprir de materiais granulares, as necessidades do empreendimento.

Isso pode ser confirmado por pesquisa ao banco de dados GIS do Brasil, disponibilizados pelo SIGMINE do DNPM (<http://sigmine.dnpm.gov.br>) onde estão cadastrados processos referentes a atividades de pesquisa e extração de areia, e também de argila e pedra britada, confirmando o potencial da região para suprir o empreendimento frente às necessidades de materiais naturais de construção.

V.2.8.5 - Áreas de Risco Geológico-Geotécnico

As áreas de risco geológico-geotécnico foram delimitadas, hierarquizadas e caracterizadas a partir da avaliação das possíveis suscetibilidades e fragilidades de

trechos ao longo da AII dos dutos, frente aos processos dinâmicos naturais ou induzidos, os quais poderão afetar o empreendimento, promovendo danos ambientais e materiais. Foram classificadas segundo os dois principais ambientes potenciais de ocorrência, representados pelas encostas e baixadas.

O **Mapa 09 – Mapa Geotécnico da AII** e o **Mapa 10 – Mapa de Vulnerabilidade Geotécnica da AII** (apresentado adiante) ilustram o comportamento geotécnico das unidades.

- **Áreas de risco de encostas**

As áreas de risco de encostas (RE) estão relacionadas aos processos erosivos e de movimentos de massa, que potencialmente poderão ocorrer nesses ambientes. Compreendem erosões em sulcos, ravinas, voçorocas e escorregamentos de diversas tipologias, e foram hierarquizadas de acordo com seu maior ou menor grau de suscetibilidade, conforme segue.

- Áreas consideradas de risco muito baixo ou sem risco – SR
- Áreas de risco baixo – RE-I
- Áreas de risco moderado – RE-II
- Áreas de risco alto – RE-III
- Áreas de risco muito alto – RE-IV

Os trechos delimitados, relacionados a um determinado grau de risco, correspondem a uma faixa aproximada, definida de forma estimada de acordo com parâmetros geotécnicos subjetivos, os quais podem ou não se confirmar. Essa condição resulta na grande dificuldade previewal que envolve todas as variáveis determinantes dos processos morfodinâmicos.

As classes Sem Risco ou Risco Muito Baixo (SR), Risco Baixo (RE-I) e Risco Moderado (RE-II) têm comportamentos muito próximos, em que o fator mais expressivo consiste na influência da compartimentação do relevo no condicionamento dos processos erosivos. As coberturas de solos com boas características geotécnicas, como os Latossolos e Argissolos, conferem certo comportamento homogêneo frente aos fatores de risco, onde as mudanças de relevo e declividade assumem fundamental importância no controle dos processos erosivos.

Áreas de risco muito baixo ou sem risco (SR)

Os terrenos apresentam relevo plano, suave a suave-ondulado, de muito baixa suscetibilidade frente aos processos erosivos e de movimentos de massa. Entretanto, sob determinadas condições climáticas e, principalmente, por intervenções antrópicas, algumas feições erosivas, como sulcos e ravinamentos, podem evoluir e atingir a faixa do duto. Foram incluídos nesta classe, alguns talwegues que cortam os sedimentos da unidade Ug_Are, na Bacia de Taubaté.

Áreas de risco baixo (RE-I)

São áreas com baixa suscetibilidade a processos erosivos e de movimentos de massa, cujo relevo ondulado com declividades um pouco mais acentuadas potencializa o desenvolvimento de alguns processos, principalmente quando induzidos por cortes e movimentos de terra.

Áreas de risco moderado (RE-II)

Apresentam moderada suscetibilidade a processos erosivos e movimentos de massa, com seu relevo ondulado de colinas e morros com vertentes de declividades médias condicionando a ocorrência de processos erosivos, com algumas evidências de sulcos e ravinamentos.

Áreas de risco alto (RE-III)

São áreas de alta suscetibilidade aos processos erosivos e a movimentos de massa. Os relevos mais movimentados de morros, morros paralelos e mar de morros, onde as declividades são mais elevadas, favorece o desenvolvimento de processos erosivos e de movimentos de massa.

Áreas de risco muito alto (RE-IV)

Estão relacionadas às escarpas da Serra do Mar, onde os processos morfodinâmicos representados por erosões, quedas de blocos, escorregamentos e fluxos de detritos, são recorrentes. As elevadas declividades dos terrenos e as baixas características geotécnicas dos materiais, incluindo solo e rocha, quando associadas a precipitações excepcionais, favorecem o desenvolvimento de processo generalizado de rupturas nas encostas.

De modo geral, os trechos das escarpas da Serra do Mar, onde poderia haver processos morfodinâmicos mais intensos – principalmente aqueles associados aos movimentos de massa em períodos chuvosos excepcionais – os dutos serão transposto por túnel, em grande parte escavados através do maciço rochoso, implantado entre as estacas 3km+400m e 8km+300m (Túnel da Serra do Mar).

• **Áreas de risco de baixada**

As áreas de risco de baixada (sigla RB) se referem às áreas relacionadas aos processos deposicionais dos materiais mobilizados de montante, os quais podem assumir proporções catastróficas sob determinadas condições climáticas e geotécnicas. O risco de baixada inclui, também, as áreas sujeitas a eventos de inundação, principalmente aquelas na planície aluvionar da baixada litorânea.

Não foi possível definir os limites ou o alcance máximo dos processos de deposição dos materiais mobilizados pelos fluxos de lama e/ou detritos provenientes da unidade geotécnica escarpas (Ug_Es) sobre a unidade geotécnica depósitos coluvionares (Ug_Co). Dessa forma, a área de risco de baixada foi delimitada de modo que, nas porções proximais de escarpa, predominam os processos

deposicionais relacionados a movimentos de massa, e nas porções mais distais, ao longo das calhas de drenagem, predominam os eventos de inundações.

V.2.8.6 - Interferências com Áreas Suscetíveis à Erosão e Áreas de Risco Geológico-Geotécnico

As áreas que serão atravessadas pelo traçado e que apresentam relevo escarpado, montanhoso, forte ondulado, ondulado com solos de erodibilidade extremamente forte (EF), muito forte (MF), forte (Fo) e seus intermediários (MF/EF, MF/Fo, Fo/MF) (**Mapa 08 – Mapa de Suscetibilidade à Erosão da AII**), predominam Cambissolos Háplicos e Argissolos Vermelho-amarelos (**Mapa 07 – Mapa Pedológico da AII**).

Os **Mapas 09 – Mapa Geotécnico da AII** e **10 – Mapa de Vulnerabilidade Geotécnica da AII** (apresentado no **Volume III** deste EIA) ilustram o comportamento geotécnico das unidades.

Poderão ocorrer alterações localizadas nas condições de estabilidade dos terrenos, bem como a instalação de processos erosivos face a qualquer intervenção, tendo em vista a exposição dessas áreas, que apresentam elevado grau de suscetibilidade à erosão, devido não somente à declividade, como também à pequena espessura dos solos, caráter abrupto, gradiente textural, e presença de pedregosidade, rochiosidade e afloramentos de rocha.

Qualquer desmatamento maior nas áreas de ocorrência dos solos acima indicados poderá dar início a uma erosão laminar moderada a forte, e em sulcos que poderão evoluir para ravinamentos de escoamento superficial concentrado, alterando a estabilidade das encostas existentes, caso não sejam adotadas medidas preventivas e corretivas durante a fase de implantação do empreendimento. Esse impacto é, em parte, incrementado pelo regime climático com elevado índice pluviométrico, além de, também, poder gerar problemas de assoreamento nos corpos d'água próximos.

Algumas vertentes de declividades moderadas ou fortes das elevações daquelas unidades de relevo já apresentam feições erosivas como sulcos, ravinas e cicatrizes de movimentos de massa anteriores, decorrentes de atividades antrópicas, principalmente a retirada da vegetação.

Dos cerca de 68km de extensão dos dutos, aproximadamente 37% da AII possuem elevada suscetibilidade à erosão, enquadrando-se nas classes forte a extremamente forte. De acordo com os resultados obtidos nos estudos de suscetibilidade à erosão, observa-se uma alta correlação com as áreas de risco geológico-geotécnico, principalmente nas categorias mais elevadas de cada sistema. De modo geral, os segmentos da AID cujo risco geológico-geotécnico é alto e muito alto possuem suscetibilidade à erosão muito forte e extremamente forte.

Alguns segmentos da AID, entretanto, possuem suscetibilidade à erosão muito forte e extremamente forte e, ao mesmo tempo, têm um menor grau de risco geológico-geotécnico. Nessas áreas, há risco de erosão laminar severa, devido ao gradiente textural existente entre os horizontes superficial e subsuperficial, como é o caso dos Argissolos, desenvolvidos em relevo forte ondulado (>20% de declive). Nesses

casos, a suscetibilidade a processos erosivos que possam evoluir para movimentos de massa é limitada pelas boas características geotécnicas dos materiais de cobertura.

Deve-se ressaltar que onde predominam as classes: forte, muito forte e extremamente forte quanto à suscetibilidade à erosão, a faixa compreenderá – em grande parte – trecho executado em túnel escavado em profundidade no maciço rochoso. Dessa forma, a faixa dos dutos não estará sujeitas às características impostas à superfície natural destes terrenos.

De modo geral, nos levantamentos de campo, nos terrenos classificados como de elevada suscetibilidade à erosão e reconhecidos ao longos da faixa da AII e da AID associados aos gnaisses e xistos diversos e rochas ígneas intrusivas associadas aos complexos Embu, Capivari e Costeiro, desde os arredores da divisa de São José dos Campos e Jambeiro até as imediações da estaca 8km+300m, na sub-bacia do rio Pardo, são identificadas raras ocorrências de processos erosivos instalados.

Em grande parte os processos identificados são induzidos pela abertura de estradas de acesso às propriedades rurais instaladas na região. Contudo, os pontos com processos erosivos identificados ou locais potenciais para a sua instalação encontram-se em recuperação, sendo verificadas obras de contenção associadas executadas pela PETROBRAS, pela própria necessidade de manutenção e melhoria das estradas de acesso para a plena execução de obras em andamento.

As **Fotos V.2.8.6-1 a V.2.8.6-14** mostram algumas obras realizadas durante a instalação da faixa GASTAU, bem como algumas feições e estruturas observadas durante sobrevôo realizado pela Mineral/Petrobras sobre a faixa no dia 16/08/2011.



Foto V.2.8.6-1 – Obra realizada na estrada de acesso com recuperação e contenção do aterro marginal do caminho da terra, nos arredores do cruzamento com a faixa do GASTAU implantada. Coordenadas UTM: 7.426.203 / 421.508. Município de Jambeiro. Fonte: Mineral, 2009.



Foto V.2.8.6-2 – Vista da faixa. Coordenadas UTM: 7426213 / 421548. Município de Jambeiro. Fonte: Mineral, 2011.



Foto V.2.8.6-3 – Instalação de estrutura metálica provisória sobre drenagem em estrada de acesso às obras do GASTAU. Recuperação das margens da drenagem e proteção da fundação contra processos erosivos com sacos de solo silto-argiloso. Coordenadas UTM: 7.411.226 / 430.188. Município de Paraibuna. Fonte: Mineral, 2009.



Foto V.2.8.6-4 – Obras de recuperação do talude marginal afetado por processo de escorregamento parcial do horizonte de solo. Retaludamento, implantação de pontaletes de eucalipto cravados na base com manta geotêxtil (bidin) e proteção superficial com placas de grama. Coordenadas UTM: 7.411.226 / 430.188. Município de Paraibuna. Fonte: Mineral, 2009.



Foto V.2.8.6-5 – Vista para o traçado da faixa GASTAU onde serão implantados os dutos OCVAP I e II. Detalhe para trecho sob travessia de corpo d'água. Coordenadas UTM: 7.407.672 / 431.519. Município de Paraibuna. Fonte: Mineral 2011



Foto V.2.8.6-6 – Vista para talude com solo exposto próximo à faixa GASTAU, onde serão implantados os dutos OCVAP I e II. Coordenadas UTM: 7.388.296 / 441.679. Município de Paraibuna. Fonte: Mineral 2011



Foto V.2.8.6-7 – Aspecto geral da faixa GASTAU, onde serão implantados os dutos OCVAP I e II. Coordenadas UTM: 7.389.860 / 440.924. Município de Paraibuna. Fonte: Mineral 2011



Foto V.2.8.6-8 – Vista da faixa GASTAU, onde serão implantados os dutos OCVAP I e II. Detalhe para alta inclinação do terreno e estrutura com sistema de canaletas de drenagens. Coordenadas UTM: 7.399.073/ 437.465. Município de Paraibuna. Fonte: Mineral 2011



Foto V.2.8.6-9 – Vista da faixa do GASTAU, onde serão implantados os dutos OCVAP I e II. Detalhe para proteção do talude próximo à faixa visando a contenção de processos erosivos/escorregamentos. Coordenadas UTM: 7.399.331 / 437.212. Município de Paraibuna. Fonte: Mineral 2011



Foto V.2.8.6-10 – Vista da faixa do GASTAU, onde serão implantados os dutos OCVAP I e II. Detalhe para ponto com cruzamento em estrada da região. Coordenadas UTM: 7.403.041 / 434.955. Município de Paraibuna. Fonte: Mineral 2011



Foto V.2.8.6-11 – Vista da faixa GASTAU, onde serão implantados os dutos OCVAP I e II. Detalhe para ponto com cruzamento em rodovia da região. Foto tirada durante sobrevôo no dia 16/08/2011. Coordenadas UTM: 7.420.772 / 423.893. Município de Jambeiro.



Foto V.2.8.6-12 – Vista da faixa GASTAU, onde serão implantados os dutos OCVAP I e II. Detalhe para talude sem proteção com sistema de canaleta junto à faixa. Foto tirada durante sobrevôo no dia 16/08/2011. Coordenadas UTM: 7.425.368 / 421.846. Município de Jambeiro.



Foto V.2.8.6-13 – Vista da faixa do GASTAU, onde serão implantados os dutos OCVAP I e II. Detalhe para remoção da vegetação no entorno da faixa associada à extração de madeira. Coordenadas UTM: 7.426.684 / 421.325. Município de Jambeiro. Fonte: Mineral 2011



Foto V.2.8.6-14 - Vista para faixa GASTAU próxima da chegada à Refinaria Henrique Lage. Detalhe para processo erosivo com acúmulo de água na porção inferior, à direita da foto. Coordenadas UTM: 7.433.207 / 416.904. Município de São José dos Campos. Fonte: Mineral 2011

V.2.8.7 - Classes de Vulnerabilidade Geotécnica

O **Mapa 10 – Mapa de Vulnerabilidade Geotécnica da AII**, apresentado no **Volume III** deste EIA, é resultado de uma síntese cartográfica dos aspectos do meio físico da área estudada, objetivando representar geograficamente o que se conhece do comportamento atual do meio em questão. O produto cartográfico abriga em sua análise os principais parâmetros ambientais considerados para o meio físico,

executando uma análise integrada desses parâmetros para que se obtenha uma caracterização completa da vulnerabilidade geotécnica.

Metodologia

O Mapa de Vulnerabilidade Geotécnica deve ser capaz de sintetizar informações de diversos conhecimentos e em diferentes níveis de detalhamento, caracterizando-se como um produto sinótico e ilustrativo.

O resultado final nasce principalmente da discussão com responsáveis técnicos pelos temas pertinentes, onde são atribuídos pesos, sendo estes ajustados de forma qualitativa conforme as características do meio e do empreendimento.

Ao todo foram entendidos como relevantes na análise de vulnerabilidade geotécnica os seguintes temas:

- Suscetibilidade à Erosão;
- Uso e Ocupação do Solo;
- Geotecnia;
- Declividades dos terrenos.

A metodologia de integração dos dados do meio físico faz uma análise individualizada de cada tema, de acordo com os mapas temáticos correspondentes, sendo que o produto final é o resultado sinótico da superposição de todos os temas.

Os temas são analisados para toda a extensão da Área de Influência Direta e são reclassificados de acordo com as legendas em seus respectivos mapas em até quatro classes. Cada classe recebe pesos de 1 a 4, sendo que 1 indica menor sensibilidade ambiental para o tema, e 4 a maior.

As **Tabelas V.2.8.7-1 a V.2.8.7-4** apresentam as classes e respectivos pesos para cada tema.

Tabela V.2.8.7-1 – Classes de Suscetibilidade à Erosão.

Peso	Classe	Descrição
1	Ligeira – Moderada	Terras que apresentam ligeira a moderada suscetibilidade à erosão
2	Moderada/Forte – Forte	Terras que apresentam suscetibilidade à erosão moderada a forte
3	Forte/Muito Forte – Muito Forte	Terras que apresentam suscetibilidade à erosão forte a muito forte
4	Muito Forte/Extremamente Forte – Extremamente Forte	Terras que apresentam suscetibilidade à erosão muito forte a extremamente forte

A classificação de classes de suscetibilidade à erosão tem origem na sobreposição dos mapas das unidades de paisagem – mapa litoestratigráfico e estrutural, mapa geomorfológico e mapa pedológico.

Com relação à **Tabela V.2.8.7-1**, na classe Muito Forte a Extremamente Forte encontram-se as maiores suscetibilidades da AID que apresentam relevo montanhoso ou escarpado, solos profundos e pouco profundos, bem drenados, com gradiente textural pequeno. Na classe Forte a Muito Forte compreendem áreas com relevo montanhoso ou forte ondulado, solos profundos ou pouco profundos, gradiente textural pequeno e bem a moderadamente drenados. Para classe Moderada a Forte ocorre relevo ondulado ou forte ondulado, solos profundos ou pouco profundos bem drenados, com gradiente textural pequeno. E na classe Ligeira a Moderada predomina relevo plano e/ou suave ondulado, que apresentam solos de baixa erodibilidade e moderadamente drenados, ou relevo ondulado com solos profundos e bem drenados.

Tabela V.2.8.7-2 – Classes de Uso e Ocupação do Solo.

Peso	Classe	Descrição
0	Corpo d'Água	Corpos e cursos d'água
1	Uso Industrial	Área da Refinaria Henrique Lage (REVAP)
1	Reflorestamento	Área de reflorestamento (eucalipto)
1	Floresta Ombrófila	Fisionomias ecológicas tropicais e costeiras
2	Área Urbana	Bairros residenciais, Aeroporto de São José dos Campos
2	Restinga	Comunidades vegetais sob influência marinha e flúvio-marinha
3	Campo Antrópico	Vegetação de campo formada em áreas originais de floresta

A classificação de classes de uso e ocupação do solo tem origem na interpretação de imagens Google Pró, 10/2008, 02/2010, 03/2010, 01/2011 e 02/2011.

De acordo com a **Tabela V.2.8.7-2**, a vulnerabilidade geotécnica para o campo antrópico é considerada como cenário de maior sensibilidade ambiental. Nestes terrenos ocorrem as áreas com ausência de cobertura vegetal original, predominando a intervenção humana e maior produtividade de espécies forrageiras, expondo estes terrenos às ações do meio físico, como erosões e carreamento de material fino (assoreamento de drenagens). Para a classe corpo d'água foi atribuído peso "0", pois esta não apresenta relevância para caracterização de vulnerabilidade geotécnica; os corpos d'água quando presentes deverão ser totalmente preservados.

Tabela V.2.8.7-3 – Classes de Unidades Geotécnicas.

Peso	Classe	Descrição
1	Unidade Geotécnica Arenitos	Moderada a alta capacidade de suporte; baixa suscetibilidade à erosão e movimento de massas
1	Unidade Geotécnica Quartzitos	Capacidade de suporte elevada; suscetibilidade à erosão moderada e suscetibilidade a movimentos de massa moderada a baixa

Peso	Classe	Descrição
2	Unidade Geotécnica Folhelhos	Capacidade de suporte variável de moderada a alta; suscetibilidade a processos erosivos moderada; suscetibilidade a movimento de massa alta
2	Unidade Geotécnica Granitos	Elevada capacidade de suporte; suscetibilidade à erosão e movimento de massas, variáveis em função de declividade, de moderada a alta
2	Unidade Geotécnica Gnaisses e Migmatitos	Suscetibilidade à erosão e movimento de massas moderada a alta, dependentes da declividade; solo saprolítico mais suscetíveis aos processos erosivos do que horizontes superiores residuais e coluviais
3	Unidade Geotécnica Aluviões	Alta suscetibilidade a inundações e erosão das margens dos canais fluviais; pode receber materiais erodidos das porções mais elevadas do terreno
3	Unidade Geotécnica Sedimentos Marinhos	Problemas de estabilidade em escavações devido ao elevado nível do lençol freático; podem apresentar níveis de argilas moles com baixa capacidade de suporte
3	Unidade Geotécnica Coluvionar	Potencial para movimentação de massa (corrida de detritos), associados à precipitações excepcionais; comportamento geotécnico apresenta variações condicionada pela heterogeneidade dos materiais
3	Unidade Geotécnica Xisto	Elevada anisotropia condicionada pela xistosidade; menor capacidade de suporte quando a carga for paralela ao plano de foliação; suscetibilidade à erosão e movimentos de massa moderada a alta
4	Unidade Geotécnica Escarpas	Alta suscetibilidade a movimentos de massa condicionada, fortemente, pelas precipitações pluviométricas na região; movimentos de fluxo em condições de extrema saturação

A **Tabela V.2.8.7-4** apresenta a caracterização das classes de unidade geológico-geotécnica (geotecnia), elaborados com base no Mapa Geológico em escala 1:250.000, (CPRM 1999) e Cartas Geotécnicas em escala 1:500.000 (Nakazawa, 1994). As unidades geotécnicas individualizadas e estruturas geológicas identificadas com base nos estudos preliminares e levantamentos de dados básicos têm ampla correlação com as litologias e as estruturas de cisalhamento individualizadas no Mapa Litoestratigráfico e Estrutural.

A classe unidade geotécnica escarpas foi considerada como de maior sensibilidade ambiental para vulnerabilidade geotécnica. Conforme apresentado, esta classe apresenta alta suscetibilidade a movimentos de massa condicionada pelas precipitações pluviométricas na região (aspectos climáticos), relacionada ainda com a declividade das encostas e fatores litológicos e estruturais. Os movimentos de

fluxo evoluem a partir de rupturas translacionais rasas (planares) em condições de extrema saturação (aspectos hidrológicos).

As classes unidade geotécnica arenitos e quartzitos foram consideradas de menor relevância ambiental para a vulnerabilidade geotécnica, pois nestes terrenos encontram-se áreas de moderada a elevada capacidade de suporte e suscetibilidade à erosão e movimento de massa baixa para os arenitos e moderada para quartzitos.

Tabela V.2.8.7-4 – Classes de Declividades.

Peso	Classe	Descrição
1	< 15 %	Terrenos com declividade inferior a 6,75° (graus)
2	15 – 45 %	Terrenos com declividade entre 6,75° e 20,25° (graus)
3	45 – 75 %	Terrenos com declividade entre 20,25° e 33,75° (graus)
4	> 75 %	Terrenos com declividade superior a 33,75° (graus)

As classes de declividades foram obtidas a partir do mapa de declividades (**Mapa 05 – Mapa de Declividades da All, Volume III** deste EIA), gerado por sistema de informação geográfica (SIG), o qual calcula as declividades através do modelo digital da área de escopo (**Mapa 06 – Mapa de Modelo Digital do Terreno da All, Volume III** deste EIA).

Pela **Figura V.2.8.7-1**, a classe que apresenta maior relevância ambiental para a vulnerabilidade geotécnica são os terrenos que possuem declividade superior a 33,75° (graus), ou seja, os terrenos inseridos na classe maior que 75% de declividade.

A partir da definição dos pesos os dados são então cruzados em programa de sistema de informação geográfica (SIG) onde a sobreposição dos temas cria um novo campo em que se somam os valores de cada classe.

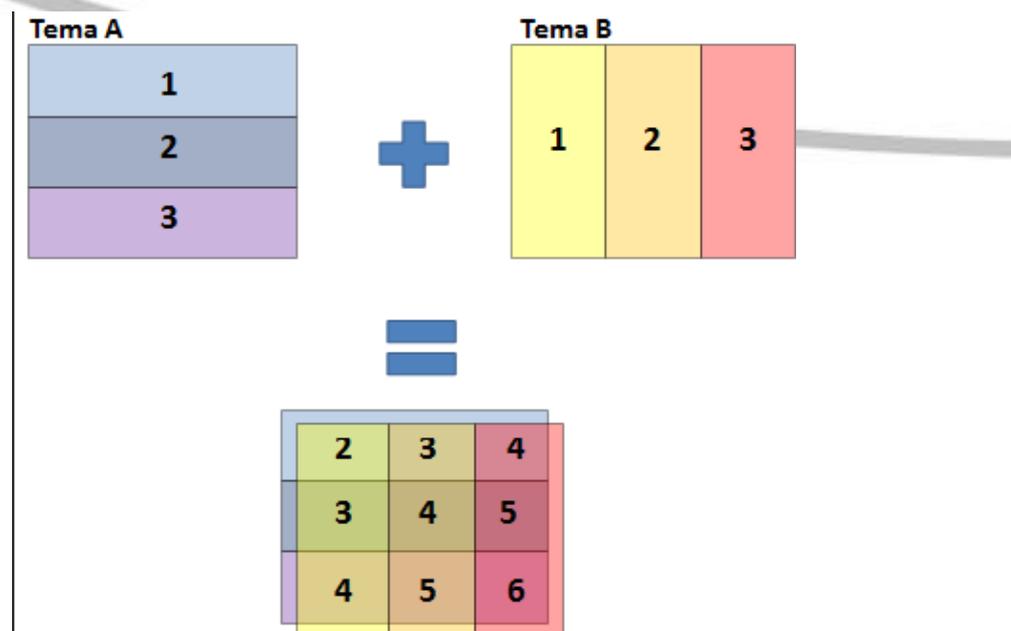


Figura V.2.8.7-1 – Esquema de sobreposição dos pesos que resultam na classificação das Classes de Vulnerabilidade Geotécnica.

A superposição possibilita a criação de 13 índices que correspondem à somatória dos pesos com resultados entre 3 (menor valor possível) e 15 (maior valor possível). Com o novo valor obtido faz-se uma reclassificação dos intervalos, gerando para este estudo 4 níveis de vulnerabilidade geotécnica: Baixa, Média, Alta, Muito Alta.

Resultado

A **Figura V.2.8.7-2** mostra a classificação de vulnerabilidade geotécnica com base na soma dos pesos, apotando as cores usadas no mapeamento.

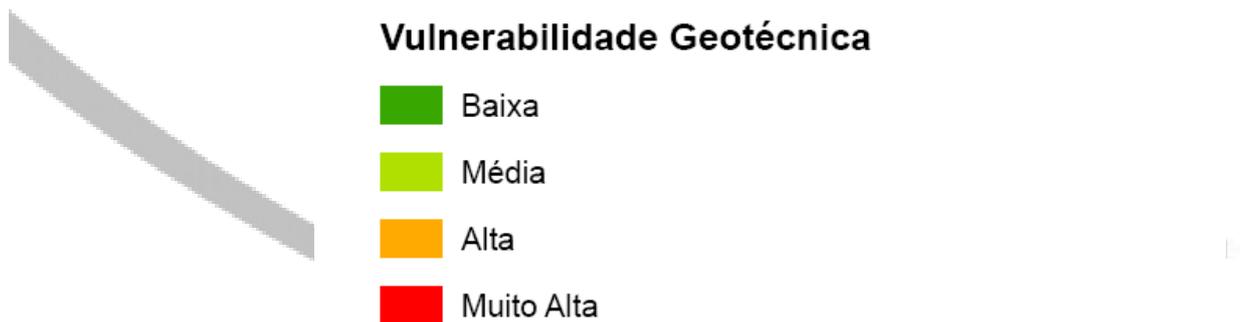


Figura V.2.8.7-2 – Classificação de Vulnerabilidade Geotécnica

A análise do **Mapa 10 – Mapa de Vulnerabilidade Geotécnica da All (Volume III** deste EIA) evidencia os apontamentos considerados nos itens correspondentes do diagnóstico do meio físico.

As áreas de menor vulnerabilidade concentram-se sobremaneira na área de uso industrial da Refinaria Henrique Lage – REVAP, condicionado pela ocorrência da unidade geotécnica arenitos, com capacidade de suporte moderada a alta, conjuntamente com as características de baixa suscetibilidade à erosão e movimento de massas.

As áreas de média e alta vulnerabilidade geotécnica apresentam maior distribuição em área na All. Estas áreas estão relacionadas com a presença de floresta ombrófila e áreas de reflorestamento, terrenos com ligeira a moderada suscetibilidade à erosão e boa capacidade de suporte das unidades geotécnicas. Contrapõe-se com um cenário de campo antrópico e terrenos com forte a muito forte suscetibilidade à erosão e movimento de massas de moderada a alta, em função das declividades dos locais.

As áreas com vulnerabilidade geotécnica muito alta correspondem às áreas de campo antrópico com movimento de massas moderada a alta, destacando-se ainda terrenos com suscetibilidade à erosão forte a extremamente forte, condicionada pela declividade dos terrenos.

Sobre as áreas previstas para intervenção do empreendimento recaem polígonos de todas classes, com grande predomínio de média a alta vulnerabilidade geotécnica. Entretanto, o empreendimento, por conta da abrangência de suas instalações, transpõe também trechos de baixa e muito alta vulnerabilidade geotécnica.

O Software de geoprocessamento gerou, para a Área de Influência Direta, dados de área e porcentagem para as classes de vulnerabilidade geotécnica. A **Tabela V.2.8.7-5** apresenta esse cálculo.

Tabela V.2.8.7-5 – Proporções das classes de vulnerabilidade geotécnica para a AID.

Vulnerabilidade	Área (ha)	Porcentagem
Baixa	35,15	0,65
Média	2310,05	42,70
Alta	2665,52	49,27
Muito Alta	398,76	7,38

O predomínio de áreas com vulnerabilidade média a alta atinge aproximadamente 91% de toda a AID, que como destacado, é um reflexo de predomínio de áreas com cobertura florestal ombrófila ou de reflorestamento e baixa suscetibilidade à erosão, contraposto por áreas de campo antrópico, movimento de massas moderada a alta e suscetibilidade à erosão forte a extremamente forte, condicionada pela declividade dos terrenos.

Cabe ressaltar que as áreas de vulnerabilidade não representam um impedimento ao desenvolvimento do Projeto, e sim, oferecem uma importante representação espacial dos segmentos que carecem de cuidados para equilibrarem sua sensibilidade diante dos impactos ambientais previstos ao meio físico. O **Capítulo VI** adiante apresenta todos os impactos previstos, bem como as medidas associadas para que sejam anulados, mitigados, minimizados ou compensados.

V.2.9 – Sismologia

A maioria dos sismos está relacionada à tectônica de placas, sendo designados sismos tectônicos. A força tectônica das placas é aplicada na Litosfera, que desliza lenta e constantemente sobre a Astenosfera devido às correntes de convecção com origem no Manto e no Núcleo.

As placas podem afastar-se, colidir ou simplesmente deslizar uma em relação a outra até atingir um ponto de ruptura, quando ocorre uma intensa liberação de energia acumulada durante os processos prévios de deformação. A energia é liberada através de ondas sísmicas que se propagam pelo interior e atingem a superfície da Terra.

Estima-se que apenas 10% ou menos da energia total de um sismo se propague através das ondas sísmicas. Aos sismos que ocorrem na fronteira de placas tectônicas dá-se o nome de sismos interplacas, sendo os mais frequentes, enquanto que àqueles que ocorrem dentro da mesma placa litosférica dá-se o nome de sismos intraplacas e esses são menos frequentes.

Os sismos interplacas também podem dar origem a sismos profundos, segundo as zonas de subducção (zonas de Benioff), ocorrendo entre os 100 e os 670km. Também podem ser sismos de origem vulcânica, devendo-se às movimentações de

magma dentro da câmara magmática ou devido à pressão causada por esse quando ascende à superfície, servindo assim para prever erupções vulcânicas.

Os sismos induzidos são associados à ação humana, quer direta ou indiretamente. Alguns terremotos ocasionais têm sido associados à construção de grandes barragens e seu enchimento como, por exemplo na Barragem de Kariba no Zâmbia (África). O maior sismo induzido ocorreu a 10 de Dezembro de 1967, na região de Koyna a oeste de Madrastra, na Índia. Teve uma magnitude de 6,3 na escala Richter. Também podem ter sua origem na extração de gás natural de depósitos subterrâneos, ou ser provocados pela detonação de explosivos muito fortes, como explosões nucleares, que podem causar vibração de baixa magnitude.

A sismicidade representa a frequência de sismos por unidade de área de uma dada região, supostamente homogênea do ponto de vista sísmico, ou seja, trata-se da distribuição estatística cronológica e geográfica das ocorrências sísmicas.

As enormes forças tectônicas que causam os terremotos são devidas aos processos dinâmicos que ocorrem no interior da Terra, principalmente os lentos movimentos da litosfera.

A maior parte dos terremotos ocorre ao longo de estreitas faixas que dividem a litosfera em aproximadamente 12 grandes regiões, as chamadas “placas litosféricas”. Nas bordas das placas litosféricas, ocorre um grande acúmulo de esforços pela interação entre elas, originando os terremotos, quando tais esforços ultrapassam o limite de ruptura das rochas.

No interior das placas, os esforços, normalmente, não são suficientes para gerar uma grande quantidade de terremotos; é o que ocorre, por exemplo, no Brasil. Como resultado da localização do território brasileiro no domínio intraplaca denominado Plataforma Sul-Americana, verifica-se uma sismicidade relativamente atenuada, mas que pode apresentar eventos de grande magnitude comumente associados à reativação de antigas zonas de fraqueza (e.g., SYKES, 1978).

O catálogo de sismos do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo mostra que, no século XX, foram registradas centenas de sismos cujo epicentro reside em nosso país, com magnitudes atingindo até 6,6 na escala Richter (terremoto registrado no Mato Grosso, em 1955). A maior parte desses sismos, porém, não ultrapassa magnitude 4,0 e, normalmente, acarretam poucos efeitos observáveis na superfície.

Os tremores no Brasil são reflexos de fortes terremotos ocorridos principalmente na Cordilheira dos Andes, no Chile, e também pela reativação e movimentação de falhas geológicas antigas. De qualquer forma, a probabilidade de o Brasil ser atingido por um terremoto catastrófico é bastante remota. A grande parte dos sismos brasileiros é de pequena magnitude (<5mb). Comumente, ocorre a baixa profundidade (<30km) e, por isso, são sentidos até poucos quilômetros do epicentro.

Desde Lomnitz (1974), estabeleceu-se um novo paradigma de análise e predição de terremotos, dentro do vasto campo de estudo proposto pela Tectônica Global. As

relações entre as placas litosféricas, seus mecanismos e taxas de movimentação e a acumulação de esforços em regiões preferenciais, dentre outros, são parâmetros fundamentais para estudos de risco e recorrências sísmicas.

Entretanto, somente a partir dos trabalhos de Hasui *et al.* (1982) e Mito (1984), houve um esforço sistemático, no sentido de estabelecer relações causais entre a sismicidade observada e o contexto tectônico-estrutural do Sudeste brasileiro, e sua representação cartográfica. Mito (1993) propõe uma delimitação e classificação das zonas sismogênicas brasileiras, que se constituem na base de vários estudos de risco sísmico no Brasil.

A Área de Influência Indireta (AII) e, por consequência, a faixa da Área de Influência Direta (AID) e o próprio traçado dos dutos encontram-se inseridas na Região Sudeste, que compreende a porção norte-nordeste de São Paulo. O traçado da AII cruza regiões de planalto, escarpas da Serra do Mar e de planície costeira, estendendo-se desde o município de São José dos Campos, passando por Jambeiro, Paraibuna até Caraguatatuba, estando localizada próximo às isossistas V e VI, e com valores de intensidade provável de um sismo natural entre IV e V, na escala Mercalli Modificada (MM).

Os abalos sísmicos de intensidade V podem provocar eventuais danos em construções comuns de má qualidade e, também, deslizamentos de terra em encostas, principalmente aquelas mais suscetíveis, onde o equilíbrio já se encontra em estado crítico.

Os dados de sismos levantados apresentados neste item têm por base os trabalhos de Berrocal *et al.* (1984), desenvolvidos no Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo em conjunto com o Centro Nacional de Energia Nuclear, de Mito (1984) do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, onde apresenta a Mapa de Risco Sísmico do Sudeste Brasileiro e Mito (1993) referente ao tema Sismicidade e Zonas Sismogênicas do Brasil apresentado no Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade de São Paulo, além de trabalhos mais recentes de Berrocal & Fernandes (1996) sobre sismos induzidos em reservatórios.

Cabe mencionar que a implantação do trecho em túnel foi objeto de avaliação do EIA-RIMA do GASTAU para a licença de implantação da faixa do duto, ressaltando ainda que o período crítico de estabilidade de um túnel é durante a sua própria escavação. Dessa forma, quando da implantação dos dutos OCVAP I e II, a faixa já estará instalada, bem como o próprio túnel.

- **Distribuição de Sismos**

A Região Sudeste brasileira (aqui limitada pelas latitudes 26-13°S, e longitudes 54-36°W) caracteriza-se, sismicamente, pela ocorrência de vários eventos, medidos por estações sismográficas ou derivados do registro histórico, de pequena magnitude **Figura V.2.9-1**. De acordo com o observado no gráfico, o grande número de registros mais recentes, posteriores à década de 1970, refletem a implantação de instrumentação sismográfica no País.

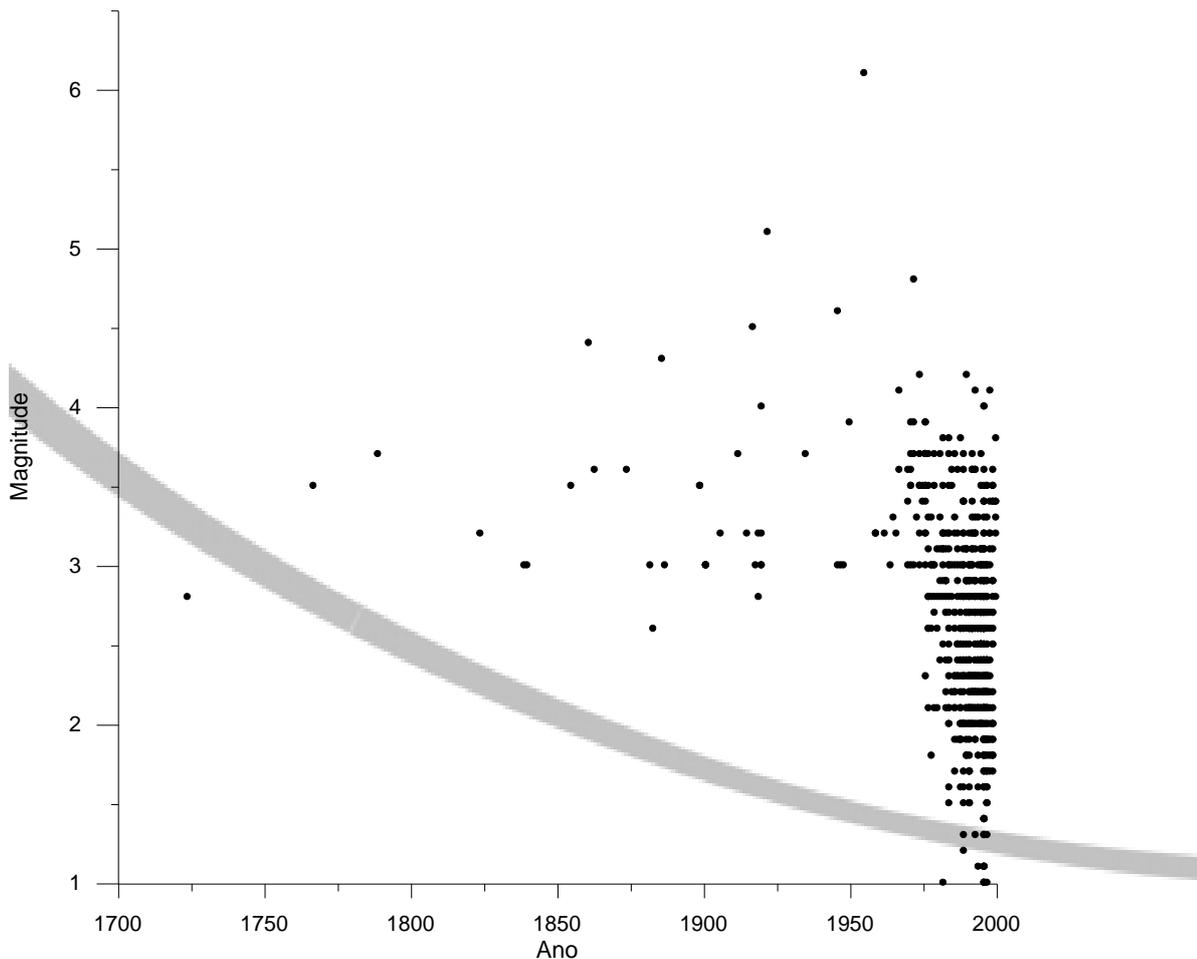


Figura V.2.9-1 – Distribuição temporal de sismos no quadrângulo entre 54-36° W e 26-13° S (BIODINÂMICA, 2006).

Sismos de maior magnitude são raros: apenas um evento maior que 6 graus (ocorrido na Cadeia Vitória-Trindade, na Margem Continental), outro maior que 5 (em Mogi Guaçu, SP) e 13 deles entre 4 e 5 graus.

Os sismos maiores que 3,5 graus, apontados como mais importantes por Berrocal *et al.* (1996), correspondem a uma pequena fração dos eventos registrados. Observa-se algum alinhamento de epicentros ao longo do notável feixe de falhas transcorrentes brasileiras que, reativadas no Cenozóico, afeiçoaram a serra do Mar ao longo da borda continental sudeste.

Mioto (1993), baseado na distribuição de epicentros, estruturas geológicas e compartimentação regional do relevo, propõe duas zonas sismogênicas na região em torno do empreendimento: Zona Sismogênica de Cunha e Zona Sismogênica de Santos (**Figura V.2.9-2**). O fator determinante na definição dessas zonas é a localização dos epicentros em áreas com tendência inversa de movimentação do relevo (subsidência na área de plataforma continental e talude, e elevação da borda continental adjacente nos domínios da serra do Mar e Planalto Atlântico).

Entretanto, deve-se considerar que o volume de dados atualmente disponível (insuficiência de dados instrumentais que permitam o estabelecimento de relações causais efetivas entre atividade sísmica e feições tectônicas conhecidas) “é insuficiente para definir zonas sismogênicas ou províncias sismotectônicas que possam ser usadas com segurança na determinação de parâmetros de sismicidade para avaliação de risco nesta região” (Berrocal *et al.*, 1996).

Foram registrados alguns episódios sísmicos que são relevantes para a caracterização do risco na área de estudo. Genericamente, são eventos de pequena magnitude e que não caracterizam um risco maior para instalações com as especificações construtivas.

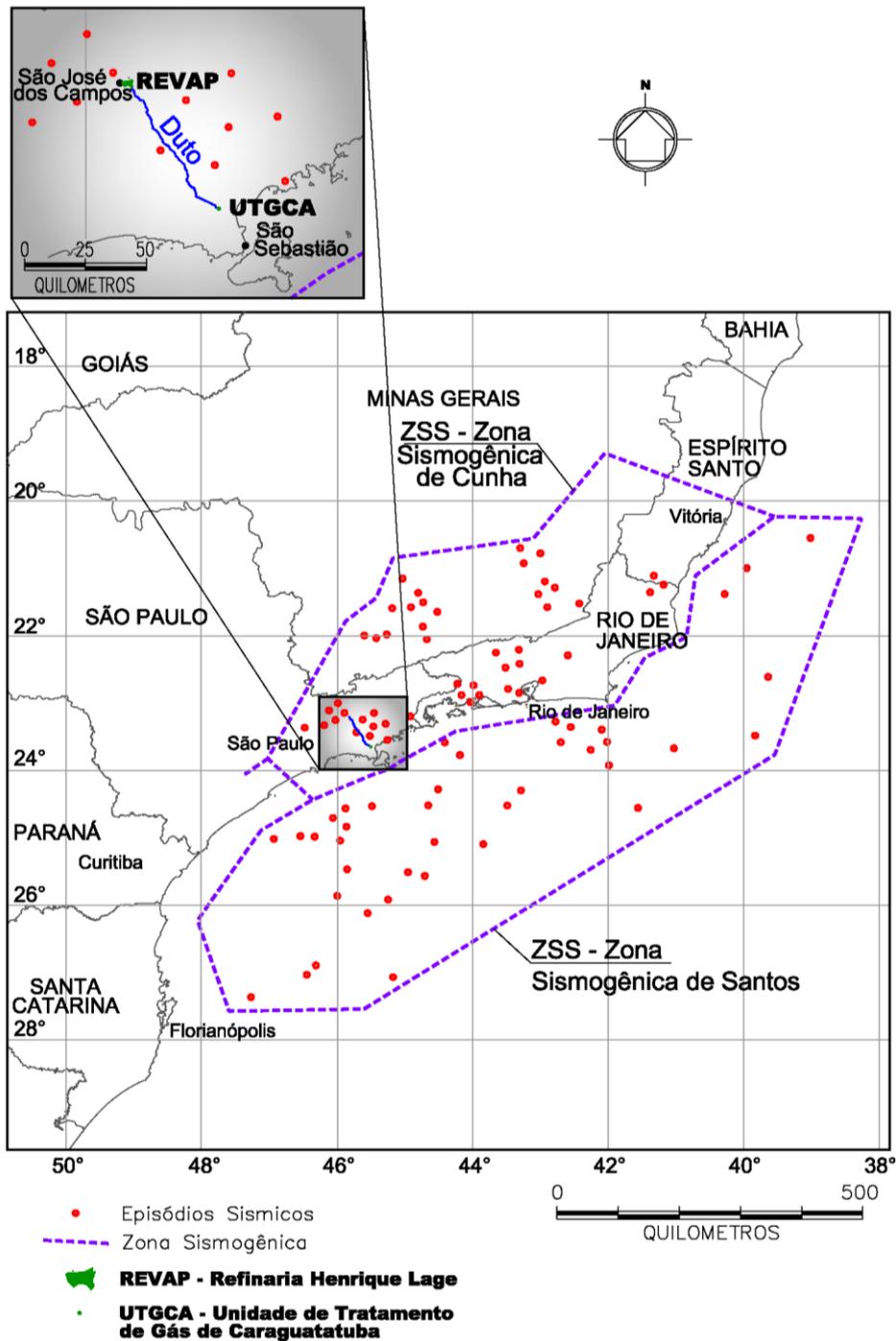


Figura V.2.9-2 – Zonas sismogênicas no entorno da AII (MIOTO, 1993).

✓ **Sismo de 27/01/1922; localização: 22,17° S, 47,04° W**

Este foi o evento sísmico de maior magnitude registrado na área emersa do Sudeste brasileiro. Estima-se que atingiu 5,1 pontos na escala Richter. Assumpção *et al.* (1979) se referem a ele como “terremoto de São Paulo de 1922” e apontam o município de Mogi Guaçu como localidade em que se localizou seu epicentro. O mesmo evento é referido por Mioto (1997) como “Sismo de Pinhal”. Seu epicentro localiza-se a 248km da praia de Itaorna, em Angra dos Reis (RJ).

Um leve abalo precursor foi sentido por algumas pessoas na noite anterior em São Paulo e Mogi Guaçu (Assumpção *et al.*, 1979). O evento principal teve uma intensidade de até VI MM, durou poucos segundos e foi sentido numa área de 250.000km².

Na área próxima, caracterizou-se intensidade VI MM, através de relatos de rachaduras em paredes de imóveis em várias cidades vizinhas (Assumpção *et al.*, 1979); seus efeitos foram sentidos também nas cidades do Rio de Janeiro e Petrópolis.

✓ **Sismo de 31/07/1861, localização: 22,6° S, 45,2° W**

É referido como “Sismo de Lorena”, SP (Mioto, 1997). Segundo Berrocal *et al.* (1984), houve um evento que o precedeu. A área afetada é da ordem de 52.000km², atingindo os estados de Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro; a magnitude é estimada em 4,4 e a intensidade máxima, de V MM, no epicentro, que se situa a 120km da praia de Itaorna.

✓ **Sismo de 23/03/1967, localização: 23,3° S, 45° W**

O “Sismo de Cunha”, como é referido por Mioto (1997), é o evento de magnitude maior que 4, com epicentro mais próximo da praia de Itaorna (48km de distância, erro de locação de 2km). A área onde ele foi sentido é de 30.000km², a magnitude estimada, de 4,1 e intensidade máxima epicentral, de VI-VII MM (Berrocal *et al.*, 1996).

A partir da observação do detalhe da **Figura V.2.9-2**, onde é destacado o traçado da faixa, nota-se todos os sismos têm seus epicentros além dos limites da faixa da AII. Com exceção de um deles – registrado próximo ao limite externo da AII a oeste-sudoeste da cidade de Paraibuna, os demais ocorrem afastados entre 15km e 50km do eixo da AID.

À luz dos conhecimentos atuais, destaca-se que os sismos com epicentros reportados nas cidades de Mogi Guaçu, Lorena e Cunha – de maiores intensidades – encontram-se relativamente distantes da área de interesse

Contudo, como já comentado em parágrafos prévios, a sismicidade histórica de eventos do sudeste brasileiro é caracterizada como de pequena magnitude e, eventuais problemas que poderiam ser detectados foram abordados nos EIA-RIMAs do GASTAU preparados para o licenciamento da faixa, assim foram e/ou deverão ser contemplados no projeto do respectivo túnel e instalação pontual.

• Listagem de sismos

A listagem apresentada na **Tabela V.2.9-1** é uma síntese de todas as informações relevantes relativas a cada evento sísmico ocorrido nos estados do São Paulo e Rio de Janeiro, reunidas e atualizadas por Assumpção até 2004.

Na listagem, a hora local é a hora oficial brasileira. As coordenadas geográficas são as coordenadas do epicentro, quando foi possível determiná-lo, ou da localidade mais afetada ou da principal localidade onde o sismo foi sentido. O erro na determinação dos epicentros foi estimado de acordo com os dados macrossísmicos disponíveis, levando-se em conta que o epicentro está na região de maior intensidade. A ausência de um valor para o erro de epicentro indica que não existiam dados para tal estimativa.

A coluna INT é a intensidade do sismo na escala Mercalli Modificada (MM) correspondente à maior intensidade observada de que se tem notícia.

As magnitudes mb constantes da listagem foram calculadas ou estimadas por um dos seguintes métodos (Tipo T):

Tipo Método

- 0: mb telessísmico (Gutenberg & Richter, 1956)
- 1: mR, estimativa de mb com estações regionais
- 2: média de valores de mb e mR
- 3: mb estimado pela área afetada
- 4: estimativa aproximada de mb pela Intensidade Máxima (INT), supondo que (INT) corresponda à maior intensidade observada, e supondo profundidade focal de poucos quilômetros: $mb = 1,21 + 0,45 \log(INT)$ (Assumpção & Burton, 1982)

Os eventos sísmicos foram classificados em cinco categorias, dependendo da quantidade e qualidade das informações disponíveis – seguindo a classificação sugerida por Berrocal *et al.* (1981):

- sismo com dados macrossísmicos que permitem construir mapa de isossistas e determinar o epicentro com boa precisão;
- sismo com dados que permitem determinar a área afetada, avaliar intensidades e determinar um epicentro aproximado;
- sismo com informações certas sobre suas ocorrências, permitindo, às vezes, avaliar intensidades. A área afetada e o epicentro podem não estar bem determinados;
- evento sísmico duvidoso, isto é, há dúvidas quanto ao local, data ou mesmo sobre a confiabilidade da fonte utilizada;
- dado instrumental, quando só são disponíveis registros sismográficos sem dados macrossísmicos.

Na **Tabela V.2.9-1** é apresentada a lista de sismos ocorridos na região da Área de Influência Indireta e em seu entorno, entre os anos de 1789 e 2003. Os episódios sísmicos apresentados na **Figura V.2.9-2** – Zonas sismogênicas no entorno da All

apresentada anteriormente – encontram-se listados abaixo e referem-se àqueles eventos registrados até o ano de 2003.



Tabela V.2.9-1 – Lista de sismos ocorridos entre 1789 a 2003, na All e em seu entorno.

Ano	M/D	H/M/S	Lat.	Long.	Err	Uf	Prof. (Km)	Mag.	T	Cat	Int.	Local
1886	509	1815	-22.66	-43.69	20	RJ	0.	4,3	3	A	5	nd
1917	505	750	-21.60	-41.50	50	RJ	0.	4,5	3	B	5	São Pedro-SP
1962	117	22744	-22.93	-43.23	3	RJ	0.	3,2	3	B	5	Rio de janeiro
1967	805	95610	-22.85	-43.12	10	RJ	0.	3,6	1	B	5--6	São Gonçalo
1972	408	420	-22.91	-43.21	0	RJ	0.	0,0	-1	C	-	Rio de janeiro
1972	1024	153636	-21.72	-40.53	30	RJ	8.	4,8	2	A	-	Campos
1975	330	170600	-23.40	-42.40	30	RJ	0.	3,5	1	I	-	Plat. Cont.
1977	201	71025	-24.12	-44.31	40	RJ	0.	2,6	1	I	-	Plat. Cont.
1977	619	30330	-23.30	-42.60	30	RJ	0.	3,5	1	I	-	Plat. Cont.
1981	507	34455	-22.60	-39.50	50	RJ	0.	3,7	1	I	-	Plat. Cont.
1982	310	61544	-23.40	-42.10	30	RJ	0.	2,8	1	I	-	Plat. Cont.
1982	310	75734	-23.40	-42.10	30	RJ	0.	3,0	1	I	-	Plat. Cont.
1982	312	171443	-23.60	-41.63	30	RJ	0.	3,5	1	I	-	Plat. Cont.
1984	222	80026	-23.47	-40.70	50	RJ	0.	3,7	1	I	-	Plat. Cont.
1984	525	83634	-24.92	-43.35	50	RJ	0.	3,5	1	I	-	Plat. Cont.
1986	427	92824	-22.40	-44.50	40	RJ	0.	2,6	1	I	-	Nova Iguaçu
1988	721	211327	-24.75	-40.42	100	RJ	0.	2,5	1	I	-	Plat. Cont.
1988	1204	2112	-23.00	-44.22	2	RJ	0.	1,9	5	I	4	Monsuaba
1988	1205	1043	-23.00	-44.22	2	RJ	0.	1,9	5	I	3	Monsuaba
1988	1210	936	-23.00	-44.22	2	RJ	0.	1,9	5	I	4	Monsuaba
1988	1223	153454	-23.00	-44.21	1	RJ	0.	2,8	1	I	5	Monsuaba
1988	1225	170316	-23.00	-44.21	1	RJ	0.	2,6	1	I	4--5	Monsuaba
1988	1225	1735	-23.00	-44.22	3	RJ	0.	2,1	5	I	4	Monsuaba
1988	1227	15342	-22.99	-44.21	1	RJ	0.	2,2	5	I	4	Monsuaba
1988	1227	20024	-22.99	-44.22	1	RJ	0.	1,9	5	I	4	Monsuaba
1988	1228	22946	-23.00	-44.22	1	RJ	0.	2,0	5	I	4	Monsuaba

Ano	M/D	H/M/S	Lat.	Long.	Err	Uf	Prof. (Km)	Mag.	T	Cat	Int.	Local
1989	107	41450	-23.00	-44.21	5	RJ	0.	1,7	1	I	3	Monsuaba
1989	107	75157	-23.00	-44.21	5	RJ	0.	1,3	1	I	3	Monsuaba
1989	218	64449	-22.74	-44.20	5	RJ	0.	1,5	1	I	-	Rio Claro
1989	309	14405	-24.51	-40.69	70	RJ	0.	3,4	1	I	-	Plat. Cont.
1989	710	62835	-22.45	-43.95	20	RJ	0.	2,0	1	I	-	Volta Redonda
1989	719	133637	-23.78	-41.59	30	RJ	0.	2,4	1	I	-	Plat. Cont.
1989	811	155041	-24.19	-43.56	100	RJ	0.	3,2	1	I	-	Plat. Cont.
1989	904	61702	-23.41	-41.56	100	RJ	0.	3,1	1	I	-	Plat. Cont.
1989	905	142128	-22.91	-44.27	25	RJ	0.	1,2	1	I	-	Monsuaba
1989	213	180147	-23.00	-44.21	2	RJ	0.	1,6	1	I	3	Monsuaba
1990	806	220953	-23.83	-41.85	70	RJ	0.	1,8	1	I	-	Plat. Cont.
1990	907	15639	-21.32	-40.41	20	RJ	0.	2,7	1	I	-	Plat. Cont.
1991	324	23856	-23.00	-44.22	2	RJ	0.	2,0	4	C	3--4	Monsuaba
1991	1010	1830	-23.00	-44.22	2	RJ	0.	2,6	4	C	3	Monsuaba
1992	315	21754	-22.46	-42.75	30	RJ	0.	2,1	1	I	-	nd
1993	510	151513	-21.60	-40.70	30	RJ	0.	3,2	1	I	-	Plat. Cont.
1994	601	212207	-23.12	-40.97	20	RJ	0.	3,3	1	I	-	Plat. Cont.
1996	1026	203017	-22.68	-40.49	30	RJ	0.	4,0	1	I	-	Plat. Cont.
1997	312	225647	-22.20	-40.55	30	RJ	0.	2,2	1	I	-	Plat. Cont.
1997	708	193143	-22.81	-40.78	30	RJ	0.	2,9	1	I	-	Plat. Cont.
1997	713	43228	-22.75	-40.66	30	RJ	0.	2,5	1	I	-	Plat. Cont.
1998	901	53812	-22.13	-41.07	30	RJ	0.	2,2	1	I	-	Plat. Cont.
1999	211	185730	-22.04	-39.71	20	RJ	0.	1,8	1	I	-	Plat. Cont.
1999	219	20701	-20.84	-41.96	20	RJ	0.	1,7	1	I	-	Plat. Cont.
1999	219	25554	-21.99	-40.22	20	RJ	0.	1,8	1	I	-	Plat. Cont.
1999	306	123254	-23.47	-40.91	40	RJ	0.	2,2	1	I	-	Plat. Cont.
1999	318	93139	-22.30	-40.75	30	RJ	0.	2,5	1	I	-	Plat. Cont.

Ano	M/D	H/M/S	Lat.	Long.	Err	Uf	Prof. (Km)	Mag.	T	Cat	Int.	Local
1999	405	75302	-22.53	-40.37	20	RJ	0.	2,9	1	I	-	Plat. Cont.
1999	514	190701	-22.35	-40.51	20	RJ	0.	2,7	1	I	-	Plat. Cont.
1999	518	65714	-24.52	-41.60	30	RJ	0.	3,1	1	I	-	Plat. Cont.
1999	625	195207	-24.51	-40.78	50	RJ	0.	3,6	1	I	-	Plat. Cont.
1999	717	22321	-22.56	-40.56	30	RJ	0.	2,1	1	I	-	Plat. Cont.
1999	808	52510	-22.32	-40.57	20	RJ	0.	2,8	1	I	-	Margem Cont
2000	417	142946	-22.25	-40.43	20	RJ	0.	2,8	1	I	-	Plat. Cont.
2001	524	235500	-21.20	-39.91	10	RJ	0.	2,6	1	I	-	Plat. Cont.
2001	711	1522	-20.64	-39.57	50	RJ	0.	2,0	1	I	-	Plat. Cont.
2001	824	195618	-21.93	-40.37	30	RJ	0.	3,3	1	I	-	Plat. Cont.
2001	929	1354	-22.56	-40.68	30	RJ	0.	2,6	1	I	-	Plat. Cont.
2002	706	201058	-22.77	-43.32	20	RJ	0.	1,4	1	I	-	Duque de Caxias
2002	806	75422	-22.51	-40.59	30	RJ	0.	1,9	1	I	-	Plat. Cont.
2002	1201	95239	-22.13	-40.46	20	RJ	0.	2,3	1	I	-	Plat. Cont.
2002	1201	172017	-22.91	-44.39	20	RJ	0.	2,7	1	I	-	Angra dos Reis
2003	413	112014	-22.27	-40.67	30	RJ	0.	2,8	1	I	-	Plat. Cont.
2003	416	153618	-21.31	-39.86	10	RJ	0.	3,2	1	I	-	Plat. Cont.
1789	509	--	-25.01	-47.94	0	SP	0.	3,7	4	C	5--6	Cananéia
1861	731	4	-22.60	-45.20	50	SP	0.	4,4	3	B	5	Lorena
1874	1030	1230	-23.50	-47.50	10	SP	0.	3,6	3	B	5	Sorocaba
1915	202	--	-24.18	-46.79	0	SP	0.	3,2	4	C	4--5	Itanhaém
1916	--	--	-21.26	-48.69	0	SP	0.	0,0	-1	C	-	Fern. Prestes
1918	--	--	-23.53	-46.62	0	SP	0.	3,0	4	C	4	São Paulo
1919	805	9	-25.01	-47.94	0	SP	0.	0,0	-1	C	-	Cananéia
1922	127	65040	-22.17	-47.04	40	SP	0.	5,1	3	A	6	Mogi
1928	--	--	-21.82	-52.05	0	SP	0.	0,0	-1	C	-	Pr. Epitácio
1946	718	715	-25.10	-47.70	30	SP	0.	4,6	3	A	4--5	Cananéia

Ano	M/D	H/M/S	Lat.	Long.	Err	Uf	Prof. (Km)	Mag.	T	Cat	Int.	Local
1959	525	2308	-21.26	-48.69	0	SP	0.	3,2	4	C	4--5	Fern. Prestes
1959	527	1705	-21.26	-48.69	0	SP	0.	3,2	4	C	4--5	Fern. Prestes
1959	529	655	-21.26	-48.69	0	SP	0.	3,2	4	C	4--5	Fern. Prestes
1960	227	--	-21.26	-48.69	0	SP	0.	0,0	-1	C	-	Fern. Prestes
1967	323	211215	-23.30	-45.00	20	SP	0.	4,1	0	A	6--7	Cunha
1970	612	--	-22.01	-50.39	0	SP	0.	0,0	-1	C	-	Herculândia
1975	1208	82126	-24.94	-44.16	30	SP	0.	3,4	1	I	-	Plat. Cont.
1976	416	--	-22.73	-50.98	0	SP	0.	3,7	4	C	5--6	B. Capivara
1976	424	--	-22.73	-50.98	0	SP	0.	0,0	-1	C	-	B. Capivara
1976	620	--	-22.73	-50.98	0	SP	0.	0,0	-1	C	-	nd
1977	904	1545	-20.73	-47.77	0	SP	0.	2,8	4	C	3--4	Nuporanga
1977	1102	12	-23.42	-45.60	0	SP	0.	2,8	4	C	3--4	Paraibuna
1977	1104	--	-23.42	-45.60	0	SP	0.	3,1	5	C	4	Paraibuna
1977	1116	2320	-23.42	-45.60	0	SP	0.	3,3	5	C	4	Paraibuna
1977	1123	--	-23.42	-45.60	0	SP	0.	0,0	-1	C	-	Paraibuna
1977	1216	--	-20.73	-47.77	0	SP	0.	0,0	-1	C	-	Nuporanga
1978	317	2045	-20.73	-47.77	0	SP	0.	3,0	4	C	4	Nuporanga
1978	318	130	-20.73	-47.77	0	SP	0.	3,0	4	C	4	Nuporanga
1978	319	53327	-24.96	-48.50	10	SP	0.	3,3	1	B	4	Rio Vermelho
1979	323	32849	-23.30	-45.90	30	SP	0.	2,7	5	I	-	S. J. dos Campos
1979	613	165245	-24.69	-45.73	15	SP	0.	2,8	1	I	-	Plat. Cont.
1979	813	184100	-25.20	-45.60	30	SP	0.	3,0	1	I	-	Plat. Cont.
1979	1019	1525	-23.42	-45.60	0	SP	0.	3,0	4	C	4	Paraibuna
1981	324	221003	-20.58	-48.34	15	SP	0.	2,8	1	I	-	Barretos
1981	711	300	-20.80	-47.80	50	SP	0.	2,4	1	I	-	Orlandia
1982	917	122841	-25.84	-45.42	40	SP	0.	3,8	1	I	-	Plat. Cont.
1983	102	640	-24.30	-47.80	0	SP	0.	2,9	1	I	-	Juquiá

Ano	M/D	H/M/S	Lat.	Long.	Err	Uf	Prof. (Km)	Mag.	T	Cat	Int.	Local
1984	118	224401	-23.33	-45.58	5	SP	0.	2,5	1	I	2	Paraibuna
1984	502	71835	-24.30	-44.50	50	SP	0.	2,0	5	I	-	Plat. Cont.
1984	630	113256	-23.35	-45.66	5	SP	0.	2,7	1	I	3	Paraibuna
1984	1202	114304	-23.35	-45.64	5	SP	0.	1,5	1	I	-	Paraibuna
1985	1217	122600	-23.17	-46.06	5	SP	0.	3,0	1	A	5--6	Igaratá
1986	702	2125	-22.43	-50.58	1	SP	0.	2,2	3	A	4	Paraguaçu
1986	704	2110	-22.43	-50.58	1	SP	0.	2,2	3	A	4	Paraguaçu
1986	704	6	-22.43	-50.58	0	SP	0.	0,0	-1	C	-	Paraguaçu
1986	1019	14515	-23.45	-45.29	10	SP	0.	2,1	1	I	-	São Luís
1987	320	144659	-24.70	-43.60	100	SP	0.	3,0	1	I	-	Plat. Cont.
1987	827	130122	-25.00	-44.10	50	SP	0.	3,6	1	I	-	Plat. Cont.
1988	405	30051	-22.10	-51.34	20	SP	0.	3,8	1	A	6	Pr. Prudente
1988	509	16	-21.20	-47.60	0	SP	0.	0,0	-1	C	-	Serrana
1988	719	1030	-20.73	-47.75	0	SP	0.	3,0	4	C	4	Nuporanga
1988	830	125124	-23.37	-45.67	10	SP	0.	2,7	1	I	-	Paraibuna
1988	902	175107	-23.37	-45.67	10	SP	0.	2,6	1	I	-	Paraibuna
1988	903	14630	-23.37	-45.67	10	SP	0.	2,4	1	I	-	Paraibuna
1988	903	34919	-23.37	-45.67	10	SP	0.	2,0	1	I	-	Paraibuna
1988	906	70254	-23.36	-45.63	6	SP	0.	2,0	1	I	-	Paraibuna
1988	919	30559	-25.29	-45.09	50	SP	0.	2,5	1	I	-	Plat. Cont.
1988	1019	60235	-24.80	-42.00	100	SP	0.	2,1	1	I	-	Plat. Cont.
1988	1110	223625	-20.31	-47.35	30	SP	0.	2,3	1	I	-	Franca
1988	1130	72605	-23.21	-46.06	10	SP	0.	1,6	1	I	2	Igaratá
1989	106	190224	-23.37	-45.67	10	SP	0.	2,3	1	I	-	Paraibuna
1989	118	233810	-23.37	-45.67	10	SP	0.	2,5	1	I	-	Paraibuna
1989	203	193209	-23.28	-45.47	10	SP	0.	2,8	1	I	-	Paraibuna
1989	507	63800	-24.77	-46.47	50	SP	0.	2,0	1	I	-	Plat. Cont.

Ano	M/D	H/M/S	Lat.	Long.	Err	Uf	Prof. (Km)	Mag.	T	Cat	Int.	Local
1989	523	225758	-20.73	-47.75	5	SP	0.	3,2	1	I	4--5	Nuporanga
1989	601	2140	-20.73	-48.07	0	SP	0.	3,0	4	C	4	Morro Agudo
1989	704	62340	-24.87	-46.81	50	SP	0.	2,0	1	I	-	Plat. Cont.
1989	705	32914	-23.37	-45.67	10	SP	0.	2,8	1	I	-	Paraibuna
1989	709	222652	-24.30	-43.03	20	SP	0.	2,3	1	I	-	Plat. Cont.
1989	1019	417	-20.73	-47.75	0	SP	0.	2,6	4	C	3	Nuporanga
1989	1212	145045	-23.37	-45.67	10	SP	0.	2,0	1	I	-	Paraibuna
1990	328	222949	-21.90	-46.84	20	SP	0.	2,7	1	I	-	S. J. B. Vista
1990	329	20505	-21.90	-46.84	20	SP	0.	1,9	1	I	-	S. J.B. Vista
1990	712	210103	-21.86	-46.92	30	SP	0.	2,4	1	I	-	S. J.B. Vista
1990	901	154630	-23.17	-46.06	5	SP	0.	2,9	1	I	-	Igaratá
1990	908	43406	-20.90	-48.69	30	SP	0.	2,3	1	I	-	W-Bebedouro
1990	1114	83538	-23.48	-47.06	15	SP	0.	1,8	1	I	-	São Roque
1990	1209	75619	-23.38	-45.63	5	SP	0.	2,0	1	I	-	Paraibuna
1991	221	33641	-23.42	-45.45	5	SP	0.	1,6	1	I	-	Paraibuna
1991	225	110715	-23.40	-45.63	5	SP	0.	2,3	1	I	3--4	Paraibuna
1991	321	170819	-22.19	-51.36	10	SP	0.	2,0	4	I	-	Pr. Prudente
1991	321	180350	-22.19	-51.36	10	SP	0.	2,2	4	I	-	Pr. Prudente
1991	322	180443	-22.19	-51.36	10	SP	0.	2,4	1	I	5	Pr. Prudente
1991	430	54121	-22.97	-48.11	30	SP	0.	1,8	1	I	4--5	Conchas
1991	516	82724	-24.85	-46.26	30	SP	0.	2,4	1	I	-	Plat. Cont.
1991	903	204653	-24.60	-48.43	30	SP	0.	2,8	1	I	4--5	Barra do Turvo
1991	1007	154637	-24.12	-43.01	30	SP	0.	3,0	1	I	-	Plat. Cont.
1991	1113	181425	-22.88	-49.83	20	SP	0.	3,0	1	I	4	S. Pedro Turvo
1991	1115	131637	-23.94	-46.41	20	SP	0.	2,7	1	I	-	São Vicente
1991	1204	121503	-22.67	-50.75	5	SP	0.	2,9	1	I	-	Cruzália
1991	1215	102004	-22.11	-51.26	10	SP	0.	1,5	5	I	2--3	Pr. Prudente

Ano	M/D	H/M/S	Lat.	Long.	Err	Uf	Prof. (Km)	Mag.	T	Cat	Int.	Local
1991	1219	2117	-22.69	-50.77	5	SP	0.	2,7	1	I	-	Cruzália
1991	1220	1303	-22.72	-50.76	5	SP	0.	1,5	1	I	-	Cruzália
1992	117	183220	-22.72	-51.10	3	SP	0.	3,1	1	A	5	Iepe
1992	211	61103	-24.47	-43.79	60	SP	0.	2,3	1	I	-	Plat. Cont.
1992	319	55010	-24.59	-43.92	100	SP	0.	2,0	1	I	-	Plat. Cont.
1992	319	153411	-24.99	-45.77	50	SP	0.	2,6	1	I	-	Plat. Cont.
1992	413	233109	-23.90	-45.37	50	SP	0.	2,3	1	I	-	Ilhabela
1992	705	73417	-22.03	-51.31	20	SP	0.	3,2	1	I	5	Pr. Prudente
1992	814	70818	-23.36	-45.64	0	SP	0.	2,6	1	A	4--5	Paraibuna
1992	1001	150553	-21.57	-47.01	30	SP	0.	2,7	1	I	-	S. J.R.Pardo
1992	1030	134254	-23.13	-47.51	20	SP	0.	2,0	1	I	-	Samambaia
1992	1209	162100	-24.89	-46.33	20	SP	0.	3,4	1	I	-	Plat. Cont.
1993	121	162106	-23.35	-45.65	2	SP	0.	2,5	1	I	4	Paraibuna
1993	124	155931	-23.34	-45.64	2	SP	0.	1,9	1	I	3	Paraibuna
1993	124	164305	-23.37	-45.63	2	SP	0.	1,9	1	I	-	Paraibuna
1993	326	155959	-24.94	-45.51	30	SP	0.	2,1	1	I	-	Plat. Cont.
1993	507	215505	-23.39	-45.62	2	SP	0.	2,0	1	I	3--4	Paraibuna
1993	521	103212	-23.91	-43.00	20	SP	0.	3,6	1	I	-	Plat. Cont.
1993	625	20301	-24.44	-43.54	30	SP	0.	2,7	1	I	-	Plat. Cont.
1993	810	154735	-23.36	-45.61	2	SP	2.	1,3	1	I	3	Paraibuna
1993	901	104005	-21.45	-47.13	10	SP	0.	2,2	1	I	-	Starviterbo
1993	901	104324	-21.46	-47.13	10	SP	0.	2,3	1	I	-	Starviterbo
1993	917	95840	-21.41	-47.18	20	SP	0.	2,5	1	I	-	Starviterbo
1993	1220	101	-22.70	-51.09	1	SP	0.	2,2	1	I	-	Iepe
1994	115	214627	-23.84	-47.24	20	SP	0.	2,2	1	I	-	Piaí
1994	314	141029	-23.59	-45.39	2	SP	0.	1,6	5	I	-	Caraguatatuba
1994	314	180157	-23.59	-45.39	2	SP	0.	1,1	5	I	-	Caraguatatuba

Ano	M/D	H/M/S	Lat.	Long.	Err	Uf	Prof. (Km)	Mag.	T	Cat	Int.	Local
1994	315	232505	-23.59	-45.39	2	SP	0.	1,8	5	I	-	Caraguatatuba
1994	411	81533	-25.15	-45.89	50	SP	0.	2,2	1	I	-	Plat. Cont.
1994	525	233730	-25.09	-45.06	20	SP	0.	2,1	1	I	-	Plat. Cont.
1994	609	2640	-23.45	-45.51	2	SP	2.	2,6	5	I	-	Paraibuna
1994	920	91753	-23.17	-46.11	2	SP	2.	2,6	5	I	-	Igaratá
1995	115	214627	-23.84	-47.24	30	SP	0.	2,2	1	I	-	Piaí
1995	128	32300	-23.99	-49.18	20	SP	0.	2,5	1	I	-	Itararé
1995	209	33031	-24.63	-45.69	80	SP	0.	2,2	1	I	-	Plat. Cont.
1995	402	111737	-24.98	-48.41	20	SP	0.	2,5	1	I	-	Rio Vermelho
1995	502	164926	-25.68	-48.31	50	SP	0.	3,1	1	I	-	Plat. Cont.
1995	504	5051	-25.33	-43.98	50	SP	0.	2,5	1	I	-	Plat. Cont.
1995	522	5624	-23.17	-46.15	2	SP	0.	2,0	1	I	4	Igaratá
1995	526	194344	-20.20	-47.65	50	SP	0.	2,9	1	I	-	Buritizal
1995	528	92259	-20.93	-47.65	50	SP	0.	2,7	1	I	-	Batatais
1995	530	130120	-20.92	-47.63	50	SP	0.	2,6	1	I	-	Nuporanga
1995	531	3647	-25.15	-44.60	50	SP	0.	3,0	1	I	-	Plat. Cont.
1995	602	93211	-20.54	-47.66	50	SP	0.	2,9	1	I	-	São José
1995	606	3222	-20.32	-48.41	30	SP	0.	2,8	1	I	-	Guaira
1995	606	174204	-21.02	-47.55	40	SP	0.	2,5	1	I	-	Altinópolis
1995	606	174343	-21.03	-47.60	40	SP	0.	2,7	1	I	-	Altinópolis
1995	608	200013	-20.86	-47.57	50	SP	0.	2,5	1	I	-	Batatais
1995	625	1657	-23.45	-45.52	5	SP	0.	2,0	1	I	-	Paraibuna
1995	720	230749	-24.64	-46.55	50	SP	0.	2,1	1	I	-	Plat. Cont.
1996	130	75249	-24.24	-46.83	20	SP	0.	1,7	1	I	-	Plat. Cont.
1996	223	232708	-21.94	-48.68	5	SP	0.	2,9	1	I	-	Bariri
1996	301	835	-22.70	-51.09	1	SP	0.	1,4	5	I	-	Iepe
1996	309	309	-23.17	-46.11	5	SP	0.	1,1	5	I	-	Igaratá

Ano	M/D	H/M/S	Lat.	Long.	Err	Uf	Prof. (Km)	Mag.	T	Cat	Int.	Local
1996	328	150555	-24.90	-44.16	30	SP	0.	3,1	1	I	-	Plat. Cont.
1996	403	32501	-23.38	-46.59	20	SP	0.	1,3	1	I	-	Bonsucesso
1996	409	517	-21.29	-47.32	5	SP	0.	2,8	5	I	-	Cajuru
1996	421	25603	-24.38	-45.72	30	SP	0.	1,9	1	I	-	Plat. Cont.
1996	430	131106	-24.15	-46.88	20	SP	0.	2,0	1	I	-	Plat. Cont.
1996	508	190213	-21.29	-47.32	5	SP	0.	2,0	1	I	2	Cajuru
1996	509	51702	-21.29	-47.32	10	SP	0.	2,7	1	I	4	Cajuru
1996	510	1511	-21.29	-47.32	5	SP	0.	1,6	1	I	-	Cajuru
1996	512	1621	-21.29	-47.32	5	SP	0.	1,1	1	I	-	Cajuru
1996	518	2134	-21.29	-47.32	5	SP	0.	1,0	1	I	-	Cajuru
1996	601	1315	-21.29	-47.32	5	SP	0.	1,1	5	I	-	Cajuru
1996	606	203259	-21.29	-47.32	5	SP	0.	1,4	5	I	3--	Cajuru
1996	606	203700	-21.29	-47.32	5	SP	0.	1,9	5	I	3--	Cajuru
1996	611	203838	-22.63	-48.66	50	SP	0.	3,3	1	I	-	Areiópolis
1996	618	220342	-23.54	-47.47	20	SP	0.	1,7	1	I	-	Sorocaba
1996	622	181452	-21.29	-47.32	5	SP	0.	1,0	5	I	-	Cajuru
1996	622	182032	-21.29	-47.32	5	SP	0.	1,3	5	I	-	Cajuru
1996	624	175023	-21.29	-47.32	5	SP	0.	1,0	5	I	-	Cajuru
1996	628	24634	-22.90	-45.25	20	SP	0.	2,4	1	I	-	Roseira
1996	628	1420	-21.29	-47.32	5	SP	0.	1,4	5	I	-	Cajuru
1996	901	1820	-23.49	-45.28	5	SP	0.	1,6	5	I	-	Ubatuba
1996	1007	8	-23.18	-46.11	5	SP	0.	1,8	5	I	-	Igaratá
1996	1028	220248	-21.29	-47.32	5	SP	0.	2,6	1	I	4	Cajuru
1996	1109	153801	-24.41	-47.84	20	SP	0.	2,8	1	I	-	Registro
1996	1220	32002	-21.29	-47.32	5	SP	0.	2,2	1	I	3	Cajuru
1997	112	53237	-21.29	-47.32	5	SP	0.	2,3	1	I	4--5	Cajuru
1997	116	34647	-23.17	-46.11	5	SP	0.	1,9	1	I	3	Igaratá

Ano	M/D	H/M/S	Lat.	Long.	Err	Uf	Prof. (Km)	Mag.	T	Cat	Int.	Local
1997	317	12725	-24.10	-44.71	30	SP	0.	2,7	5	I	-	Plat. Cont.
1997	404	1115	-21.29	-47.32	5	SP	0.	0,0	-1	C	-	Cajuru
1997	717	164545	-20.82	-47.17	30	SP	0.	2,9	1	I	-	Antas
1997	822	12835	-22.87	-45.96	10	SP	0.	2,8	1	I	3	S.F.Xavier
1997	823	70631	-22.86	-45.96	10	SP	0.	1,9	1	I	2	S.F.Xavier
1997	823	142906	-22.86	-45.96	10	SP	0.	2,6	1	I	2	S.F.Xavier
1997	1004	214206	-22.75	-46.02	10	SP	0.	1,0	1	I	-	S.F.Xavier
1997	1018	--	-22.75	-46.02	10	SP	0.	1,5	1	I	-	S.F.Xavier
1997	1125	233922	-22.60	-47.58	10	SP	0.	3,3	1	I	-	Limeira
1998	418	23218	-24.66	-44.27	30	SP	0.	3,4	1	I	-	Plat. Cont.
1998	506	222759	-22.62	-47.67	30	SP	0.	2,4	1	I	-	Tanquinho
1998	701	212509	-24.02	-44.46	30	SP	0.	3,2	1	I	-	Plat. Cont.
1998	918	183457	-24.96	-45.27	30	SP	0.	3,2	1	I	-	Plat. Cont.
1998	918	184044	-25.02	-45.47	30	SP	0.	3,1	1	I	-	Plat. Cont.
1998	1105	81133	-23.15	-46.05	20	SP	0.	2,6	1	I	-	Igaratá
1999	102	83355	-23.41	-49.17	30	SP	0.	3,4	1	I	-	Itaí
1999	604	34114	-23.77	-44.32	30	SP	0.	2,5	1	I	-	Plat. Cont.
1999	817	212653	-23.68	-46.64	30	SP	0.	2,0	1	I	-	Santo Amaro
2000	928	160408	-20.93	-49.05	30	SP	0.	3,4	1	I	-	Catiguá
2000	1206	174711	-24.12	-44.80	20	SP	0.	3,2	1	I	-	Plat. Cont.
2001	604	40309	-23.37	-44.42	30	SP	0.	2,0	1	I	-	Plat. Cont.
2001	705	71241	-24.39	-44.53	50	SP	0.	2,1	1	I	-	Plat. Cont.
2001	805	171905	-24.61	-45.26	50	SP	0.	2,3	1	I	-	Plat. Cont.
2002	306	10029	-23.48	-46.99	20	SP	0.	2,0	1	I	-	Aracariguama
2002	317	161119	-23.16	-46.10	10	SP	0.	2,6	1	I	-	Igaratá
2002	422	221910	-23.39	-48.47	20	SP	0.	2,0	1	I	-	Angatuba
2002	604	232712	-25.03	-45.83	20	SP	0.	3,7	1	I	-	Plat. Cont.

Ano	M/D	H/M/S	Lat.	Long.	Err	Uf	Prof. (Km)	Mag.	T	Cat	Int.	Local
2002	730	221428	-22.88	-47.44	20	SP	0.	1,7	1	I	-	Sumaré
2002	1003	140744	-21.96	-46.67	30	SP	0.	2,7	1	I	-	S. J.Boavista
2003	109	31932	-23.83	-42.98	20	SP	0.	3,5	1	I	-	Plat. Cont.
2003	412	145706	-24.75	-43.12	20	SP	0.	2,5	1	I	-	Plat. Cont.
2003	726	5121	-24.05	-42.36	20	SP	0.	3,4	1	I	-	Plat. Cont.

Legenda: H/M/D – Hora/Minutos/Segundos; M/D – Mês/Dia; LAT – Latitude; LONG – Longitude; UF – Unidade de Federação; MAG – magnitude; T – Tipo do método; CAT – Categoria; INT – Intensidade (Mercalli Modificada); nd – Não disponível.



Jaqueline
Coordenador da Equipe



Ricardo Eidl
Técnico Responsável

EIA
PAB7R03

Revisão 01
02/2012

• Considerações Finais

Do total de sismos ocorridos e registrados na região de estudo, muitos deles não foram instrumentados. Entretanto, com os dados disponíveis, é possível considerar, em média, uma baixa sismicidade natural na região, com intensidade sísmica entre IV e V MM.

A intensidade sísmica entre IV e V MM, atribuída a essa região, corresponde a uma aceleração no terreno da ordem de 0,03 0,04 g e velocidade 2,5 cm/s (V MM). A intensidade sísmica é uma classificação dos efeitos causados pelas vibrações sísmicas, como sensações causadas nas pessoas, danos nas construções e mudanças permanentes no terreno.

O sismo de intensidade IV é sentido por quase todos, produzindo vibrações parecidas com a da passagem de caminhões pesados. Janelas, louças e portas sacodem. Em relação ao sismo de intensidade V, as pessoas acordam; pequenos objetos tombam e caem das prateleiras. Venezianas e quadros movem-se. Objetos suspensos oscilam bastante. Podem ocorrer eventuais danos em construções comuns de má qualidade.

De acordo com a tabela de zona sísmica do *Uniform Building Code* de 1971, de autoria da *Resource Management Agency*, Condado de Ventura, Califórnia, que regulamenta e controla o *design*, construção, qualidade dos materiais, uso e ocupação, localização e manutenção de todas as construções e estruturas dentro da citada jurisdição a fim de proteger os cidadãos, resguardar a vida, a saúde, a propriedade e o bem-estar público, grande número de capitais brasileiras está classificado como zonas de baixa sismicidade – zona sísmica 1 (um). Para efeito de comparação, Santiago e Valparaíso, no Chile têm valor 4.

A partir das informações compiladas, pode-se admitir que a sismicidade na região em estudo, do ponto de vista da engenharia civil (construção de prédios, termelétricas, dutos) é pouco significativa. Para estruturas civis equivalentes àquelas que serão executadas e que encontram-se implantadas há algumas décadas na região da faixa de dutos, até o momento não há registros que reportem avarias significativas relacionadas aos eventos sísmicos catalogados.

É possível considerar uma baixa sismicidade natural e pouca probabilidade de ocorrência de sismos induzidos decorrentes da implantação e operação do empreendimento. Apesar de a área ser caracterizada por uma quantidade expressiva de falhas e diáclases, com rochas medianamente a extremamente fraturadas, os esforços verticais gerados pela sobrecarga do empreendimento não deverão conter energia suficiente para induzir sismos na área estudada.

Deve-se ressaltar que além da sismicidade histórica de eventos do sudeste brasileiro ser considerada de pequena magnitude, o trecho em túnel entre as estacas 3km+400m e 8km+300m foi objeto de avaliação do EIA-RIMA GASTAU anterior para a licença de implantação da faixa do duto. Da mesma forma, devido à

complexidade das obras, o tema sismicidade foi levado em consideração no projeto do respectivo túnel.

Zonas de cisalhamento, de modo geral, apresentam rochas miloníticas intensamente deformadas, e seus planos de deformação e/ou de anisotropia – paralelos às zonas de cisalhamento ou de cavalgamento – tendem a apresentar-se fechados.

As falhas e diáclases representam estruturas locais e de menor extensão e tendem a formar ângulos de 30° e 60° ou mesmo ter direção geral ortogonal aos sistemas de cisalhamento e empurrão. Representam estruturas relativamente abertas e que podem sofrer reativações durante um evento sísmico natural ou induzido.

V.2.10 – Processos Minerários

A Geologia da região onde se insere a Área de Influência Indireta (AII) e Área de Influência Direta (AID) da instalação dos dutos OCVAP I e II apresenta uma significativa diversidade de recursos minerais e é favorável principalmente para a produção de minerais não metálicos também chamados de minerais industriais. Em especial são encontrados materiais para a construção civil, como areia, argila e pedra britada, esta última produzida a partir de gnaisse, migmatito e granito.

Água mineral, caulim, hidrargilita, linhito, minério de ouro, rocha betuminosa, saibro e turfa também são substâncias objeto de estudo requerido junto ao DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral), porém estas não se encontram em fase de exploração.

V.2.10.1 – Metodologia

Os processos minerários requeridos nas áreas de influência do empreendimento foram estudados a partir dos processos cadastrados no DNPM, os quais foram obtidos através do *site* <http://sigmine.dnpm.gov.br>.

Os processos existentes na AII e AID do empreendimento foram considerados, principalmente, quanto à localização das poligonais, bem mineral e fase do processo em que a atividade mineral se encontra na data da consulta. Os tipos de processos são indicativos do estágio em que a referida atividade se encontra, conforme descrito, resumidamente, a seguir.

- Licenciamento: regime de exploração concedido apenas para bens minerais destinados à construção civil, como argila, areia, cascalho e rocha para brita ou revestimento. Pode estar em fase de Requerimento, quando o Licenciamento é requerido e se encontra em análise pelo órgão, ou Licenciamento propriamente dito, com as reservas estimadas e permissão para exploração.
- Lavra: regime de exploração concedido para todos os bens minerais. Na fase de Requerimento, já está aprovado o Relatório de Pesquisa e foi

apresentado o Plano de Lavra, requerendo-se sua Concessão. Na fase de Concessão de Lavra (Alvará), estão garantidas as reservas cubada, estimada e inferida, e está permitida a exploração do bem mineral.

- Pesquisa: o Requerimento de Pesquisa indica que o pedido para a Pesquisa Mineral de um determinado bem, em uma determinada área, foi protocolizado no DNPM, garantindo-se o direito de prioridade para o requerente, a partir da data do protocolo. A Autorização para Pesquisa (Alvará) é dada após a verificação, pelo órgão, da documentação e do Plano de Pesquisa apresentados, ficando, então, onerada a área.
- Disponibilidade: quando o requerente não recolhe a taxa anual por hectare, não apresenta o Relatório de Pesquisa no prazo determinado, ou o mesmo não é aprovado, a área requerida continua onerada, mas entra em Disponibilidade, sendo procedida uma licitação para os possíveis candidatos a pesquisá-la. Caso não haja interessados ou nenhum licitante cumpra, integralmente, as exigências da licitação, a área é desonerada, ou seja, sua poligonal é excluída do cadastro de controle de áreas, ficando cancelada. (Pinto, 2010.)

Até 06 de dezembro de 2011, foram encontradas 137 poligonais de processos minerários cadastrados no DNPM, com cada poligonal representando uma gleba de terra requerida ou outorgada para pesquisa ou exploração de um bem mineral, em diferentes estágios e com determinada área em hectares para cada tipo de bem. Desses processos, 55 se encontram em fase de Autorização de Pesquisa, 05 em em Concessão de Lavra, 41 em Requerimento de Pesquisa, 08 em Licenciamento, 02 em Requerimento de Licenciamento, 11 em Requerimento de Lavra e 15 em Disponibilidade.

Os tipos de processos são indicativos do estágio em que a atividade minerária se encontra. Deve-se ressaltar, no entanto, que, independentemente do tipo de bem mineral e da situação do processo, todas as áreas cadastradas como processos no DNPM se encontram outorgadas, estando garantidos os direitos de concessão para o outorgado.

Os recursos minerais que suscitaram interesse para autorizações e concessões minerais são representados por areia (60 processos); argila (13 processos); granito (22 processos); gnaiss (09 processos); saibro (11 processos); minério de ouro (10 processos); água mineral, caulim, turfa e hidrargilita, com dois processos cada; e areia de fundição, migmatito, linhito e rocha betuminosa, com um processo cada. O **Mapa 11** apresenta o **Mapa de Processos Minerários na AII (Volume III** deste EIA) da instalação dos dutos OCVAP I e II.

A **Tabela V.2.10.1-** apresenta os processos inseridos na AII e AID, onde são descritos os processos, requerentes, áreas, substância, uso e último evento. Estes dados foram produzidos a partir da interpretação das informações obtidas junto ao site do DNPM no Cadastro Mineiro.

Tabela V.2.10.1-1 – Autorizações e Concessões Minerárias – DNPM na AII/AID do empreendimento.

ITEM	PROCESSO	NOME	ÁREA (HA)	SUBSTÂNCIA	USO	ÚLTIMO EVENTO
1	801093/1976	Luiz Alves Coelho	985,35	Areia de Fundação	Não Informado	Req Lav / Documento diverso protocol em 03/12/07
2	820596/1995	Pecuária Serramar Ltda	50,00	Areia	Não Informado	Conc Lav / Transf direitos - cessão total efetivada em 09/04/07
3	820598/1995	Pecuária Serramar Ltda	50,00	Areia	Não Informado	Conc Lav / Novo plano lavra aprovado publi em 08/09/10
4	820989/2003	Pecuária Serramar Ltda	30,85	Areia	Construção Civil	Req Lav / Prorrogação o prazo exigência solicitado em 31/03/11
5	820592/2001	Pecuária Serramar Ltda	49,39	Areia	Construção Civil	Aut pesq / Documento diverso protocol em 14/04/11
6	820597/1995	Pecuária Serramar Ltda	50,00	Areia	Não Informado	Conc Lav / Suspensão trabalhos lavra protocol em 26/07/10
7	820985/2003	Pecuária Serramar Ltda	37,28	Areia	Construção Civil	Req Lav / Requerimento lavra protocol em 15/04/11
8	820986/2003	Pecuária Serramar Ltda	39,28	Areia	Construção Civil	Aut pesq / Prorrogação o prazo exigência solicitado em 05/10/07
9	820876/2003	Pecuária Serramar Ltda	27,17	Areia	Construção Civil	Aut Pesq / Cumprimento exigência protocol em 19/10/07
10	820990/2003	Pecuária Serramar Ltda	27,09	Areia	Construção Civil	Aut Pesq / Documento diverso protocol em 01/11/07
11	820534/1997	Soares Penido Part. e emp. S.A	45,95	Areia	Não Informado	Licen / Baixa licença esgotado prazo em 20/04/07
12	820100/2004	Pecuária Serramar Ltda	50,00	Areia	Construção Civil	Licen / Documento diverso protocol em 03/03/10
13	820737/2001	Pecuária Serramar Ltda	49,98	Areia	Construção Civil	Req Pesq / Documento diverso protocol em 27/06/03
14	820693/2002	Pecuária Serramar Ltda	15,00	Gnaiss	Construção Civil	Req Pesq / Prorrogação prazo exigência solicitado em 16/01/06
15	820988/2003	Pecuária Serramar Ltda	27,50	Areia	Construção Civil	Req Lav / Prorrogação prazo exigência solicitado em 31/03/11
16	820532/2005	Pecuária Serramar Ltda	8,14	Areia	Construção Civil	Licen / Operação regime autorização pesq protocol em 13/01/10
17	820736/2001	Pecuária Serramar Ltda	49,81	Areia	Construção Civil	Licen / Plano aproveitamento econ aprov em 08/09/10
18	820874/2003	Pecuária Serramar Ltda	32,99	Areia	Construção Civil	Req Lav / Documento diverso protocol em 18/06/10
19	820380/2006	Pecuária Serramar Ltda	149,77	Granito	Revestimento	Aut Pesq / Cumprimento exigência protocol em 19/08/11
20	820569/2004	Pecuária Serramar Ltda	40,49	Areia	Construção Civil	Req Pesq / Prorrogação prazo exigência solicitado em 08/02/10
21	820379/2006	Pecuária Serramar Ltda	168,74	Granito	Revestimento	Aut Pesq / Relatório pesq final apresentado em 06/09/11
22	820875/2003	Pecuária Serramar Ltda	44,12	Areia	Construção Civil	Req Lav / Documento diverso protocol em 18/06/10

ITEM	PROCESSO	NOME	ÁREA (HA)	SUBSTÂNCIA	USO	ÚLTIMO EVENTO
23	820459/2007	Pecuária Serramar Ltda	39,81	Areia	Construção Civil	Req Pesq / Prorrogação prazo exigência solicitado em 22/11/07
24	820877/2003	Pecuária Serramar Ltda	39,96	Areia	Construção Civil	Aut Pesq / Documento diverso protocol em 11/05/11
25	821014/2003	Pecuária Serramar Ltda	393,26	Turfa	Corretivo de Solo	Aut Pesq / Pagamento TAH efetuado em 30/01/09
26	821119/2008	Pecuária Serramar Ltda	49,81	Areia	Construção Civil	Aut Pesq / Relatório pesq final apresentado em 06/09/11
27	820109/2007	Pecuária Serramar Ltda	17,34	Areia	Construção Civil	Licen / Prorrogação prazo exigência solicitado em 02/05/07
28	820364/2008	Central Mata Atlântica Ltda.	180,44	Areia	Construção Civil	Req Pesq / Requerimento pesquisa protocol em 20/05/08
29	820984/2003	Pecuária Serramar Ltda	35,62	Areia	Construção Civil	Req Lav / Requerimento lavra protocol em 15/04/11
30	820098/2004	Pecuária Serramar Ltda	413,69	Turfa	Energético	Aut Pesq / Relatório pesq aprov com redução de área pub em 29/07/11
31	820365/2008	Central Mata Atlântica Ltda.	47,19	Areia	Construção Civil	Req Pesq / Prorrogação prazo exigência solicitado em 05/01/09
32	821120/2008	Pecuária Serramar Ltda	10,45	Areia	Construção Civil	Aut Pesq / Relatório pesq final apresentado em 06/09/11
33	820448/2009	Pecuária Serramar Ltda	50,00	Areia	Construção Civil	Req Pesq / Requerimento pesquisa protocol em 29/06/09
34	820521/2007	Pecuária Serramar Ltda	21,85	Areia	Construção Civil	Licen / Documento diverso protocol em 19/04/10
35	820906/2009	Pecuária Serramar Ltda	2,34	Areia	Construção Civil	Req Pesq / Documento diverso protocol em 22/06/10
36	821278/2009	Pecuária Serramar Ltda	21,85	Areia	Construção Civil	Req Pesq /Requerimento pesquisa protocol em 24/12/09
37	820560/2001	Pecuária Serramar Ltda	40,00	Areia	Construção Civil	Conc Lav / Imissão de posse requerida em 31/10/08
38	820718/2009	Pecuária Serramar Ltda	49,79	Areia	Industrial	Aut Pesq / Pagamento TAH efetuado em 31/01/11
39	820715/2009	Pecuária Serramar Ltda	27,08	Areia	Industrial	Aut Pesq / Pagamento TAH efetuado em 31/01/11
40	820719/2009	Pecuária Serramar Ltda	34,64	Areia	Industrial	Aut Pesq / Pagamento TAH efetuado em 31/01/11
41	820717/2009	Pecuária Serramar Ltda	49,42	Areia	Industrial	Aut Pesq / Pagamento TAH efetuado em 31/01/11
42	820716/2009	Pecuária Serramar Ltda	49,80	Areia	Industrial	Aut Pesq / Pagamento TAH efetuado em 31/01/11
43	820875/2010	Pecuária Serramar Ltda	45,83	Areia	Construção Civil	Aut Pesq / Início de pesquisa comunicado em 03/08/11
44	820720/2009	Pecuária Serramar Ltda	306,84	Argila	Industrial	Req Pesq / Cumprimento exigência protocol em 02/09/10
45	820156/1987	Serveng - Civilsan S.A. empresas Assoc. de Engenharia	39,31	Areia	Não Informado	Aut Pesq / Pagamento TAH efetuado em 25/07/11

ITEM	PROCESSO	NOME	ÁREA (HA)	SUBSTÂNCIA	USO	ÚLTIMO EVENTO
46	820874/2010	Pecuária Serramar Ltda	45,65	Areia	Construção Civil	Aut Pesq / Pagamento TAH efetuado em 28/07/11
47	820301/2003	Pecuária Serramar Ltda	10,45	Areia	Construção Civil	Licen / Plano aproveitamento econ aprov em 08/09/10
48	820987/2003	Pecuária Serramar Ltda	30,13	Areia	Construção Civil	Aut Pesq / Pagamento multa efetuado em 01/07/11
49	820738/2010	Pecuária Serramar Ltda	49,64	Areia	Construção Civil	Aut Pesq / Pagamento TAH efetuado em 28/07/11
50	820741/2010	Pecuária Serramar Ltda	49,70	Saibro	Construção Civil	Aut Pesq / Pagamento TAH efetuado em 28/07/11
51	820743/2010	Pecuária Serramar Ltda	39,67	Saibro	Construção Civil	Pesq / Início de pesquisa comunicado em 04/11/11
52	820744/2010	Pecuária Serramar Ltda	19,28	Saibro	Construção Civil	Aut Pesq / Pagamento TAH efetuado em 29/07/11
53	820740/2010	Pecuária Serramar Ltda	49,86	Areia	Construção Civil	Aut Pesq / Pagamento TAH efetuado em 28/07/11
54	820536/2011	Pecuária Serramar Ltda	7,22	Saibro	Construção Civil	Req Pesq / Requerimento pesquisa protocol em 26/05/11
55	820997/2010	Pecuária Serramar Ltda	2,30	Saibro	Construção Civil	Aut Pesq / Início de pesquisa comunicado em 04/11/11
56	820998/2010	Pecuária Serramar Ltda	28,99	Saibro	Construção Civil	Aut Pesq / Início de pesquisa comunicado em 04/11/11
57	820175/2009	Pecuária Serramar Ltda	43,68	Saibro	Construção Civil	Req Pesq / Prorrogação prazo exigência solicitado em 11/03/10
58	821068/2011	Pecuária Serramar Ltda	993,09	Areia	Construção Civil	Req Pesq / Requerimento pesquisa protocol em 05/10/11
59	820742/2010	Pecuária Serramar Ltda	49,61	Saibro	Construção Civil	Aut Pesq / Pagamento TAH efetuado em 28/07/11
60	820008/2010	Pecuária Serramar Ltda	7,99	Areia	Construção Civil	Aut Pesq / Início de pesquisa comunicado em 04/11/11
61	807722/1977	Clivanir Vanice Liberali - FI	268,25	Argila	Não Informado	Disponib / Doc diversos protocol em 09/02/11
62	820202/2006	Pecuária Serramar Ltda	1,51	Areia	Construção Civil	Disponib / Documento diverso protocol em 22/06/10
63	820202/2006	Pecuária Serramar Ltda	9,72	Areia	Construção Civil	Disponib / Documento diverso protocol em 22/06/10
64	820202/2006	Pecuária Serramar Ltda	2,34	Areia	Construção Civil	Disponib / Documento diverso protocol em 22/06/10
65	820849/2002	Pecuária Serramar Ltda	49,82	Gnaisse	Construção Civil	Disponib / Documento diverso protocol em 11/05/11
66	820377/1988	Julio Bettoi Cardoso	984,00	Hidrargilita	Não Informado	Req Pesq / Torna sem efeito despacho indeferimento em 10/05/00
67	821001/1995	Luiz Francisco P. Zugliani	49,95	Migmatito	Não Informado	Aut Pesq / Documento diverso protocol em 09/06/11
68	820460/2000	Luiz Francisco P. Zugliani	264,74	Granito	Industrial	Req Pesq / Desistência protocol em 13/05/11
69	821062/2003	Geraldo Magela Gontijo	999,84	Granito	Revestimento	Req Pesq / Documento diverso protocol em 27/01/05

ITEM	PROCESSO	NOME	ÁREA (HA)	SUBSTÂNCIA	USO	ÚLTIMO EVENTO
70	820837/2006	Geraldo Magela Gontijo	49,80	Água Mineral	Engarraamento	Aut Pesq / Pagamento TAH efetuado em 31/01/08
71	820307/2005	Geraldo Magela Gontijo	291,19	Caulim	Industrial	Aut Pesq / Multa aplicada publicada em 21/10/11
72	821140/2008	Maria Regina B. Ricciardi	296,11	Granito	Revestimento	Aut Pesq / Documento diverso protocol em 09/11/11
73	820698/2004	Basalto Pedreira e Pavimentação Ltda.	49,95	Granito	Construção Civil	Aut Pesq / Pagamento TAH efetuado em 11/07/11
74	820469/2009	Serveng - Civilsan S.A. empresas Assoc. de Engenharia	995,05	Granito	Revestimento	Aut Pesq / Pagamento TAH efetuado em 31/01/11
75	820472/2009	Serveng - Civilsan S.A. empresas Assoc. de Engenharia	945,85	Granito	Revestimento	Aut Pesq / Pagamento TAH efetuado em 31/01/11
76	820470/2009	Serveng - Civilsan S.A. empresas Assoc. de Engenharia	945,88	Granito	Revestimento	Aut Pesq / Pagamento TAH efetuado em 31/01/11
77	820471/2009	Serveng - Civilsan S.A. empresas Assoc. de Engenharia	993,16	Granito	Revestimento	Aut Pesq / Pagamento TAH efetuado em 31/01/11
78	820028/2010	Maria Regina Barbosa Ricciardi	944,30	Granito	Revestimento	Aut Pesq / Pagamento TAH efetuado em 31/01/11
79	820643/2011	Pedro Villela Vilhena	724,86	Granito	Revestimento	Req Pesq / Requerimento pesquisa protocol em 24/06/11
80	820860/2011	Rydien Mineração Indústria e comércio Ltda.	1986,90	Minério de Ouro	Industrial	Req Pesq / Requerimento pesquisa protocol em 15/08/11
81	820861/2011	Rydien Mineração Indústria e comércio Ltda.	1814,32	Minério de Ouro	Industrial	Req Pesq / Requerimento pesquisa protocol em 15/08/11
82	820856/2011	Rydien Mineração Indústria e comércio Ltda.	1997,95	Minério de Ouro	Industrial	Req Pesq / Requerimento pesquisa protocol em 15/08/11
83	820858/2011	Rydien Mineração Indústria e comércio Ltda.	1978,98	Minério de Ouro	Industrial	Req Pesq / Requerimento pesquisa protocol em 15/08/11
84	820859/2011	Rydien Mineração Indústria e comércio Ltda.	1967,91	Minério de Ouro	Industrial	Req Pesq / Requerimento pesquisa protocol em 15/08/11
85	820929/2011	Resitec Serviços Industriais Ltda.	701,03	Saibro	Construção Civil	Req Pesq / Requerimento pesquisa protocol em 24/08/11
86	821012/2011	Serveng - Civilsan S.A. empresas Assoc. de Engenharia	357,36	Granito	Revestimento	Req Pesq / Requerimento pesquisa protocol em 22/09/11
87	820368/1988	Julio Bettoi Cardoso	979,00	Hidrargilita	Não Informado	Req Pesq / Torna sem efeito despacho indeferimento em 10/05/00
88	820837/2003	Parahytinga Areias Extração e comércio Ltda.	4,46	Areia	Construção Civil	Licen / Documento diverso protocol em 09/01/09
89	820673/2007	L. B. L. Terraplenagem Ltda.	30,61	Areia	Construção Civil	Aut Pesq / Pagamento TAH efetuado em 25/01/11

ITEM	PROCESSO	NOME	ÁREA (HA)	SUBSTÂNCIA	USO	ÚLTIMO EVENTO
90	820834/2002	Nicanor de Camargo Neves Filho	659,50	Argila	Cerâmica Vermelha	Aut Pesq / Documento diverso protocol em 06/10/05
91	820738/2005	Nicanor de Camargo Neves Neto	659,50	Argila	Industrial	Aut Pesq / Pagamento TAH efetuado em 29/07/11
92	820215/2008	Parahytinga Areias Extração e comércio Ltda.	4,46	Areia	Construção Civil	Aut Pesq / Pagamento TAH efetuado em 01/07/11
93	820242/2005	Nicanor de Camargo Neves Filho	635,80	Argila	Industrial	Req Pesq / Documento diverso protocol em 13/10/11
94	820320/2006	Nicanor de Camargo Neves Filho	324,65	Argila	Industrial	Aut Pesq / Pagamento TAH efetuado em 30/01/09
95	820306/2006	Nicanor de Camargo Neves Filho	516,79	Argila	Industrial	Aut Pesq / Pagamento TAH efetuado em 29/07/11
96	820790/2006	Nicanor de Camargo Neves Neto	580,21	Argila	Industrial	Aut Pesq / Pagamento TAH efetuado em 29/07/11
97	820735/2009	Nicanor de Camargo Neves Neto	324,64	Argila	Industrial	Aut Pesq / Pagamento TAH efetuado em 29/07/11
98	820069/2007	Celina Villela Vilhena - Terraplenagem ME	49,90	Saibro	Construção Civil	Aut Pesq / Cumprimento exigência protocol em 21/01/10
99	820949/2010	Parahytinga Areias Extração e comércio Ltda.	4,46	Areia	Construção Civil	Licen / Licenc autorizado publicado em 28/09/11
100	820860/2010	L. B. L. Terraplenagem Ltda.	30,61	Areia	Construção Civil	Req Licen / Cumprimento exigência protocol em 10/11/11
101	820237/2010	Pedreira Maria Teresa Ltda.	884,19	Granito	Revestimento	Req Pesq / Cumprimento exigência protocol em 17/02/11
102	820857/2011	Rydien Mineração Indústria e comércio Ltda.	1973,32	Minério de Ouro	Industrial	Req Pesq / Requerimento pesquisa protocol em 15/08/11
103	820864/2011	Rydien Mineração Indústria e comércio Ltda.	1822,50	Minério de Ouro	Industrial	Req Pesq / Requerimento pesquisa protocol em 15/08/11
104	820865/2011	Rydien Mineração Indústria e comércio Ltda.	1981,76	Minério de Ouro	Industrial	Req Pesq / Requerimento pesquisa protocol em 15/08/11
105	820862/2011	Rydien Mineração Indústria e comércio Ltda.	1963,15	Minério de Ouro	Industrial	Req Pesq / Requerimento pesquisa protocol em 15/08/11
106	820863/2011	Rydien Mineração Indústria e comércio Ltda.	1916,68	Minério de Ouro	Industrial	Req Pesq / Requerimento pesquisa protocol em 15/08/11
107	821013/2011	Serveng - Civilsan S.A. empresas Assoc. de Engenharia	927,40	Granito	Revestimento	Req Pesq / Requerimento pesquisa protocol em 22/09/11
108	821014/2011	Serveng - Civilsan S.A. empresas Assoc. de Engenharia	486,12	Granito	Revestimento	Req Pesq / Requerimento pesquisa protocol em 22/09/11
109	820662/2010	Parahytinga Areias Extração e comércio Ltda.	49,94	Areia	Construção Civil	Aut Pesq / Início de pesquisa comunicado em 12/09/11
110	820581/2006	Nicanor de Camargo Neves Filho	5,21	Areia	Construção Civil	Disponib / Área disponível Art 26 CM publi em 04/05/07

ITEM	PROCESSO	NOME	ÁREA (HA)	SUBSTÂNCIA	USO	ÚLTIMO EVENTO
111	820581/2006	Nicanor de Camargo Neves Filho	1,20	Areia	Construção Civil	Disponib / Área disponível Art 26 CM publi em 04/05/07
112	820581/2006	Nicanor de Camargo Neves Filho	41,11	Areia	Construção Civil	Disponib / Área disponível Art 26 CM publi em 04/05/07
113	820581/2006	Nicanor de Camargo Neves Filho	436,04	Areia	Construção Civil	Disponib / Área disponível Art 26 CM publi em 04/05/07
114	811677/1974	Serveng - Civilsan S.A. Empresas Assoc. de Engenharia	43,62	Gnaiss	Não Informado	Conc Lav / Documento Diverso Protocolizado Em 13/10/11
115	820574/1988	Serveng - Civilsan S.A. Empresas Assoc. de Engenharia	49,94	Gnaiss	Brita	Req Lav / Documento diverso protocolizado em 03/08/11
116	820596/1988	Jorge Gytoku	1996,00	Linhito	Não Informado	Aut Pesq / Defesa apresentada em 21/10/11
117	821269/1999	Mirella Importação e Exportação Ltda	49,00	Gnaiss	Não Informado	Req Lav / Cumprimento exigência protocol em 24/06/10
118	820914/1999	Serveng - Civilsan S.A. Empresas Assoc. de Engenharia	15,46	Granito	Brita	Req Lav / Documento diverso protocol em 03/06/11
119	821012/2002	Serveng - Civilsan S.A. Empresas Assoc. de Engenharia	38,08	Areia	Industrial	Aut Pesq / Pagamento TAH efetuado em 25/07/11
120	820096/2004	Waldemar Benassi	900,00	Granito	Revestimento	Aut Pesq / Instaura proc adm caduc/nulid alvará publ em 29/11/2011
121	820098/2007	Arioaldo da Gama Santos	998,75	Argila	Industrial	Req Pesq / Documento Diverso Protocol em 28/09/11
122	820313/2006	Serveng - Civilsan S.A. Empresas Assoc. de Engenharia	100,77	Granito	Revestimento	Req Pesq / Documento Diverso Protocol em 03/06/11
123	820289/2008	Jose Antonio Alves	49,00	Água Mineral	Engarraamento	Req Pesq / Documento Diverso Protocol em 11/02/11
124	820327/2010	Vale do Paititi Ltda Me	188,00	Granito	Revestimento	Req Pesq / Documento Diverso Protocol em 29/07/11
125	820277/2010	Vale do Paititi Ltda Me	49,01	Saibro	Construção Civil	Req Pesq / Documento Diverso Protocol em 29/07/11
126	820668/2010	Engep Engenharia e Pavimentação Ltda.	996,89	Argila	Industrial	Aut Pesq / Início de Pesquisa comunicado em 20/10/2011
127	820854/2009	Mineração Baruel Ltda	1996,22	Rocha Betuminosa	Energético	Aut Pesq / Pagamento TAH efetuado em 29/07/11
128	821016/2011	Serveng - Civilsan S.A. Empresas Assoc. de Engenharia	702,19	Granito	Revestimento	Req Pesq / Req Pesquisa protocol em 22/09/11
129	821015/2011	Serveng - Civilsan S.A. Empresas Assoc. de Engenharia	985,31	Granito	Revestimento	Req Pesq / Req Pesquisa protocol em 22/09/11
130	821143/2011	Mtransminas Minerações Ltda.	1990,42	Areia	Construção Civil	Req Pesq / Req Pesquisa protocol em 28/10/11
131	820829/2011	Mineração Nova Era Ltda	316,02	Caulim	Industrial	Req Pesq / Req Pesquisa protocol em 08/08/11

ITEM	PROCESSO	NOME	ÁREA (HA)	SUBSTÂNCIA	USO	ÚLTIMO EVENTO
132	820234/1995	Marcos Keutenedjian	875,25	Argila	Não Informado	Disponib /Considera prioritário - Edital pesq pub em 16/11/00
133	820387/2001	João Brasil Carvalho Leite	50,00	Gnaisse	Construção Civil	Disponib / Área disponível Art 26 CM public em 06/12/05
134	820388/2001	João Brasil Carvalho Leite	50,00	Gnaisse	Construção Civil	Disponib / Área disponível Art 26 CM public em 06/12/05
135	820389/2001	João Brasil Carvalho Leite	50,00	Gnaisse	Construção Civil	Disponib / Área disponível Art 26 CM public em 06/12/05
136	820390/2001	João Brasil Carvalho Leite	50,00	Gnaisse	Construção Civil	Dispon / Documento diverso protocolizado em 03/10/07
137	820035/2006	Mineração Trevo Ltda	1000,00	Areia	Construção Civil	Disponib / Área disponível Art 26 CM public em 04/05/07

Fonte: Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM, Brasília, 06 de Dezembro de 2011.



Jaqueline
Coordenador da Equipe



Ricardo Eidl
Técnico Responsável

EIA
PAB7R03

Revisão 01
02/2012

V.2.10.2 - Atividades de Mineração

Foram registradas para as áreas de interesse quatro possíveis ocorrências de exploração informal ou sob regime de licença municipal, de solo argiloso para empréstimo, bem como uma pedreira e um porto de areia sob concessão do DNPM (Mineral, 2011).

Dessas ocorrências, três jazidas de solo se encontravam desativadas e uma jazida se encontrava em atividade nos terrenos da UTGCA (porto de areia). A pedreira, pertencente à KRAFTER Ltda., estava sendo reativada.

As **Fotos V.2.10.2-1 a V.2.10.2-4** mostram atividades minerárias observadas ao longo do traçado dos dutos OCVAP I e II (Mineral, 2011).



Foto V.2.10.2-1 - Área de empréstimo informal de solo argilo-siltoso, desativada. Sedimentos Terciários da Bacia de Taubaté. Coordenadas UTM: 7.430.142 / 414.873. Município de São José dos Campos. Fonte: Mineral, 2011.



Foto V.2.10.2-2 - Vista geral de área de empréstimo desativada (Fazenda Bela Vista). Coordenadas UTM: 7.396. 679 / 437.698. Município de Paraibuna. Fonte: Mineral, 2011.



Foto V.2.10.2-3 - Detalhe de área de empréstimo desativada. Abertura parcial de pedra com remoção da cobertura superficial e exposição do maciço rochoso. Ganisses do Complexo Costeiro. Coordenadas UTM: 7.396.679 / 437.698. Município de Paraibuna. Fonte: Mineral, 2011.



Foto V.2.10.2-4 - Vista geral de área de empréstimo nos terrenos da UTGCA, com remoção de antiga colina isolada da Baixada Litorânea. Predomínio de solos residuais derivados de migmatitos e granito-gnaiss porfiroclástico do Complexo Costeiro. Coordenadas UTM: 7.384.033 / 449.243. Município de Caraguatatuba. Fonte: Mineral, 2011.

O porto de areia, pertencente à Pecuária Serramar Ltda., se encontra em operação no entorno de curso-d'água (rio Camburu) à montante da área da UTGCA. As **Fotos V.2.10.2-5 e V.2.10.2-6** ilustram a localização do porto de areia em relação à UTGCA e a passagem do Rio Camburu.



Foto V.2.10.2-5 – Vista da área do Porto de Areia pertencente à Pecuária Serramar Ltda, com vista para UTGCA ao fundo da foto. Detalhe para a passagem do Rio Camburu entre áreas de extração. Coordenadas UTM: 7.382.859 / 446.803. Município de Caraguatatuba. Fonte: Mineral 2011



Foto V.2.10.2-6 – Vista para Porto de Areia à montante da UTGCA. Detalhe para o Rio Camburu, apresentando sistema fluvial meandrante e ausência de mata ciliar à jusante do Porto de Areia, notando-se porções com solo exposto em sua margem. Coordenadas UTM: 7.383.635 / 448.217. Município de Caraguatatuba. Fonte: Mineral 2011

V.2.10.3 – Interferências com as Atividades de Mineração

O Plano Básico Ambiental (Biodinâmica, 2008) elaborado para o Gasoduto Caraguatatuba-Taubaté (GASTAU) apresentou o Programa de Gestão das Interferências com as Atividades de Mineração.

Neste programa foi contemplada a “Solicitação de bloqueio de áreas declaradas de utilidade pública para implantação do Gasoduto Caraguatatuba-Taubaté” (GASTAU) junto ao DNPM, sendo a mesma publicada no Diário Oficial da União em 30 de Maio de 2007 (**Anexo 14**).

Assim, a implantação dos dutos OCVAP I e II não interferirá com áreas de processos minerários existentes ou futuros para AID, pois este empreendimento será implantado na faixa existente do GASTAU.



Raquel Argenteo
Coordenador da Equipe



Ricardo Eidl
Técnico Responsável

EIA
PAB7R03

Revisão 01
02/2012