



Estudo de Impacto Ambiental  
Variante Ferroviária Litorânea Sul  
Estado do Espírito Santo

**Ferrovia Centro Atlântica**

Volume 2

São Paulo  
Maio/2007





**ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL**  
**VARIANTE FERROVIÁRIA LITORÂNEA SUL**  
**ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**

**FERROVIA CENTRO-ATLÂNTICA**

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL**

**MEIO FÍSICO**

**VOLUME 2**

Maio/2007

**VOLUME 2**

<b>CAPÍTULO IV – DIAGNÓSTICO AMBIENTAL .....</b>	<b>141</b>
<b>1 MEIO FÍSICO.....</b>	<b>141</b>
1.1 CLIMA .....	143
1.1.1 O Clima da Região.....	143
1.2 QUALIDADE DO AR .....	155
1.2.1 Considerações Iniciais.....	155
1.2.2 Caracterização da Qualidade do Ar.....	158
1.3 RUÍDO E VIBRAÇÃO .....	161
1.3.1 Níveis de Ruído.....	161
1.3.2 Níveis de Vibração.....	172
1.4 GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E PEDOLOGIA .....	174
1.4.1 Considerações Iniciais.....	174
1.4.2 Geologia .....	175
1.4.3 Geomorfologia .....	222
1.4.4 Pedologia.....	261
1.4.5 Unidades Geomorfopedológicas .....	269
1.4.6 Características Topográficas e Áreas de Preservação Permanente na ADA.....	296
1.5 HIDROLOGIA, HIDROGEOLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS .....	340
1.5.1 Considerações Iniciais.....	340
1.5.2 Diagnóstico da Área de Influência Indireta.....	349
1.5.3 Caracterização Geral dos Recursos Hídricos de Superfície da Área de Influência Direta (AID).....	361
1.5.4 Análise do Ecossistema Aquático na Área de Influência Direta (AID) e Área Diretamente Afetada (ADA) .....	395
1.5.5 Tipologia de Classificação das Drenagens.....	400
<b>ANEXOS.....</b>	<b>417</b>

## MAPAS, FIGURAS, GRÁFICOS, QUADROS E TABELAS

### MAPAS

Mapa 1.1-1	Tipos de Clima e Localização das Estações Meteorológicas e Pluviométricas na Área de Estudo.....	145
Mapa 1.2-1	Rede de Monitoramento da Qualidade do Ar de Vitória .....	156
Mapa 1.3-1	Pontos de Medição dos Níveis de Ruído na AID – Folha A.....	164
Mapa 1.4-1	Geologia da Região – Folha A .....	178
Mapa 1.4-2	Unidades Geológicas e Potencial Mineral na AID .....	188
Mapa 1.4-3	Terrenos da Região .....	231
Mapa 1.4-4	Compartimentos Geomorfopedológicos da AID.....	238
Mapa 1.4-5	Unidades Pedológicas na Região .....	264
Mapa 1.5-1	Recursos Hídricos na AII .....	393
Mapa 1.5-2	Classificação das Drenagens da AID .....	407

### FIGURAS

Figura 1.4-1	Clinografia da ADA .....	306
Figura 1.4-2	Áreas de Preservação Permanente da ADA.....	323

### GRÁFICOS

Gráfico 1.1-1	Precipitação – Média das máximas, mínimas e compensada.....	147
Gráfico 1.1-2	Precipitação Pluviométrica Média Mensal (1994-2004) .....	148
Gráfico 1.1-3	Frequência e Direção dos Ventos .....	150
Gráfico 1.1-4	Temperatura – Média das Máximas, Mínimas e Compensada.....	151
Gráfico 1.1-5	Insolação Total .....	152
Gráfico 1.1-6	Evaporação .....	153
Gráfico 1.1-7	Umidade Relativa .....	154
Gráfico 1.5-1	Concentração de Oxigênio Dissolvido na Água do Rio Novo.....	366

Gráfico 1.5-2	DBO das Águas do Rio Novo .....	366
Gráfico 1.5-3	Nitrogênio Kjeldahl nas Águas do Rio Novo .....	367
Gráfico 1.5-4	Concentração de Fósforo total nas Águas do Rio Novo .....	368
Gráfico 1.5-5	Densidade de Coliformes Fecais nas Águas do Rio Novo .....	368
Gráfico 1.5-6	Concentração de Oxigênio Dissolvido nas Águas do Rio Benevente .....	369
Gráfico 1.5-7	Concentração de DBO nas Águas do Rio Benevente .....	370
Gráfico 1.5-8	Resultados de Nitrogênio total Kjeldahl nas Águas do Rio Benevente.....	370
Gráfico 1.5-9	Resultados de concentração de Fósforo total nas Águas do Rio Benevente .	371
Gráfico 1.5-10	Densidades de Coliformes fecais nas Águas do Rio Benevente .....	371
Gráfico 1.5-11	Concentração de Oxigênio Dissolvido nas Águas do Rio Jucu .....	372
Gráfico 1.5-12	Resultados de DBO nas Águas do Rio Jucu.....	373
Gráfico 1.5-13	Concentração de Nitrogênio Total Kjeldahl nas Águas do Rio Jucu .....	373
Gráfico 1.5-14	Concentração de Fósforo Total nas Águas do Rio Jucu .....	374
Gráfico 1.5-15	Densidades de Coliformes Fecais nas Águas do Rio Jucu .....	374

## QUADROS

Quadro 1.1-1	Normais Climatológicas Anuais – Estação Meteorológica de Vitória – ES (83648)	146
Quadro 1.1-2	Frequência (f) [%] e velocidade (v) [m/s] por direção dos ventos. ....	149
Quadro 1.2-1	Padrões Nacionais de Qualidade do Ar .....	158
Quadro 1.2-2	Dados de Monitoramento da Qualidade do Ar da Estação de Cariacica - ES	158
Quadro 1.3-1	- Limites dos Níveis de Ruído por Tipos de Áreas e Períodos .....	161
Quadro 1.4-1	Unidades de Relevo, Tipos de Relevo e Características .....	226
Quadro 1.4-2	Características dos Tipos de Relevos Erosivos: Planalto da Mantiqueira Setentrional, Colinas e Maciços Costeiros e Tabuleiros Costeiros. ....	227
Quadro 1.4-3	Características dos Tipos de Relevos de Acumulação: Planície Litorânea .	229
Quadro 1.4-4	Tipos de solo na AID, características e suscetibilidades .....	267
Quadro 1.4-5	Relações entre Relevo – Substrato Rochoso – Solos e a Morfodinâmica .....	282

Quadro 1.4-6	Caracterização das Fragilidades dos Terrenos no Trecho Santa Leopoldina – Ubu – TRECHO 1 .....	285
Quadro 1.4-7	Caracterização das Fragilidades dos Terrenos no Trecho Maguariba – Cobiça – TRECHO 2	287
Quadro 1.5-1	Macro-divisores Hidrográficos.....	349
Quadro 1.5-2	Bacia do Rio Santa Maria da Vitória.....	350
Quadro 1.5-3	Bacia do Rio Jucu .....	350
Quadro 1.5-4	Bacia do Rio Guarapari.....	351
Quadro 1.5-5	Bacia do Rio Benevente.....	351
Quadro 1.5-6	Bacia do Rio Novo .....	352
Quadro 1.5-7	Bacia do Rio Itapemirim .....	353
Quadro 1.5-8	População dos Municípios na Área de Influência do Projeto - 2005 .....	354
Quadro 1.5-9	Índices de Atendimento – Abastecimento de Água e Coleta de Esgotos .....	355
Quadro 1.5-10	Captações para Abastecimento Público na AII.....	357
Quadro 1.5-11	Captações para abastecimento público fora da AII .....	358
Quadro 1.5-12	Estações de Monitoramento Fluviométrico e de Qualidade da Água.....	359
Quadro 1.5-13	Bacias Hidrográficas Monitoradas pelo IEMA* .....	360
Quadro 1.5-14	Drenagem Superficial na AID/ADA.....	362
Quadro 1.5-15	Caracterização Geral dos Recursos Hídricos pelas Observações de Campo	377

## TABELAS

Tabela 1.3-1	Resultados das Medições dos Níveis de Ruído .....	167
--------------	---	-----

## Capítulo IV – Diagnóstico Ambiental

### 1 MEIO FÍSICO

Os estudos do meio físico têm como objetivo caracterizar a situação atual da Área de Influência do empreendimento, a partir do levantamento de dados secundários e primários, base para a avaliação dos impactos da instalação das obras e da operação da ferrovia, e para a proposição das ações de controle e de mitigação cabíveis.

Atendendo ao especificado no Termo de Referência, a caracterização dos componentes do meio físico – clima, embasamento rochoso, relevo, solos e recursos hídricos – foi elaborada de forma detalhada, de acordo com as metodologias e os procedimentos operacionais próprios de cada sub-tema.

Os documentos temáticos resultantes dessas investigações e análises constituem referencial técnico para este Diagnóstico Ambiental e encontram-se apresentados nos Anexos IV-1.1, IV-1.2, IV-1.3, IV-1.4 e IV-1.5.

Essas informações temáticas do meio físico foram então retrabalhadas, com o objetivo de focalizar as características mais relevantes dos componentes do meio físico, particularmente suas fragilidades e potencialidades, tendo em vista a relação desses componentes com a instalação e operação de um empreendimento linear, a VFLS.

Assim, o diagnóstico dos componentes do meio físico compreende:

- a caracterização climática, no item 1.1, destacando-se os principais elementos atmosféricos de interesse ao projeto de instalação do empreendimento e a sua operação;
- as condições atuais de qualidade do ar e dos níveis de ruído observados na AID e uma abordagem das normas relacionadas à vibração ocasionada pelo uso de material explosivo, nos itens 1.2 e 1.3;
- a caracterização dos componentes que formam a “superfície” da AID e ADA – representados pelo embasamento rochoso, o relevo e os solos, no item 1.4; e,
- as características hidrológicas, hidrogeológicas e usos dos recursos hídricos (item 1.5), incluindo-se a caracterização da qualidade das águas superficiais e sua associação com a fauna bentônica.

Essa opção de associação de um componente biótico à qualidade das águas se deu pela estreita relação entre essas características. Essa correlação entre os sub-temas relacionados aos recursos hídricos foi sintetizada em tipologias que caracterizam as drenagens da AID, segundo sua semelhança com relação aos usos das águas e situação com relação ao traçado da VFLS (cursos d’água atravessados ou proximidade de nascentes).

De forma análoga, os componentes da “superfície” foram analisados primeiramente de forma individualizada e na seqüência, procedeu-se à correlação das características específicas das rochas com as diferentes formas de relevo e suas coberturas de solos, para distinguir e delimitar os grandes compartimentos naturais, ressaltando-se suas respectivas potencialidades ou limitações naturais com relação ao empreendimento. Esse procedimento foi consolidado, concluindo-se esse item com a síntese das características geomorfopedológicas dos compartimentos da AID e suas respectivas fragilidades.

## 1.1 CLIMA

### 1.1.1 O Clima da Região

O clima de uma determinada área é definido pela sucessão habitual dos padrões de comportamento dos fenômenos atmosféricos ao longo do ano. Esse comportamento está diretamente vinculado ao comportamento das massas de ar, cuja atuação extrapola os limites da área focalizada, e à influência da posição latitudinal, da proximidade do litoral e dos fatores geográficos (características da superfície) que potencializam determinadas características das massas de ar aí atuantes, particularmente a precipitação e os ventos.

Nesta caracterização climática apresenta-se o comportamento dos componentes atmosféricos da área, onde será implantado o empreendimento. Considerando-se o traçado da VFLS, a escala geográfica adotada para a abordagem climática foi a região, pois é nesse âmbito que se definem os mecanismos que comandam o comportamento dos elementos climáticos, que podem interferir com a instalação e operação da ferrovia.

#### A) Classificação Climática

A região da Variante Ferroviária Sul - VFLS, da Ferrovia Centro Atlântica – FCA, incluindo-se o ramal de acesso ao porto de Ubu caracteriza-se como uma área ao longo da planície litorânea, que se estende das proximidades de Vitória – capital de Estado, até Cachoeiro de Itapemirim, considerada a cidade pólo da região Sul do Estado do Espírito Santo.

Sua localização, na fachada litorânea sul do Estado e na faixa tropical do hemisfério sul (entre os paralelos 20°12'0" S e 21°0'0" S), coloca-a sob a influência das massas de ar envolvidas na dinâmica da circulação atmosférica da região Sudeste brasileira, cujas características são fortemente influenciadas pela disposição e porte do relevo.

Assim, em termos gerais duas tipologias climáticas, segundo Köppen (Ahrens, 1994), são distinguidas:

- clima tropical úmido (Aw) predominando na baixada litorânea, com ocorrência de índices anuais de 1.250mm de chuvas e temperatura média anual podendo ultrapassar a 22°C; e,
- clima tropical de altitude (Cwb) ocorrendo na região serrana, com índices pluviométricos anuais atingindo 1.700mm e temperaturas em torno de 19°C, diminuindo conforme a altitude.

De acordo com o IBGE (2002), os tipos de clima são diferenciados em função da umidade (super-úmido, úmido, semi-úmido, árido, semi-árido), da temperatura (quente, subquente, mesotérmico) e da duração do período seco (sem seca, subseca, com 1 a 2 meses secos, 3 meses secos, 4 a 5 meses secos e 6 meses secos). A distribuição dos tipos de climas é apresentada no Mapa 1.1-1.

Conforme o mapa apresentado, na porção sul do Estado, onde será implantado a VFLS, tem-se o predomínio do clima quente, superúmido com 1 a 2 meses secos até as proximidades de

Guarapari, de Guarapari até Cachoeiro de Itapemirim tem-se o domínio do clima quente úmido, com três meses secos.

## **B) Principais Elementos Atmosféricos**

Dentre os elementos atmosféricos importantes para a caracterização climática da região, destaca-se a precipitação, pela potencialidade de desencadear processos erosivos nas áreas das obras, dependendo de sua erosividade; e, os ventos, pelo comando que exercem na dispersão das emissões gasosas e poluentes atmosféricos, tanto os originados no local das obras, quanto aqueles emitidos nas adjacências da área do empreendimento.

Para a caracterização do comportamento dos elementos do clima, foram utilizados os dados da estação meteorológica localizada no município de Vitória, fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia - INMET. Esta estação, considerada a mais próxima do empreendimento e a que tem registros cobrindo um grande período de tempo, possibilitou estabelecer as normais climatológicas dos elementos atmosféricos de maior interesse, relacionados ao empreendimento.

O Quadro a seguir mostra as normais climatológicas para os períodos, de 1931 a 1960; de 1961 a 1990; e, de 1931-1990, da Estação Meteorológica de Vitória – ES.

**Mapa 1.1-1**

**Tipos de Clima e Localização das Estações Meteorológicas e Pluviométricas na Área de Estudo**

**Quadro 1.1-1 Normais Climatológicas Anuais – Estação Meteorológica de Vitória – ES (83648)**

PARÂMETROS METEOROLÓGICOS	PERÍODO		
	1931-1960	1961-1990	1931-1990
Pressão Atmosférica Anual	1012,1 mb	1011,8 mb	1011,9 mb
Temperatura Média Anual	23,5 °C	24,2 °C	23,9 °C
Temperatura Máxima Anual	27,6 °C	28,5 °C	28,5 °C
Temperatura Mínima Anual	20,6 °C	21,3 °C	20,6 °C
Temperatura Máxima Absoluta	36,8 °C	39,0 °C	39,0 °C
Temperatura Mínima Absoluta	13,2 °C	14,2 °C	13,2 °C
Precipitação Média Anual	1280,5 mm	1275,7 mm	1278,1 mm
Precipitação Máxima 24 horas	148 mm	196,9 mm	196,9 mm
Umidade Relativa	79%	77%	78%
Insolação Anual	2380 h	2380 h	2380 h
Nebulosidade	6,0	5,0	5,5

Fonte: INMET 2004, citado por SAMARCO, 2004.

Além dos dados do INMET, foram utilizados dados de três estações pluviométricas gerenciadas pela Agência Nacional de Águas - ANA, localizadas nos municípios de Viana, Guarapari e Rio Novo do Sul.

### **B. 1) Pluviosidade**

A pluviosidade é um dos principais elementos climáticos de interesse para o diagnóstico climático, e que poderá ter relação direta com a instalação do empreendimento. Ou seja, as informações sobre a distribuição anual da precipitação, o período e o mês mais chuvoso e os totais de chuva concentrada são importantes para o planejamento do cronograma das obras civis, particularmente dos serviços de terraplenagem – limpeza das áreas das obras, abertura ou adequação das vias de serviço, execução de cortes e aterros entre outros.

Para a análise da pluviosidade, além dos dados da normal climatológica da estação de Vitória, foram utilizados dados de três estações pluviométricas próximas ao traçado da VFLS: as estações de Fazenda Jucuruaba (Viana), de Guarapari e do Rio Novo do Sul.

#### **▪ Dados da Estação Meteorológica de Vitória**

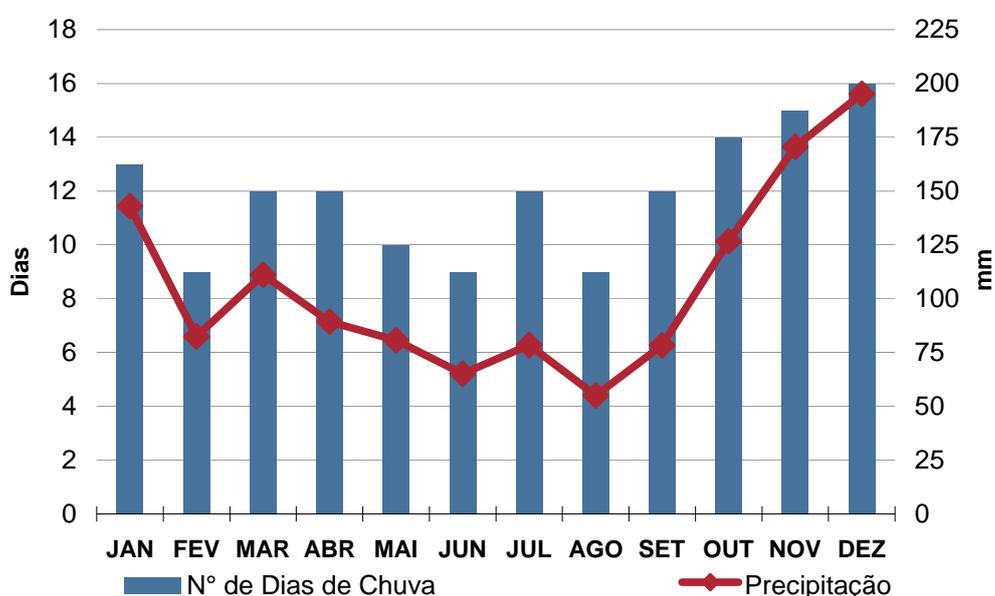
Os dados disponíveis de longo período indicam uma variação espacial da precipitação entre 1.278 mm, em Vitória no limite norte da área de estudo, e 1.426mm, em Guarapari localizada mais ao sul, ambas junto ao litoral; e entre 1.390mm, em Viana, e 1.141mm, em Rio Novo do Sul, ambas mais distanciadas do litoral.

A estação meteorológica de Vitória registrou uma média pluviométrica anual de 1.275,7mm para o período histórico de 1961 a 1990. O período úmido na região de Vitória inicia a partir do mês de outubro, quando são registrados os maiores índices de pluviosidade. Dezembro é o mês com maior índice de precipitação (195,2mm). Em contraposição, o período de estiagem estende-se de maio a setembro, sendo junho/julho/agosto o trimestre mais seco, com o menor índice pluviométrico (55mm) registrado em agosto.

A média anual de número de dias com chuva é de 143 dias, registrando-se os meses de fevereiro, junho e agosto com média de 09 dias com chuva e o mês de dezembro com 16 dias com chuva, o de maior média.

O Gráfico a seguir mostra a relação da precipitação com o número de dias com chuva.

**Gráfico 1.1-1 Precipitação – Média das máximas, mínimas e compensada**



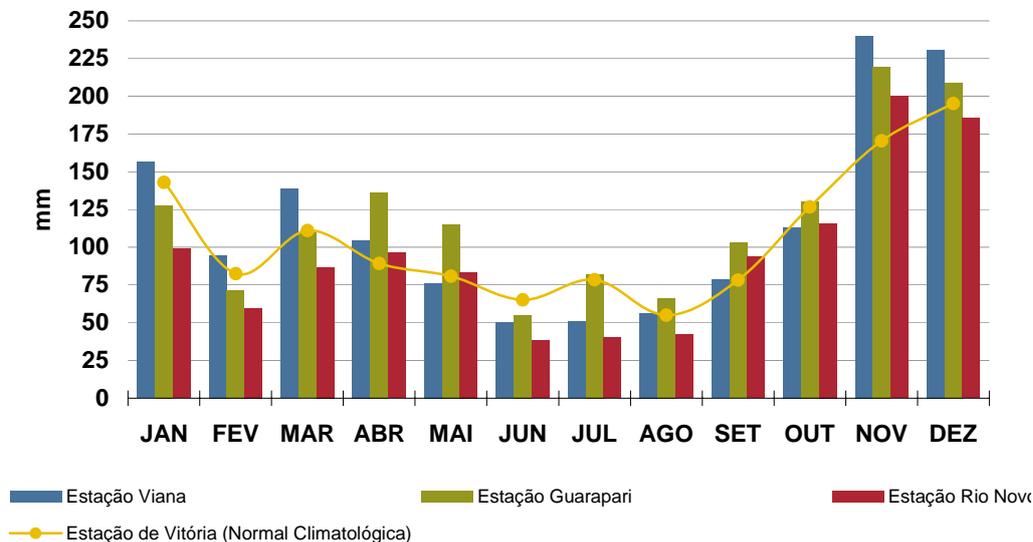
Fonte: INMET, 2006.

■ **Dados das Demais Estações dos municípios atravessados**

Para as estações pluviométricas de Viana, Guarapari e Rio Novo do Sul foi possível estabelecer, por meio de dados de pluviosidade mensal, uma média de precipitação para uma série histórica de dez anos, entre os anos de 1994 a 2004, uma vez que os dados existentes eram inconsistentes para estabelecer a normal climatológica (1961-1990) de cada estação.

O Gráfico a seguir mostra a distribuição anual da precipitação pluviométrica média mensal, para esse período decenal, dessas três estações em comparação com a média da pluviosidade da normal climatológica da estação de Vitória.

**Gráfico 1.1-2 Precipitação Pluviométrica Média Mensal (1994-2004)**



Fonte: ANA, 2006 - <http://hidroweb.ana.gov.br/>, acesso em 28 de maio de 2006, às 14:00 h. INMET, 2006.

A precipitação pluviométrica anual média registrada, no período de 1994 a 2004, pelos três pluviômetros foi de 1.390mm para a estação de Fazenda Jucuruaba, 1.426mm para a estação de Guarapari e 1.141mm para a estação de Rio Novo do Sul.

Os meses de novembro e dezembro foram os que apresentaram maior média de precipitação registrada no período, ultrapassando os 170 mm, sendo que na estação de Fazenda Jucuruaba foi registrada uma média de quase 250 mm no mês de novembro. No trimestre seco, os meses de junho a julho foram os que registraram as menores médias pluviométricas.

### B.2) Ventos

Os ventos são também um componente atmosférico de grande interesse neste estudo, pois as informações sobre sua frequência, intensidade e direção predominantes são importantes para a avaliação da capacidade de dispersão de poeiras e gases que a serem gerados por equipamentos e serviços, realizados durante as obras de instalação da VFLS, repercutindo na AID.

Com relação à frequência, de acordo com os dados da estação meteorológica de Vitória, para o período de 1961-1990, os ventos com direção nordeste (NE) e norte (N) apresentam-se com maior frequência de ocorrência, 22,61% e 17,77%, respectivamente, seguidos pelos ventos de sudoeste (SW) com 15,70% das ocorrências.

Com relação à velocidade, os ventos com direção nordeste (NE) e sul (S) são os que apresentam maior média anual, com cerca de 4,0m/s, os ventos de direção oeste (W) são os que apresentam a menor média anual, com 2,7m/s.

A direção noroeste (NW) no mês de dezembro é a que apresenta a maior média mensal de velocidade (4,7m/s) e, a direção sudeste (SE) no mês de outubro é a que apresenta a menor média mensal (1,6m/s).

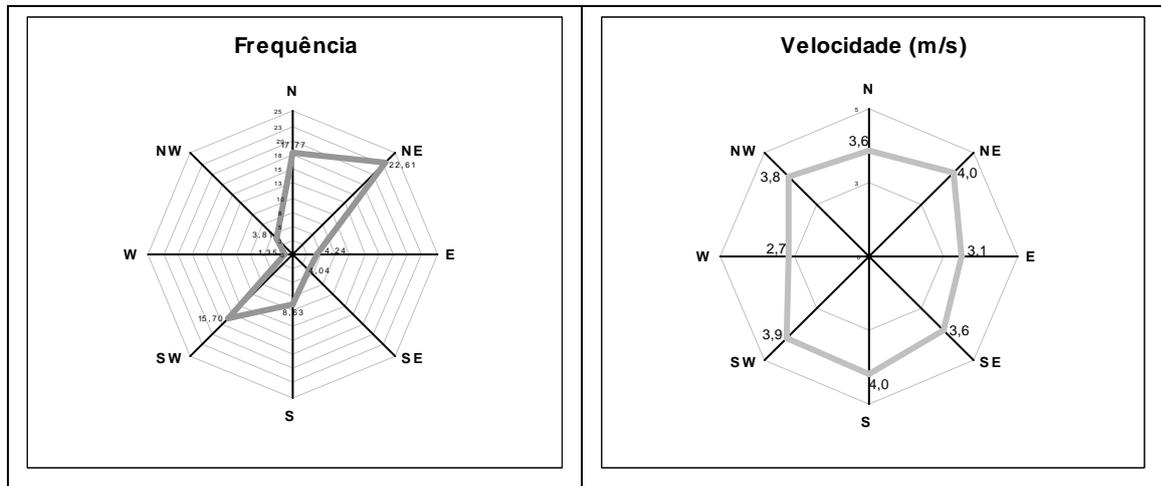
O Quadro 1.1-2 e o Gráfico 1.1-3 apresentam a frequência da direção e a velocidade média mensal e anual dos ventos durante o período de 1961 a 1999 na estação meteorológica de Vitória.

**Quadro 1.1-2**      **Frequência (f) [%] e velocidade (v) [m/s] por direção dos ventos.**

MÊS	NE		E		SE		S		SW		W		NW		N		Calmas	Não Obs.
	f	v	f	v	f	v	f	v	F	v	f	V	f	v	f	v	f	F
Janeiro	36,8	4,4	3,9	3,2	2,0	3,0	2,6	2,9	7,0	3,5	0,6	2,1	4,0	3,8	24,4	3,9	11,6	7,1
Fevereiro	31,0	4,4	3,4	4,1	1,9	3,1	2,2	3,4	6,2	3,6	0,5	3,1	4,8	3,7	22,0	3,8	9,2	18,8
Março	24,0	4,2	5,0	3,5	3,7	3,4	7,1	4,0	11,5	3,6	1,2	3,1	3,9	3,4	19,5	3,3	13,1	11,0
Abril	12,5	3,8	4,6	3,3	6,8	3,8	13,5	4,2	20,9	4,2	3,0	2,7	3,6	3,4	12,0	3,2	11,4	11,7
Mai	10,0	3,3	3,5	2,8	4,4	3,7	13,9	4,1	23,7	3,9	2,1	2,9	3,6	3,4	10,0	3,0	11,9	16,9
Junho	13,0	3,3	4,1	2,7	5,1	3,8	10,9	3,8	20,4	3,7	2,4	2,6	3,7	3,2	14,6	2,9	14,6	11,2
Julho	17,0	3,5	4,5	2,8	4,4	3,6	9,2	4,0	21,4	3,9	1,1	2,5	4,4	2,9	16,5	3,0	14,6	6,9
Agosto	23,7	4,1	4,8	3,2	3,7	3,9	9,1	4,2	15,9	4,3	1,1	2,2	3,9	3,9	18,5	3,8	12,0	7,3
Setembro	26,4	4,4	4,1	3,1	3,9	4,0	8,7	4,4	14,1	4,1	1,3	2,8	3,3	4,1	19,7	4,0	8,6	9,9
Outubro	23,9	4,4	4,7	3,2	4,7	1,6	10,6	4,3	17,1	3,9	0,7	2,7	2,9	4,5	18,6	4,1	10,0	6,8
Novembro	23,0	4,5	4,4	3,0	5,3	3,7	9,5	4,1	15,4	4,1	0,9	3,0	3,1	4,4	18,0	4,3	8,0	12,4
Dezembro	30,0	4,1	3,9	2,8	2,6	3,1	6,2	4,1	14,8	4,1	1,3	3,1	4,5	4,7	19,4	3,8	10,4	6,9
Média Anual	22,6	4,0	4,2	3,1	4,0	3,6	8,6	4,0	15,7	3,9	1,3	2,7	3,8	3,8	17,7	3,6	11,2	10,5

Fonte, INMET, 2006.

**Gráfico 1.1-3**      **Frequência e Direção dos Ventos**



Fonte, INMET, 2006.

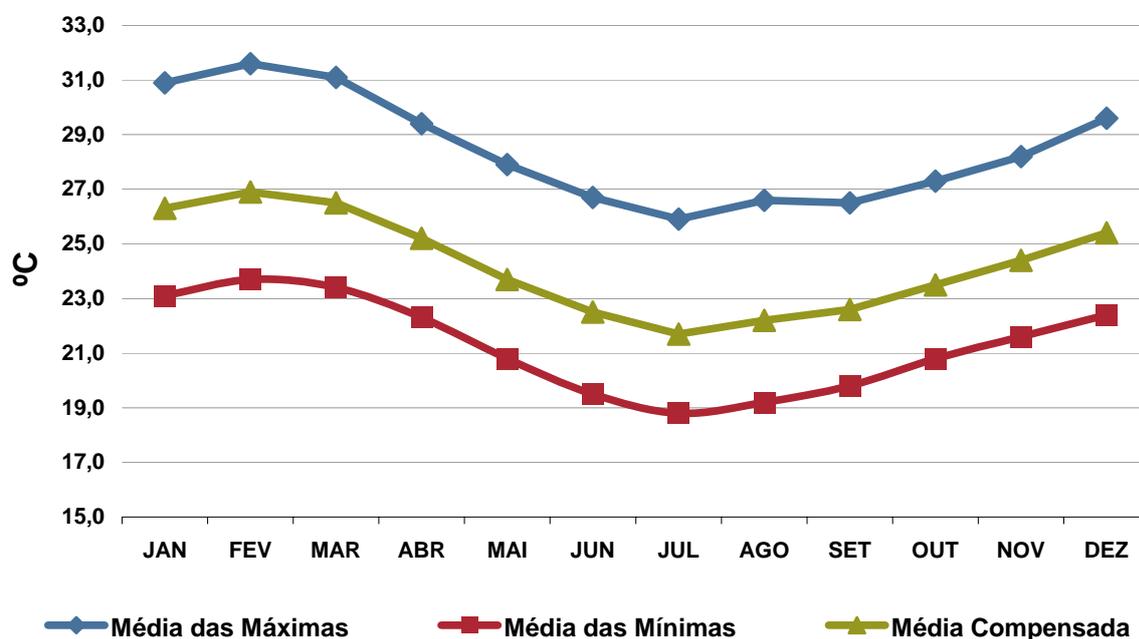
### **B.3) Temperatura**

Os dados da normal climatológica (1961-1990) da estação meteorológica de Vitória mostram que a temperatura média anual é de 24,2°C, sendo o mês de julho o mais frio, com média de 21,7°C e, o mês de fevereiro o mais quente, com média de 26,9°C.

A média das máximas registradas é de 28,5°C e a média das mínimas de 21,3°C. A maior temperatura registrada neste período foi de 39°C, no dia 04 de janeiro de 1972 e, a menor foi de 14,2°C, no dia 06 de setembro de 1979.

O Gráfico 1.1-4 mostra a variação da temperatura durante os meses, considerando a média das máximas, a média das mínimas e a média compensada, segundo a normal climatológica de 1961-1990.

**Gráfico 1.1-4 Temperatura – Média das Máximas, Mínimas e Compensada**



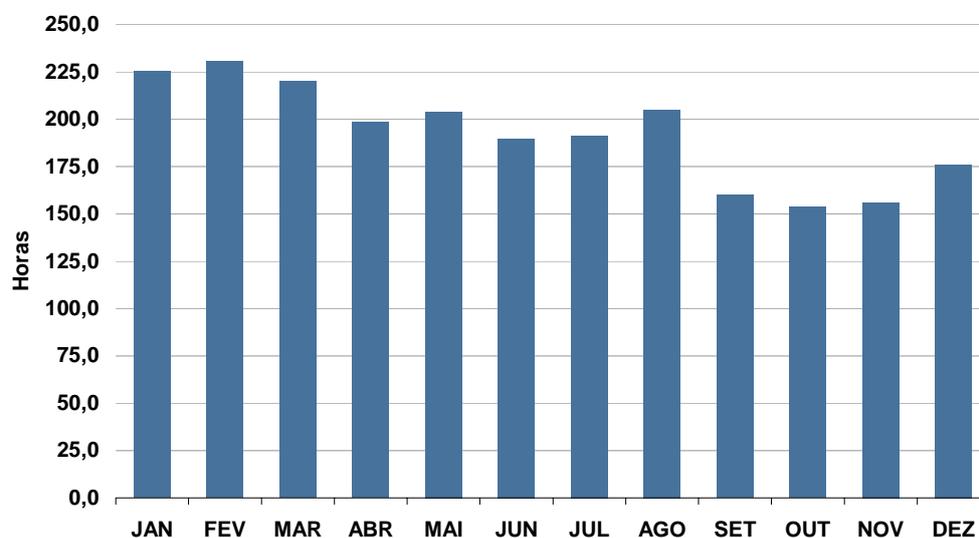
Fonte: INMET, 2006.

**B.4) Insolação**

A região, devido à sua latitude, está situada dentro da zona tropical, onde a incidência de radiação solar é muito intensa.

O Gráfico a seguir mostra as médias mensais de insolação total (horas e décimos), na estação de Vitória, durante o período de 1961 a 1990. Observa-se que o maior período médio de insolação ocorreu no mês de fevereiro, com 230,7 horas e, o mês de outubro foi o que apresentou menor período médio de insolação, com 153,8 horas. A média anual de insolação corresponde a 2.331,1 horas.

**Gráfico 1.1-5      Insolação Total**



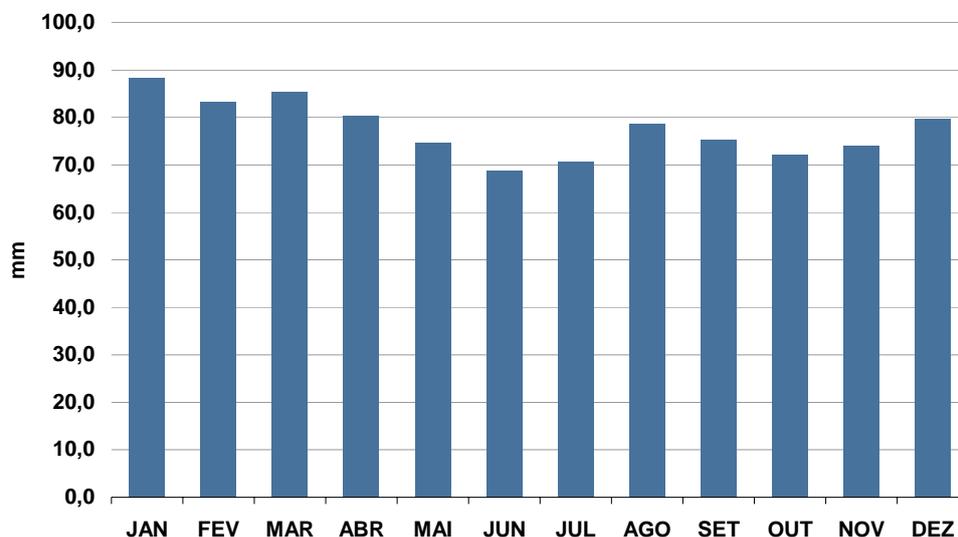
Fonte: INMET, 2006.

### **B.5) Evaporação**

O termo evaporação, em climatologia, é utilizado para descrever a perda de água de superfícies aquáticas ou de solo nu. Os fatores determinantes da taxa de evaporação de uma determinada área são: umidade, radiação solar, temperatura e velocidade dos ventos (Ayoade, 2003).

A proximidade do litoral favorece um intenso processo de evaporação. O Gráfico a seguir mostra as médias mensais de evaporação (mm), na estação de Vitória, para o período da normal climatológica de 1961 a 1990.

Pode-se observar que no mês de janeiro ocorre o maior índice de evaporação, 88,3mm, e no mês de junho a menor média, 68,8mm. A média anual é de 931,6mm.

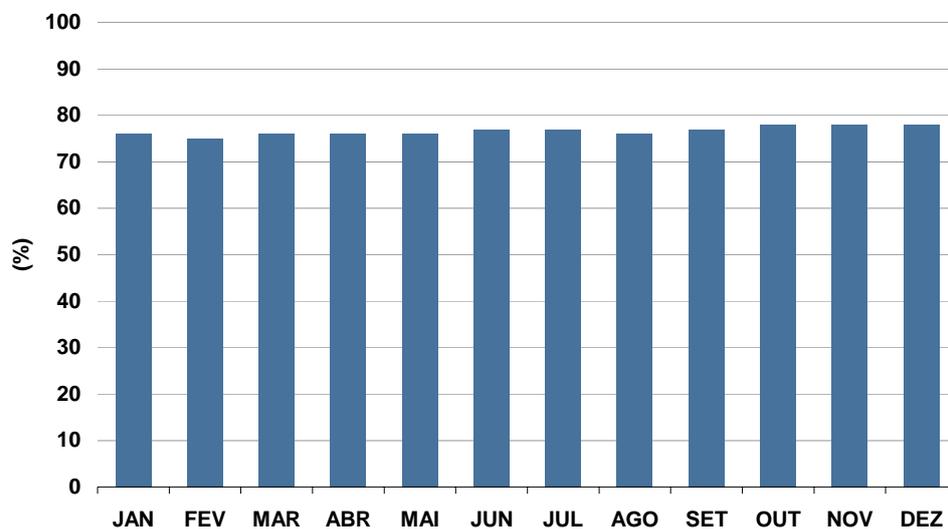
**Gráfico 1.1-6 Evaporação**


Fonte: INMET, 2006.

### ***B.6) Umidade Relativa***

A umidade é medida para descrever a quantidade de vapor d'água contido na atmosfera. A umidade relativa é a razão entre o conteúdo real de umidade de uma amostra de ar e a quantidade de umidade que o mesmo volume de ar pode conservar na mesma temperatura e pressão quando saturado (Ayoade, 2003). O Gráfico a seguir mostra que a umidade relativa medida pela estação meteorológica de Vitória durante o período de 1961 a 1990 não possui uma variação significativa, oscilando entre 75% e 78%.

**Gráfico 1.1-7 Umidade Relativa**



Fonte: INMET, 2006.

## 1.2 QUALIDADE DO AR

### 1.2.1 Considerações Iniciais

A caracterização da qualidade do ar, apresentada neste capítulo, foi direcionada à avaliação dos atuais níveis de qualidade na AID da VFLS.

Esse diagnóstico visa compor o quadro de referência da qualidade do ar desta área, considerando-se que o empreendimento poderá gerar emissões atmosféricas (material particulado e gases de combustão de equipamentos e veículos), durante a realização das obras civis na fase de instalação e na fase de operação, durante o transporte de diferentes cargas.

#### **A) Abordagem Metodológica**

Uma caracterização da qualidade do ar requer uma série histórica de dados de medição de qualidade do ar, com no mínimo um ano de amostragem, devido à grande variação da concentração de poluentes provocada pelas diferentes condições climáticas. Entretanto, pelo fato de se tratar de uma região sem presença de fontes significativas de emissão atmosférica e o empreendimento em análise não constituir uma atividade altamente poluidora do ar, não se justifica a busca de dados primários de qualidade do ar nesta região, para este diagnóstico.

Por outro lado, a realização de medidas isoladas de concentração de poluentes atmosféricos, por curtos períodos de amostragem, pode levar a conclusões equivocadas. Neste sentido, utilizou-se dados secundários, de estações de monitoramento de qualidade do ar instaladas na área em estudo.

Nos locais, onde inexistia uma estação de monitoramento representativa, o diagnóstico foi feito por vistoria na AID do empreendimento, a partir da identificação das atuais fontes emissoras de poluentes atmosféricos, permitindo uma estimativa da qualidade do ar.

De acordo com essa metodologia, a elaboração do diagnóstico da qualidade do ar da AID foi apoiada em dados das estações de monitoramento do Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IEMA, instaladas na Região da Grande Vitória (IEMA, 2005 – “Relatório da Qualidade do Ar da Região da Grande Vitória – Ano 2004”).

A rede de monitoramento da qualidade do ar de Vitória está distribuída conforme apresentado no Mapa a seguir.

**Mapa 1.2-1 Rede de Monitoramento da Qualidade do Ar de Vitória**

Fonte: IEMA, 2006.

Da observação desse mapa, verifica-se que a estação que melhor representa a AID da ferrovia, no seu trecho inicial na região da Grande Vitória, é a de Cariacica.

No restante da AID, onde não havia estações de monitoramento da qualidade do ar, o diagnóstico foi realizado a partir da identificação das atuais fontes emissoras de poluentes atmosféricos (indústrias de porte, rodovias, centros urbanos maiores, minerações, etc.), detectadas na vistoria de campo.

## **B) Padrões de Referência Utilizados**

A caracterização da qualidade do ar baseou-se na Portaria Normativa nº. 348 de 14/03/90, que estabeleceu os padrões nacionais de qualidade do ar e os respectivos métodos de referência, ampliando o número de parâmetros anteriormente regulamentados pela Portaria GM 0231 de 27/04/76. Os padrões estabelecidos por essa Portaria foram submetidos ao CONAMA em 28/06/90 e incorporados à Resolução CONAMA Nº 03/90.

De acordo com o referido documento, são estabelecidos dois tipos de padrões de qualidade do ar:

- padrões primários de qualidade do ar correspondem às concentrações de poluentes que ultrapassadas poderão afetar a saúde da população. Podem ser entendidos como níveis máximos toleráveis de concentração de poluentes atmosféricos, constituindo metas de curto e médio prazo;
- padrões secundários de qualidade do ar referem-se às concentrações de poluentes atmosféricos abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem estar da população, assim como o mínimo dano à fauna e à flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral. Podem ser entendidos como níveis desejados de concentração de poluentes, constituindo meta de longo prazo.

No Quadro 1.2-1, são apresentados os parâmetros aplicáveis à análise da qualidade do ar na AID.

**Quadro 1.2-1 Padrões Nacionais de Qualidade do Ar**

Poluente	Tempo de Amostragem	Padrão Primário mg/m <sup>3</sup>	Padrão Secundário mg/m <sup>3</sup>
Partículas totais em suspensão	24 horas <sup>1</sup>	240	150
	MGA <sup>2</sup>	80	60
Partículas inaláveis	24 horas <sup>1</sup>	150	150
	MAA <sup>3</sup>	50	50
Dióxido de enxofre	24 horas <sup>1</sup>	365	100
	MAA <sup>3</sup>	80	40
Dióxido de nitrogênio	24 horas <sup>1</sup>	320	190
	MAA <sup>3</sup>	100	100
Monóxido de carbono	1 hora	40.000	40.000
	18 horas <sup>1</sup>	10.000	10.000
Ozônio	1 hora <sup>1</sup>	160	160

1 Não deve ser excedido mais que uma vez por ano

2 Média geométrica anual

3 Média aritmética anual

Fonte: CONAMA 03/90

### Dados de Monitoramento

A estação de monitoramento de Cariacica está localizada no CEASA - Campo Grande, cobrindo as áreas diretamente influenciadas pelas emissões de veículos e indústrias do município de Cariacica.

Nessa estação, estão instalados monitores de O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, PTS e PM10. Os dados disponíveis mais recentes (2004) indicam os seguintes resultados:

**Quadro 1.2-2 Dados de Monitoramento da Qualidade do Ar da Estação de Cariacica - ES**

Parâmetro	O <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO	PTS	PM10
Média Anual (µg/m <sup>3</sup> )	104*	5	26	6.470*	48	41
Padrão Secundário	160	40	100	10.000	60	50

Valor máximo observado

FONTE: IEMA, 2006.

### 1.2.2 Caracterização da Qualidade do Ar

Com relação aos índices de qualidade do ar, os dados de 2004, na estação da Cariacica, demonstram que o padrão diário de Partículas Totais em Suspensão (PTS) foi uma única vez ultrapassado, mantendo-se os demais parâmetros, sempre dentro dos respectivos padrões.

Baseado em tais informações constata-se que o trecho inicial da VFLS, mesmo implantado nas imediações de Cariacica e percorrendo as áreas de maior concentração de atividades

industriais e movimentação de veículos da AID, apresenta um quadro referencial de qualidade do ar muito boa, com baixos níveis de concentração de poluentes.

Na área do entorno do porto de Ubu, onde está instalada a Samarco, os padrões de qualidade do ar possam ser diferentes daqueles do trecho inicial. Essa hipótese foi levantada em virtude de suas características - usina de pelletização, com depósitos de minério – e que constituem uma fonte de emissão atmosférica. Entretanto, esta indústria está localizada em área sem ocupação urbana.

No restante da AID, as atividades industriais são bastante limitadas, citando-se uma fábrica de cimento (entre outras indústrias de pequeno porte), algumas metalúrgicas e diversas unidades industriais de beneficiamento de granito, como a que se vê na Foto 1.2-1, apresentada ao final desse item. Essa reduzida atividade industrial e conseqüente limitada emissão de poluentes atmosféricos induzem à inferência de que a qualidade do ar deve ser melhor que a do trecho inicial.

Com relação ao tráfego de veículos, há vias de intenso movimento no entorno do trecho inicial da VFLS em Vila Velha e Cariacica, mas, conforme verificado na análise do monitoramento do IEMA, as emissões das fontes móveis não prejudicam a qualidade do ar. Nos demais trechos, o tráfego de veículos é bem menos representativo, limitando-se praticamente à BR-101. A exemplo de outras rodovias nas mesmas condições, infere-se que neste trecho da rodovia deve haver a presença de gases típicos das emissões veiculares (CO, NOx, e HC) e partículas finas sem, no entanto, representar potencial de ultrapassagem do padrão de qualidade do ar.

Apesar da carência de dados de monitoramento, as características da ocupação urbana, aliadas à constatação de baixos níveis de poluentes indicados nos dados da estação de Cariacica (início do trecho ferroviário) permitem concluir que a qualidade do ar na área de instalação da VFLS é boa.

Como conseqüência, por apresentar baixos níveis de poluição atmosférica, pode-se considerar que AID não está saturada.

**Inserir Relatório Fotográfico de Qualidade do Ar (1)**

## 1.3 RUÍDO E VIBRAÇÃO

### 1.3.1 Níveis de Ruído

#### 1.3.1.1 Considerações Iniciais

A caracterização dos níveis de ruído seguiu a mesma lógica daquela relativa à qualidade do ar, centrando o foco da análise na AID da VFLS, faixa onde se darão as alterações mais significativas nos níveis de ruído, devido às atividades geradoras de ruído para a instalação e a operação do empreendimento.

O diagnóstico visa compor o quadro de referência dos níveis de ruído desta área, antes da instalação da VFLS, com a identificação das atuais fontes emissoras de ruídos e os principais receptores, em pontos da AID, para, posteriormente, proceder à quantificação do impacto ambiental, que servirá de base comparativa para eventuais monitoramentos das fases de instalação e operação da VFLS.

#### A) *Legislação Aplicável*

##### A.1) *Padrões de Referência Utilizados*

A caracterização dos níveis de ruído apoiou-se na Resolução CONAMA nº 01/90, que determina que sejam atendidos os critérios estabelecidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, em sua norma técnica NBR 10.151 (revisão de 2000) – “Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas, Visando o Conforto da Comunidade”, para ruídos emitidos em decorrência de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas. Assim, os valores medidos dos níveis de ruído foram comparados aos padrões legais ambientais, procedendo-se a sua classificação e determinação do grau de sensibilidade potencial dos receptores.

Os níveis máximos de ruído externo que a NBR 10.151 considera recomendáveis para conforto acústico são apresentados no Quadro a seguir.

**Quadro 1.3-1 - Limites dos Níveis de Ruído por Tipos de Áreas e Períodos**

Tipos de Área	Níveis de Ruído – dB (A)	
	Período Diurno	Período Noturno
Áreas de sítios e fazendas	40	35
Área estritamente residencial 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

Obs: Caso o nível de ruído preexistente no local seja superior aos relacionados nesta tabela, então este será o limite.  
Fonte: NBR 10.151 - “Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas, Visando o Conforto da Comunidade”.

Cumprir ressaltar que esses padrões legais referem-se ao ruído ambiental, ou ruído de fundo. Nesse sentido, as medições e análises foram realizadas de forma a apontar os níveis atuais de ruído em pontos receptores, localizados ao longo do traçado da VFLS.

## **B) Abordagem Metodológica**

### **B.1) Metodologia**

Devido à inexistência de dados secundários de ruído, foram realizadas medições diretas, em pontos representativos da AID. Os valores medidos foram comparados aos padrões ambientais definidos pela legislação pertinente, procedendo-se à classificação dos níveis de ruído e determinando-se o grau de sensibilidade potencial dos receptores.

Foram selecionados pontos para as medições de ruído, buscando-se aquele(s) representados por áreas urbanizadas, com residências, escolas ou hospitais, com identificação apoiada por mapa de uso e ocupação do solo e em imagens de satélite, verificada em campo.

Além destes pontos, foram realizadas medições próximas a outras fontes sonoras existentes na área de estudo - Samarco, mineroduto, etc. Todos esses pontos são apresentados no Mapa 1.3-1.

Essas medições de ruído na AID foram realizadas em abril de 2006, com o uso de equipamentos, procedimentos e critérios definidos pela NBR 10.151. Foram realizadas medições de nível sonoro, com um período de amostragem de cinco minutos, sempre verificando a estabilização dos resultados medidos, durante o período diurno em todos os pontos selecionados. Visto que não foi observada a presença de fontes sonoras mais significativas na área, estima-se que o nível de ruído noturno deva ser inferior ao observado durante o dia, dispensando-se a medição à noite, para cumprir com os objetivos de caracterização acústica da área de influência. Assim, as conclusões apresentadas adiante, com relação ao diagnóstico ambiental, embora tenham sido feitas com base em medições diurnas de ruído, são perfeitamente válidas para o período noturno.

Automaticamente, foi realizada a análise estatística dos dados, sendo anotados, entre outros parâmetros:

- Leq (nível equivalente contínuo) - índice de referência legal para o caso em análise, e que pode ser considerado como "ruído médio";
- L90 (ruído de fundo) ultrapassado em 90% do tempo;
- L10 (nível sonoro máximo), ultrapassado em 10% do tempo, sendo considerado, portanto, o nível sonoro máximo, desconsiderando-se os picos isolados

### **B.2) Equipamentos Utilizados**

Para a realização dos trabalhos de campo foram utilizados os seguintes equipamentos:

- Medidor de Nível Sonoro: Marca Brüel & Kjær, modelo 2236, com análise estatística de dados. Com certificado de calibração n° 8251, emitido em 21/06/2004, pelo laboratório da Chrompack (pertencente a RBC – Rede Brasileira de Calibração, conforme credenciamento n° 256, emitido pelo CGRE/INMETRO).
- Calibrador Acústico: Marca Brüel & Kjær, modelo 4231, devidamente aferido pelo fabricante. Com certificado de calibração n° 8250, emitido em 21/06/2004, pelo laboratório da Chrompack (pertencente à RBC – Rede Brasileira de Calibração, conforme credenciamento n° 256, emitido pelo CGRE/INMETRO).
- Software dB2XL Type 7692, B&K, para conexão com computador e análise de resultados.
- Microcomputador: NEC Versa FC 160, conectado ao medidor de nível sonoro.
- GPS: Marca Garmin, modelo ETrex Vista, com altímetro barométrico.

Os certificados de calibração dos equipamentos e os laudos de medição de ruído, com registro gráfico dos mesmos, encontram-se no Anexo IV-1.4.

#### **1.3.1.2 Área de Influência Direta (AID)**

O diagnóstico de ruído da AID foi feito por meio de medições de ruído em um total de 15 pontos. Esses pontos de medição foram definidos com base no traçado previsto para a linha ferroviária, selecionando-se sempre locais onde existam agrupamentos urbanos muito próximos ao traçado, representativos das condições atuais na AID e que possam servir de base de análise, por similaridade, para os assentamentos presentes na AID.

No entanto, dado o estágio do projeto de implantação da VFLS na ocasião dos levantamentos de campo, foi levantada a hipótese de que alguns pontos selecionados para avaliação acústica poderiam eventualmente estar situados no limite ou externos à AID.

Além dessas medições, foram realizadas mais 4 medições em pontos localizados a distâncias variáveis de uma linha férrea existente, de modo a se obter um valor característico que indicasse a ordem de grandeza dos efeitos dos ruídos decorrentes da passagem de trens.

A localização dos pontos de medição é apresentada no Mapa 1.3-1 e os resultados das medições na Tabela 1.3-1.

Mapa 1.3-1

Pontos de Medição dos Níveis de Ruído na AID – Folha A

**Mapa 1.3-1 Pontos de Medição dos Níveis de Ruído na AID – Folha B**

### **C) Descrição dos Pontos de Medição**

O ponto-1 situa-se em Cariacica, junto a residências, em área mista com predominância do uso residencial (Foto 1.3-1), em rua sem saída próxima à área de instalação do empreendimento. O ruído de tráfego na rodovia, relativamente próxima, é a principal fonte sonora do local.

O ponto-2 situa-se no bairro Campo Verde, também em Cariacica, junto às residências, em área mista com predominância do uso residencial (Foto 1.3-2). O ruído de tráfego na avenida próxima e na própria rua é a principal fonte sonora do local.

O ponto-3 situa-se também em Campo Verde, junto às residências, em área mista com predominância do uso residencial (Foto 1.3-3). O ruído de pessoas na rua, música em uma casa próxima e passagem de poucos veículos são as fontes sonoras do local.

O ponto-4 situa-se igualmente em Campo Verde, em frente a uma escola (EMEF – Maria Guilhermina Castro), em área mista com predominância de uso residencial (Foto 1.3-4), em rua não pavimentada. O ruído de tráfego na rua e o movimento de pessoas, assim como as atividades da escola são as principais fontes sonoras do local.

O ponto-5 situa-se em uma estrada rural não pavimentada que liga os bairros Campo Verde e Novo Brasil, em área rural (Foto 1.3-5), próximo a algumas casas de sítios ou chácaras. O ruído de tráfego na estrada e o ruído de aves constituem as principais fontes sonoras do local.

O ponto-6 situa-se no bairro Novo Brasil, em área mista com predominância de uso residencial (Foto 1.3-6), em rua não pavimentada. O ruído de tráfego na rua e o movimento de pessoas constituem as principais fontes sonoras do local.

O ponto-7 situa-se no município de Viana, no Bairro Universal, em área mista com predominância do uso residencial (Foto 1.3-7), em rua sem saída. O ruído de tráfego na rua mais distante constitui a fonte sonora do local.

O ponto-8 situa-se no município de Vila Velha, em estrada não pavimentada em área rural com predominância de chácaras (Foto 1.3-8). A passagem de alguns veículos e o vento nas árvores são as fontes sonoras do local.

O ponto-9 situa-se no município de Guarapari, em área rural (chácaras) localizadas ao lado da BR-101 (Foto 1.3-9). O ruído de tráfego na rodovia constitui a fonte sonora predominante no local.

Os pontos de 10 a 12, localizados em Ubu, junto às instalações industriais, não possuem ocupações urbanas, entretanto, foram selecionados para caracterização destas fontes de ruído, localizadas na área de influência do empreendimento, e cujos efeitos podem, eventualmente, se somar aos da ferrovia.

O ponto-10 situa-se próximo da rodovia, na rotatória de entrada principal da Samarco, em Ubu (Foto 1.3-10). O tráfego de veículos (ruído transitório) e a atividade da usina (fonte constante) são as fontes sonoras predominantes do local.

O ponto-11 situa-se em frente às instalações da Socotherm Brasil no município de Anchieta, junto à rodovia ES143 (Foto 1.3-11). A movimentação de veículos e as atividades na indústria constituem as fontes sonoras do local.

O ponto-12 situa-se em Ubu, próximo à entrada de carga da Samarco (Foto 1.3-12), na ES 143, em local nas imediações da linha de passagem do minerioduto da Samarco. A passagem de veículos constitui a fonte sonora predominante do local.

O ponto-13 situa-se em Iconha, em área urbana mista com predominância residencial, localizada praticamente nos limites da cidade (Foto 1.3-13). A passagem de alguns veículos e o ruído de fundo da área urbana são as fontes sonoras do local.

O ponto-14 situa-se no município de Cachoeiro de Itapemirim, em estrada pavimentada de pouco movimento nos limites da cidade (Foto 1.3-14). A passagem de alguns veículos constitui a fonte sonora predominante do local.

O ponto-15 situa-se no município de Cachoeiro de Itapemirim, junto à estrada principal de acesso ao seu núcleo urbano, nos limites da cidade (Foto 1.3-15). A passagem de veículos constitui a fonte sonora predominante do local.

#### D) Resultados das Medições dos Níveis de Ruído

A Tabela 1.3-1 apresenta os resultados das medições de ruído realizadas nos pontos localizados na AID e a comparação com os requisitos legais.

**Tabela 1.3-1 Resultados das Medições dos Níveis de Ruído**

Pontos	Município/ Localidade	Níveis de Ruído Leq (dB(A))	
		Medido	Padrão
1	Cariacica	49,2	55
2	Cariacica/ bairro Campo Verde	54,8	55
3	Cariacica/ bairro Campo Verde	50,4	55
4	Cariacica/ bairro Campo Verde	48,8	55
5	Cariacica/ estrada de ligação Campo Verde a Novo Brasil	<b>47,0</b>	<b>40</b>
6	Cariacica/ bairro Novo Brasil	49,7	55
7	Viana/ bairro Universal	49,8	55
8	Vila Velha	<b>54,8</b>	<b>40</b>
9	Guarapari	<b>58,0</b>	<b>40</b>
10	Anchieta/ Ubu-Samarco	69,8	70
11	Ancheita/ Ubu-Socotherm	60,4	70
12	Anchieta/ Ubu-Samarco	56,6	70
13	Iconha/ limites da sede	49,9	55
14	Cachoeiro de Itapemirim/ estrada pavimentada	<b>65,4</b>	<b>55</b>
15	Cachoeiro de Itapemirim/ estrada principal	<b>67,3</b>	<b>55</b>

Fonte: Arcadis Tetraplan, 2006

Conforme pode ser observado, a maior parte das medições de ruído apresentou resultados dentro dos padrões para as respectivas características de ocupação.

Duas ultrapassagens do padrão foram verificadas em pontos localizados em área rural (pontos 5 e 8), onde o padrão legal extremamente baixo foi ultrapassado pela passagem de um único veículo, ou mesmo sob ação de vento em árvores, aves ou outros animais.

As demais ultrapassagens ocorreram devido ao ruído do tráfego rodoviário, estando o ponto 9 também localizado em área rural e os pontos 14 e 15 em área urbanizada, ao lado de rodovias. Isto indica que os padrões legais de ruído são difíceis de serem mantidos nas imediações de rodovias, mesmo de baixo movimento.

Embora não tenham sido realizadas medições noturnas, o nível de ruído de baixa intensidade na AID é generalizado, estimando-se que à noite seja ainda mais reduzido, pela inexistência de fontes sonoras significativas (além do tráfego de veículos) em toda a área, exceto na região metropolitana de Vitória.

Portanto, conforme os dados da Tabela 1.3-1, a AID caracteriza-se como com baixos níveis de ruído, estando a maioria dos pontos dentro dos padrões recomendáveis de níveis de ruído, indicando sensibilidade à presença de novas fontes sonoras.

**Inserir Relatório Fotográfico – Níveis de Ruído (1)**

**Inserir Relatório Fotográfico – Níveis de Ruído (2)**

**Inserir Relatório Fotográfico – Níveis de Ruído (3)**

### 1.3.2 Níveis de Vibração

#### 1.3.2.1 Considerações Gerais

A execução das obras civis irá demandar a utilização de explosivos, pela elevada ocorrência de material de primeira categoria de escavação ao longo do o traçado da VFLS. Assim, além dos ruídos provenientes da detonação de rochas, eventos de vibração podem se propagar no solo, com potencial de gerar incômodos à população e/ou trincas em edificações existentes nas proximidades do empreendimento. Na fase de operação do empreendimento, considera-se que a largura da faixa de domínio (60m) e a predominância de áreas rurais na AID, além das características da superestrutura e das composições não configuram situação com potencial de gerar impactos pela geração de eventos de vibração.

Ressalte-se, no que se refere à vibração, que não há legislação brasileira que estabeleça disciplina geral sobre o tema, como ocorre em outros países, a exemplo da Inglaterra, Suíça, Alemanha, entre outros.

Em linhas mais específicas, pertinentes ao estudo do empreendimento em questão, é possível detectar normas técnicas relacionadas a vibração ocasionada pelo uso de material explosivo. Nesse sentido, destaca-se a Norma Reguladora de Mineração – NRM 16, com itens específicos sobre limite máximo de vibração a seguir transcritos:

*“16.4.14 O monitoramento de vibrações no solo e o ruído no ar decorrentes de detonações deve ser realizado nas obras civis próximas ao local de detonação e manter-se dentro dos seguintes limites máximos:*

- a) velocidade de vibração da partícula: 15 mm/s – componente vertical e*
- b) sobrepressão sonora: 134 dB (A) (cento e trinta e quatro decibéis).*

*16.4.15 Deve ser realizado estudo para o ajuste do plano de fogo de modo a atender aos limites do item anterior (16.4.14) observando os seguintes critérios técnicos:*

- a) determinação da relação empírica entre a velocidade de partícula e a distância escalonada;*
- b) as distâncias graduadas são definidas pela função  $(D/Q)^{1/2}$ ; onde D é a distância radial ao ponto de detonação e Q é o peso da carga máxima por espera e*
- c) a velocidade de partícula máxima  $V_p$  é relacionada com a distância escalonada pela seguinte relação:*

$$V_p = k (D/Q^{1/2})^{-b}$$

Onde:

$V_p$  = velocidade de partícula de pico

D = distância da detonação ao ponto de medição

Q = carga máxima por espera (peso)

k e b = fator do local.

São constantes que devem ser determinadas por medições em cada local de desmonte em particular".

Há ainda a Norma Técnica NBR 9653, de 30.09.2005, que consiste no 'guia para avaliação dos efeitos provocados pelo uso de explosivos nas minerações em áreas urbanas', cujo objetivo é *"fixar metodologia para reduzir riscos inerentes ao desmonte de rocha com uso de explosivos em minerações, estabelecendo parâmetros a um grau compatível com a tecnologia disponível para a segurança das populações vizinhas, referindo-se a danos estruturais e procedimentos recomendados quanto ao conforto ambiental"*.

## 1.4 GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E PEDOLOGIA

### 1.4.1 Considerações Iniciais

A VFLS será implantada na fachada costeira sul do Estado do Espírito Santo. Nela, podem ser destacados dois grandes compartimentos de relevo – a serra e a baixada litorânea, que definem e explicam a existência das diferentes paisagens naturais e antropizadas, em decorrência das potencialidades naturais, fundamentais para o desenvolvimento das diferentes formações vegetais e das diversas atividades econômicas e sociais.

Para conhecer o potencial e a fragilidade desses compartimentos e sua relação com a instalação do empreendimento, os estudos abrangeram: o embasamento rochoso que sustenta os relevos das Áreas de Influência (geologia); as diferentes formas que compõem o relevo (geomorfologia); e, os solos que as recobrem e que se desenvolveram a partir da decomposição do embasamento rochoso.

As análises e mapeamentos relacionados à geologia, à geomorfologia e aos solos, foram efetuados para a região e para a AID da VFLS com os seguintes objetivos:

- caracterizar cada um dos três componentes quanto às suas especificidades e sua ocorrência espacial;
- identificar, delimitar e caracterizar os compartimentos atravessados pelo empreendimento;
- fornecer os subsídios para a elaboração do diagnóstico ambiental integrado das áreas em estudo;
- avaliar as potencialidades e fragilidades naturais dos compartimentos e identificar as evidências dessas fragilidades, para fundamentar a identificação das interferências/impactos do empreendimento sobre o ambiente e as limitações deste ambiente à sua instalação; e,
- fornecer os elementos técnicos necessários à formulação das medidas mitigadoras aos impactos potenciais identificados.

Para a caracterização dos atributos do substrato rochoso, do relevo, dos solos e das fragilidades aos processos de erosão e deposição atuantes, cada tema (geologia, geomorfologia e solos) seguiu metodologia e procedimentos próprios. Foram compilados, analisados e consolidados dados e estudos existentes, e executados levantamentos complementares de campo.

Para a descrição do substrato rochoso foram utilizados dados geológicos existentes, tendo sido consultados os seguintes mapas: Folha Piúma, na escala de 1:100.000 (FEBOLI, 1993), Folha Cachoeiro de Itapemirim, na escala de 1:250.000 (VIEIRA, 1997), Mapa Geológico do

Quaternário Costeiro do Estado do Espírito Santo, na escala 1: 200.000 (MARTIN et al, 1997) e o Mapa Geológico do Brasil, na escala 1:2.500.000 (BIZZI et al. 2001).

Para a descrição do relevo foram consultados o Mapa Geomorfológico, na escala 1: 1.000.000 (RADAMBRASIL, 1983), o trabalho de MARTIN et al (1997), utilizado para a diferenciação dos diferentes tipos de planícies que caracterizam o litoral, e outros documentos de apoio técnico e metodológico.

O diagnóstico dos solos foi baseado no Mapa de Solos do Estado do Espírito Santo, na escala 1: 400.000 (EMBRAPA,2006) e no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 1999).

Os trabalhos compreenderam também a elaboração de mapas de compilação nas escalas 1:250.000 e 1:100.000, para a caracterização da região, e na escala 1:50.000, para a análise do substrato rochoso, do relevo, da drenagem e dos solos da AID. Essas análises permitiram obter elementos informativos para o entendimento da dinâmica superficial dessa área, de modo a subsidiar a avaliação da inter-relação e das interferências do projeto da ferrovia no meio físico. Assim, as informações sobre as características e os atributos do substrato rochoso, dos solos e dos relevos foram, primeiramente, descritas individualmente e em seguida integradas para a delimitação dos compartimentos naturais, denominados por terrenos, segundo o referencial teórico adotado neste estudo (MABBUTT, 1968; AUSTIN e COOCKS, 1978; e ZONNEVELD 1992).

A partir das características desses compartimentos foram identificadas as fragilidades naturais dos terrenos para a instalação da ferrovia. Assim, este diagnóstico subsidia a identificação de interferências e apoiar a etapa de identificação dos impactos ambientais, favorecendo a indicação das medidas para a prevenção e mitigação.

Os estudos de geologia, geomorfologia e dos solos abrangendo a região e a AID, que fundamentaram o presente item, são apresentados na sua íntegra nos Anexos IV-1.1, IV-1.2, IV-1.3, IV-1.5, IV-1.6 e IV-1.7.

#### **1.4.2 Geologia**

A caracterização das unidades litológicas serve para o entendimento: da estrutura fisionômica dos compartimentos ambientais, pois condicionam o modelado dos terrenos (relevo) e os tipos de solo; das situações potenciais de fragilidade ambiental, representadas pela suscetibilidade à instabilização de encostas e ao desenvolvimento de processos erosivos em face das intervenções relacionadas à instalação da VFLS; e, das potencialidades minerais existentes na área em estudo, que possam constituir fontes de material à instalação do empreendimento, ou jazimentos minerais suscetíveis ao impacto da instalação da Variante.

Esse item aborda a caracterização litológica da região (constituição, textura, estrutura, resistência a alterações físicas e químicas), cujas informações são detalhadas e referenciadas espacialmente ao longo do traçado na caracterização da AID, fundamentando os aspectos geotécnicos relacionados à suscetibilidade dos terrenos a processos de instabilização e degradação e, as potencialidades minerais.

### 1.4.2.1 Geologia da região

A região situa-se no domínio geotectônico do Cinturão Móvel Costeiro, que é o resultado da evolução geológica policíclica do planeta, compreendendo rochas com diversas idades, desde as arqueanas (mais antigas) até as coberturas sedimentares quaternárias.

A distribuição espacial dessas litologias é apresentada no Mapa 1.4-1 e suas características são sintetizadas a seguir.

#### A. Rochas Arqueanas e Proterozóicas

As rochas mais antigas da região pertencem à Suíte Caparaó, situada na porção W-SW, que foi interpretada como o embasamento rochoso metamórfico de alto grau (Complexo Paraíba do Sul) ou, alternativamente, como crosta inferior obductada por cavalgamento em zona de sutura crustal, resultante da colisão de antigos blocos continentais.

A estas unidades mais antigas, representadas pela Suíte Caparaó e pelo Complexo Paraíba do Sul, associam-se rochas intrusivas ligadas às diferentes fases tectônicas do Cinturão Móvel Costeiro. As intrusivas ácidas e básicas são representadas por gnaisses granitóides, por rochas graníticas com estruturação gnáissica, por granulitos, granodioritos e ortognaisses.

Essas rochas arqueanas e proterozóicas sustentam os relevos dos morros e montanhas rochosas, que ocorrem no entorno dos trechos inicial e final da VFLS, e os morrotes, que ocorrem de forma predominante ao longo de todo o traçado.

A alteração das rochas gnáissicas e granitóides do embasamento cristalino resulta na formação de solos areno-siltosos ou argilo-siltosos e micáceos, sendo que o teor de areia e de silte variam em consequência do teor de quartzo e feldspato das rochas.

O solo superficial resultante é argilo-arenoso e argiloso, apresenta espessuras de 1 a 2 m, enquanto o solo de alteração pode atingir até 10 m de espessura nos relevos mais suaves (Morrotes). Nos relevos de Morros e Montanhas rochosas o solo superficial tem 0,5 m de espessura, e o de alteração é mais delgado, com espessuras de até 5 m.

Com relação à instalação do empreendimento, essas características resultam em condições geotécnicas e de potencialidade mineral diferenciadas, as quais serão detalhadas na caracterização da AID.

#### B. Sedimentos Cenozóicos

Os sedimentos cenozóicos são constituídos pelos depósitos terciários do Grupo Barreiras e os sedimentos quaternários por depósitos aluviais, colúviais e litorâneos.

Os sedimentos do Grupo Barreiras distribuem-se junto à costa, ocupando manchas grandes que recobrem horizontalmente as unidades mais antigas, com algumas dezenas de metros de espessura. Esses sedimentos ocorrem com maior expressão no ramal Maguariba-Ubu, sendo identificados também ao sul do rio Jucu, ao longo do rio Chury.

A alteração desses sedimentos originou solos de composição argilo-arenosa e argilo-siltosa, com espessuras de 3 à 5 m, sendo o solo residual geralmente argiloso ou argilo-arenoso,

constituindo um potencial mineral interessante à obtenção de solos de boa qualidade para empréstimo para a instalação da Variante.

Os sedimentos quaternários ocorrem associados aos vales das principais drenagens da rede hidrográfica, onde existem amplas planícies aluviais constituídas de cascalho arenoso fino a grosso, areia com cascalho, areia desde fina a grossa, areia argilosa, argila arenosa e argila, geralmente mole. Esses sedimentos encontram-se inconsolidados e, junto à planície costeira, tornam-se mais finos, onde os rios tomam caráter senil, com cursos meandrantés, originando pequenos deltas e estuários ao desembocarem no mar.

Junto às elevações, os sedimentos quaternários correspondem aos depósitos coluviais, formados por materiais inconsolidados que sofreram pouco transporte, consistindo desde coberturas argilo-arenosas e/ou siltosas até matacões, depositados à meia encosta e no sopé das serras.

Os depósitos litorâneos correspondem a sedimentos flúvio-marinhos e praianos que ocupam faixas consideráveis junto à costa. São constituídos geralmente por areias marinhas bem selecionadas, que contêm argila trazida pelos rios que desembocam na costa. É comum nessas areias a presença de grãos escuros de minerais pesados, geralmente radioativos, que dão origem às areias monazíticas, muito comuns nas praias do litoral do Espírito Santo.

Os sedimentos inconsolidados quaternários que ocorrem na região, do ponto de vista geotécnico podem apresentar limitações locais à instalação de estruturas das obras civis. Essa suscetibilidade é detalhada na caracterização da AID.

Nas áreas de influência do empreendimento não foram encontradas cavernas. Tal fato pode ser explicado pela ausência de registros de rochas calcárias na área de estudo, aliada a forte presença de rochas graníticas, que evidenciam baixa propensão a existência de cavernas.

**Mapa 1.4-1**

**Geologia da Região – Folha A**

**Mapa 1.4-1 Geologia da Região - Folha B**

#### 1.4.2.2 Área de Influência Direta (AID) e Área Diretamente Afetada (ADA)

##### **A) Abordagem Metodológica**

A Área de Influência Direta (AID) abrange diferentes unidades litoestratigráficas, representadas por rochas pré-cambrianas diversificadas e depósitos sedimentares cenozóicos.

O mapa geológico desta área - Mapa 1.4-2 - apresenta a faixa da AID lançada em base geológica na escala de 1:50.000, obtida pela ampliação de cartas disponíveis em diferentes escalas:

- Do km 0, em Santa Leopoldina, ao km 59,0, a base dos dados geológicos é o mapa da CPRM na escala de 1:2.500.000, editado em 2001;
- Do 59 até o Porto de Ubu, e do entroncamento do Ramal de Ubu, em Maguariba (=km 0) até o km 51, a faixa da AID foi lançada em carta geológica na escala de 1:100.000 da Folha Piúma, da CPRM (1993);
- Para o trecho final, do km 60 até o km 68, no Pátio Cobiça, por sua vez, a base consistiu na carta geológica da Folha Cachoeiro de Itapemirim, na escala de 1:250.000, da CPRM (1997).

Esses dados secundários foram complementados, dentro da faixa da AID, com os dados obtidos durante os trabalhos de campo, permitindo uma adequação à escala adotada para os desenhos acima referidos. A ampliação do contorno das unidades geológicas foi ajustada de acordo com as observações de campo e com as curvas de nível das cartas topográficas na escala de 1:50.000 ( IBGE).

No Anexo IV-1.1, é apresentada tabela dos pontos de observação de campo, onde constam as coordenadas GPS (Datum SAD 69), descrição de afloramentos e demais características observadas, além de anotações sobre documentação fotográfica, coleta de amostras e outros registros.

A faixa da AID é descrita, segundo os trechos do Projeto, com relação às unidades geológicas e tipos de terreno, por trechos onde se observaram características comuns que devem resultar em comportamentos homogêneos, usando-se como referência as quilometragens do traçado da futura ferrovia, assinaladas no mapa geológico da faixa da AID.

##### **B) Descrição das Unidades Geológicas**

###### **B.1) Trecho 1**

O Trecho 1 é composto pelos sub-trechos: 1A – Santa Leopoldina-Viana; 1B – Viana-Maguariba e 1C – Ramal Ubu.

### **B.1.1) Sub-Trecho 1A –Santa Leopoldina-Viana**

O Sub-Trecho 1A do traçado da ferrovia, desenvolve-se do km 0, no município de Santa Leopoldina, até o km 25,8; onde intercepta a Ferrovia Centro Atlântica (FCA) no município de Viana.

Este subtrecho está predominantemente no domínio de gnaisses do Complexo Paraíba do Sul, com pequeno trecho onde é atravessada a Suíte Intrusiva Sintectônica. Essas unidades pré-cambrianas são entremeadas por planícies aluviais, sob a forma de largas faixas e línguas associadas às principais drenagens da área, destacando-se a planície do rio Bubu, a extensa planície do rio Jucu, que foi drenada por meio da retificação e aprofundamento desse curso d'água, e a planície do córrego Oratório ou do Campo que se desenvolve adjacente ao traçado da ferrovia.

A faixa da Área de Influência Direta (AID) da alternativa de traçado em estudo cruza, em seu desenvolvimento, diferentes unidades lito-estratigráficas, representadas por rochas pré-cambrianas diversificadas e depósitos sedimentares cenozóicos.

No mapa 1.4-2 é apresentada a faixa da AID lançada em base geológica na escala de 1:50.000, obtida pela ampliação de mapa da CPRM na escala de 1:2.500.000, editado em 2001. Os dados secundários foram complementados, dentro da faixa da AID, com os obtidos durante os trabalhos de campo, permitindo uma adequação à escala adotada para os desenhos acima referidos.

No Anexo IV-1.1 é apresentada tabela dos pontos de observação de campo, onde constam as coordenadas GPS (Datum SAD 69), descrição de afloramentos e demais características observadas, além de anotações sobre documentação fotográfica, coleta de amostras e outros registros.

A faixa da AID é descrita a seguir, com relação aos domínios geológicos e tipos de terreno, usando-se como referência as quilometragens do traçado da futura ferrovia, conforme se encontram assinaladas no mapa geológico da faixa da AID.

Os Anexos IV-1.1 e IV-1.5 apresentam os estudos e informações de campo referentes à Geologia do traçado da Variante.

Do km 0 ao km 6, a maior parte da AID envolve depósitos aluviais e de planície lagunar e/ou mistos, associados às drenagens dos rios Santa Maria e Duas Bocas, além do córrego Porto do Engenho, afluente do rio Duas Bocas pela margem direita. Nesse trecho da alternativa de traçado, as planícies quaternárias dominam em toda a porção norte e noroeste da AID. As Fotos 1.4-1B e 1.4-2B (ponto 2), 1.4-3B (ponto 4), 1.4-4B (ponto 5), 1.4-5B e 1.4-6B (ponto 6) e 1.4-7B ilustram alguns aspectos das amplas planícies dessa parte da AID.

Na parte sudeste deste trecho da AID existem morrotes suaves que mal ultrapassam a cota de 60 m, sustentados por rochas gnáissicas do Complexo Paraíba do Sul. Os afloramentos de rocha são escassos, existindo generalizadas coberturas de solos argilosos, geralmente com pouca areia, de cor amarela (latossolo amarelo), correspondentes a colúvios e/ou solos residuais maduros. Essa camada de solos amarelos recobre, indistintamente, com espessuras raramente ultrapassando 3 m, solos de alteração de rocha e depósitos terciários, que somente

aparecem expostos em escavações e taludes de corte. Nas Fotos 1.4-8B (ponto 1), 1.4-9B (ponto 3), 1.4-10B, 1.4-11B, 1.4-12B (ponto 8) e 1.4-13B (ponto 9) observam-se aspectos dos solos de cobertura e de alteração de rocha, além de afloramento de gnaiss na base de morrote.

Entre o km 3 e km 4,5 a AID engloba domínio de sedimentos terciários do Grupo Barreiras, embutidos no Complexo Paraíba do Sul por meio de falhamentos normais. Nessa área o Grupo Barreiras é constituído por arenitos conglomeráticos muito grossos, com matriz caulínica, amarelados, esbranquiçados, avermelhados e rosados, contendo intercalações de camadas de argilito marrom ou variegado (Fotos 1.4-14B e 1.4-15B).

Do km 6 ao km 14, os aluviões restringem-se às planícies mais estreitas dos altos cursos dos rios Duas Bocas e Bubu, sendo que, nas cabeceiras, os vales são profundos, estreitos e encaixados, deixando de conformar planícies aluviais (Fotos 1.4-16B, 1.4-17B, 1.4-18B, 1.4-19B, 1.4-20B, 1.4-21B, 1.4-22B, 1.4-23B e 1.4-24B). Nas Fotos 1.4-25B (ponto 19) e 1.4-26B (ponto 10) são ilustrados os sedimentos aluviais de diferentes tipos nas drenagens do córrego Porto do Engenho e do rio Bubu.

Ao longo destes 8 km do trecho (Duas Bocas) da AID são abundantes os afloramentos rochosos de gnaisses do Complexo Paraíba do Sul e, principalmente, de granitos do Orógeno Araçuaí, que ocorrem associados ao morro Mochuara (fotos 1.4-27B, 1.4-28B, 1.4-29B, 1.4-30B, 1.4-31B, 1.4-32B, 1.4-33B e 1.4-34). Nesse trecho o relevo é mais acidentado, com elevações alcançando, dentro da AID, altitudes acima de 100 m. São mais comuns escavações expondo solo de alteração de rocha, rosado, bege amarelado, esbranquiçado e arroxeadado, com as estruturas e textura das rochas ainda preservadas (1.4-35B, 1.4-36B e 1.4-37).

Entre o km 5,5 e o km 8,5, aproximadamente, do lado direito do rio Duas Bocas, há outra área de ocorrência de depósitos terciários do Grupo Barreiras, embutidos por falhamentos no domínio do Complexo Paraíba do Sul (Fotos 1.4-38B e 1.4-39B). As coberturas de solos amarelos, essencialmente argilosos e coesos, no trecho entre o km 6 e o km 14, são também generalizadas. Apresentam características semelhantes às das descritas entre o km 0 e o km 6, sendo contudo mais delgadas (Fotos 1.4-40B e 1.4-41B).

Em função do relevo mais acidentado e da presença de altas elevações rochosas nas vizinhanças da AID, nesse trecho existem depósitos de tálus no sopé das encostas, geralmente com abundante matriz coluvial, em cujo seio encontram-se blocos angulosos de rocha de diversos tamanhos (Foto 1.4-42B). Nesses depósitos podem ocorrer escorregamentos e erosões em decorrência das altas declividades (Foto 1.4-43B).

Do km 15 ao km 22, o domínio pré-cambriano é caracterizado principalmente pela presença de grande elevação rochosa constituída pelo morro do Mochuara, em cujo sopé observaram-se matações de rochas graníticas de granulação fina, leucocráticas, contendo pouca biotita e muito quartzosas. Esse segmento é caracterizado por altas elevações rochosas como o morro Mochuara e presença localizada de espessos mantos de rocha saprolitizada, estando ilustrados nas Fotos 1.4-7, 1.4-8, 1.4-9 e 1.4-10, (pontos 103, 104 e 105).

Após atravessar a planície aluvial de um afluente do rio Jucu, com extensão de cerca de 1 km, do km 22 ao km 23, a AID adentra o domínio do Complexo Paraíba do Sul, que é intercalada

entre o km 25 e o km 27,6 pelos granitos da Suíte Intrusiva sintectônica. Esse último é cruzado entre o km 26 e o km 26,6 por pequena intercalação de planície aluvial. Esse segmento caracteriza-se pela presença de morrotes de baixa altura, raramente ultrapassando 100m, ressaltando-se alguns morros isolados que se elevam a mais de 200m e, mais raramente, até 300m.

Independentemente das unidades do substrato litológico, essas feições de morros e morrotes predominam até as proximidades de Cachoeiro de Itapemirim. As características mais marcantes desse extenso trecho dizem respeito à abundância de afloramentos rochosos nos morrotes e, não raro, no fundo dos talvegues, e à quase ausência de solos de alteração e rocha saprolitizada. As coberturas correspondem geralmente a solos granulares transportados a partir de superfícies rochosas expostas em condições pretéritas de clima seco, mais argilosos no topo em função de pedogênese sob o clima úmido atual. Essas coberturas detríticas são constituídas por grãos, grânulos e pequenos fragmentos de quartzo e feldspato e têm aspecto semelhante a solo de alteração de rocha (Foto 1.4-11, no ponto 106).

#### ***B.1.2) Sub-Trecho 1B – Viana-Maguariba***

O Sub-Trecho 1B inicia-se em Viana, logo após o cruzamento da Ferrovia Centro Atlântica, do km 25,8 ao km 80,4 onde se inicia o Sub-Trecho 1C - Ramal Ubu e o Trecho 2.

Do km 31,6 ao km 37,6, a ADA atravessa a extensa planície do rio Jucu, que foi retificado e aprofundado de modo a drenar a planície aluvial para uso com pastagem. A essa planície associam-se aluviões constituídas por areias com granulometrias diversas, siltes, argilas e cascalho, esse preferencialmente na base. No âmbito da planície, existem elevações residuais pequenas sustentadas por rochas graníticas e charnoquíticas, essas últimas denotando intensa ação de águas acidificadas, dando origem a profundas caneluras de dissolução. As Fotos 1.4-12 e 1.4-13 (ponto 95) ilustram os aspectos acima citados. Nas fotos 1.4-14 e 1.4-15 (ponto 93), ilustram-se aspectos da grande planície do rio Jucu. O ponto 93, de onde foram tomadas as fotos acima referidas, bem como o ponto 92 (Foto 1.4-16) encontram-se em platô pediplanizado e sustentado por depósitos do Grupo Barreiras, que, no local, têm espessura da ordem de algumas dezenas de metros.

Do km 35,6 ao 57,6, a AID compreende essencialmente o domínio de granitóides do Complexo Paraíba do Sul, que afloram com freqüência nas encostas e sopé das pequenas elevações e morrotes da região, mostrando coberturas detríticas, provavelmente delgadas, na base das elevações (pontos 91, 90, 89, 88, 87, 86, 76, 77 e 88). Os diferentes aspectos desse trecho encontram-se registrados nas Fotos 1.4-17, 1.4-18, 1.4-19, 1.4-20, 1.4-21, 1.4-22, 1.4-23, 1.4-24, 1.4-25 e 1.4-26.

Logo ao sul da ADA, na altura dos quilômetros 38,6 a 41,6 do sub-trecho 1B, foram observados afloramentos do Grupo Barreiras, alternados com exposições locais do embasamento, representado no local por granito alterado (pontos 83, 84 e 85). Entre a área das exposições acima citadas e Guarapari, junto à linha da costa, foi observado afloramento de granito pórfiro, exibindo fenocristais de feldspato com até 5 cm de comprimento (ponto 50). Mais ao norte, próximo a Ubu (ponto 81), foi observado amplo depósito de terraço marinho constituído de areia média a grossa lavada (Foto 1.4-27).

No ponto 71 (=72), pouco ao norte da faixa da AID, no sopé da serra Queimada das Araras, foi documentado corpo de tálus, mostrando grandes blocos rochosos (Foto 1.4-28).

Entre os km 57,6 e 70,6, observa-se o domínio de rochas gnáissicas e granitóides intrusivas sintectônicas, com delgadas coberturas de solos de alteração, sendo que predominam afloramentos rochosos, mesmo nas elevações baixas e pequenos ressaltos no terreno, como ilustrado nas Fotos 1.4-29, 1.4-30 e 1.4-31 (pontos 73 e 78). No início desse trecho destaca-se a planície aluvial do córrego do Oratório, com cerca de 1 km de largura, a qual é ilustrada na Foto 1.4-32 (ponto 75).

Do km 70,6 ao entroncamento do ramal para o porto de Ubu, no km 80,4, os granitóides intrusivos alternam-se por curtos trechos, geralmente com menos de 1 km, com trechos de extensões semelhantes que correspondem a braços da drenagem da margem direita do vale do rio Salinas, com suas respectivas planícies aluviais.

### **B.1.3) Sub-Trecho 1C–Ramal Ubu**

Este sub-trecho inicia-se no km 80,4 e se prolonga até o km 97,2. Entre o km 80,4 e 87,6, tem seu desenvolvimento na baixa encosta dos morrotes que margeiam a planície do rio Salinas, próximo à área de sua desembocadura na margem esquerda do rio Benevente. A Foto 1.4-33 (ponto 62) ilustra a extensa planície aluvial nesse trecho. A planície intercala-se com áreas de pequenas elevações, num padrão muito semelhante ao do trecho entre o km 70,6 e 80,4.

Logo no início do ramal do porto de Ubu, na altura do km 83,6 (ponto 63), aparece contato de falha entre o embasamento pré-cambriano e o Grupo Barreiras. A partir desse ponto até o km 86,6, o embasamento e o Grupo Barreiras ocorrem alternadamente em decorrência de sucessivos pequenos falhamentos, sendo que o embasamento é representado por granitos leucocráticos e charnoquitos (pontos 64 a 68). As fotos 1.4-34 e 1.4-35, tiradas respectivamente nos pontos 65 e 68, ilustram essas unidades do embasamento.

A partir do km 87,6 até o fim do ramal do porto de Ubu (km 97,2), já no litoral, nota-se a presença de tabuleiro, parcialmente afeiçoado, sustentado pelos depósitos do Grupo Barreiras, que afloram sob a forma de belas falésias na linha da costa. As falésias contêm camadas laterizadas junto ao nível do mar. O topo do tabuleiro denota espessa camada de latossolo amarelo (ponto 69), bastante argiloso, que pode ser considerada área favorável à obtenção de material de empréstimo para uso em aterros compactados (Foto 1.4-36).

### **B.2) Trecho 2 –Maguariba-Cobiça**

A partir do entroncamento do ramal do porto de Ubu em direção a Cachoeiro de Itapemirim, do km 0 ao km 3,5 a área compreende a planície do rio Benevente. Do km 3,5 até aproximadamente o km 15,5, observa-se principalmente o domínio de granitóides intrusivos sintectônicos, com interposições de planícies aluviais correspondentes a afluentes da margem direita do rio Benevente. Nesse trecho, aparecem alguns corpos de tálus e blocos residuais de rocha. As fotos dos pontos 54, 55 e 56 registram alguns aspectos das feições acima descritas (Fotos 1.4-37 a 1.4-40).

Ao norte da faixa da AID, na altura dos km 8,5 e 9,5, foram observados corpos de tálus, lajes rochosas e profundo sulco de erosão em solo de alteração de gnaisses do Complexo Paraíba do Sul, cujos sedimentos contribuíram para o assoreamento de vale das proximidades. Essas feições encontram-se documentadas nos pontos 57, 58, 59 e 60. Do km 15,5 até o km 27, próximo das planícies do rio Iconha e seus afluentes e após atravessar o domínio do Grupo Barreiras entre o km 16 e o km 17, nota-se uma sucessão de terrenos do Complexo Paraíba do Sul e intrusões graníticas sin e tardi-tectônicas. As Fotos 1.4-41 a 1.4-44 (pontos 50, 51, 52 e 53) ilustram aspectos desse trecho.

Do km 27 ao km 49 predominam rochas gnáissicas do Complexo Paraíba do Sul, sendo que no início, do km 27 ao km 33, é interposta por falha transcorrente extensa faixa de granitos sintectônicos. Nesse trecho, são abundantes as intercalações de pequenas planícies aluviais correspondentes a afluentes da margem esquerda do rio Novo, com larguras da ordem de 0,5 km. As Fotos 1.4-45 a 1.4-47, tomadas a partir dos pontos 48 e 49, ilustram alguns aspectos desse trecho.

Do km 49 ao 58, o relevo de morrotes com intercalações de planícies aluviais, até então predominante, passa a relevo de morros altos e elevações rochosas altas, onde a drenagem é mais encaixada e os vales são desprovidos de preenchimento aluvionar formando planícies. A unidade litológica do substrato da AID nesse trecho é constituída por gnaisses do Complexo Paraíba do Sul, que, do km 58 até o pátio de Cobiça, no km 68, cedem lugar de maneira repentina, a granitos intrusivos da seqüência magmática mais antiga.

Todo esse segmento, do km 49 ao 68, caracteriza-se pela presença de encostas íngremes, com acumulação de blocos rochosos e corpos de tálus no sopé das serranias e altas elevações rochosas. Nesse segmento, existem coberturas espessas de rocha alterada e solo de alteração de rocha, com capeamento de espessuras variáveis de solos residuais maduros e colúvios, geralmente bastante argilosos e plásticos. Nos vales o preenchimento aluvionar é pouco ou inexistente, devendo ser rara a presença de solos moles. As Fotos 1.4-48 a 1.4-59 e 1.4-60 a 1.4-84 ilustram diferentes aspectos relacionados à geologia desse longo trecho, que vai do km 49 ao 68 (pontos 31 ao 47).

### **C) Geotecnia e Suscetibilidade dos Terrenos**

São observados diferentes tipos de compartimentos com suscetibilidades específicas de acordo com os diversos processos de modificação do meio físico.

Os trechos com relevo mais acidentado, como ocorre no segmento inicial do Trecho 1 e no segmento final do Trecho 2, onde dominam maiores espessuras do horizonte C (solos de alteração de rocha e rocha alterada mole) e depósitos de encosta, a suscetibilidade a movimentos de massa é alta. Nestes relevos, os depósitos de encostas mais íngremes estão sujeitos a escorregamentos de solo e rocha, enquanto que as exposições do horizonte C são submetidas a processos erosivos por sulcos, ravinas e, mais raramente, voçorocas. As Fotos 1.4-54, 1.4-56, 1.4-58, 1.4-61, 1.4-64, 1.4-77 e 1.4-78 relativas ao segmento final do Trecho 2, ilustram diversos aspectos de pequenos escorregamentos em cortes no horizonte C, muitas vezes controlados pelas estruturas reliquias da rocha, como foliação e descontinuidades planares.

Localmente, o processo evolutivo das elevações rochosas, originado pelo deslocamento paralelo à superfície das encostas, pode ensejar o aparecimento de grandes lascas de rocha em condições de estabilidade precária (Foto 1.4-56). Esses terrenos de suscetibilidade alta a movimentos de massa e erosão no horizonte C situam-se nas duas extremidades da AID, onde aparecem altas elevações rochosas, como o morro do Mochuara, os picos do Padre e da Freira e do Itabira.

O extenso trecho de relevo rebaixado constituído por morrotes entremeados por planícies aluviais, que predomina em todo o tramo intermediário, abrangendo os Trechos 1 e 2, corresponde a terrenos com suscetibilidades médias a baixas aos processos de erosão e instabilização do meio físico, tendo em vista a baixa frequência de solos erodíveis correspondentes ao horizonte C e à pequena espessura das coberturas detríticas, associadas aos morrotes rochosos que dominam nesse tipo de terreno. Esses morrotes apresentam encostas com superfícies arredondadas e preservadas, denotando a ação quase nula de processos naturais de retomada de erosão.

As numerosas planícies aluviais existentes em ambos os Trechos podem, em grande parte, apresentar solos moles sujeitos a recalques, que são de suscetibilidade alta também a inundações, erosão das margens e processos de assoreamento.

Quanto aos aspectos geotécnicos, os materiais a serem escavados correspondem na maior parte a 3ª categoria de escavação, em função das numerosas exposições rochosas, sobretudo no trecho correspondente ao relevo de morrotes. Os solos de alteração de rocha correspondem, em geral, em conjunto com as coberturas de solos residuais e/ou coluviais, materiais de 1ª categoria de escavação. Materiais de 2ª categoria ocorrem subordinadamente e correspondem rocha alterada e a corpos de tálus, contendo grandes matações de rocha.

#### ***D) Potencial Mineral***

A faixa atravessa unidades geológicas com potencialidade para várias substâncias minerais, dependendo das suas características litológicas e condições de formação.

Quanto aos materiais de construção, há facilidade para a sua obtenção no entorno, principalmente material pétreo.

As rochas graníticas, tanto as intrusivas sin-orogênicas como as tardi e pós-transcorrentes, estão em processo de franca exploração por diversas mineradoras para uso como rocha ornamental. Essas explorações encontram-se próximas ao traçado, não tendo sido observadas mineradoras instaladas dentro da AID.

Quanto aos gnaisses do Complexo Paraíba do Sul, existe potencialidade mineral para produção de grafita, ouro, quartzo e areia, essa última podendo ser obtida pela lavagem de solos de alteração quartzosos de rocha.

Solos de boa qualidade para empréstimo podem ser obtidos a partir das coberturas coluviais e/ou residuais, geralmente pouco espessas, e em grandes volumes associados, sobretudo, às coberturas pedogenizadas dos depósitos de Grupo Barreiras.

Os sedimentos aluviais, ou aluviões, têm potencialidade para a ocorrência de ouro, areia, argila, cascalho e turfa, enquanto nos sedimentos litorâneos é reconhecida a potencialidade mineral com relação à ocorrência de monazita, ilmenita, rutilo e zircão.

Na faixa foram identificadas parte de 50 áreas que são objeto de processos minerários junto ao DNPM, envolvendo principalmente requerimentos e alvarás de pesquisa, existindo presentemente apenas duas concessões de lavra outorgada. Os processos referem-se essencialmente à exploração de granito, secundados por áreas requeridas para areia e, mais raramente, turfa, argila, argila refratária, ilmenita, caulim e fosfato.

No Anexo IV-1.6, é apresentado quadro com informações referentes aos títulos e processos cujo polígono se sobrepõe à ADA do empreendimento, provenientes do Cadastro de Processos e Títulos Minerários fornecido pelo DNPM. No Mapa 1.4-2 estão representadas as áreas referentes aos diferentes processos minerários (“overlays”). Estes produtos permitem vislumbrar o grau de interferência dos processos e títulos minerários em relação à ADA e, também, à AID.

A ADA se sobrepõe a áreas que são objeto de processos minerários junto ao DNPM. Estas áreas envolvem principalmente requerimentos e alvarás de pesquisa, existindo, no presente, apenas uma concessão de lavra outorgada. Os processos referem-se essencialmente à exploração de granito, secundados por áreas requeridas para areia e, mais raramente, turfa, argila, argila refratária, caulim, feldspato, fosfato, gnaisse e ilmenita.

**Mapa 1.4-2**  
**Articulação**

**Unidades Geológicas e Potencial Mineral na AID**

**Mapa 1.4-2 Unidades Geológicas e Potencial Mineral na AID (1:50.000) Folha A**

**Mapa 1.4-2 Unidades Geológicas e Potencial Mineral na AID (1:50.000) Folha B**

**Mapa 1.4-2 Unidades Geológicas e Potencial Mineral na AID (1:50.000) Folha C**

**Mapa 1.4-2 Unidades Geológicas e Potencial Mineral na AID (1:50.000) Folha D**

**Mapa 1.4-2 Unidades Geológicas e Potencial Mineral na AID (1:50.000) Folha E**

**Mapa 1.4-2 Unidades Geológicas e Potencial Mineral na AID (1:50.000) Folha F**

**Mapa 1.4-2 Unidades Geológicas e Potencial Mineral na AID (1:50.000) Folha G**

**Mapa 1.4-2 Unidades Geológicas e Potencial Mineral na AID (1:50.000) Folha H**

**Mapa 1.4-2 Unidades Geológicas e Potencial Mineral na AID (1:50.000) Folha I**

**Inserir Relatório Fotográfico – Geologia (1)**

**Inserir Relatório Fotográfico – Geologia (2)**

**Inserir Relatório Fotográfico – Geologia (3)**

**Inserir Relatório Fotográfico – Geologia (4)**

**Inserir Relatório Fotográfico – Geologia (5)**

**Inserir Relatório Fotográfico – Geologia (6)**

**Inserir Relatório Fotográfico – Geologia (7)**

**Inserir Relatório Fotográfico – Geologia (8)**

**Inserir Relatório Fotográfico – Geologia (9)**

**Inserir Relatório Fotográfico – Geologia (10)**

**Inserir Relatório Fotográfico – Geologia (11)**

**Inserir Relatório Fotográfico – Geologia (12)**

**Inserir Relatório Fotográfico – Geologia (13)**

**Inserir Relatório Fotográfico – Geologia (14)**

**Inserir Relatório Fotográfico – Geologia (15)**

**Inserir Relatório Fotográfico – Geologia 1B (16)**

**Inserir Relatório Fotográfico – Geologia 2B (17)**

**Inserir Relatório Fotográfico – Geologia 3B (18)**

**Inserir Relatório Fotográfico – Geologia 4B (19)**

**Inserir Relatório Fotográfico – Geologia 5B (20)**

**Inserir Relatório Fotográfico – Geologia 6B (21)**

**Inserir Relatório Fotográfico – Geologia 7B (22)**

**Inserir Relatório Fotográfico – Geologia 8B (23)**

**Inserir Relatório Fotográfico – Geologia 9B (24)**

### 1.4.3 Geomorfologia

#### A) Abordagem Metodológica

A caracterização da geomorfologia regional apoiou-se na análise dos dados existentes e nos trabalhos de campo, sendo os resultados apresentados no Mapa de Terrenos - Mapa 1.4-3, elaborado na escala 1:100.000, que mostra o contexto em que será realizado o empreendimento.

Com relação à AID, o Mapa de Terrenos foi associado aos compartimentos geológicos e à pedologia, resultando nos compartimentos geomorfopedológicos apresentados no Mapa 1.4-4, na escala 1:50.000.

O conceito de terreno utilizado nessa análise (MABBUTT, 1968; AUSTIN e COOCKS, 1978; e ZONNEVELD 1992) refere-se a uma porção da superfície terrestre que é caracterizada pela similaridade do arranjo espacial de seus componentes e atributos e pode ser facilmente reconhecida pela sua fisionomia, tanto no campo, quanto por meio de imagens de sensores remotos. Os terrenos definem-se por sua forma (relevo), sua constituição (substrato rochoso), sua cobertura detrítica (solos) e por sua dinâmica superficial.

Este diagnóstico visou classificar as potencialidades e fragilidades dos terrenos, pois considera-se que os principais atributos do terreno são interdependentes e tendem a ocorrer correlacionados, de modo que o uso e a ocupação dos terrenos são dependentes das combinações e interações de efeitos desses atributos (AUSTIN e COOCKS, 1978).

Os terrenos identificados têm como base para a sua delimitação os padrões de formas de relevo, uma vez que o relevo pode ser entendido como uma síntese histórica e dinâmica das interações entre a litosfera, a atmosfera e a hidrosfera.

O relevo, modelado sobre os diferentes tipos de rocha e sedimentos, controla a distribuição dos diversos tipos de solo e da vegetação e, em consequência dessas interações, a frequência e intensidade dos processos erosivos e de deposição que ocorrem na superfície do terreno.

Por sua vez, os atributos morfométricos da forma de relevo, tais como inclinação, amplitude, comprimento de rampa e sua constituição, condicionam os diferentes modos de uso e ocupação antrópicos. Além desses fatos, o relevo (a forma) do terreno é o aspecto do meio físico mais facilmente reconhecido pelo leigo e, portanto, identificável sem dificuldades.

Esses elementos forneceram subsídios diretos para a avaliação da estabilidade das encostas, da suscetibilidade às erosões e ao risco de assoreamento das drenagens, e indiretamente, auxiliaram o entendimento da história evolutiva da área.

Com base nestas premissas foi detalhado o mapa geomorfológico compilado da área, tendo-se por principal objetivo o estudo da dinâmica atual, visto que ela é o fator preponderante para a análise da interação empreendimento meio físico, fornecendo subsídios diretos para a avaliação da estabilidade das encostas, da suscetibilidade à erosão e ao risco de assoreamento das drenagens.

Na caracterização dos diferentes tipos de relevo, foi feita uma adequação do mapa geomorfológico compilado, utilizando-se os critérios propostos por Ponçano et alii (1981). Para a análise dos fenômenos de dinâmica superficial, avaliaram-se elementos da terceira categoria taxonômica proposta por DEMEK (1967), que são os elementos das formas ou unidades geneticamente homogêneas.

Durante os trabalhos de campo, além da caracterização do tipo de relevo, foi avaliada a dinâmica superficial (atual e passada). A primeira foi baseada na ocorrência de formas erosivas e de deposição atuais, e a dinâmica passada foi avaliada por meio do reconhecimento das formas de relevo e das feições acumulativas (depósitos correlativos), as quais refletem, por sua constituição, composição e distribuição, as condições paleoclimáticas vigentes na época de elaboração do relevo atual.

Embora os dados da AID estejam representados em escala 1:50.000, não foram mapeados todos os elementos de relevos passíveis de representação nessa escala, optando-se pela elaboração de um mapa sinóptico indicativo das principais feições de relevo de interesse para os estudos ambientais do Empreendimento.

Para a definição e caracterização dos terrenos foi utilizado o método paramétrico que é baseado no estudo em separado e na classificação individual dos atributos apresentados nos estudos do substrato rochoso, do relevo e dos solos.

Para a elaboração dos estudos foram realizadas as seguintes atividades:

- Compilação dos mapas: geológico, geomorfológico e pedológico de diferentes escalas, que foram ampliados para a escala 1:100.000 para a elaboração do mapa de terrenos;
- Lançamento das informações geomorfológicas, geológicas e pedológicas em bases topográficas, elaboradas nas escalas 1:100.000 e 1:50.000, para caracterização da AID;
- Descrição morfográfica e morfométrica dos tipos de relevo identificados e caracterização do substrato rochoso e do solo que se associam a esses relevos. Esses elementos permitiram a elaboração da legenda preliminar, que foi utilizada para orientar os trabalhos de campo;
- Trabalhos de Campo, realizados durante o mês de abril de 2006, em todo o traçado, e abril de 2007, em complementação ao anterior, executados ao longo de estradas e caminhos que cortam a área do empreendimento (Anexos IV-1.2 e IV-1.5);
- Integração e análises dos dados obtidos, após a conclusão dos trabalhos de campo, que permitiram a elaboração do Mapa de Terrenos da Área de Influência Indireta e da Área de Influência Direta do Empreendimento; elaboração dos perfis, tabelas e textos que estão apresentados neste item; e, a avaliação das interferências na ADA, tendo em vista a avaliação dos impactos ambientais da instalação da ferrovia.

Com base nessa metodologia foram diferenciados nove (7) tipos de terrenos denominados: Morros e Montanhas rochosas; Morrotes; Tabuleiros; Planícies fluviais; Planícies fluvio-marinhas; Terraços Marinhos e Planícies lagunares.

#### **1.4.3.1 Caracterização Geomorfológica da Região**

A região está inserida no Domínio Morfoclimático dos Mares de Morros florestados (AB'SABER, 1970), caracterizado pelos seguintes aspectos:

- Predomínio de relevo com formas mamelonadas, que se desenvolvem em todos os níveis topográficos mascarando superfícies erosivas, níveis de pedimentação e até de terraços;
- Presença de espessos horizontes de alteração e de formas mamelonadas muito arredondadas em depressões intermontanas, indicativos da alternância de processos de pedimentação e aplanção;
- Presença de depósitos coluvionares soterrando linhas de pedra;
- Notáveis campos de pães de açúcar;
- Presença de planícies fluviais com canais meândricos, constituídas predominantemente por sedimentos finos;
- Precipitações anuais variando de 1.100 a 4.500 mm, com florestas tropicais decíduas e semidecíduas, associadas a enclaves de bosques de araucárias e cerrados.

Segundo o RADAMBRASIL (1983), a região está inserida em sua maior parte na unidade Colinas e Maciços Costeiros e Planícies Litorâneas, abrangendo também porções das unidades Tabuleiros Costeiros e Planalto da Mantiqueira Setentrional. No Mapa de Unidades de Relevo do Brasil (IBGE, 1993), a região compreende as seguintes unidades: Escarpas e Reversos da Mantiqueira, Tabuleiros Costeiros e, Planícies Marinhas e Fluvio-marinhas.

Os relevos identificados são sustentados por rochas do embasamento cristalino, constituído por: rochas granulíticas e charnoquíticas (granulitos máficos, enderbitos, charnoquitos e granulitos aluminosos, denotando estruturas de bandamento) da Suíte Caparaó de idade arqueana; paragnaises, sillimanita-biotita gnaises granatíferos, com intercalações de quartzitos, anfibolitos, mármore e rochas calci-silicáticas do Complexo Paraíba do Sul do Proterózoico Médio a Superior; corpos graníticos e granodioríticos associados localmente a tonalitos que constituem as Intrusivas Sintectônicas e a Suíte Intrusiva do Orogeno Araçuaí.

Ocorrem ainda rochas sedimentares da Formação Barreiras que é constituída por camadas de areias grossas arcoseanas, cascalhos e lentes de argila, associadas a camadas delgadas de areia argilosa e argila arenosa; e sedimentos inconsolidados de origem fluvial, marinha e mista.

## ■ Principais Unidades do Relevo

As principais unidades de relevo, segundo o RADAMBRASIL (1983), são: Colinas e Maciços Costeiros, Planícies Litorâneas, Tabuleiros Costeiros e o Planalto da Mantiqueira Setentrional.

Considerando-se a compartimentação proposta pelo Projeto RADAMBRASIL e pelos demais elementos da bibliografia utilizada, e pelos trabalhos de campo realizados, os nove (9) tipos de relevo (terrenos) identificados foram diferenciados em:

- três (3) tipos de relevo erosivos: Morros e Montanhas rochosas, Morrotes e Tabuleiros; e;
- seis (6) tipos de relevos associados aos processos de deposição fluvial, marinha e mista: deposição fluvial, marinha e mista: Planícies fluviais, Planícies flúvio-marinhas, Planícies lagunares; Terraços Marinhos, Planícies marinhas com cordões e praias, Planícies de maré.

Esses tipos de relevo e suas características morfológicas básicas são primeiramente apresentados, no Quadro 1.4-1, relacionados às Unidades de Relevo do Projeto RADAMBRASIL.

Na seqüência, baseado na bibliografia utilizada, as características de morfografia, substrato rochoso e morfodinâmica dos tipos de relevo erosivos e dos relevos associados aos processos de deposição, são sintetizadas nos Quadros 1.4-2 e 1.4-3, respectivamente, e representados no Mapa 1.4-3 – Terrenos da Região. No Quadro 1.4-5 (item 1.4.5) esse quadro é complementado com a associação de características geológicas e pedológicas.

**Quadro 1.4-1 Unidades de Relevo, Tipos de Relevo e Características**

Unidades de Relevo Compartimentos	Tipos de Relevos (altitudes m)	Características Morfológica e Substrato Rochoso
Planalto da Mantiqueira Setentrional	Morros e Montanhas rochosas (150 a 840m)	Formas erosivas com dissecação diferencial devido ao condicionamento litoestrutural. Associam-se a morros alongados, serras de amplitude alta, escarpas, vales retilíneos e pontões rochosos do tipo “pães de açúcar” Sustentadas por granitos, gnaisses e charnoquitos
Colinas e Maciços Costeiros	Morrotes (50 a 110m)	Formas dissecadas em colinas de vertentes côncavo - convexas, vales encaixados e com planícies fluviais e alveolares colmatadas que se associam a serras e maciços litorâneos residuais.  Sustentada de modo predominante por granitos, gnaisses e charnoquitos e de modo subordinado por camadas de areias grossas arcossianas e cascalhos, e lentes de argila, associadas a camadas delgadas de areia argilosa e argila arenosa.
Tabuleiros Costeiros	Tabuleiros (20 a 50m)	Superfície de aplanamento erosiva – acumulativa, com formas erosivas pedimentares, tabulares e dissecadas em colinas e morrotes.  Apresentam vales de fundo chato e planícies fluviais largas e coluvionadas.  Sustentada de modo predominante por camadas de areias grossas arcossianas e cascalhos, e lentes de argila, associadas a camadas delgadas de areia argilosa e argila arenosa.
Planície Litorânea	Planícies fluviais (3 a 15m) Planícies fluvio-marinhas (2 a 8m) Terraços Marinhos (5 a 8m) Planícies lagunares (2 a 5m) Planícies marinhas com cordões e praias (0 a 4m)	Formas associadas à sedimentação em ambiente litorâneo, que formam planícies marinhas e flúvio-marinhas com cordões arenosos atuais e pré-atuais, dunas praias e planície de maré.  Constituídas por: areia, silte, argila, cascalho, restos orgânicos de origem marinha, fluvial e mista.

Elaboração: Arcadis Tetraplan, 2006

**Quadro 1.4-2 Características dos Tipos de Relevos Erosivos: Planalto da Mantiqueira Setentrional, Colinas e Maciços Costeiros e Tabuleiros Costeiros.**

Tipo de Relevo Morfometria	Morfografia e Substrato Rochoso	Morfodinâmica(*)
<p>Morros e Montanhas rochosos (MMHr)</p> <p>Amplitude: 120 – 560 m Comp. Rampa 300 – 900 m Inclinação: 35 a 65 % Altitudes: 150 – 840 m</p>	<p>Associam-se a formas angulosas, desniveladas com forte controle estrutural, pães de açúcar e relevos residuais.</p> <p>Topos estreitos agudos, convexos e rochosos. Perfil de vertente descontínuo, segmentos retilíneos, convexos e rochosos, formando paredes ou campos de matacões. Cones de dejeção e corpos de tálus ocorrem no sopé.</p> <p>Vales muito encaixados, erosivos e erosivos-acumulativos. Planícies alveolares estreitas e descontínuas. Canais em rocha e blocos. Padrão de drenagem em treliça e subdendritico de média a alta densidade.</p> <p>Sustentados por granitos, gnaisses variados com intercalações de quartzitos, anfíbolitos, cálcio-silicáticas e mármore, e charnoquitos.</p> <p>Os solos superficiais são argilo-arenoso e argiloso, com espessuras de 1 a 2 m, e resistentes à erosão. Os solos de alteração são argilo-siltosos, por vezes micáceos, com grânulos e blocos de rocha alterada, e tem baixa coesão e são francamente erodíveis, e com espessuras superiores a 5 m.</p>	<p>Erosão laminar, em sulcos e ravinas ocasionais e de média intensidade.</p> <p>Rastejo e movimentos de massa: escorregamentos são frequentes e de média intensidade.</p> <p>Entalhe fluvial é generalizado e de alta intensidade.</p> <p>Terrenos muito suscetíveis à interferência devido à inclinação acentuada de suas encostas e a intensidade dos processos erosivos.</p>
<p>Morrotes (MT)</p> <p>Amplitude: 40 a 90 m Comp. Rampa 120 a 200 m Inclinação: 25 % a 40 % Altitudes: 50 a 110 m</p>	<p>Topos nivelados, estreitos e convexos. Perfil de vertente contínuo, com segmentos: convexo, retilíneo, e/ou rochoso. Vales erosivos - acumulativos e acumulativos, abertos, com planícies contínuas estreitas e amplas. Canais aluviais e em rocha. Densidade de drenagem média a alta, com padrão subdendritico e treliça.</p> <p>Sustentados por granitos, gnaisses variados com intercalações de quartzitos, anfíbolitos, cálcio-silicáticas e mármore, charnoquitos e ocasionalmente por camadas de areias grossas arcossianas e cascalhos, e lentes de</p>	<p>Erosão laminar e em sulcos é frequente e de intensidade média.</p> <p>Rastejo é generalizado e de intensidade média a alta.</p> <p>Escorregamentos e Entalhe de canal é ocasional e intensidade baixa.</p> <p>Terrenos suscetíveis à interferência devido a erodibilidade dos solos de alteração e a inclinação das encostas.</p>

Tipo de Relevo Morfometria	Morfografia e Substrato Rochoso	Morfodinâmica(*)
	<p>argila, associadas a camadas delgadas de areia argilosa e argila arenosa (Fm.Barreiras)</p> <p>Os solos superficiais são argilo-arenoso e argiloso, com espessuras de 1 a 2 m, e resistentes à erosão. Os solos de alteração são argilo-siltosos, por vezes micáceos, com grânulos e blocos de rocha alterada. Tem baixa coesão e são francamente erodíveis, e com espessuras superiores a 5 m. Horizonte de alteração profundo.</p>	
<p>Tabuleiros (Tb)</p> <p>Amplitudes: 15 a 50 m Comp. Rampa: 200 a 700 m Inclinação: 5 % a 15 % Altitudes: 15 a 50 m</p>	<p>Formas subniveladas, com topos amplos, subhorizontais a convexos. Perfil de vertente contínuo, segmentos retilíneos. Vales erosivos e erosivos-acumulativos abertos com planícies aluviais estreitas. Densidade de drenagem baixa a média com padrão subdendritico.</p> <p>São sustentados por camadas de areias grossas arcossianas e cascalhos, e lentes de argila, associadas a camadas delgadas de areia argilosa e argila arenosa (Fm. Barreiras).</p> <p>Os solos de alteração têm composição argilo-arenosa e argilo-siltosa com grânulos e espessuras de 3 a 5 m. Sendo o solo residual geralmente argiloso ou argilo-arenoso.</p>	<p>Erosão laminar, em sulcos ocasionais e de intensidade baixa a média.</p> <p>Terrenos pouco suscetíveis à interferência, porém com pontos localizados de erosão acelerada.</p>

Elaboração: Arcadis Tetraplan, 2006

(\*) Observações:

**Ocorrência dos processos:** Ocasional - ocorre em alguns locais, de modo fortuito e eventual. Freqüente - ocorre em vários locais, sendo um processo que se repete no relevo. Generalizado - ocorre em muitos locais sendo comum a sua presença.

**Intensidade dos processos:** baixa, média e alta.

**Quadro 1.4-3 Características dos Tipos de Relevos de Acumulação: Planície Litorânea**

Tipo de Relevo Morfometria	Morfografia e Substrato Rochoso	Morfodinâmica
<p>Planície fluvial (Pf) Elevadas de 0,5 a 1,5 m acima do leito do rio Altitudes: 3 a 15 m</p>	<p>Áreas amplas levemente inclinadas em direção ao rio e bem desenvolvidas nas proximidades do sopé da serra. É formada pela planície de inundação, pelo terraço baixo, que é inundado somente durante as cheias excepcionais e por alagadiços. Constituídas por Silte, argila, areia, cascalho e matéria orgânica em cama das de espessuras e arranjos variados. No interior apresentam seixos e blocos de quartzo, quartzito, granitos e gnaisses, com intercalações de areias médias, grossas, micáceas, com grânulos angulosos de quartzo e feldspato.</p>	<p>Freático elevado. Erosão lateral e vertical do canal, enchentes sazonais, deposição de finos durante as enchentes por decantação e de areias e seixos por acréscimo lateral. Terrenos muito suscetíveis à ocupação, com risco de inundação e contaminação.</p>
<p>Planície fluvio-marinha (Pfm) Elevadas de 0,5 a 1,5 m acima do leito do rio Altitudes: 2 a 8 m</p>	<p>Áreas planas onduladas com alagadiços em canais abandonados, barras em pontal, barras longitudinais e ilhas. Canais aluviais meandantes e escoamento difuso. Nas áreas onde os rios atravessam cordões arenosos e paleolagunas, tem-se intenso retrabalhamento fluvial, o que confere a estas faixas características distintas das planícies adjacentes. Constituída por areia, silte, argilas e matéria orgânica e com Cascalhos são restritos.</p>	
<p>Terraço marinho (Tmc) Altitudes: 5 a 8 m</p>	<p>Áreas planas elevadas. Tem cordões marinhos curtos e espaçados e alagadiços nas depressões inter-cordões. Associam-se campos de dunas restritos. Constituída por areias finas e muito finas, cimentadas ou não, resultantes de deposição marinha regressiva, de idade pleistocênica.</p>	<p>Erosão fluvial na margem dos rios. Inundações nas depressões inter-cordões devido ao freático elevado. Terrenos suscetíveis à ocupação, devido à dificuldade de escoamento.</p>
<p>Planície lagunar (Plg) Altitudes 2 a 5 m</p>	<p>Áreas planas onduladas que abrigam a faixa de movimentação dos canais meandantes e áreas de escoamento difuso. Associam-se alagadiços em canais abandonados, barras em pontal, barras longitudinais e ilhas. Nas áreas onde os rios atravessam</p>	<p>Erosão vertical e lateral do canal. Deposição lateral e vertical de sedimentos aluviais. Terrenos muito susceptíveis à ocupação, devido à dificuldade de escoamento e ao risco de inundação.</p>

Tipo de Relevo Morfometria	Morfografia e Substrato Rochoso	Morfodinâmica
	<p>as paleolagunas, ocorre remobilização fluvial, o que confere a estas faixas características distintas das planícies adjacentes. Constituídas por areia, silte, argilas e matéria orgânica. Cascalhos são restritos as proximidades das encostas.</p>	
<p>Planície marinha com cordões e praias (Pmc) Altitudes: 0 a 4m</p>	<p>Áreas planas onduladas formadas pela alternância de cordões marinhos longos e depressões intercordões alagadiças e pantanosas, paralelas à linha de costa, contendo praias com bermas, pequenas falésias e dunas formadas no pós-praia pela ação eólica sobre as areias marinhas. Presença de arenitos de praia (bechrock) enterrados. São constituídos por areias quartzosas finas com restos de conchas e tubos fósseis de Callanassas.</p>	<p>Inundações localizadas são freqüentes devido ao freático elevado. Movimentação lateral e vertical constante de sedimentos devidos à variação de energia e direção das ondas. Movimentação de areia pela ação dos ventos. Terrenos suscetíveis à ocupação devido à mobilidade dos sedimentos.</p>
<p>Planície de maré (Pm) Altitudes: 0 a 2 m</p>	<p>Áreas planas na faixa de oscilação das marés e de encontro de águas doces e salgadas. Estão abrigadas das circulações mais enérgicas. Associam-se a zonas mais elevadas só atingidas pelas marés de sizígia, canais de maré meandrantés e vegetação de mangue. Constituídas por solos moles formados por silte e argila (vasa) e grande quantidade de restos vegetais e conchas.</p>	<p>Inundações diárias com intensa deposição de finos. Terrenos impróprios à ocupação, devido à inundação diária pela maré e a presença de solos moles.</p>

Elaboração: Arcadis Tetraplan, 2006

**Mapa 1.4-3**  
**Folha A**

**Terrenos da Região**

**Mapa 1.4-3 Terrenos da Área de Região**  
**Folha B**

#### 1.4.3.2 Caracterização dos Tipos de Terrenos da Área de Influência Direta (AID) e Área Diretamente Afetada (ADA)

Baseada nas informações dos tipos de relevo ocorrentes na região e nas informações da geologia e dos solos procedeu-se à análise integrada dos atributos do meio físico da área de instalação da VFLS para se elaborar uma caracterização do relevo de forma direcionada à distinção dos diferentes compartimentos de relevo existentes na AID.

Esses compartimentos de relevo são denominados neste diagnóstico por **terrenos**, segundo o referencial teórico adotado (MABBUTT, 1968; AUSTIN e COOCKS, 1978; e ZONNEVELD, 1992).

O conceito de terreno refere-se a "*uma porção da superfície terrestre que é caracterizada pela similaridade do arranjo espacial de seus componentes e atributos, e que pode ser facilmente reconhecida pela sua fisionomia, tanto no campo quanto por meio de imagens de sensores remotos*". Os terrenos definem-se por sua forma (relevo), sua constituição (substrato rochoso), sua cobertura detrítica (solos) e por sua dinâmica superficial.

A análise integrada dos componentes do substrato rochoso, do relevo e dos solos, baseada na compilação de dados existentes na bibliografia, teve os seguintes objetivos:

- Identificar os diferentes tipos de terreno da AID;
- Estabelecer a fragilidade e/ou o grau de risco a processos erosivos e de deposição dos terrenos e avaliar o seu potencial de uso, com especial enfoque na ADA;
- Subsidiar a elaboração de prognósticos e a avaliação dos impactos ambientais resultantes da instalação do empreendimento.

Assim, a análise integrada dos componentes do meio físico, a análise de imagem de satélite e fotos, e os elementos obtidos nos trabalhos de campo permitiram a elaboração do Mapa de Compartimentos Geomorfopedológicos da AID, na escala 1: 50.000 – Mapa 1.4-4.

Para a definição e caracterização dos terrenos foi utilizado o método paramétrico baseado no estudo e na classificação individual dos atributos do relevo (amplitude das formas, da inclinação das encostas), do substrato rochoso, dos tipos de solos e da dinâmica superficial.

A diferença entre as rochas do embasamento cristalino e os sedimentos da Formação Barreiras foram determinantes para a configuração do relevo que caracteriza os Morrotes e os Tabuleiros.

Nos terrenos constituídos pelos diferentes tipos de granitos e gnaisses, que condicionam pequenas feições no modelado das encostas e na textura dos solos, a importância das rochas foi minimizada, devido à intensidade dos processos pedológicos que deram origem a coberturas pedológicas muito evoluídas que constitui a cobertura pedológica predominante que ocorre em diferentes tipos de relevo, que são os Latossolos Vermelho-Amarelo de textura argilosa.

Esse processo pedogenético intenso, resultante dos processos de aplanamento que subnívelaram rochas com diferentes resistências a erosão, fez com que se destacassem no relevo somente as porções menos fraturadas e mais homogêneas do maciço rochoso, que deram origem aos inúmeros afloramentos rochosos e “pães de açúcar”.

Os tipos de terrenos individualizados na região são os seguintes: Morros e Montanhas rochosas, Morrotes, Tabuleiros; Planícies fluviais e flúvio-marinhas, Planícies de Maré, Terraços e Planícies marinhas, visualizados nas Fotos 1.4-89, 1.4-91 e 1.4-92.

Destes terrenos apenas os Terraços e Planícies marinhas e as Planícies de Maré não terão interferência direta com o empreendimento.

### **A) Morros e Montanhas Rochosas**

Esses terrenos constituem a região serrana onde se diferenciam as serras e vários relevos residuais, que comumente apresentam formas de “pães de açúcar”. Sua ocorrência é restrita, sendo que a interferência com o empreendimento mais significativa deverá ocorrer na serra do Mochuara, localizada no Trecho 1, Sub-trecho 1A, do traçado selecionado e em pequeno segmento da serra da Cobiça, localizada no final do Trecho 2. As demais interferências ocorrerão em alguns relevos residuais, distribuídos ao longo do traçado.

Esse tipo de terreno compõe um grande maciço serrano formado por morros e montanhas com encostas íngremes e rochosas, que apresentam picos de grande beleza cênica, (pães de açúcar), campos de matacões, corpos de tálus e cones de dejeção. Os morros e montanhas rochosas apresentam vales muito encaixados erosivos e erosivos-acumulativos, com canais em rocha e blocos, que comumente formam cachoeiras e que apresentam escoamento torrencial (Fotos 1.4-92 a 1.4-95).

São constituídos por gnaisses bandados com intercalações de anfibolitos, calci-silicáticas e quartzitos do Complexo Paraíba do Sul; ortognaisses enderbitico a tonalítico, ortognaisses granatíferos e granodiorítico associados as Intrusivas Sintectônicas; e granodioritos, biotita monzodiorito, diorito, quartzo monzodiorito e granitos da Suíte Intrusiva do Orogeno Araçuaí, que ocorrem na serra do Mochuara (Foto 1.4-96).

Os solos que ocorrem nesse compartimento estão associados à pedogênese a partir da alteração de rochas do tipo granitos e gnaisses de

composição e textura variada, além de outras rochas metamórficas cristalinas de alto grau. Esses solos oriundos da alteração dessas rochas são argilo-siltosos, por vezes micáceos, com fragmentos e blocos de rocha alterada. Tem baixa coesão e são francamente erodíveis, e com espessuras superiores a 5 m. Os solos residuais são argilo-arenosos e argilosos, com espessuras de 1 a 2 m, e resistentes à erosão (Foto 1.4-97).

A presença de montanhas rochosas e morros do tipo “pão de açúcar” com afloramento de rocha em declives verticais não apresentam condição para a evolução de solos, a não ser em pequenos assentados e fraturas nas faces rochosas, onde há possibilidade da colonização pela vegetação de cactáceas e bromeliáceas, que se instalam em fraturas da rocha em pedogênese inicial (Fotos 1.4-98 e 1.4-99).

Com relação às intervenções necessárias à instalação do empreendimento, cabe salientar que esses terrenos são muito suscetíveis às interferências devido à inclinação acentuada de suas encostas, à erodibilidade do solo de alteração e à intensidade do escoamento superficial. Os processos de erosão laminar e em sulcos são ocasionais e de média intensidade, porém os movimentos de massa, do tipo rastejo e escorregamentos, são freqüentes e de média intensidade, sendo o entalhe fluvial generalizado e de alta intensidade (Foto 1.4-105).

## **B) Morrotes**

Os Morrotes são terrenos que se desenvolvem entre os Morros e Montanhas rochosas e o mar, e constituem o relevo predominante, sendo encontrados ao longo de todo o traçado. Os Morrotes apresentam formas de relevo convexas de “meia laranja”, de baixa amplitude (40 a 90m) com topos nivelados, estreitos e convexos, e encostas com perfil contínuo, com segmentos: convexo, retilíneo, e/ou rochoso com declividades médias a altas de 25 % a 40%. Os vales são erosivos - acumulativos e acumulativos, abertos, com planícies contínuas estreitas e amplas de origem fluvial, mista e marinha (Fotos 1.4-106 a 1.4-111).

Esses terrenos também são constituídos por gnaisses bandados com intercalações de anfibolitos, calci-silicáticas e quartzitos do Complexo Paraíba do Sul; ortognaisses enderbitico a tonalítico, ortognaisses granatíferos e granodiorítico associados às rochas Intrusivas Sintectônicas, que se encontram aplanadas e subniveladas. Cabe ressaltar que em alguns locais ocorrem delgadas coberturas de sedimentos da Formação Barreiras sobre as rochas do embasamento.

Os solos de alteração dos gnaisses e granitos são argilo-siltosos, por vezes micáceos, com fragmentos e blocos de rocha alterada. Tem baixa coesão e são francamente erodíveis, e com espessuras superiores a 5m. Os solos residuais são argilo-arenosos e argilosos, com espessuras de 1 a 2m, e resistentes à erosão (1.4-112 e 1.4-113).

Os Morrotes são terrenos suscetíveis à interferência antrópica devido à erodibilidade dos solos de alteração e à inclinação das encostas. Os processos de erosão laminar e em sulcos são freqüentes e de intensidade média. O rastejo é generalizado e de intensidade média a alta, sendo os escorregamentos e o entalhe de canal processos ocasionais e intensidade baixa (Fotos 1.4-117 a 1.4-126).

## **C) Tabuleiros**

Esses terrenos ocorrem próximo à linha de costa e têm distribuição restrita, sendo encontrados no trecho entre Manguariba e o Porto de Ubu, a partir do quilômetro 86,6 e entre os quilômetros 38,6 e 41,5 do traçado, no Trecho 1.

Os Tabuleiros caracterizam-se como um relevo de topos amplos e planos, com amplitudes de 15 a 50 m e encostas com inclinações de 5 % a 15 %, que formam vales abertos erosivos-acumulativos, com planícies de origem mista e marinha. Na linha de costa, esses terrenos formam falésias vivas e mortas, que se intercalam com trechos de praias, de relevante beleza cênica (Fotos 1.4-127 a 1.4-132).

Esses terrenos são sustentados por sedimentos terciários da Formação Barreiras, representados por camadas de areias grossas arcosianas e cascalhos, e lentes de argila,

associadas a camadas delgadas de areia argilosa e argila arenosa, cuja alteração têm composição argilo-arenosa e argilo-siltosa com grânulos e espessuras de 3 a 5 m, sendo o solo residual geralmente argiloso ou argilo-arenoso (Fotos 1.4-133 e 1.4-134).

Os Tabuleiros são terrenos pouco sensíveis à interferência antrópica, pois os processos de erosão laminar e em sulcos são ocasionais e de intensidade baixa a média, embora ocorram pontos localizados de erosão acelerada.

#### **D) Planícies Fluviais e Flúvio-marinhas**

As Planícies fluviais e flúvio-marinhas apresentam ampla distribuição, desenvolvidas ao longo dos cursos dos rios, sendo interceptadas em vários pontos pelo empreendimento.

Esses terrenos são caracterizados como planícies formadas em diferentes ambientes de sedimentação, em que se associam: planícies lagunares formadas pela colmatção de antigas lagunas e fundos de baías, como é o caso da planície ao longo do rio Benevente e seu afluente Salinas e do rio Iconha; planícies flúvio-marinhas que correspondem a áreas onde os rios atravessam paleolagunas e cordões arenosos promovendo o retrabalhamento fluvial dos sedimentos, fato que confere a estas faixas características distintas das planícies adjacentes, tal como encontrado no rio Bubu; e as planícies fluviais formadas pela ação dos rios nas partes interiores da zona costeira, constituídas pela planície de inundação e baixos terraços. As maiores planícies fluviais da área de estudo estão associadas aos rios Jucu, Benevente, Iconha e seu afluente Novo.

As planícies fluviais e flúvio-marinhas são áreas planas que se caracterizam por serem inundadas sazonalmente no período das chuvas e apresentarem alagadiços em canais abandonados, barras em pontal, barras longitudinais e ilhas, canais aluviais meândricos e escoamento difuso, quando colmatadas (Fotos 1.4-136 a 1.4-140).

São terrenos constituídos por argila, silte, areia, cascalho e matéria orgânica em camadas de espessuras e arranjos variados (Fotos 1.4-141 e 1.4-142). Nos trechos mais interiores, apresentam seixos e blocos de quartzo, quartzito, granitos e gnaisses, com intercalações de areias médias, grossas, micáceas, com grânulos angulosos de quartzo e feldspato associados a cones de dejeção e a contribuição lateral das encostas. Nas áreas onde os rios atravessam cordões arenosos e paleolagunas apresentam areia, argilas, restos vegetais e concha. Nas áreas alagadiças perenes podem apresentar sedimentos com elevado teor de matéria orgânica (turfas).

Nesses terrenos, os processos erosivos são restritos ocorrendo apenas erosão vertical e lateral dos canais fluviais, quando estes ainda apresentam fluxo constante. Nas planícies predominam processos de deposição associados à decantação de sedimentos finos durante as inundações, e ao aporte lateral dos canais formando barras e ilhas.

As Planícies fluviais e flúvio-marinhas são muito suscetíveis à ocupação devido ao risco de inundação periódica, pois constituem a área de escoamento pluvial dos terrenos adjacentes mais elevados; à dificuldade de escoamento por serem planas, e ao elevado risco de contaminação devido ao lençol freático elevado. No entanto, verifica-se que várias dessas

planícies encontram-se alteradas em sua constituição natural por canais de drenagem para desenvolvimento de atividades agropecuárias.

### **E ) Planícies de Maré**

Esses terrenos constituem baixios, que se desenvolvem nos locais abrigados das circulações mais enérgicas, formando áreas planas na faixa de oscilação das marés e de encontro de águas doces e salgadas. No interior dessas planícies ocorrem zonas mais elevadas só atingidas pelas marés de sizígia. Essas áreas são constituídas por sedimentos moles formados por areia fina, silte e argila (vaza) e grande quantidade de restos vegetais e conchas, sendo cortadas por canais de maré meândricos, e recobertas pela vegetação de mangue. Sobre esses sedimentos desenvolvem-se Gleissolo tiomórfico salino.

As Planícies de maré mais expressivas são observadas na foz do rio Benevente em Anchieta e na baía de Guarapari e na baía de Vitória. Estas áreas não copõem a AID. (Fotos 1.4-144 a 1.4-147).

Nestes terrenos, ocorre inundação diária pela maré, intensa deposição de sedimentos finos e presença de solos moles.

### **F ) Terraços e Planícies Marinhas**

Esses terrenos foram definidos com base no tipo de sedimento que os constituem que são as areias marinhas quartzosas, sendo formados por dois tipos de relevo o Terraço marinho e a Planície marinha com cordões e praias.

Os Terraços são elevados e situados em altitudes de 5 a 8 m, são constituídos por areias finas e muito finas, cimentadas ou não, resultantes de deposição marinha regressiva, de idade pleistocênica. Seus limites são bastante recortados, o que evidencia seu caráter de remanescentes de ingressões marinhas.

A Planície marinha com cordões é constituída por areias finas quartzosas de coloração esbranquiçada, com laminação plano-paralela e idade holocênica. A origem destes sedimentos está associada a cordões litorâneos praias e por vezes a dunas, formadas pela ação eólica sobre os sedimentos de praias (Fotos 1.4-148 e 1.4-149).

Nesses terrenos, os processos erosivos são localizados ocorrendo erosão fluvial na margem dos rios, inundações nas depressões intercordões devido ao freático elevado, e erosão e deposição por ondas nas zonas de praia, que é um processo restrito à faixa de contato com o mar, e ainda erosão e deposição por ação eólica. Estes também são terrenos que não pertencem à AID do empreendimento.

**Mapa 1.4-4                    Compartimentos Geomorfopedológicos da AID**  
**Articulação**

## Mapa 1.4-4 Compartimentos Geomorfopedológicos da AID

### Legenda Eexpandida

**Mapa 1.4-4 Compartimentos Geomorfopedológicos da AID**

**Folha A**

**Mapa 1.4-4 Compartimentos Geomorfopedológicos da AID**

**Folha B**

**Mapa 1.4-4 Compartimentos Geomorfopedológicos da AID**

**Folha C**

**Mapa 1.4-4 Compartimentos Geomorfopedológicos da AID**

**Folha D**

**Mapa 1.4-4 Compartimentos Geomorfopedológicos da AID**

**Folha E**

**Mapa 1.4-4 Compartimentos Geomorfopedológicos da AID**

**Folha F**

**Mapa 1.4-4 Compartimentos Geomorfopedológicos da AID**

**Folha G**

**Mapa 1.4-4 Compartimentos Geomorfopedológicos da AID**

**Folha H**

**Mapa 1.4-4    Compartimentos Geomorfo-pedológicos da AID**

**Folha I**

**Inserir Relatório Fotográfico –Geomorfologia (1)**

**Inserir Relatório Fotográfico –Geomorfologia (2)**

**Inserir Relatório Fotográfico –Geomorfologia (3)**

**Inserir Relatório Fotográfico –Geomorfologia (4)**

**Inserir Relatório Fotográfico –Geomorfologia (5)**

**Inserir Relatório Fotográfico –Geomorfologia (6)**

**Inserir Relatório Fotográfico –Geomorfologia (7)**

**Inserir Relatório Fotográfico –Geomorfologia (8)**

**Inserir Relatório Fotográfico –Geomorfologia (9)**

**Inserir Relatório Fotográfico –Geomorfologia (10)**

**Inserir Relatório Fotográfico –Geomorfologia (11)**

**Inserir Relatório Fotográfico –Geomorfologia (12)**

## 1.4.4 Pedologia

### 1.4.4.1 Considerações Iniciais

A identificação e análise das classes de solos, no âmbito do diagnóstico ambiental regional, têm como objetivos básicos fornecer indicações a respeito da composição físico-química das diferentes classes e unidades de solos tendo em vista embasar a caracterização de sua suscetibilidade à erosão.

#### A) *Abordagem Metodológica*

Os conceitos das classes de solos identificados neste diagnóstico são baseados no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, apresentado no Anexo IV-1.3. Os atributos do solo, tipos de horizonte A (superfície), fases de vegetação e relevo adotados no mapa para a subdivisão das classes de solos da região e AID são os seguintes:

- **Saturação de Bases (valor V%):** Refere-se à proporção (taxa percentual de cátions básicos trocáveis em relação à capacidade de troca determinada a pH 7). Alta saturação específica distinção de solos com saturação por bases igual ou superior a 50% (caráter eutrófico), e baixa saturação específica distinção de solos com saturação de bases inferior a 50% (caráter distrófico).
- **Álico:** Saturação por Al trocável é superior a 50%.
- **Sálico:** Propriedade referente à presença de sais mais solúveis em água fria que o sulfato de cálcio (gesso), em quantidade tóxica a maioria das plantas.
- **Atividade da fração argila (valor T):** Refere-se à capacidade de troca de cátions (valor T) correspondente a fração argila, calculada pela expressão:  $((T \times 100) / \% \text{ argila } )$ . Atividade alta (Ta) designa valor igual ou superior a 27 cmolc/Kg de argila, e a atividade baixa (Tb), valor inferior a esse, sem correção para Carbono.
- **Tipo de horizonte de superfície:**
  - Horizonte A hístico: definido pela constituição orgânica, resultante de acumulações de resíduos vegetais depositados superficialmente, ainda que, no presente possa encontra-se recoberto por horizontes ou depósitos minerais e mesmo camadas orgânicas recentes.
  - Horizonte A chernozémico: Horizonte mineral superficial, relativamente espesso, de cor escura, com alta saturação de bases.
  - Horizonte A proeminente: Características comparáveis àquelas do horizonte A chernozémico, no que se refere a cor, teor de Carbono orgânico, consistência e espessura. Difere por apresentar saturação por bases inferior a 65%.

- Horizonte A fraco: Horizonte mineral superficial fracamente desenvolvido, seja pelo reduzido teor de colóides minerais ou orgânicos, seja por condições externas de clima e vegetação.
- Horizonte A moderado. São incluídos nesta categoria os horizontes superficiais que não se enquadram no conjunto das definições dos demais horizontes diagnósticos superficiais.
- **Textura** - Diz respeito à composição granulométrica do solo:
  - *Arenosa*: compreende as classes texturais areia e areia franca.
  - *Média*: compreende classes texturais ou parte delas, tendo na composição granulométrica menos de 35% de argila e mais de 15% de areia, excluídas as classes texturais areia e areia franca.
  - *Argilosa*: compreende classes ou parte delas, com 35 a 60 % de argila.
  - Muito argilosa: compreende classes texturais com mais de 60% de argila.
  - Siltosa: compreende classes texturais que tenham menos de 35% de argila e menos de 15% de areia.
- **Fase de vegetação**: Indicam as condições hídricas térmicas e de oligotrofia dos solos.
- **Fases de relevo**: Qualifica condições de declividade, comprimento de encostas e configuração superficial de terrenos, que afetam as formas de modelado de áreas de ocorrência de solo:
  - Plano: declividade 0-3% .
  - Suave ondulado: declividade 3-8%.
  - Ondulado: 8-20%.
  - Forte ondulado: 20-45%
  - Montanhoso: 45-75%
  - Escarpado: > 75%

#### 1.4.4.2 Pedogênese da Região

Na região, as condições ambientais para o desenvolvimento dos solos (pedogênese) apresentam-se favoráveis ao intenso intemperismo, devido às características climáticas de precipitação e temperatura elevadas, necessárias à alteração rápida e profunda das rochas.

Os materiais de que dão origem aos solos, nesta área, basicamente são das seguintes naturezas: rochas cristalinas predominantemente do tipo granito e gnaisses; rochas sedimentares Terciárias da Formação Barreiras, e sedimentos Quaternários fluviais e/ou de origem marinha.

As rochas cristalinas dominam toda a área de estudo e distribuem-se em grandes maciços e morrotes, que sofrem forte ação do intemperismo e dos processos de pedogênese, resultando em coberturas pedológicas muito evoluídas em termos mineralógicos. O solo do tipo Latossolo Vermelho Amarelo textura argilosa domina a cobertura pedológica, ocorrendo tanto em relevo de Morrotes, como no relevo de Morros e Montanhas rochosas (relevo fortemente ondulado e montanhoso).

É freqüente a associação dessa cobertura pedológica com outros tipos de solos. Quando a declividade é muito elevada (superior a 20%) é comum sua associação na paisagem com solos pedologicamente menos desenvolvidos (Cambissolos, Neossolo Litólicos,) e mesmo Afloramento de Rocha, no caso de inclinação extrema da vertente.

No caso de maciços graníticos de textura grosseira, os solos herdaram na composição granulométrica areia grossa e cascalho, que são em grande parte resíduos de alteração mecânica das rochas. Essa herança granulométrica favorece a evolução de solos com diferença textural no perfil, isto é, solos com horizonte B textural da ordem dos Argissolos.

No geral, a textura (composição granulométrica) dos solos derivados dessas rochas cristalinas graníticas é argilosa. Quando os solos são derivados da alteração de gnaisses, além de textura argilosa, podem apresentar pedregosidade no perfil devido à herança de veios de quartzo, que foram fragmentados e arestados que por vezes afloram em meio à massa dos horizontes.

Os sedimentos Terciários da Formação Barreiras são os materiais de origem do Latossolo Amarelo nos tabuleiros litorâneos. No caso da região, a área fonte dos sedimentos da Formação Barreiras é muito próxima dos tabuleiros (ou morrotes de topo plano) e o Latossolo que recobre esses relevos ora é matiz vermelho-amarelo, ora amarelo devido às contribuições da rocha fonte, por vezes relativamente rica de minerais ferromagnesianos que quando transformados geram um pouco de hematita, com forte efeito na pigmentação do solo. No geral os solos derivados da formação Barreiras são muito intemperizados, distróficos e de textura argilosa.

Os sedimentos Quaternários que preenchem as planícies fluviais, marinhas e mistas apresentam grande variação na composição granulométrica e na drenagem interna do perfil. Devido ao relevo plano onde ocorrem esses sedimentos, a drenagem interna do solo varia de moderada a imperfeita. Nesse caso ocorrem Gleissolos com textura indiscriminada. Organossolos distribuem-se em áreas com drenagem muito restrita e Neossolos Flúvicos (Solos Aluviais) nos terraços das drenagens maiores.

Na faixa litorânea, onde dominam os sedimentos arenosos de origem marinha há a ocorrência da Neossolo Quartzarênico (Areia Quartzosa), em relevo plano e suavemente ondulado, e manchas de Espodosolos.

A distribuição espacial dos tipos de solos identificados na região é visualizada no Mapa 1.4-5. No Anexo IV-1.3, apresenta-se inicialmente a descrição genérica das classes de solos identificadas nessa região, em nível de grande grupo. Essa abordagem visa embasar a análise dos tipos de solos ocorrentes na AID, apresentada na seqüência.

**Mapa 1.4-5 Unidades Pedológicas na Região**  
**Folha A**

**Mapa 1.4-5      Unidades Pedológicas na Região**

**Folha B**

#### **1.4.4.3 Caracterização dos Solos da Área de Influência Direta (AID)**

A caracterização das unidades de mapeamento pedológico, que se encontram na AID, focaliza as classes de solos como componentes da paisagem – unidades morfopedológicas, sendo descritos, de acordo com o novo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, de forma associada à rocha matriz e às formas de relevo.

Considerando-se que o objeto deste Estudo é a avaliação do impacto ambiental da instalação e operação da VFLS, a abordagem dos solos privilegiou neste item a questão da suscetibilidade à erosão. Deve-se esclarecer que a descrição completa das características de cada tipo de solo identificado encontra-se no Anexo IV-1.3, conforme mencionado anteriormente, e a erodibilidade dos solos é apresentada ao final da caracterização das unidades morfopedológicas (item 1.4.4.2).

Dessa forma, apresenta-se a seguir, as características dos solos de forma sintética e sua correspondente suscetibilidade à erosão.

**Quadro 1.4-4 Tipos de solo na AID, características e suscetibilidades**

Tipo de Solo	Características	Suscetibilidade
Latossolo	<p>constituídos por material mineral, apresentando horizonte B latossólico, imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A (orgânico).</p> <p>são virtualmente destituídos de minerais primários ou secundários menos resistentes ao intemperismo, e têm capacidade de troca de cátions baixa. Variam de fortemente a bem drenados.</p> <p>normalmente muito profundos, sendo a espessura do solum raramente inferior a um metro.</p> <p>os teores da fração argila no solum aumentam gradativamente com a profundidade, ou permanecem constantes ao longo do perfil</p>	<p>Baixa suscetibilidade à erosão – quando argilosos e em superfícies aplanadas ou levemente onduladas ( tabuleiros e baixos morrotes)</p> <p>Média suscetibilidade à erosão quando arenosos e em relevo de morrotes</p>
Argissolos	<p>Compreende solos constituídos por material mineral, que têm como características diferenciais argila de atividade baixa e horizonte B textural, imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte superficial.</p> <p>Parte dos solos desta classe apresenta um evidente incremento no teor de argila, com ou sem decréscimo, do horizonte B para baixo no perfil</p>	<p>Alta suscetibilidade à erosão quando desenvolvidos em morros e montanhas rochosas</p> <p>Média suscetibilidade a erosão quando localizado e terrenos levemente ondulados</p>
Nitossolos	<p>constituídos por material mineral, com horizonte B de argila de atividade baixa, textura argilosa ou muito argilosa, estrutura em blocos subangulares, angulares ou prismática moderada ou forte, com superfície dos agregados reluzente, relacionada a cerosidade e/ou superfícies de compressão.</p> <p>apresentam horizonte B bem expresso em termos de desenvolvimento de estrutura e cerosidade, mas com inexpressivo gradiente textural.</p> <p>São profundos, bem drenados</p>	<p>Elevada suscetibilidade à erosão quando desenvolvidos em encostas com declividade elevada</p>
Cambissolos	<p>constituídos por material mineral, que apresentam horizonte A ou hístico com espessura &lt; 40 cm seguido de horizonte B incipiente.</p> <p>Devido à heterogeneidade do material de origem, das formas de relevo e das condições climáticas, as características destes solos variam muito de um local para outro. Assim, esta classe comporta desde solos fortemente até imperfeitamente drenados, de rasos a profundos,</p>	<p>Elevada suscetibilidade à erosão quando desenvolvidos em morros e montanhas rochosas ou quando expostos em corte de vertentes</p>

Tipo de Solo	Características	Suscetibilidade
Chernossolos	<p>constituídos por material mineral que têm como características discriminantes, alta saturação por bases, argila de atividade alta e horizonte A chernozêmico sobrejacente a um horizonte B textural, B nítico, B incipiente, ou horizonte C cálcico ou carbonático.</p> <p>solos normalmente pouco coloridos (escuros ou com tonalidades pouco cromadas e matizes pouco avermelhadas), bem a imperfeitamente drenados</p>	<p>Ocorrem associados a relevos de morros e montanhas rochosas, apresentando elevada suscetibilidade à erosão</p>
Neossolos	<p>solos constituídos por material mineral ou por material orgânico pouco espesso; perfil pouco desenvolvido, em consequência da baixa intensidade de atuação dos processos de formação dos solos.</p> <p>as características do próprio material rochoso (resistência ao intemperismo ou composição química) e do relevo podem impedir ou limitar a evolução desses solos.</p>	<p>Elevada suscetibilidade a erosão no caso de Neossolo Litólico (antigos Litossolos) devido à pequena espessura do perfil</p>
Gleissolos	<p>formados em materiais originários estratificados ou não, sujeitos a constantes ou periódicos excessos d'água;</p> <p>comumente, desenvolvem-se em sedimentos recentes nas proximidades dos cursos d'água e em materiais colúvio-aluviais sujeitos a condições de hidromorfia, podendo formar-se também em áreas de relevo plano de terraços fluviais, lacustres ou marinhos, como também em materiais residuais em áreas abaciadas e depressões.</p> <p>São eventualmente formados em áreas inclinadas sob influência do afloramento de água subterrânea (surgentes).</p>	<p>são permanentes ou periodicamente saturados por água, salvo se artificialmente drenados.</p> <p>A água de saturação ou permanece estagnada internamente, ou a saturação é por fluxo lateral no solo.</p> <p>Em qualquer circunstância, a água do solo pode se elevar por ascensão capilar, atingindo a superfície do mesmo.</p>
Espodossolos	<p>tipo de solo fruto da lavagem do perfil pelos ácidos orgânicos gerados pela decomposição da matéria orgânica, que são lixiviados através do perfil de solo desenvolvido sobre material arenoso.</p>	<p>Suscetíveis à ocupação, devido à dificuldade de escoamento, geralmente localizado em terrenos muito arenosos e ligeiramente deprimidos.</p>
Organossolos	<p>pouco evoluídos, constituídos por material orgânico proveniente de acumulações de restos vegetais em grau variável de decomposição, acumulados em ambiente mal a muito mal drenados, ou em ambientes úmidos de altitude elevada, que estão saturados com água por poucos dias no período chuvoso.</p>	<p>elevada suscetibilidade à ocupação, devido à dificuldade de escoamento e ao risco de inundação.</p> <p>O comportamento geotécnico muito instável, devido ao abatimento do terreno por compressão, ou oxidação (queima) quando drenados.</p>
Afloramento de rocha	<p>exposição na superfície do embasamento rochoso local, sem a presença de solo, isto é rocha nua.</p>	<p>Não há erosão</p>

### 1.4.5 Unidades Geomorfopedológicas

Neste item, os tipos de solos da AID e da ADA são apresentados como componentes da paisagem associados às formas de relevo. Para cada compartimento de relevo (terrenos) são descritos os principais tipos de solo associados e sua distribuição em topos-seqüências, quando for o caso.

#### A) *Metodologia dos Trabalhos*

##### A.1) *Procedimentos de Escritório e Campo*

O mapa dos tipos de terrenos com informações pedológicas, elaborado na escala 1:50.000, é fruto da separação de padrões fisiográficos em cartas topográficas planialtimétricas na mesma escala, elaboradas a partir das bases cartográficas do IBGE.

Nos pontos representativos dos diferentes tipos de terrenos identificados ao longo do traçado da VFLS, sempre que foi possível o acesso, foram realizadas sondagens com trado ou análise e descrição do perfil do solo em perfis observados em taludes.

Dos 50 pontos visitados ao longo do traçado, ou da proximidade possível do traçado da ferrovia, 20 tiveram perfis de solo amostrados nos horizontes de superfície e subsuperfície. Essas amostras sofreram análises físicas e químicas para pontualmente possibilitarem a classificação dos solos e a análise da suscetibilidade à erosão.

Em ambos os casos, amostras de solo foram coletadas quando convenientes. As descrições e procedimentos de coleta de amostras seguiram as normas da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (1984).

Todos os perfis foram assinalados no mapa em numeração seqüencial de 1 até 50, ao longo da AID, ou nas proximidades.

##### A.2) *Procedimentos de Laboratório*

As determinações para as análises laboratoriais seguiram as normas da Embrapa – 1997, e realizadas na Pirasolo Laboratório Agrotécnico Ltda, sob responsabilidade do químico Walter Spruck.

Os parâmetros utilizados nas análises físicas foram granulometria e argila dispersa em água; e os parâmetros utilizados nas análises químicas foram P, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, Acidez titulável, Alumínio trocável, pH em água e pH em solução e Carbono orgânico. A avaliação desses parâmetros encontra-se detalhada no Anexo IV-1.7.

#### **1.4.5.1 Caracterização das Unidades Geomorfopedológicas da Área de Influência Direta (AID) e Área Diretamente Afetada (ADA)**

##### **A) Compartimento – Morros e Montanhas Rochosas**

Os solos que ocorrem nesse compartimento estão associados a pedogênese a partir da alteração de rochas do tipo granitos e gnaisses de composição e textura variada, além de outras rochas metamórficas cristalinas de alto grau (migmatitos).

Como o próprio nome do compartimento diz, as montanhas rochosas são morros do tipo “pão de açúcar” com afloramento de rocha em declives verticais onde não há condição para a evolução de solos, a não ser em pequenos assentados e fissuras nas faces rochosas onde há possibilidade da colonização pela vegetação de cactáceas e bromeliáceas que se instalam em fraturas da rocha em pedogênese inicial.

Quando o declive é ligeiramente suavizado e há condições mínimas para a evolução de solos, estes são rasos do tipo Neossolo Litólico (Litossolo) e Cambissolos, estes últimos com muitos resíduos de rochas na massa do perfil do solo e espessura inferior a 1m.

Os Cambissolos, que são solos em estágio de transformação rocha-solo, podem ocorrer também nesse relevo ondulado de formato convexo, estando normalmente associados aos maiores declives.

No relevo de montanhas, os processos pedogenéticos avançam em relevo ondulado e fortemente ondulado e aí se distribuem solos mais espessos e pedologicamente organizados. São coberturas de Latossolos Vermelho – Amarelo e Argissolo Vermelho Amarelo todos de textura argilosa ou muito argilosa, e com o predomínio de areia grossa, ou são cascalhentos. Esse material granulométrico mais grosseiro que permanece no solo corresponde a resíduos dos cristais de quartzo componentes das rochas graníticas e gnáissicas, os quais são resistentes à decomposição.

Quando os solos são do tipo Argissolos, o perfil apresenta seqüência de horizontes A-Bt com a estrutura do Bt em prismas grandes, de grau moderado que se desfazem em blocos subangulares médios, de médio grau desenvolvimento. A espessura do perfil é variável, mas geralmente em torno de 1,5m a 2,0m.

Se a cobertura for de Latossolo Vermelho Amarelo, o horizonte Bw apresenta estrutura em microagregados, com transição difusa entre sub-horizontes. Os perfis de solo organizados pedologicamente não são necessariamente espessos, mas a camada de rocha alterada intemperizada (horizonte C) neste compartimento é bastante desenvolvida podendo chegar a vários metros de espessura, como atestam as Fotos 1.4-152 a 1.4-155 presentes no relatório fotográfico.

Deve-se ressaltar que os afloramentos de rocha aparecem muitas vezes com distribuição errática na meia encosta, intercalados por cobertura de Cambissolo e/ou Argissolo.

No compartimento dos Morros e Montanhas rochosas, a toposeqüência típica é constituída por Afloramento de Rocha, Neossolo Litólico (Litossolo), Cambissolo e Argissolo (Foto 1.4-102,

1.4-103 e 1.4.104/ 1.4-151, 1.4-154 e 1.4-155). A Foto 1.4-151 apresenta uma topossequência típica deste compartimento na região de Cobiça.

As fichas de análise física e química dos perfis amostrados neste compartimento e sua respectiva classificação segundo os critérios do Sistema Brasileiro de Classificação de Solo são apresentadas no Anexo IV-1.7.

## **B) Compartimento – Morrotes**

Este compartimento é o mais extenso dentro da área da AID e da ADA. Nele predominam as formas convexas de meia laranja associadas a planícies restritas, conforme visualizado na Foto 1.4-156.

O embasamento rochoso dominante é de rochas cristalinas: granitos e gnaisses de diversos tipos em termos de composição mineralógica, textura e estrutura. O intemperismo e o processo pedogenético são muito intensos devido às condições predominantes de clima quente e úmido, o que implicou em alteração praticamente total das rochas e na formação de solos muito evoluídos, mesmo em relevo ondulado.

Nesse amplo compartimento o Latossolo Vermelho Amarelo predomina, e vez por outra ocorre em associação com Cambissolos Háplicos Tb, ou com Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico latossólico.

A morfologia dos solos examinados nesse compartimento apresenta, de maneira geral, estrutura microgranular no horizonte Bw, fruto da composição oxidica e de argilas de baixa atividade da fração argila, que é a fração granulométrica dominante na composição dos solos.

Também por conta da textura grosseira da rocha mãe, eventualmente rica em quartzo, os solos herdam areia grossa e algum cascalho na composição granulométrica. Quando úmidos são friáveis, plásticos e pegajosos quando molhados, porém apresentam boa capacidade de infiltração quando mantida as boas condições estruturais.

A cor do solo predominante é vermelho amarelo, porém há variações locais em função da variação do teor de ferro da rocha mãe e ambiente de drenagem no corpo do solo, conforme visualizado nas Fotos 1.4-154, 1.4-155/1.4-157 e 1.4-158.

Em praticamente toda a extensão desse Compartimento, além desses solos típicos mencionados, é comum a associação entre os Latossolos, nas vertentes convexas, e Afloramento de Rocha no fundo dos vales restritos (Foto 1.4-158).

Além de Latossolos foram identificados Cambissolo Háplicos típicos, de ocorrência rara (Fotos 1.4-115/1.4-159), assim como Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico latossólico.

As fichas de análise física e química dos perfis amostrados neste Compartimento e sua respectiva classificação segundo os critérios do Sistema Brasileiro de Classificação de Solo são apresentadas no Anexo IV-1.7.

### **C) Compartimento – Tabuleiros**

Esse compartimento apresenta relevo de superfícies amplas e de topos achatados, que se desenvolveram sobre os sedimentos Terciários da Formação Barreiras, distribuindo-se próximo da faixa litorânea. As Fotos 1.4-160 e 1.4-161 apresentam um perfil de solo e a topografia dominante nesse compartimento.

O tipo de solo associado a esse compartimento é o Latossolo Amarelo, caracterizado por cor amarela no horizonte Bw e geralmente apresenta textura argilosa (Fotos 1.4-134/ 1.4-161, 1.4-162).

Em geral, esse tipo de solo apresenta baixa fertilidade natural devido à intensa lixiviação a que está submetido. Sua fração argila é dominada por caulinita, minerais de argila com o formato de pequenas placas. O arranjo da microestrutura pode resultar em um comportamento de grande coesão quando os solo encontra-se seco, com consistência dura ou muito dura em algum sub-horizonte do Bw.

Os dados analíticos do perfil amostrado deste tipo de solo encontram-se no Anexo IV-1.7.

### **D) Compartimento – Planície Fluvial**

Esse compartimento é formado por sedimentação recente, com predomínio de solos mal drenados do tipo Gleissolos e composição granulométrica muito diversa. Entretanto outras classes de solos podem se desenvolver nesse ambiente, como por exemplo, Organossolos ou Neossolos Flúvicos. No entanto, pontualmente a classe reconhecida foi de Gleissolos (Fotos 1.4-143 / 1.4-163).

Os Gleissolos são um tipo de solo caracterizado pela má drenagem, e conseqüentemente o horizonte glei apresenta-se logo abaixo do horizonte A, com cores de tonalidade pálidas e variegadas, ocres, indicadores da presença e oscilação do lençol freático pelo diferentes estados de oxidação dos compostos de ferro.

A textura é variada e a consistência molhada, quando o solo é argiloso, é muito plástica e muito pegajosa. Aliás, todos os pontos de solos observados nesse compartimento apresentaram-se molhados indicando a saturação hídrica.

Para a utilização desses solos, verifica-se um amplo processo de drenagem das planícies aluviais mais amplas, como as dos rios Jucu, Beneventes, Iconha, entre outros, visando melhorias ao aproveitamento agrícola.

Os resultados da análise de solo desta classe encontram-se no Anexo IV-1.7.

### **E) Compartimentos – Planície Lagunar, Planície Flúvio-Marinha e Planície Marinha com Cordões e Praias**

Esses compartimentos referem-se às amplas baixadas formadas por sedimentos recentes, que estão associados a solos mal drenados, dos tipos Gleissolos, Organossolos ou Neossolos Flúvicos (aluviões).

Quando o sedimento apresenta-se com composição predominantemente arenosa e sob condições de drenagem deficiente, há a formação de solos da classe dos Espodosolos, caracterizado pela segregação de matéria orgânica e/ou compostos de ferro que se precipitam na base do perfil do solo.

As planícies lagunar e flúvio-marinha sofreram um amplo processo de drenagem artificial e são intensamente ocupadas com atividade agrícola de pastagens plantadas e cultivo de grãos para consumo local, conforme visualizado nas Fotos 1.4-164 e 1.4-165.

Nas planícies marinhas com cordões e praias há a presença de Neossolo Quartzarênico (Areia Quartzosa) de características de drenagem excessiva no perfil de solo.

#### **1.4.5.2 Erodibilidade dos Solos nos Compartimentos da AID e ADA**

A erodibilidade dos solos está relacionada aos componentes intrínsecos ao próprio solo (granulometria, diferença ou homogeneidade textural do perfil), ao relevo (forma, declividade e comprimento das vertentes), ao regime pluviométrico e chuvas de máxima intensidade, e por fim ao componente antrópico uso e manejo do solo.

A observação dos solos nos diversos compartimentos leva à conclusão, com exceção das planícies, que há uma dominância de solos pedologicamente organizados com pelo menos 2 m de espessura e isto se deve às drásticas condições de pedogênese.

Esses solos espessos, quando submetidos à ação das águas pluviais são suscetíveis ao desenvolvimento de processo erosivo, cuja resposta é a geração de grande quantidade de sedimentos finos, independente da classe de solo tanto do compartimento morros-montanhas rochosas quanto dos morrotes.

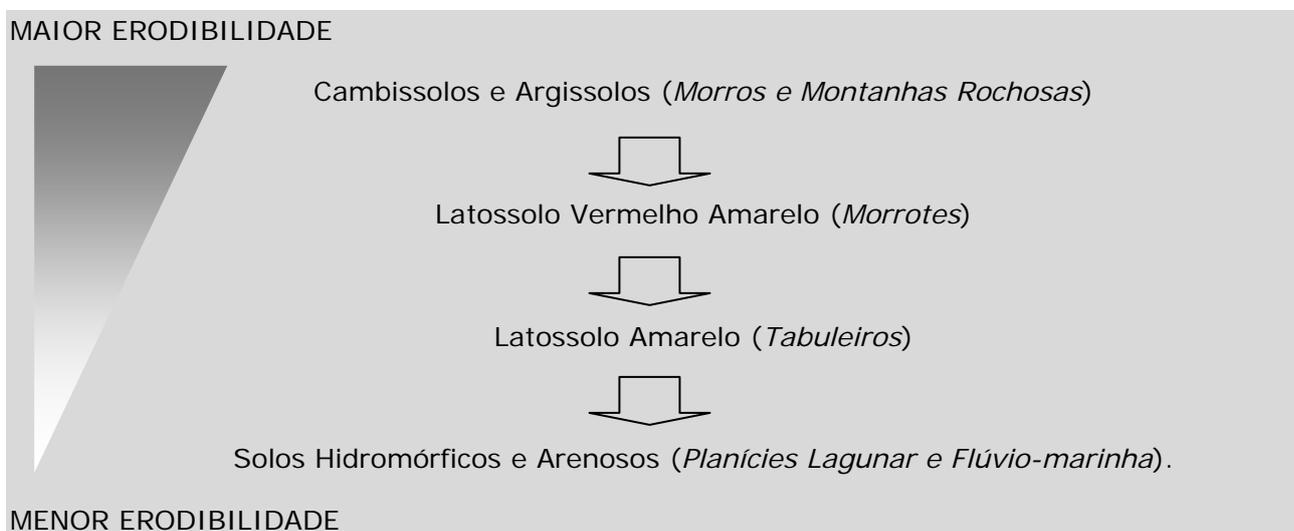
Nesses compartimentos, as declividades são sempre elevadas, e o risco de desestabilização da superfície é sempre presente principalmente se há uso inadequado ou que ultrapasse os limites toleráveis aos solos.

Exemplo disto é a utilização dos solos do compartimento morrotes com pastoreio intensivo e que não respeita os limites de sustentabilidade, levando à erosão laminar severa e a formação de sulcos de erosão nas vertentes convexas, Foto 1.4-167.

No compartimento de tabuleiros, o relevo plano é um grande atenuante do processo erosivo, uma vez que a energia potencial é muito baixa, e as planícies são as receptoras dos produtos erodidos.

No caso do comportamento de taludes expostos em corte que irá ocorrer na ADA, deve-se ressaltar que a composição oxidica e de argilas de baixa atividade do solo resultam em elevado grau de floculação da argila, e isto é um comportamento que atenua a erosão dos solos expostos em taludes. Além disso, o processo de colonização vegetal (crescimento de mato) é muito rápido e intenso, e isto contribui para a proteção das superfícies expostas.

Em função do exposto, a suscetibilidade à erosão relativa aos solos e aos compartimentos pode ser sintetizada na seguinte escala decrescente:



#### 1.4.5.3 Síntese Geomorfopedológica – Fragilidades dos Terrenos

A análise integrada dos componentes do substrato rochoso, dos tipos de relevo e dos solos permitiu primeiramente individualizar os tipos de terrenos (compartimentos) da região e AID.

Da caracterização dos componentes destes terrenos – rochas, sedimentos, morfologia, no âmbito da AID, chegou-se à identificação dos principais processos atuantes e das suas fragilidades naturais permitindo antever uma série de problemas de comportamento e de estabilidade dos componentes desses terrenos em relação às intervenções antrópicas, especialmente a instalação da VFLS, que é o objeto deste diagnóstico.

Assim para se estabelecer as principais características e fragilidades dos terrenos e avaliar as restrições e os impactos ambientais resultantes das obras de instalação da VFLS, foi elaborada a presente síntese geomorfopedológica.

As características destes terrenos, suas fragilidades e restrições são descritas a seguir. As principais informações desta síntese são apresentadas no Quadro 1.4-4 e nos Quadros 1.4-5 e 1.4-6 apresentam-se os riscos e fragilidades por trechos do traçado da VFLS.

A distribuição desses terrenos na AID é apresentada no Mapa 1.4.4, elaborado na escala de 1:50.000).

#### A ) Morros e Montanhas rochosas

Esses terrenos constituem a região serrana onde se diferenciam as serras do Mochuara e da Cobiça dentre outras denominações locais e vários relevos residuais, que comumente apresentam formas de “pães de açúcar”.

Os morros e montanhas rochosas apresentam encostas íngremes e rochosas, que apresentam picos de grande beleza cênica, (pães de açúcar), campos de matacões, corpos de tálus e cones de dejeção, vales muito encaixados, com canais de drenagem em rocha e blocos, que comumente formam cachoeiras e que apresentam escoamento torrencial (Fotos 1.4-92 a 1.4-95).

Esses terrenos são constituídos por rochas cristalinas do embasamento, representadas por gnaisses bandados com intercalações de anfibolitos e quartzitos do Complexo Paraíba do Sul; ortognaisses e granodioritos, e granitos da Suíte Intrusiva do Orogeno Araçuaí, que ocorrem na serra do Mochuara (Foto 1.4-96).

Os solos de alteração dessas rochas, devido à sua composição e textura variadas, são argilo-siltosos, por vezes micáceos, com fragmentos e blocos de rocha alterada. Tem baixa coesão e são francamente erodíveis, e com espessuras superiores a 5 m. Os solos residuais são argilo-arenosos e argilosos, com espessuras de 1 a 2 m, e resistentes à erosão (Foto 1.4-97).

Esses terrenos são muito suscetíveis às intervenções antrópicas devido à inclinação acentuada de suas encostas, a erodibilidade do solo de alteração e a intensidade do escoamento superficial. Nesses terrenos, os processos de erosão laminar e em sulcos são ocasionais e de média intensidade. Movimentos de massa, dos tipos rastejo e escorregamentos, são freqüentes e de média intensidade, sendo o entalhe fluvial generalizado e de alta intensidade (Foto 1.4-105).

As principais fragilidades naturais e os potenciais problemas, nesses terrenos, em face da instalação do empreendimento são:

#### **Morros e Montanhas rochosas**

- instabilização e queda de blocos por descalçamento em taludes de corte ou superfície de encosta;
- instabilização localizada devido à presença de blocos, matacões e de processos de rastejo.
- presença de matacões no solo;
- possibilidade de recalques diferenciais em fundações estruturais implantadas sobre matacões;
- erosão em sulcos e ravinamentos, devido aos solos de alteração arenosos. Os processos são mais intensos nos cortes que nos aterros, que podem ser compactados;
- escorregamentos, devido à exposição do contato solo/ rocha, em áreas saturadas ou com surgência d'água.

## **B) Morrotes**

Os Morrotes são terrenos que se desenvolvem entre os Morros e Montanhas rochosas e o mar, constituindo a maior parte da AID do empreendimento. Os Morrotes apresentam formas de relevo convexas de “meia laranja”, de baixa amplitude (40 a 90m) com topos nivelados, estreitos e convexos, e encostas com perfil contínuo, com segmentos: convexo, retilíneo, e/ou rochoso com declividades médias a altas de 25 % a 40%. Os vales são erosivos - acumulativos e acumulativos, abertos, com planícies contínuas estreitas e amplas de origem fluvial, mista e marinha (Fotos 1.4-106 a 1.4-111).

Esses terrenos também são constituídos por gnaisses bandados com intercalações de anfibolitos, calci-silicáticas e quartzitos do Complexo Paraíba do Sul; ortognaisses associados a rochas intrusivas, que se encontram aplanados e subnivelados. Em alguns locais ocorrem delgadas coberturas de sedimentos da Formação Barreiras sobre as rochas do embasamento.

Os solos de alteração dos gnaisses e granitos são argilo-siltosos, por vezes micáceos, com fragmentos e blocos de rocha alterada. Tem baixa coesão e são francamente erodíveis, e com espessuras superiores a 5 m. Os solos residuais são argilo-arenosos e argilosos, com espessuras de 1 a 2 m, e resistentes à erosão (Fotos 1.4-112 e 1.4-113).

Também por conta da textura grossa da rocha de origem, eventualmente rica em quartzo, os solos herdam areia grossa e algum cascalho na sua composição granulométrica. Quando úmidos são friáveis, plásticos e pegajosos quando molhados, porém apresentam boa capacidade de infiltração quando mantida as boas condições estruturais.

Os Morrotes são terrenos susceptíveis à interferência devido a erodibilidade dos solos de alteração e a inclinação das encostas. Os processos de erosão laminar e em sulcos são frequentes e de intensidade média. O rastejo é generalizado e de intensidade média a alta, sendo os escorregamentos e o entalhe de canal processos ocasionais e intensidade baixa. (Fotos 1.4-117 a Foto 1.4-126).

Quando da interferência com esses terrenos pode-se esperar problemas dos seguintes tipos:

### Morrotes

- escorregamentos localizados devido : à exposição do contato solo/ rocha, em áreas saturadas ou com surgência d'água, ao descalçamento em taludes de corte ou superfície de encosta, a foliação da rocha quando desfavorável a superfície do talude de corte; e a suscetibilidade das encostas ao rastejo;
- erodibilidade por sulcos e ravinamentos, com evolução condicionada pela xistosidade;
- erodibilidade elevada dos solos;
- presença de solos micáceos, que favorecem a erosão superficial;
- presença de matacões e de afloramentos rochosos nas encostas.

### C ) Tabuleiros

Esses terrenos que ocorrem próximo à linha de costa têm distribuição restrita na AID, onde ocorrem no trecho entre Manguariba e o porto de Ubu e entre os quilômetros 38,6 e 41,6 do Trecho 1, Sub-trecho 1B.

Os Tabuleiros caracterizam-se por um relevo de topos amplos e planos com amplitudes de 15 a 50 m e encostas com inclinações de 5 % a 15 % que formam vales abertos com planícies de origem mista e marinha. Na linha de costa, esses terrenos formam falésias vivas e mortas, que se intercalam com trechos de praias, de relevante beleza cênica (Fotos 1.4-127 a 1.4-132).

Esses terrenos são sustentados por sedimentos terciários da Formação Barreiras, sendo representados por camadas de areias grossas arcosianas e cascalhos e lentes de argila, associadas a camadas delgadas de areia argilosa e argila arenosa, sendo o solo residual geralmente argiloso ou argilo-arenoso (Fotos 1.4-33 e 1.4-34).

O tipo de solo associado a esses materiais é o Latossolo Amarelo caracterizado pela cor amarela no Bw e geralmente com textura argilosa (Fotos 1.4-35 / 1.4-163).

Este tipo de solo tem sua fração argila dominada por caulinita, minerais com formato de pequenas placas, de forma que o arranjo micro estrutural destes solos pode resultar em um comportamento de grande coesão quando o solo encontra-se seco, com consistência dura ou muito dura.

Os Tabuleiros são terrenos pouco sensíveis à interferência, pois os processos de erosão laminar e em sulcos são ocasionais e de intensidade baixa a média, embora ocorram pontos localizados de erosão acelerada.

Assim, quando da interferência com esses terrenos deve-se esperar problemas dos seguintes tipos:

#### Tabuleiros

- baixa densidade do solo de alteração e possibilidade de expansão e contração dos solos;
- ocorrência de processo de *piping* que pode provocar erosão remontante;
- ocorrência de erosão laminar e em sulcos em locais com solos de alteração francamente arenosos;
- baixa aderência dos solos superficiais argilosos;
- elevada consistência e plasticidade; e,
- desagregação superficial.

#### D ) Planícies fluviais e flúvio-marinhas

As Planícies fluviais e flúvio-marinhas apresentam ampla distribuição na área de estudo, sendo interceptadas em vários pontos pelo empreendimento.

Esses terrenos são caracterizados pela presença de planícies formadas em diferentes ambientes de sedimentação, a saber: planícies lagunares formadas pela colmatagem de antigas lagunas e fundos de baías; planícies flúvio-marinhas correspondentes a áreas onde os rios atravessam paleolagunas e cordões arenosos; e planícies fluviais formadas pela ação dos rios nas partes interiores da zona costeira.

As maiores planícies mapeadas na AID estão associadas aos rios Jucu, Benevente, Iconha e seu afluente Novo.

As planícies fluviais e flúvio-marinhas são áreas planas que se caracterizam por serem inundadas sazonalmente no período das chuvas, apresentarem alagadiços em canais abandonados, barras em pontal, barras longitudinais e ilhas, canais aluviais meândricos e escoamento difuso, quando colmatadas (Fotos 1.4-136 a 1.4-140).

São terrenos constituídos por argila, silte, areia, cascalho e matéria orgânica em camadas de espessuras e arranjos variados (Fotos 1.4-141 e 1.4-142). No interior, apresentam seixos e blocos de quartzo, quartzito, granitos e gnaisses, com intercalações de areias médias, grossas,

micáceas, com grânulos angulosos de quartzo e feldspato associados a cones de dejeção e a contribuição lateral das encostas.

As áreas, onde os rios atravessam cordões arenosos e paleolagunas, apresentam areia, argilas, restos vegetais e concha. As áreas alagadiças perenes podem apresentar sedimentos com elevado teor de matéria orgânica (turfas). Nesses terrenos predominam solos mal drenados do tipo Gleissolos com composição granulométrica muito diversa, que se associam a outras classes de solos passíveis de serem desenvolvidos nesse ambiente, como por exemplo, Organossolos ou Neossolos Flúvicos (Fotos 1.4-143 / 1.4-164).

Nesses terrenos, os processos erosivos são restritos ocorrendo apenas erosão vertical e lateral dos canais fluviais, quando estes ainda apresentam fluxo constante. Nas planícies predominam processos de deposição associados à decantação de sedimentos finos durante as inundações, e ao aporte lateral dos canais formando barras e ilhas.

Outra fonte de sedimentos para as planícies está associada aos processos erosivos que se desenvolveram nas encostas após o desmatamento da região, favorecendo não só o assoreamento dos canais como o atulhamento das planícies.

As Planícies fluviais e flúvio-marinhas são muito suscetíveis à ocupação antrópica, devido ao risco de inundação periódica, pois constituem a área de escoamento pluvial dos terrenos adjacentes mais elevados, à dificuldade de escoamento por serem planas, e pelo elevado risco de contaminação devido ao lençol freático elevado.

#### Planícies fluviais e flúvio-marinhas

- presença do nível freático próximo à superfície e porosidade elevada dos solos;
- presença de solos moles;
- Suscetibilidade elevada à inundação e ao entulhamento em APP;
- ocorrência de solos com elevado teor de ácidos orgânicos ou com salinidade;
- presença de matacões dispersos nos depósitos fluviais.

Quando da interferência com esses terrenos deve-se esperar os seguintes tipos de problemas:

#### E ) Planícies de maré

Esses terrenos constituem baixios, que se desenvolvem nos locais abrigados das circulações mais enérgicas das marés, sendo constituída por áreas planas formadas na faixa de oscilação das marés e de encontro de águas doces e salgadas. No interior dessas planícies, ocorrem zonas mais elevadas só atingidas pelas marés de sizígia.

Essas planícies são constituídas por sedimentos moles formados por areia fina, silte e argila (vasa) e grande quantidade de restos vegetais e conchas, sendo cortadas por canais de maré meândricos, e recobertas pela vegetação de mangue. Sobre esses sedimentos desenvolvem-se Gleissolo tiomórfico salino.

Na área de estudo, as Planícies de maré não são observadas. Elas localizam-se na foz do rio Benevente em Anchieta, na baía de Guarapari e, na baía de Vitória (Fotos 1.4-144 a 1.4-147).

As planícies de maré são impróprias à ocupação, devido à inundação diária pela maré, à intensa deposição de sedimentos finos e à presença de solos moles.

Esses terrenos apresentam ainda outras restrições, quando da interferência antrópica, tais como:

#### Planícies de maré

- ocorrência de solos com elevado teor de ácidos orgânicos o com salinidade;
- presença do nível freático próximo à superfície e porosidade elevada dos solos e inundação diária pelas marés;
- presença de solos moles;
- Áreas de Preservação Permanente (APP).

#### F) Terraços e Planícies marinhas

Esses terrenos foram definidos com base no tipo de sedimento que os constituem e que são areias marinhas quartzosas. São formados por dois tipos de relevo o Terraço marinho e a Planície marinha com cordões e praias.

Os Terraços são elevados e situados em altitudes de 5 a 8 m, são constituídos por areias finas e muito finas, cimentadas ou não, resultantes de deposição marinha regressiva, de idade pleistocênica. Seus limites são bastante recortados, o que evidencia seu caráter de remanescentes de ingressões marinhas.

A Planície marinha com cordões é constituída por areias finas quartzosas de coloração esbranquiçada, com laminação plano-paralela e idade holocênica. A origem destes sedimentos está associada aos cordões litorâneos, praias e por vezes a dunas, formadas pela ação eólica sobre os sedimentos de praias (Fotos 1.4-148 e 1.4-149).

Nesses terrenos, os processos erosivos são localizados ocorrendo erosão fluvial na margem dos rios, inundações nas depressões inter-cordões devido ao freático elevado, e erosão e

deposição por ondas nas zonas de praia, que é um processo restrito a faixa de contato com o mar, e ainda erosão e deposição por ação eólica.

Embora esses terrenos sejam pouco suscetíveis, eles poderão apresentar os problemas localizados quanto da sua ocupação, tais como:

#### **Terraços e Planícies marinhas**

- inundações devido à dificuldade de escoamento nas depressões intercordões;
- encharcamento causado pela baixa inclinação desses terrenos o que dificuldade de escoamento superficial;
- alta permeabilidade e pouca profundidade do lençol freático, principalmente nas planícies marinhas com cordões;
- baixa coesão e erodibilidade dos solos arenosos;
- transporte de areia pelo vento em campos de dunas.

Concluindo essa Síntese Geomorfopedológica, o Quadro 1.4-4 apresenta as principais relações entre os componentes dos terrenos – rochas-relevo e solos - da AID e a morfodinâmica que atua sobre eles.

**Quadro 1.4-5 Relações entre Relevo – Substrato Rochoso – Solos e a Morfodinâmica**

Tipos de Relevos (Altitudes m)	Características Morfológicas e Substrato Rochoso	Tipos de Solos Associados	Morfodinâmica
<p>Morros e Montanhas rochosas MMHr</p> <p>Altitude: 150 a 840m</p> <p>Amplitude: 120 – 560 m</p> <p>Comp. Rampa 300 – 900 m</p> <p>Inclinação: 35 a 65 %</p>	<p>Formas erosivas com dissecação diferencial devido ao condicionamento litoestrutural.</p> <p>Associam-se a morros alongados, serras de amplitude alta, escarpas, vales retilíneos e pontões rochosos, do tipo “pães de açúcar”.</p> <p>Sustentada por granitos, gnaisses e charnoquitos</p>	<p>Afloramentos de Rocha, nos pães de açúcar.</p> <p>Neossolo Litólico, em regiões de grande declividade</p> <p>Cambissolos Háplico Tb textura argilosa, no sopé das elevações: Argissolo Vermelho Amarelo Eutrófico latossólico seguido de Latossolo Vermelho Amarelo Distófico típico, textura argilosa.</p>	<p>Erosão laminar, em sulcos e ravinas ocasionais e de média intensidade.</p> <p>Rastejo e movimentos de massa: escorregamentos são freqüentes e de média intensidade.</p> <p>Entalhe fluvial é generalizado e de alta intensidade.</p> <p>Terrenos muito susceptíveis à interferência devido à inclinação acentuada de suas encostas e a intensidade dos processos erosivos.</p>
<p>Morrotos MT</p> <p>Altitudes: 50 a 110m</p> <p>Amplitude: 40 a 90 m</p> <p>Comp. Rampa 120 a 200 m</p> <p>Inclinação: 25 % a 40 %</p> <p>Altitudes: 50 a 110 m</p>	<p>Formas dissecadas colinosas, de vertentes côncavo - convexas, vales encaixados e com planícies fluviais e alveolares colmatadas que se associam a serras e maciços litorâneos residuais.</p> <p>Sustentada de modo predominante por granitos, gnaisses e charnoquitos e de modo subordinado por camadas de areias grossas arcossianas e cascalhos, e lentes de argila, associadas a camadas delgadas de areia argilosa e argila arenosa.</p>	<p>Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico textura argilosa e secundariamente Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico textura argilosa Há inclusões de Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico e Afloramento de Rocha no fundo de vale de planícies restritas</p>	<p>Erosão laminar e em sulcos é freqüente e de intensidade média.</p> <p>Rastejo é generalizado e de intensidade média a alta.</p> <p>Escorregamentos e Entalhe de canal é ocasional e intensidade baixa.</p> <p>Terrenos suscetíveis à interferência devido a erodibilidade dos solos de alteração e a inclinação das encostas.</p>
<p>Tabuleiros Tb</p> <p>Altitudes: 20 a 50m</p> <p>Amplitudes: 15 a 50 m</p> <p>Comp. Rampa: 200 a 700 m</p> <p>Inclinação: 5 % a 15 %</p> <p>Altitudes: 15 a 50 m</p>	<p>Superfície de aplanamento erosiva – acumulativa, com formas erosivas pedimentares, tabulares e dissecadas em colinas e morrotos.</p> <p>Apresentam vales de fundo chato e planícies fluviais largas e coluvionadas. Sustentada de modo predominante por camadas de areias grossas arcossianas e cascalhos, e lentes de argila, associadas a camadas delgadas de areia argilosa e argila arenosa.</p>	<p>Latossolo Amarelo Distrófico típico, textura argilosa</p>	<p>Erosão laminar, em sulcos ocasionais e de intensidade baixa a média.</p> <p>Terrenos pouco sensíveis à interferência, porém com pontos localizados de erosão acelerada.</p>
<p>Planícies fluviais</p>	<p>Áreas amplas levemente inclinada em direção ao rio e</p>	<p>Gleissolo Háplico Tb Distrófico típico, A</p>	<p>Freático elevado. Erosão lateral e</p>

Tipos de Relevos (Altitudes m)	Características Morfológicas e Substrato Rochoso	Tipos de Solos Associados	Morfodinâmica
<p>Pf</p> <p>Altitude: 3 a 15m</p> <p>Declividade &lt; 2%</p>	<p>bem desenvolvidas nas proximidades do sopé da serra. É formada pela planície de inundação.</p> <p>Constituídas por silte, argila, areia, cascalho e matéria orgânica em cama das de espessuras e arranjos variados.</p>	<p>moderado, textura indiscriminada.</p> <p>Neossolo Flúvico glêico</p> <p>Organossolos (Solos Orgânicos)</p>	<p>vertical do canal, enchentes sazonais, deposição de finos durante as enchentes por decantação e de areias e seixos por acréscimo lateral.</p>
<p>Planícies fluviomarinhas Pfm</p> <p>Altitude: 2 a 8m</p> <p>Declividade &lt; 2%</p>	<p>Áreas planas onduladas com alagadiços em canais abandonados, barras em pontal, barras longitudinais e ilhas. Canais aluviais meandrantés e escoamento difuso.</p> <p>Constituída por areia, silte, argilas e matéria orgânica e com Cascalhos são restritos.</p>	<p>Gleissolo Háptico Tb Distrófico típico, A moderado, textura indiscriminada.</p> <p>Neossolo Flúvico glêico</p> <p>Organossolos (Solos Orgânicos)</p>	<p>Freático elevado. Erosão lateral e vertical do canal, enchentes sazonais, deposição de finos durante as enchentes por decantação e de areias e seixos por acréscimo lateral.</p> <p>Terrenos muito susceptíveis à ocupação, com risco de inundação e contaminação.</p>
<p>Terraços Marinhas Tmc</p> <p>Altitude: 5 a 8m</p>	<p>Formas de relevo constituídas por: areia, silte, argila, cascalho, restos orgânicos de origem marinha, fluvial e mista.</p>	<p>- Neossolo Quartzarênico (Areia Quartzosa)</p> <p>- Espodossolos, quando a drenagem é deficiente</p>	<p>Erosão fluvial na margem dos rios. Inundações nas depressões intercordões devido ao freático elevado.</p> <p>Terrenos susceptíveis à ocupação, devido à dificuldade de escoamento.</p>
<p>Planícies lagunares Pfg</p> <p>Altitude: 2 a 5m)</p> <p>Declividade &lt; 2%</p>	<p>Áreas planas onduladas que abrigam a faixa de movimentação dos canais meandrantés e áreas de escoamento difuso. Associam-se alagadiços em canais abandonados, barras em pontal, barras longitudinais e ilhas.</p> <p>Constituídas por areia, silte, argilas e matéria orgânica.</p> <p>Cascalhos são restritos as proximidades das encostas.</p>	<p>- Gleissolos, Organossolos ou Neossolos Flúvicos (aluviões).</p>	<p>Erosão vertical e lateral do canal.</p> <p>Terrenos muito susceptíveis à ocupação, devido à dificuldade de escoamento e ao risco de inundação.</p>
<p>Planícies marinhas com cordões e praias Pmc</p>	<p>Áreas planas onduladas formadas pela alternância de cordões marinhas longos e depressões intercordões</p>	<p>- Neossolo Quartzarênico (Areia Quartzosa)</p> <p>-</p>	<p>Inundações localizadas frequentes devido ao freático elevado</p>

Tipos de Relevos (Altitudes m)	Características Morfológicas e Substrato Rochoso	Tipos de Solos Associados	Morfodinâmica
Altitude: 0 a 4m Declividade < 2%	alagadiças e pantanosas, paralelas à linha de costa, contendo praias com bermas, pequenas falésias e dunas formadas no pós-praia pela ação eólica sobre as areias marinhas. São constituídos por areias quartzosas finas com restos de conchas.	Espodossolos, quando a drenagem é deficiente	Movimentação lateral e vertical constante de sedimentos devidos à variação de energia e direção das ondas. Movimentação de areia pela ação dos ventos. Terrenos impróprios à ocupação devido à mobilidade dos sedimentos
Planície de maré Pm  Altitude: 0 a 2m	Áreas planas na faixa de oscilação das marés e de encontro de águas doces e salgadas. Estão abrigadas das circulações mais enérgicas. Constituídas por solos moles formados por silte e argila (vasa) e grande quantidade de restos vegetais e conchas	- Areia Quartzosa Marinha.	Inundações diárias com intensa deposição de finos. Terrenos impróprios à ocupação, devido à inundação diária pela maré e a presença de solos moles.

Elaboração: Arcadis Tetraplan, 2006

Com base nessa tipologia, foi feita uma análise do traçado da VFLS, considerando-se o segmento da ferrovia em relação a cada tipo de terreno.

Nessa análise, são apontadas as principais fragilidades das quais podem decorrer impactos ambientais. O resultado dessa análise é sintetizado nos Quadros 1.4-5 e 1.4-6, que apresenta a distribuição dos tipos de terrenos ao longo do traçado dos trechos 1 e 2 da VFLS, e os problemas esperados.

**Quadro 1.4-6 Caracterização das Fragilidades dos Terrenos no Trecho Santa Leopoldina – Ubu – TRECHO 1**

Trechos km Estimada	Terrenos	Fragilidades
		<b>Planícies Lagunares (Pfg)</b>
0 a 1,6	Pfg	<p>Áreas planas onduladas que abrigam a faixa de movimentação dos canais meandrantos e áreas de escoamento difuso; Associam-se alagadiços em canais abandonados, barras em pontal, barras longitudinais e ilhas.</p> <p>Constituídas por areia, silte, argilas e matéria orgânica. Cascalhos são restritos as proximidades das encostas.</p> <p>Erosão vertical e lateral do canal.</p> <p>Terrenos muito suscetíveis à ocupação</p> <p>Dificuldade de escoamento e risco de inundação.</p>
1,6 a 2	MT	
2 a 3	Pfg- córr. Porto do Engenho	
3 a 3,5	MT	
3,5 a 4,9	Pfg- córr. Porto do Engenho	
4,9 a 5,5	MT	
5,5 a 6	Pf/fm – rio Duas Bocas	
6 a 11,2	MT	
11,2 a 12,9	Pf – rio Bubu	
12,9 a 14	MT	
14 a 14,5	Pf – rio Bubu	
14,5 a 22,2	MT	
22,2 a 22,8	Pf	
22,8 a 24,3	MT	
24,3 a 24,7	MMH r	<b>Planícies Fluviais e Fluviomarinhas (Pf/fm)</b>
24,7 a 31,4	MT	<p>Presença do nível freático próximo à superfície e porosidade elevada dos solos;</p> <p>Presença de solos moles;</p> <p>Suscetibilidade elevada à inundação e ao entulhamento;</p> <p>Ocorrência de solos com elevado teor de ácidos orgânicos ou com salinidade;</p> <p>Presença de matacões dispersos no meio dos depósitos fluviais;</p> <p>Predomínio de Áreas de Preservação Permanente (APP).</p>
31,4 a 32	Pf	
32 a 33	MT	
33 a 36,1	Pf- rio Jucu	
36,1 a 38,1	MT	
38,1 a 41,2	TB	
41,2 a 42,3	Pf- ribeirão Ponta Doce	
42,3 a 45,5	MT	
45,5 a 47,8	Pf Córrego Amarelo	
47,8 a 52	MT	
52,1 a 52,6	Pf córrego Barro	<b>Tabuleiros (TB)</b>
52,6 a 57,8	MT	<p>Baixa densidade do solo de alteração e a expansão e contração dos solos;</p> <p>Ocorrência de processo de <i>piping</i>, que pode provocar erosão remontante;</p> <p>Ocorrência de erosão laminar e em sulcos em locais com solos de alteração francamente arenosos;</p> <p>Baixa aderência dos solos superficiais argilosos.</p>
57,8 a 58,6	Pf córrego Perocão	
58,6 a 61,4	MMHr	
		<b>Morros e Montanhas rochosas (MMH r)</b>
		<p>Instabilização e queda de blocos por descalçamento em taludes de corte ou superfície de encosta;</p> <p>Instabilização localizada devido à presença de matacões no solo;</p> <p>Erosão em sulcos e ravinamentos, devido aos solos de alteração arenosos. Os processos são mais intensos nos cortes que nos aterros, que podem ser compactados;</p>

Trechos km Estimada	Terrenos	Fragilidades
61,4 a 64,6	MT	<p>Escorregamentos, devido à exposição do contato solo/ rocha, em áreas saturadas ou com surgência d'água, em taludes de corte.</p> <p><b>Morrotes (MT)</b>                      Escorregamentos localizados devido: à exposição do contato solo/ rocha, em áreas saturadas ou com surgência d'água; ao descalçamento em taludes de corte ou superfície de encosta; à foliação da rocha quando a superfície do talude de corte for desfavorável; e à suscetibilidade das encostas ao rastejo;</p> <p>Erosão em sulcos e ravinamentos, com evolução condicionada pela xistosidade;                      Erodibilidade elevada dos solos;</p> <p>Presença de solos micáceos, que favorecem a erosão superficial.</p> <p>Presença de matacões e de afloramentos rochosos nas encostas.</p>
64,6 a 65	Pf rio Jabuti	
65 a 71,8	MT	
74,6 a 76,9	Pf – rio Salinas	
76,9 a 77,6	MT	
77,6 a 79,6	MMHr	
79,6 a 80,6	MT	
80,6 a 85,5	Pf/fm/ MT rio Benevente	
85,5 a 86,6	MT	
86,6 a 87,2	TB	
87,2 a 88,9	Pfg	
88,6 a 97,2	TB Porto de Ubu	

Elaboração: Arcadis Tetraplan, 2006

**Quadro 1.4-7 Caracterização das Fragilidades dos Terrenos no Trecho Maguariba – Cobiça – TRECHO 2**

Trechos km Estimada	Terrenos	Fragilidades Esperados
0 a 3,3	Pf/fm R Benevente	<p><b>Planícies Fluviais e Fluviomarinhas (Pf/fm)</b></p> <p>Presença do nível freático próximo à superfície e porosidade elevada dos solos;</p> <p>Presença de solos moles;</p> <p>Suscetibilidade elevada à inundação e ao entulhamento;</p> <p>Ocorrência de solos com elevado teor de ácidos orgânicos ou com salinidade;</p> <p>Presença de matacões dispersos no meio dos depósitos fluviais;</p> <p>Predomínio de Áreas de Preservação Permanente (APP).</p> <p><b>Tabuleiros (TB)</b></p> <p>Baixa densidade do solo de alteração e a expansão e contração dos solos;</p> <p>Ocorrência de processo de <i>piping</i>, que pode provocar erosão remontante;</p> <p>Ocorrência de erosão laminar e em sulcos em locais com solos de alteração francamente arenosos;</p> <p>Baixa aderência dos solos superficiais argilosos.</p> <p><b>Morros e Montanhas rochosas (MMH r)</b></p> <p>Instabilização e queda de blocos por descalçamento em taludes de corte ou superfície de encosta;</p> <p>Instabilização localizada devido à presença de matacões no solo;</p> <p>Erosão em sulcos e ravinações, devido aos solos de alteração arenosos. Os processos são mais intensos nos cortes que nos aterros, que podem ser compactados;</p> <p>Escorregamentos, devido à exposição do contato solo/ rocha, em áreas saturadas ou com surgência d'água, em taludes de corte.</p> <p><b>Morrotos (MT)</b></p> <p>Escorregamentos localizados devido: à exposição do contato solo/ rocha, em áreas saturadas ou com surgência d'água; ao descalçamento em taludes de corte ou superfície de encosta; à foliação da rocha quando a superfície do talude de corte for desfavorável; e à suscetibilidade das encostas ao rastejo;</p> <p>Erosão em sulcos e ravinações, com evolução condicionada pela xistosidade;</p>
3,3 a 5,7	MT / Pf/fm	
5,7 a 6,4	Pf/fm cor S. Lourenço	
6,4 a 7,6	MT	
7,6 a 8	Pf/fm	
8 a 13	MT	
13 a 13,3	Pf/fm R Pongal	
13,3 a 14,5	MT	
14,5 a 14,8	Pf/fm C Iriri	
14,8 a 15,7	TB	
15,7 a 21,5	MT	
21,5 a 22,5	Pf/fm R Iconha	
22,5 a 24,3	MT	
24,3 a 25,5	Pf/fm	
25,5 a 27,5	MT	
27,5 a 28	Pf/fm	
28 a 28,7	MT	
28,7 a 29,6	Pf/fm / MT	
29,6 a 30,5	MT	
30,5 a 31,	Pf/fm	
31 a 31,7	MT	
31,7 a 32,5	Pf/fm	
32,5 a 34,5	MT	
34,5 a 34,8	Pf/fm	
34,8 a 36	MT	
36 a 45	Pf/fm/MT afl do rio Novo	
45 a 47	Pf/MT	
47 a 55	MT	
55 a 55,4	Pf/fm	
55,4 a 57,7	MT	
57,7 a 60,3	MMHr/MT/Pf	
60,3 a 62,5	MT	
62,5 a 64	Pf/fm	
64 a 64,5	MT	
64,5 a 66	Pf/fm	

Trechos km Estimada	Terrenos	Fragilidades Esperados
66 a 68	MT	Erodibilidade elevada dos solos; Presença de solos micáceos, que favorecem a erosão superficial. Presença de matacões e de afloramentos rochosos nas encostas.

Elaboração: Arcadis Tetraplan, 2006

**Inserir Relatório Fotográfico –Pedologia (1)**

**Inserir Relatório Fotográfico –Pedologia (2)**

**Inserir Relatório Fotográfico –Pedologia (3)**

**Inserir Relatório Fotográfico –Pedologia (4)**

**Inserir Relatório Fotográfico –Pedologia (5)**

**Inserir Relatório Fotográfico –Pedologia (6)**

**Inserir Relatório Fotográfico –Pedologia (7)**

#### 1.4.6 Características Topográficas e Áreas de Preservação Permanente na ADA

Considerando-se a linearidade do empreendimento e a amplitude da ADA conformando uma faixa com 60 metros de largura, a abordagem da topografia foi orientada para o reconhecimento da amplitude e da declividade das formas de relevo ao longo do traçado, uma vez que esses aspectos são condicionantes físicos à sua instalação.

Conforme a síntese geomorfopedológica, nos trechos de morrotes, morros e montanhas, dependendo do material de origem do relevo e da espessura dos solos, a declividade elevada das encostas constitui um fator indutor ao desenvolvimento de processos de instabilização e de erosão por ocasião da execução de cortes em vertentes para instalação da Variante ferroviária. Já no caso das áreas planas e baixas, correspondentes às planícies fluviais, a reduzida declividade é indicativa de suscetibilidade a processos de alagamento e inundações que poderão interferir na instalação das estruturas necessárias.

Além da declividade, na caracterização da topografia da ADA, também foram identificadas e mapeadas as Áreas de Preservação Permanente – APPs, em função da proteção legalmente conferida.

Por outro lado, a resolução CONAMA 369/06 possibilita, a partir de autorização em processo administrativo autônomo e prévio, no qual sejam definidas medidas mitigadoras e compensatórias, a intervenção ou supressão em APP nos casos de utilidade pública que especifica, compreendendo no artigo 2º, inciso I, alínea b, as obras essenciais de infraestrutura destinadas aos serviços públicos de transporte. Essa disposição legal permite que o empreendimento intervenha em APPs, cumprindo-se os requisitos legais, notadamente a recuperação ou recomposição da APP na mesma sub-bacia hidrográfica e, prioritariamente, na área de influência do empreendimento ou nas cabeceiras dos rios.

#### **A) Abordagem Metodológica**

A declividade das diferentes formas de relevo da ADA foi estabelecida a partir das curvas de nível obtidas através da restituição aerofotogramétrica da Variante Ferroviária Litorânea Sul. Essas curvas de nível foram digitalizadas e adicionadas a um programa de SIG (Sistema de Informações Geográficas), que gerou um Modelo Numérico de Terreno (MNT), utilizado pelo próprio programa para estabelecer automaticamente a declividade das vertentes.

Para a delimitação das APPs foram utilizadas as informações fornecidas: pela restituição aerofotogramétrica, pela carta clinográfica, pelos compartimentos geomorfológicos e pelas Resoluções CONAMA 302/2002 e 303/2002.

Primeiramente, foram selecionados da restituição aerofotogramétrica os cursos d'água e os açudes e represas; em seguida, estes foram sobrepostos à carta clinográfica, através da qual foi possível estabelecer as áreas alagáveis. Para apoiar essa identificação, foram utilizadas as informações dos compartimentos geomorfológicos, de onde foram extraídas as declividades

das planícies fluviais (várzeas), indicativas das áreas passíveis de inundações sazonais e de alagamentos, por efeito da dificuldade natural de drenagem resultante da declividade quase nula e da topografia plana e baixa do ponto de vista altimétrico, em relação ao relevo do entorno.

A delimitação das várzeas (também denominadas leito maior dos rios) foi um referencial fundamental para a delimitação das APP, pois elas indicam o “nível mais alto” atingido pelas inundações sazonais, constituindo assim o limite da área inundável/alagável, a partir do qual se define a APP.

As APPs dos cursos d’água foram delimitadas utilizando-se os critérios estabelecidos pelas alíneas a e b, inciso I do artigo 3º da Resolução CONAMA 303/2002, que definem: “Área de Preservação Permanente -a área situada em faixa marginal, medida a partir do nível mais alto, em projeção horizontal, com largura mínima de trinta metros, para o curso d’água com menos de dez metros de largura (alínea a) e cinquenta metros, para o curso d’água com dez a cinquenta metros de largura (alínea b).”

Também foram delimitadas as APPs no entorno das nascentes, conforme o inciso II do artigo 3º da resolução CONAMA 303/2002, que estabelece APP “ao redor de nascente ou olho d’água, ainda que intermitente, com raio mínimo de cinquenta metros de tal forma que proteja, em cada caso, a bacia hidrográfica contribuinte”.

Com relação aos açudes presentes na ADA, foi utilizada como referência para a delimitação da APP a resolução CONAMA 302/2002, que dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno; mais precisamente, o inciso III do artigo 3º desta Resolução, que estabelece uma área com largura mínima de quinze metros, em projeção horizontal, para reservatórios artificiais não utilizados em abastecimento público ou geração de energia elétrica, com até vinte hectares de superfície e localizados em área rural.

## **B) Clinografia e Áreas de Preservação Permanente na ADA**

Para a caracterização topográfica da ADA são apresentados a seguir segmentos do traçado, que representam uma síntese da compartimentação geomorfopedológica, com a descrição das declividades de maior ocorrência bem como o cálculo da área ocupada por Áreas de Preservação Permanente em cada um deles.

As classes de declividades e as Áreas de Preservação Permanente – APP têm seu mapeamento apresentado para a ADA nas Figuras 1.4-1 e 1.4-2, ao final deste item.

### **Trecho 1**

#### **Sub-Trecho 1A – Santa Leopoldina-Viana**

##### **■ km 0 ao km 5**

Neste segmento, o compartimento de planície lagunar é predominante, com ocorrências isoladas de Morrotes em Gnaisse. A declividade varia entre baixa e média, sendo na

maior parcela do trecho inferior a 20%, com trechos chegando até a 30%. As Áreas de Preservação Permanente neste segmento ocupam 14,89 ha da ADA.

■ **km 5,0 ao km 10,0**

Neste trecho predomina a ocorrência Morrotes em Gnaisse, onde, apenas entre o km 5,3 e o km 6 ocorrem as Planícies Fluviomarinhas, que apresentam formas de relevo de baixa amplitude (40 a 90m) com topos nivelados, estreitos e convexos, e encostas com perfil contínuo, com declividades baixas no trecho de planícies (12%) a altas de 30% a 40% a partir do km 6. As áreas de Preservação Permanente ocupam 6,55 ha.

■ **km 10,0 a km 13,0**

Neste trecho, os aluviões restringem-se às planícies mais estreitas dos altos cursos dos rios Duas Bocas e Bubu, sendo que, nas cabeceiras, os vales são profundos, estreitos e encaixados, deixando de conformar planícies aluviais. Possui declividades consideradas médias (30%), chegando a 40% em trechos entre o km 12 e o km 13. As áreas de Preservação Permanente ocupam 6,74 ha.

■ **km 13,0 a km 14,5**

Neste segmento o compartimento dos Morrotes de Gnaisse é dominante, sendo abundantes os afloramentos rochosos de gnaisses do Complexo Paraíba do Sul e, principalmente, de granitos do Orógeno Araçuai, que ocorrem associados ao morro Mochuara. O trecho é percorrido e atravessa a área de Planície Fluvial do córrego do Tanque. Segmento predominantemente com declividades inferiores a 30%. As APP's somam 4,23 ha.

■ **km 14,5 a km 22,1**

O trecho é percorrido pelos Morrotes de Gnaisse. Esse segmento é caracterizado por altas elevações rochosas como o morro Mochuara e presença localizada de espessos mantos de rocha saprolitizada. A declividade é superior a 30% chegando a 40%. As áreas de Preservação Permanente ocupam 27,45 ha.

■ **km 22,1 a km 23,0**

O trecho atravessa inicialmente a planície aluvial de um afluente do rio Jucu, com extensão de cerca de 1 km e segue transversalmente pela planície do rio Formate (km 22,1 ao km 22,5), voltando aos morrotes de Gnaisse. A declividade deste trecho pode ser considerada baixa, entre 12% e 20%. As áreas de Preservação Permanente ocupam 1,83 ha.

- **km 23,0 a km 25,8**

Segmento com o predomínio dos morrotes em granito, apenas, com a presença da planície fluvial do córrego da Ribeira no km 25,8. Predominam declividades médias, com vertentes no km 24,5 que apresentam declividade superior a 60%. As áreas de Preservação Permanente ocupam 5,84 ha.

### **Sub-Trecho 1B – Viana-Maguariba**

- **km 25,8 ao km 30,6**

Segmento predominantemente com declividades inferiores a 30%, inserido no compartimento dos Morrotes em Gnaiss, atravessando apenas uma pequena área de Planície Fluvial no km 28,6 (do córrego do Tanque).

Nesse segmento existem seis Áreas de Preservação Permanente que ocupam 10,25ha.

- **km 30,6 ao km 35,6**

Neste segmento predominam as Planícies Fluviais dos afluentes do rio Marinho, do rio Jucu e do canal Camboapina, ocorrendo também os morrotes em gnaiss em alguns trechos.

Possui declividades de médias a baixas, sempre inferiores a 50% nos trechos em morrotes e inferiores a 12% nos trechos em planícies.

Este segmento possui dez áreas de APPs que ocupam 25,0 ha, o que equivale a quase toda a ADA.

- **km 35,6 ao km 38,6**

Segmento inserido do km 35,6 ao km 36,1 na Planície Fluvial do canal de Camboapina. Na seqüência entra no compartimento dos Morrotes em Gnaiss até o km 38,2 e, no restante no segmento está inserido no compartimento dos Tabuleiros. As declividades de suas vertentes ficam entre 30 e 47% podendo ser consideradas médias.

As APPs deste segmento também possuem uma grande representatividade devido, principalmente, à presença da planície fluvial, com oito áreas que ocupam 14,3 ha.

- **km 38,6 ao km 41,6**

Segmento inserido no compartimento dos Tabuleiros com a presença de algumas pequenas planícies fluviais, como a do rio Chury no km 39,6 e a do ribeirão Ponto Doce no km 41,6.

No compartimento dos Tabuleiros as declividades são pequenas, sendo inferiores a 12% de inclinação.

Este segmento possui seis Áreas de Preservação Permanente, das quais cinco são pequenas, inferiores a 1 ha, e uma possui 8,6 ha. Somando todas as APPs deste segmento obtemos 10,9 ha.

■ **km 41,6 ao km 42,6**

Segmento no qual predomina a Planície Fluvial do ribeirão Ponta Doce, com baixas declividades, entre 12 e 30%.

Possui duas Áreas de Preservação Permanente que juntas somam 1,9 ha.

■ **km 42,6 ao km 45,6**

Neste segmento o compartimento dos Morrotes de Gnaisse é dominante. Possui declividades consideradas baixas até o km 44,6 (entre 12 e 30%). Entre o km 44,6 e o km 45,6 observam-se declividades que chegam a 50%.

Este segmento possui seis áreas de APPs, a maior delas com 2,2 ha, ocupando um total de 5,1 ha.

■ **km 45,6 ao km 49,6**

Este segmento atravessa os compartimentos dos Morrotes em Gnaisse e das Planícies Fluviais dos córregos Amarelo e Laje das Pedras, com isso a declividade deste segmento varia conforme o compartimento. Nas planícies, as declividades são inferiores 12 %, enquanto nos morrotes as declividades oscilam entre 12 e 50%.

Neste segmento da ADA existem sete Áreas de Preservação Permanente, sendo aquelas relativas aos córregos Amarelo e Laje da Pedras as mais representativas. Ao todo o segmento possui 9,2 ha.

■ **km 49,6 ao km 57,6**

Segmento no qual a ADA está predominantemente inserida no compartimento dos Morrotes em Gnaisse, intercalando em dois pequenos trechos (km 52,1 e 56,3) Planícies Fluviais dos Córregos Barro Branco e Iguape.

As declividades deste segmento, na sua maioria, podem ser consideradas médias, entre 30 e 47%, contudo, é possível observar declividades superiores a 60% no km 54,6.

Este segmento possui 15 Áreas de Preservação Permanente (APPs), que somadas possuem uma área total de 24,7 ha.

- **km 49,0 ao km 53,0**

Neste segmento temos a presença das Planícies Fluviais do rio Perocão e do córrego Oratório e, em pequenos trechos, a presença do compartimento dos Morros e Montanhas em Gnaiss (km 58,6 ao km 59,6).

Devido à presença dos Morros e Montanhas rochosas, a declividade entre os km 58,6 e km 59,6 é superior a 60% (altas), no restante do segmento, as declividades podem ser consideradas baixas e médias, oscilando entre 12 a 47%.

Neste segmento as Áreas de Preservação Permanente ocupam quase a totalidade da ADA, devido à presença das planícies do rio Perocão e do córrego Oratório. Ao todo são cinco áreas que totalizam 20,3 ha.

- **km 61,6 ao km 64,6**

Segmento totalmente inserido no compartimento dos Morrotes em Granito, com declividades inferiores a 47%. São dez APPs e um total de 4,8 ha.

- **km 64,6 ao km 65,6**

Segmento inserido na Planície Fluvial do rio Jaboti e no compartimento de Morrotes em Granito, onde predominam declividades inferiores a 12%.

As APPs ocupam 7,1 ha, divididos em duas áreas distintas.

- **km 65,6 ao km 70,6**

Segmento predominantemente inserido no compartimento dos Morrotes em Granito, somente em um pequeno trecho, no km 68,4, a ADA esta inserida em uma Planície Fluvial, a do rio Aldeia Velha.

As declividades deste segmento podem ser consideradas predominantemente médias, entre 30 e 47%.

Conta com quinze Áreas de Preservação Permanente que ocupam 12,1 ha.

- **km 70,6 ao km ao km 80,6**

Segmento que atravessa vários tipos de compartimentos, como os Morrotes em Granito, as Planícies Fluviais e Fluviomarinhas e os Morros e Montanhas em Granito. Com isso, as declividades neste segmento variam muito, sendo inferiores a 12% na região das planícies, ficando entre 12% e 47% na região dos morrotes e, em alguns pontos da região dos morros e montanhas a declividade é superior a 47%.

Este segmento, devido a sua extensão, possui vinte e nove APPs, que totalizam 33,74 ha.

## Sub-Trecho 1C - Ramal Ubu

### ■ km 80,6 ao km 87,6

Segmento inserido, predominantemente, no compartimento das Planícies Lagunares, com tudo, em alguns trechos verifica-se a presença dos Morrotes em Granito e de Tabuleiros.

As declividades nos trechos de planícies são inferiores a 12% e nos trechos de morrotes as declividades podem ser superiores a 60%.

Este segmento possui nove APPs que somadas tem 26,84 ha.

### ■ km 87,6 ao km 97,2

Segmento predominantemente inserido no compartimento dos Tabuleiros, com declividades inferiores a 30% em quase toda sua extensão.

São vinte e sete APPs que totalizam 31,4 ha.

## Trecho 2

### ■ km 0,0 ao km 4,0

Segmento com predomínio de Planície Lagunar, intercalada, a partir do km 1,8, por Morrotes em Granito. No trecho em planície as declividades são inferiores a 12% (baixas), já no trecho em morrotes as declividades podem ser consideradas de médias a altas, com algumas vertentes com inclinação superior a 60%.

São três APPs com área total de 16,6 ha.

### ■ km 4,0 ao km 8,0

Neste segmento, predomina a Planície Flúvio-lagunar do córrego São Lourenço, afluente da margem direita do rio Benevente, apresentando declividades inferiores a 2%. Nos morrotes presentes, as declividades das vertentes variam de média a alta, de 30% até quase 100%, indicativas de elevada suscetibilidade aos processos de instabilização.

A presença de APPs neste segmento é muito expressiva, possui sete áreas que somadas totalizam 16,7 ha.

### ■ km 8,0 ao km 16,0

Neste segmento, tem-se o predomínio dos Morrotes de Granito, possuindo vertentes com declividade média entre 30% a 47%.

As APPs deste segmento são descontínuas, associadas às travessias de cursos d'água. Foram identificadas 10 áreas que perfazem um total de 20,56 ha, aproximadamente.

As duas APPs, neste segmento, estão localizadas no km 8 (córrego do Arrozal, afluente da margem esquerda do rio Pongal) e no km 11 (afluente do rio Pongal, que margeia a ADA), com 2,8 ha e 2,0 ha, respectivamente.

#### ■ **km 16,0 ao km 18,5**

Segmento onde predominam os Morrotes e onde se verifica a presença de uma pequena Planície Fluvial, a do córrego Iriri, que margeia a ADA.

As declividades das vertentes dos morrotes deste segmento podem ser consideradas médias, de até 47%, exceto entre os kms 16,5 e 17, onde a declividade pode ser considerada alta (47% a 99%).

Neste segmento, são mapeadas 5 APPs, totalizando uma área de 9,69 a maioria (quatro) ao longo do córrego Iriri.

#### ■ **km 18,5 ao km 22**

Neste segmento, também ocorre o predomínio dos Morrotes, com pequenos cursos d'água encaixados, praticamente sem nenhuma planície fluvial. As declividades das vertentes variam, sendo inferiores a 5% nos topos de morros e entre 30% a 99% ao longo do segmento. As maiores declividades são encontradas entre os km 20 e km 21.

Existem poucas APPs nesse segmento, restritas ao pequeno número de drenagens. Ao todo foram identificadas 8 APPs, com uma área total de 8,15 ha.

#### ■ **km 22,0 ao km 28,5**

A presença da Planície Flúvio-lagunar do rio Iconha é marcante nesse segmento, pela sua amplitude, entremeando morrotes em granito. A declividade na planície do rio Iconha é inferior a 2% contrapondo-se às declividades dos morrotes, consideradas de médias a altas (entre 47% a 99%).

Neste segmento, também são observadas nove pequenas APPs, que juntas abrangem uma área de 12,52 ha, sendo a área alagável do rio Iconha a maior delas.

Cabe mencionar também nesse segmento, a ocorrência de morrotes, com declividades médias a altas, entre 30% até 99%, entremeados por planícies fluviais com declividades inferiores a 2%.

Foram mapeadas, no âmbito dos morrotes, quatro APPs nesse segmento, com área total de 6,9 ha. Uma delas tem 5,1 ha.

Com isso, este segmento, possui no total 19,42 ha.

#### ■ km 28,5 ao km 46,5

Observa-se a alternância entre os Morrotes e as Planícies Fluviais e Fluviomarinhas, com grande variação de declividade, resultando em um grande número de APPs. Por se tratar de um segmento longo, foram identificadas 25 APPs, com área total de 59,29 ha.

- Entre os km 28,5 e 30,0, alternam-se morrotes e planícies fluviais e fluviomarinhas na bacia do rio Novo, com declividades inferiores a 2% nas planícies e, entre 30% e 47% nas vertentes dos morrotes. Nesse trecho, foram mapeadas 5 Áreas de Preservação Permanente, com 3,47 ha.
- Entre os km 30,0 e 46,5, tem-se um segmento extenso, onde se alternam, novamente, morrotes e planícies fluviais e fluviomarinhas da bacia do rio Novo.

Com relação à ADA, estas planícies fluviais estão associadas aos principais cursos d'água, além do próprio rio Novo, destacando-se o ribeirão São Francisco, córregos Piabanha e Sapucaia, além de outros afluentes das duas margens do rio Novo. Nessas planícies, a declividade chega a ser inferior a 2%, o que as caracteriza como áreas alagáveis.

Os morrotes apresentam uma enorme distinção quanto à declividade de suas vertentes, que variam desde as mais baixas até as consideradas elevadas, destacando-se entre os km 33 e km 35, variações entre 60% e 99%.

As APPs desse segmento encontram-se nas áreas de planícies, devido, principalmente as áreas alagáveis dos cursos d'água, somando um total de 20 áreas, totalizando aproximadamente 55,82 ha. No rio Novo ocupa área de 6,6 ha e no ribeirão São Francisco, 6,5 ha.

#### ■ km 46,5 ao km 56,5

Segmento com predomínio dos Morrotes em Gnaisse, intercalados por pequenas Planícies Fluviais, como a do córrego do Gato (km 46,5 ao 49). As vertentes dos morrotes apresentam declividades de médias (47% a 59%) a altas (60% a 99%), enquanto que nos trechos de planície, a declividade é inferior a 5%.

Nesse segmento, foram mapeadas 14 APPs, com uma área total de 15,31 ha, das quais 9 tem áreas inferiores a 1 ha. As principais APPs são a do córrego do Gato (3,0ha) e a do córrego Santa Rita (2,4 ha), sendo nesse último córrego identificadas várias outras pequenas APPs da ADA.

#### ■ km 56,5 ao km 62,0

Segmento onde ocorre relevo de Morrotes associado aos Morros e Montanhas Rochosas do Maciço do Itabira, com a presença da planície fluvial do córrego Urtiga. As vertentes dos morros e montanhas são muito íngremes, com declividades superiores a 60% em inúmeras áreas, contrastando com as declividades inferiores a 2%, na planície fluvial.

Nesse segmento, as APPs estão associadas a duas principais drenagens, o córrego Poço Dantas e seus afluentes e, o córrego Urtiga e seus afluentes. Foram mapeadas nesse segmento 12 APPs com uma área total de 6,9 ha, sendo que 10 delas apresentam áreas inferiores a 1,0 ha.

■ **km 62,0 ao km 69,0**

Segmento com o predomínio de Morrotes de Granito em quase toda sua extensão, exceto no km 65 e entre os kms 66 e 67, onde ocorre a presença de Planícies Fluviais. No segmento final do traçado da ferrovia, entre o km 68 e o km 69, destacam-se os morros e as montanhas rochosas da serra da Cobiça.

Nos quatro primeiros quilômetros desse segmento, a declividade das vertentes dos morrotes pode ser considerada média, variando entre 30% e 60%. A partir do km 64 destaca-se a planície do córrego Lamerão, com declividade inferior a 2% e, imediatamente após essa planície encontram-se novamente morros e montanhas, com vertentes com declividade entre 60% e 99%, padrão que vai se repetir no km 66 com os morros e montanhas da serra de Cobiça.

Nesse segmento, o último do Trecho 2, são identificadas 20 APPs, perfazendo uma área total de 11,6 ha.

**Figura 1.4-1**      **Clinografia da ADA**  
**Articulação**

**Figura 1.4-1**                      **Clinografia –**

**Folha A**

**Figura 1.4-1**

**Clinografia - Folha B**

**Figura 1.4-1**

**Clinografia - Folha C**

**Figura 1.4-1**

**Clinografia - Folha D**

**Figura 1.4-1**

**Clinografia - Folha E**

Figura 1.4-1

Clinografia - Folha F

**Figura 1.4-1**

**Clinografia - Folha G**

**Figura 1.4-1**

**Clinografia - Folha H**

Figura 1.4-1

Clinografia - Folha I

Figura 1.4-1

Clinografia - Folha J

Figura 1.4-1

Clinografia - Folha K

Figura 1.4-1

Clinografia - Folha L

**Figura 1.4-1**

**Clinografia - Folha M**

Figura 1.4-1

Clinografia - Folha N

**Figura 1.4-1**

**Clinografia - Folha O**

Figura 1.4-1

Clinografia - Folha P

**Figura 1.4-2**      **Áreas de Preservação Permanente da ADA**  
**Articulação**

Figura 1.4-2

APP - Folha A

Figura 1.4-2

APP - Folha B

Figura 1.4-2

APP - Folha C

Figura 1.4-2

APP - Folha D

Figura 1.4-2

APP - Folha E

Figura 1.4-2

APP - Folha F

Figura 1.4-2

APP - Folha G

Figura 1.4-2

APP - Folha H

Figura 1.4-2

APP - Folha I

Figura 1.4-2

APP - Folha J

Figura 1.4-2

APP - Folha K

Figura 1.4-2

APP - Folha L

Figura 1.4-2

APP - Folha M

Figura 1.4-2

APP - Folha N

Figura 1.4-2

APP - Folha O

Figura 1.4-2

APP - Folha P

## 1.5 HIDROLOGIA, HIDROGEOLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS

### 1.5.1 Considerações Iniciais

#### A) Legislação Aplicável

A lei estadual 4.701/92, em seu artigo 14, atribui ao Poder Público, entre outras competências: (i) a gestão dos recursos hídricos com base na bacia hidrográfica; (ii) a obrigação de garantir a qualidade da água, seus usos múltiplos e a navegabilidade; (iii) a classificação dos corpos de água; (iv) o monitoramento das águas e do lançamento de efluentes de qualquer tipo; (v) a outorga para uso e a autorização para pesquisa dos corpos de água; (vi) a avaliação e classificação sistemática do potencial dos aquíferos; (vii) o fomento da criação de consórcios nas bacias do Estado, com a participação dos Municípios, da iniciativa privada, da comunidade e das organizações não-governamentais.

O planejamento estratégico da gestão dos recursos hídricos no Estado do Espírito Santo teve por base a Lei Estadual 5818/98, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e institui o Sistema Integrado de Gerenciamento e Monitoramento dos Recursos Hídricos - SIGERH/ES. Tem como seu órgão central o Instituto Estadual de Meio Ambiente (IEMA) e como órgão superior deliberativo e recursal, o Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH).

A lei 5818/98, reforçando o conteúdo da lei citada anteriormente, definiu a bacia hidrográfica como *"a unidade físico-territorial de planejamento, gerenciamento e enquadramento das águas, consideradas as influências por estas recebidas do meio físico, antrópico e biótico, das regiões de limítrofes e das camadas subjacentes do solo;....."* (art. 2º, inciso V). Contemplando a legislação, o Estado do Espírito Santo definiu 12 (doze) bacias hidrográficas: Itaúnas; São Mateus; Rio Doce; Riacho; Reis Magos; Santa Maria da Vitória; Jucu; Guarapari; Benevente; Rio Novo; Itapemirim e Itabapoana.

Considerando que a lei federal 9433/97, ao definir o Plano Nacional de Recursos Hídricos, adotou o mesmo princípio de divisão administrativa, as bacias acima mencionadas inserem-se na divisão adotada pela Agência Nacional de Águas – ANA, no âmbito de suas atribuições (lei federal 9984/00), conforme quadro 1.5-1.

A Política Nacional de Recursos Hídricos, bem como as estaduais, prevêm Comitês de Bacias Hidrográficas, que são os organismos responsáveis pela implantação e avaliação dos Planos de Recursos Hídricos em sua unidade, e que realizam a gestão geral das bacias. Prevêm ainda as Agências de Água, para exercerem a função de secretaria executiva dos respectivos comitês.

A legislação mencionada trata ainda do uso da água, estabelecendo tanto a necessidade de classificar os cursos de água conforme suas características e disposição para uso. Em âmbito federal, as definições relacionadas a esses aspectos estão na Resolução CONAMA 357/05, sendo que o uso está condicionado a emissão de outorga pelo Poder Público, nos termos da Resolução CRH 16/01, em âmbito federal, e da Resolução CERH 05/05, bem como das Instruções Normativas IEMA 19/05 e 02/96, em nível estadual.

Estão sujeitos a outorga: (i) derivação, captação, extração de água (inclusive subterrânea) para consumo final, abastecimento público ou insumo de processo produtivo; (ii) lançamento de resíduos de qualquer natureza; (iii) aproveitamento de potencial hidrelétrico; (iv) intervenções de macrodrenagem urbana para retificação, canalização, barramento e obras similares, que visem ao controle de cheias; (v) outros usos que interfiram na qualidade ou quantidade das águas. Independem de outorga os usos por pequenos núcleos em meio rural; (ii) as derivações, captações e lançamentos considerado insignificantes; (iii) as acumulações de volumes de água considerados insignificantes.

As resoluções citadas definem ainda os prazos de outorga, sendo que no Espírito Santo, variam de 02 a 12 anos. Há previsão também para a emissão de outorga preventiva, com a finalidade do órgão atestar a viabilidade e a disponibilidade do curso hídrico para o uso pretendido, sem que isso represente a autorização para uso em si.

Por fim, vale ressaltar o artigo 15 da Resolução CRH 16/01:

*"Art. 15. A outorga de direito de uso da água para o lançamento de efluentes será dada em quantidade de água necessária para a diluição da carga poluente, que pode variar ao longo do prazo de validade da outorga, com base nos padrões de qualidade da água correspondentes à classe de enquadramento do respectivo corpo receptor e/ou em critérios específicos definidos no correspondente plano de recursos hídricos ou pelos órgãos competentes."*

Portanto, considerando o que dispõe a legislação federal e também a lei estadual 5818/98 em seus artigos 7º e 18º, algumas intervenções localizadas previstas com a implantação da VFLS estarão sujeitas a outorga. É o caso das implantações de dispositivos nas travessias de drenagem.

Cabe ressaltar que os critérios gerais de direito de uso dos recursos hídricos foram definidos pela Resolução Normativa do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH) nº 005 de 07/07/2005 e os procedimentos administrativos e critérios técnicos estabelecidos pela Instrução Normativa IEMA nº. 019, de 14/10/2005. No entanto, em função da recente implantação da outorga no estado do Espírito Santo, ainda não existem outorgas emitidas nos municípios da AII.

## **B. Abordagem Metodológica**

### **B.1 Usos da Água**

Como mencionado anteriormente, em função de ser recente a implantação da sistemática de outorga no estado do Espírito Santo e como ainda não existem outorgas emitidas e/ou cadastradas nos municípios da AII, foi estabelecido metodologicamente que a identificação dos usos dos recursos hídricos fosse baseada em levantamento de informações diretamente junto aos usuários principais e/ou às entidades que atuam no processo de gestão e que possuem em seus arquivos informações parciais ou preliminares sobre os mesmos, focando-se tal levantamento no abastecimento público.

Para o levantamento de informações acerca dos usos da água na AII e AID, foram desenvolvidos os seguintes procedimentos:

## → Inserção dos Territórios Municipais na AII

A partir das características das redes de drenagem – conformação dos rios e segmentos (alto, médio ou baixo curso) compreendidos na AII, foram identificados os cursos d'água de interesse para o levantamento dos usos. Constatou-se que esses cursos d'água drenam, na AII, os territórios dos municípios listados a seguir, os quais foram objeto dos levantamentos de informações específicas relativas aos usos dos recursos hídricos: Santa Leopoldina, Cariacica, Viana, Vila Velha, Guarapari, Anchieta, Iconha, Piúma, Rio Novo do Sul, Itapemirim e Cachoeiro de Itapemirim. Os contornos desses municípios, assim como as localizações das suas sedes e povoados com relação às drenagens e ao traçado da VFLS, podem ser visualizados no Mapa 1.5-1, apresentado ao final deste item.

## → Levantamento de dados

Foram realizados contatos junto a Gerência de Recursos Hídricos - IEMA, verificando-se que o sistema de outorga no Estado do Espírito Santo é recente (Instrução Normativa IEMA nº 019, de 04 de outubro de 2005) e que não há usos outorgados nos municípios da AII. Por isso, optou-se por direcionar as investigações no uso de água para abastecimento público, por se tratar de um uso prioritário, com foco nas captações superficiais para abastecimentos dos núcleos urbanos. Paralelamente, foram identificados nos trabalhos de campo os demais usos dos recursos hídricos, principalmente na AID. Verificou-se que as águas superficiais em toda a região são destinadas preponderantemente às atividades pecuárias, como dessedentação animal e irrigação para cultivo de arroz, observando-se pontualmente atividades recreacionais, em torno de algumas cachoeiras e de parque aquático. Importante considerar que grande parte dos cursos d'água inseridos na ADA é receptora de esgotos sanitários, tendo seu uso caracterizado pela diluição de efluentes, conforme abordado nos sub-itens relativos à qualidade da água. Não foram obtidas informações sobre os usos das águas subterrâneas.

Para o mapeamento desses usos, tomou-se como base de dados os pontos de captação para abastecimento público identificados no Estudo Ambiental da FCA (TETRAPLAN, 2006).

Para checagem e atualização dessas informações, procedeu-se o contato com as companhias, responsáveis pelas captações e respectivos tratamentos, envolvendo:

- CESAN – Companhia Espírito-Santense de Saneamento, com relação aos municípios de Vitória, Vila Velha, Cariacica, Santa Leopoldina, Viana, Guarapari, Anchieta, Piúma e Rio Novo do Sul;
- SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Itapemirim;
- SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Iconha;
- CITÁGUA – Águas de Cachoeiro SA.

A CESAN é a companhia de maior responsabilidade no Estado do Espírito Santo, totalizando 52 municípios atendidos pela prestação de seu serviço. Dentro de suas responsabilidades, após contatos via telefonemas, correios eletrônicos e ofícios, foram fornecidas as coordenadas geográficas dos pontos de captações existentes para assim serem mapeadas em SIG e

avaliadas quanto a sua localização em relação a VFLS. Verificando o não atendimento da CESAN para alguns municípios atravessados pelo traçado, o mesmo procedimento de busca foi aplicado para as captações restantes.

As informações obtidas junto a essas instituições estão apresentadas no Anexo IV-1.8.

### → **Mapeamento e verificação da situação das captações para abastecimento público dos municípios da AII com relação ao traçado da VFLS**

Os critérios adotados para a verificação da situação das captações para abastecimentos foram os seguintes:

- Análise em SIG – essa ferramenta foi utilizada para verificação da situação dos cursos de água a montante ou jusante dos traçados, e as respectivas distâncias do eixo. Essas distâncias foram medidas em SIG, seguindo-se o caminhamento do curso d'água onde se situa o ponto de captação até o traçado da VFLS. Nos casos de cursos d'água que se configuram como mananciais, mas não são diretamente atravessados pelo traçado, foram efetuadas as medições nos afluentes atravessados pela VFLS mais próximos a essa captação.
- Localização das captações em todos os municípios, anteriormente citados, cujos territórios se inserem na AII. Verificou-se que a localização das captações para abastecimento público em relação ao traçado da VFLS nos municípios de interesse apresentam três condições: (1) estão situadas em curso d'água que atravessa a ADA, a jusante do traçado da VFLS até o limite da AII; (2) estão situadas em curso d'água que atravessa a ADA, a montante do traçado da VFLS; e, (3) estão situadas em curso d'água não atravessado pela VFLS. Essas captações estão representadas no Mapa 1.5-1.

De posse dessas informações, o estudo foi direcionado para as captações superficiais localizadas a jusante do traçado, observando-se os cursos dos corpos d'água e respectivas áreas de drenagens, servindo para subsidiar a avaliação de impactos associados à implantação e à operação da Variante, e como elemento orientador para o projeto de engenharia, indicando eventual necessidade de ajuste ao traçado originalmente proposto.

## **B.2 Qualidade da Água**

Para o levantamento de informações acerca da qualidade da água na AII e AID, foram desenvolvidos os seguintes procedimentos:

### → **Mapeamento dos Pontos de Monitoramento Fluviométrico, Pluviométrico e de Qualidade da Água**

Levantamento de informações sobre a localização dos pontos de monitoramento fluviométrico, pluviométrico e de qualidade da água junto a ANA e IEMA e georreferenciamento dos pontos.

Com relação aos pontos de monitoramento fluviométrico e pluviométrico foi utilizado o mapeamento efetuado no Estudo Ambiental FCA (Tetraplan, 2006) e para as estações de

qualidade de água foram utilizadas informações obtidas na Gerência de Recursos Hídricos do IEMA e no Estudo Ambiental FCA.

#### → **Seleção dos Pontos de Monitoramento de interesse**

Verificação dos pontos de interesse em função das drenagens consideradas de interesse do Diagnóstico Ambiental, selecionando-se os pontos a montante e jusante.

Foram selecionados os pontos de monitoramento a jusante e/ou montante que pudessem auxiliar no fornecimento de dados para uma melhor avaliação das condições dos corpos d'água pela equipe responsável pelo estudo em questão.

Para tanto, os pontos de monitoramento de qualidade da água escolhidos deveriam possuir uma série mínima de campanhas de monitoramento (3 anos), para que fosse possível observar as variações ocorridas no período, ou seja, se a qualidade da água melhorou, piorou ou se continuou estável.

#### → **Levantamento de dados**

Os dados de qualidade da água foram fornecidos pelo Laboratório de Análises Ambientais "Moacyr Cavalheira de Mendonça", que pertence à Gerência de Recursos Hídricos do IEMA.

Os dados fornecidos possuíam os seguintes parâmetros:

- **Físicos-Químicos:** Cond. Específica, DBO, Fósforo total, Nitrogênio Nitrato, Nitrogênio Nitrito, Nitrogênio kiedahl, Oxigênio Dissolvido, pH, Resíduo total, Temperatura da amostra, Temperatura do ar, Turbidez, Cádmio, Chumbo, Cromo total, Cromo Hexavalente, Mercúrio, Ferro, Zinco.
- **Bacteriológicos:** Coliformes Fecais (NMP/100mL).
- **Teste de toxicidade -*Ceriodaphnia dubia*:** Concentração de efeito não observado (CENO), Concentração de efeito observado (CEO), Valor Crônico (VC).

Dentre estes parâmetros foram utilizados a Concentração de Oxigênio Dissolvido nas águas, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Nitrogênio Kejdahl, Fósforo Total e Coliformes Fecais; por serem parâmetros que apresentam correspondência direta com as descargas de esgoto sanitário, com significado importante na avaliação da qualidade deste ambiente e implicações legais.

#### → **Análise dos dados**

A análise dos dados compreendeu verificação da compatibilidade com informações de lançamento de esgotos e parâmetros da legislação CONAMA 357/05 no sentido de compor um quadro de referência na etapa anterior à implantação do empreendimento.

### **B.3 Ecosistema Aquático**

Pela estreita correlação que apresenta com a qualidade da água, a análise do ecossistema aquático tem por objetivo apresentar um panorama indicativo das condições ecológicas que dão suporte à manutenção da fauna aquática nos principais cursos d'água na Área de Influência Direta (AID) e na Área Diretamente Afetada (ADA) da VFLS.

Nesse sentido, a avaliação do ecossistema aquático, tendo como indicador biológico a fauna bentônica, associado a outros indicadores da qualidade da água (IQA) e de observações em campo, visa traçar um quadro de referência atual, de forma a subsidiar a análise de impactos e orientar a adoção de eventuais medidas preventivas e corretivas nas etapas de implantação e de operação do empreendimento.

Com essa orientação, é apresentada a seguir uma abordagem conceitual sobre a relação entre o ecossistema aquático e a comunidade bentônica.

#### **→ Relação entre o Ecosistema Aquático e a Comunidade Bentônica**

As alterações impostas a um curso d'água pelas intervenções antrópicas, promovem modificações físicas e químicas no ambiente que se refletem sobre a comunidade aquática.

Via de regra, ambientes em equilíbrio propiciam a manutenção de grande diversidade de espécies, associada a um pequeno número de indivíduos de cada espécie. Em contraste, cursos d'água que sofrem interferências antrópicas, como lançamento de esgotos sanitários e industriais sem tratamento, tendem a eliminar os organismos mais sensíveis, selecionando as comunidades mais resistentes que, por sua vez, passam a proliferar em maior quantidade.

Desta propriedade deriva o conceito ecológico de diversidade de espécies, que tem aplicação nos estudos de indicadores biológicos de poluição (BRANCO, 1986).

Segundo este autor, nos ecossistemas aquáticos, a fauna de invertebrados bentônicos é muito sensível a quaisquer mudanças. As populações que se estabelecem no sedimento têm pouca mobilidade e refletem com maior exatidão eventuais desequilíbrios, seja pela introdução de substâncias contaminantes e poluentes nos corpos d'água, seja pela alteração física do substrato, tornando-se, pois, importante instrumento de avaliação dos corpos hídricos.

Entre os principais fatores que interferem na composição da fauna bentônica, destacam-se: a natureza do substrato (granulometria), seu conteúdo de matéria orgânica e a concentração de oxigênio dissolvido na água.

Intervenções nos cursos d'água, ocasionadas pela execução de obras de engenharia como pontes, sistemas viários, entre outras, tendem a modificar a velocidade de fluxo de corrente e a formação granulométrica do substrato, alterando a composição da fauna bentônica.

Em sistemas aquáticos altamente poluídos por despejos orgânicos, onde o teor de oxigênio dissolvido é reduzido, há uma severa limitação da sobrevivência de todos os seres aeróbicos, incluindo peixes. No entanto, essa condição possibilita a presença de organismos bentônicos mais adaptados como larvas de quironomídeos (insetos) ou tubificídeos (vermes). Nos casos mais extremos, de anaerobiose, ocorre substituição desses organismos por bactérias

decompositoras anaeróbias, dando origem ao desprendimento de gases, com exalação de odor.

Substâncias iônicas podem determinar a presença de determinadas comunidades de invertebrados bentônicos. Espécies de moluscos têm sua ocorrência ligada à dureza da água, representada pelo teor de cálcio. Pesquisas realizadas por WINTERBOURN e COULLIER (1987) mostraram que, mesmos em pH baixo, ocorre fauna de macroinvertebrados, embora em menor diversidade e somente em pH abaixo de 4,5 existe alguma evidência de exclusão da fauna.

No Anexo IV.1-9, são apresentadas as características das principais famílias da macrofauna bentônica citadas neste estudo.

### → **Critérios para a Caracterização da Fauna Bentônica na Área de Influência Direta (AID) e na Área Diretamente Afetada (ADA)**

Em função da abrangência da área do empreendimento e diante da escassez de informações secundárias específicas na região, adotou-se como principal critério para caracterização da fauna bentônica os indicadores da qualidade da água, incluindo observações de campo que sinalizaram interferências antrópicas que provocam alterações nos cursos d'água, observáveis na AID e ADA.

Conforme o item 1.5.3.2, que trata da qualidade da água, o Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA) opera uma rede de monitoramento para avaliação das águas dos rios do Estado do Espírito Santo, utilizando o Índice de Qualidade de Água - IQA. Os parâmetros que compõem o IQA - Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO<sub>5</sub>), Nitrogênio Total, Fósforo Total, pH, Temperatura, Turbidez, Coliformes Fecais e Sólidos Totais são considerados determinantes para a manutenção do equilíbrio ecológico do sistema aquático.

Também foi utilizado para avaliação da AID/ADA o trabalho publicado por SILVA (1998), que estabeleceu relações entre as características físico-químicas e bacteriológicas da água e a riqueza de macroinvertebrados bentônicos no rio Formate, cuja bacia hidrográfica é cruzada pelo traçado da Variante Ferroviária Litorânea Sul.

Para caracterizar a fauna bentônica na Área de Influência Direta (AID) e na Área Diretamente Afetada (ADA) realizou-se visitas expeditas a campo entre os dias 20 e 22/04/06 (final do período de cheia) e entre 22 e 25/08/06 (estiagem). Foi realizada inspeção complementar à área de estudo em 22/09/06 e em 26/04/07. Nessas ocasiões foram feitas observações de caráter qualitativo em diversos cursos d'água atravessados pelo eixo ferroviário, registrando-se a existência de mata ciliar, as condições do uso e ocupação do solo do entorno, eventuais pontos de lançamento de esgotos e de lixo, entre outros indicadores associados à poluição por atividades antrópicas (vide Quadro 1.5-15).

No total, foram inspecionados 103 pontos de drenagem, a partir dos eixos da BR 101 e da rodovia do Sol que seguem, em grande parte de suas extensões, paralelos ao traçado da VFLS, além de estradas vicinais, permitindo o acesso aos cursos d'água de interesse para o estudo. Nesse sentido, alguns pontos observados estão situados fora da faixa

estabelecida como AID, porém, os resultados auxiliam a interpretação das condições ecológicas dos cursos a serem cruzados pelo empreendimento.

Os pontos inspecionados e respectivos registros fotográficos estão representados no Mapa 1.5-1, a seguir apresentado. Adotou-se para os pontos de observação a ordem numérica crescente em direção ao sul do Estado, a partir do município de Santa Leopoldina até o município de Cachoeiro de Itapemirim. Os resultados estão sumarizados no Quadro 1.5-15, que indica também o nome dos rios e o posicionamento dos pontos em relação aos trechos da futura Variante (Santa Leopoldina-Viana, Viana-Maguariba, Ramal Ubu e Maguariba-Cobiça) e respectivo município.

Na última visita a campo, realizada em abril de 2006, procedeu-se também a coleta da macrofauna bentônica nos pontos de observação de número 22 (rio Jucu), 38 (rio Jabuti), 66 (rio Pongal) e 86 (rio Novo). Esses locais foram selecionados por indicarem travessia da Variante a montante dos pontos de captação para abastecimento público (pontos 22, e 86), ou localizados muito próximos ao traçado (pontos 38 e 66), procurando-se também coincidir a coleta da macrofauna com os cursos d'água que contam com estações fluviométricas, pluviométricas ou de monitoramento da qualidade das águas a cargo do IEMA.

A metodologia empregada para coleta, identificação e contagem da comunidade bentônica na AID do empreendimento teve por base a Normatização Técnica-CETESB L309 - Determinação de Bentos de Água Doce - Macroinvertebrados Bentônicos - Método Qualitativo e Quantitativo, 2003.

Os organismos bentônicos foram coletados nas margens com pegador tipo "corer", com área de 0,001963 m<sup>2</sup>. Após a coleta, os sedimentos foram acondicionados em sacos plásticos e preservados com formol a 4%. No laboratório, as amostras foram lavadas com um conjunto de peneiras ABNT (malha de abertura - 0,055 e 0,351 mm).

Os organismos foram identificados no nível de família, sendo para tanto utilizado o microscópio estereoscópico marca ZEISS (aumento 100 vezes). A contagem da comunidade bentônica está expressa em organismos por metro quadrado (org/m<sup>2</sup>).

Com base no conjunto de dados obtidos, foi possível sinalizar uma possível condição do ecossistema aquático para os cursos d'água de interesse no presente estudo. Conforme apresentado a seguir no item 1.5.4, verificou-se que a maior parte das drenagens a serem interceptadas pela VFLS passa por áreas rurais e já apresenta algum nível de alteração no ecossistema aquático, evidenciada pela recepção de esgotos sem tratamentos nos trechos de montante e pelas intervenções na rede de drenagem, sendo muito comuns as obras de retificação do leito natural e a formação de açudes. Em geral, notam-se apenas vestígios de mata ciliar e sinais de assoreamento.

Em pequena proporção, são constatados ao longo do traçado da VFLS cursos d'água menos impactados pela ação antrópica, geralmente correspondendo a trechos situados em zonas de nascentes, onde se observam águas mais límpidas e segmentos de mata ciliar preservada. Predomina no entorno uso do solo rural, contendo remanescentes de vegetação, onde praticamente não há intervenções físicas na drenagem, não apresentando tampouco indícios de lançamento de esgotos e de lixo nas imediações.

Foram também identificados alguns cursos d'água onde o ecossistema aquático provavelmente vem sofrendo maior nível de intervenção antrópica, como pode ser evidenciado nos trechos dos rios que cruzam áreas mais densamente urbanizadas. As águas em geral são turvas ou apresentam coloração típica de esgotos, observando-se também lançamento de lixo nas imediações, sendo possível notar, em alguns locais, odor típico de ambientes anaeróbicos.

Ressalta-se que tais situações são indicativas da condição atual do ecossistema aquático e são relativas aos pontos analisados, servindo para dar subsídios à avaliação de impactos pela implantação e operação da VFLS.

No Mapa 1.5-1, são apresentadas as informações sistematizadas para AII, contemplando as informações obtidas nos levantamentos citados, como:

- as bacias hidrográficas/unidades administrativas do Estado do Espírito Santo e a hidrografia principal (IGBE, 1:50.000);
- a localização das estações pluviométricas, fluviométricas e de monitoramento da qualidade da água;
- os Índices de Qualidade das Águas, disponíveis no IEMA, para o ano de 2005;
- a localização dos pontos de captação para abastecimento público;
- os contornos da AID e AII;
- as áreas urbanizadas e as sedes municipais; e,
- a localização dos pontos de campo, conforme resultados apresentados no Quadro 1.5-7, e fotos de alguns locais representativos.

#### **B.4 Tipologia de Classificação das Drenagens**

Para a realização da análise integrada dos sub-temas relacionados aos recursos hídricos, foi efetuada uma classificação da drenagem por meio do uso de SIG, que auxiliou na visualização das informações necessárias para dar uma maior precisão na análise. Esse procedimento foi apoiado na carta topográfica do IBGE na escala 1:50.000, da qual, foram utilizadas a rede de drenagem e as curvas de nível.

As drenagens foram classificadas em 3 grupos, dependendo da situação com relação à ADA e AID e uso prioritário:

- **Grupo 1:** Drenagem que atravessa a ADA, que contribui para manancial de abastecimento público a jusante do traçado.
- **Grupo 2:** Drenagem que atravessa a ADA, sem captação para abastecimento público a jusante do traçado.
- **Grupo 3:** Drenagem existente na AID, cujas cabeceiras e nascentes encontram-se próximas à ADA.

## 1.5.2 Diagnóstico da Área de Influência Indireta

Face às considerações anteriormente expostas, a Área de Influência Indireta (AII) do projeto da VFLS envolve uma faixa próxima ao litoral do Espírito Santo, que se estende no sentido norte-sul, desde a região densamente povoada da Região Metropolitana de Vitória, atravessando a região do município de Guarapari, até a região do município de Cachoeiro de Itapemirim.

Esta Área se caracteriza por abrigar uma densa rede de drenagem perene, cujas características são descritas a seguir.

### 1.5.2.1 Recursos Hídricos de Superfície: Bacias Atravessadas e Qualidade da Água

#### A) Bacias Atravessadas

De acordo com as macro-divisões hidrográficas adotadas pela Agência Nacional das Águas-ANA, a Área de Influência Indireta da VFLS encontra-se na bacia 5 – Atlântico Sul-trecho Leste, sendo considerada de interesse deste Diagnóstico a sub-bacia 57, relacionada no Quadro a seguir, excluindo desta as bacias dos rios Riacho e Reis Magos, ao norte, e bacia do rio Itabapoana, no extremo sul da área.

**Quadro 1.5-1 Macro-divisores Hidrográficos**

Bacia Hidrográfica		Sub-bacia		
Nº	Nome	Nº	Limites	Descrição
5	Atlântico Sul – trecho Leste	57	Área de drenagem compreendida entre a foz do rio Doce, exclusive, e a foz do rio Paraíba do Sul, exclusive	Rios Riacho, Reis Magos, Santa Maria da Vitória, Jucu, Guarapari, Benevente, Rio Novo, Itapemirim e Itabapoana

Fonte: ANA

Elaboração: ARCADIS Tetraplan, 2006

Em termos do planejamento estratégico da gestão dos recursos hídricos no Estado do Espírito Santo, a AII da Variante Ferroviária Litorânea Sul abrange drenagens que fazem parte das bacias de 06 unidades administrativas: rio Santa Maria da Vitória, rio Jucu, rio Guarapari, rio Benevente, rio Novo e rio Itapemirim. Nos Quadros 1.7-2 a 1.7-7, são apresentados alguns detalhes das bacias sob influência do traçado do empreendimento.

**Quadro 1.5-2 Bacia do Rio Santa Maria da Vitória**

Bacia		Municípios	VFLS	Principais Cursos d'Água	Observações
Nome	Área (km <sup>2</sup> )		Extensão inserida (km)		
Santa Maria da Vitória	1.844	<u>Integralmente inseridos:</u>	Não inserida  8,5 0,7  Não inserida Não inserida Não inserida	<u>Rios:</u> Possmouser, Claro, São Luís, Bonito, da Prata, Timbuí, Mangaraí, das Pedras, Caramuru, Duas Bocas, Triunfo, Jequitibá, Farinhas, Fumaça, São Miguel  <b>Bubu</b>	Manancial de abastecimento da região norte de Vitória e dos balneários de Jacaraípe, Nova Almeida, Praia Grande, Manguinhos e Carapebus  IQA: BOM <u>Monitoramento e qualidade da água:</u> 13 pontos
		• Santa Maria de Jetibá			
		<u>Parcialmente:</u>			
		• Cariacica			
		• Santa Leopoldina			
• Serra					
• Viana					
• Vitória					

Fonte: [www.iema.es.gov.br/recursos\\_hidricos](http://www.iema.es.gov.br/recursos_hidricos)

Os rios Duas Bocas e Bubu, dentre os principais dessa unidade administrativa, serão atravessados pela Variante.

O rio Duas Bocas nasce no município de Cariacica, aproximadamente 27 km a montante do traçado. O TS cruza este rio no km 0,6 nas proximidades (a cerca de 750 metros) da sua confluência com o rio Santa Maria.

A partir daí, o TS se insere na margem direita do Córrego do Engenho até as proximidades do km 10, de onde segue pela bacia do rio Bubu.

O rio Bubu nasce no município de Cariacica, 16 km a montante do traçado da Variante, sendo que a travessia acontecerá a 2,0 km de sua desembocadura na baía de Vitória. Os mananciais citados no quadro anterior situam-se ao norte do empreendimento, fora da AII.

**Quadro 1.5-3 Bacia do Rio Jucu**

Bacia		Municípios	VFLS	Principais Cursos d'Água	Observações
Nome	Área (km <sup>2</sup> )		Extensão inserida (km)		
Jucu	2.290	<u>Inseridos:</u> Domingos Martins Marechal Floriano	Não inserida Não inserida  5,7 Não inserida 12,6 5,2	<u>Rios:</u> Jucu Braço Norte, Jucu Braço Sul, <b>Jucu</b> , Barcelos, Ponte, Melgaço, D'antas e Jacarandá, Ribeirão Tijuco Preto e Córrego Biriricas	IQA: BOM <u>Monitoramento de qualidade da água:</u> 14 pontos
		<u>Parcialmente:</u>			
		Cariacica,			
		Guarapari,			
		Viana			
Vila Velha					

Fonte: [www.iema.es.gov.br/recursos\\_hidricos](http://www.iema.es.gov.br/recursos_hidricos)

O rio Jucu é o único curso d'água dentre os principais dessa unidade administrativa que será atravessado pela Variante. Esse rio é formado pelo encontro das águas do rio Jucu Braço Norte e do rio Jucu Braço Sul, ambos com suas nascentes no município de Domingos Martins, a partir dessa confluência, no município de Viana, percorre 6 km até o traçado da Variante e outros 17 km até sua foz no oceano.

**Quadro 1.5-4 Bacia do Rio Guarapari**

Bacia		Municípios	VFLS	Principais Cursos d'Água	Observações
Nome	Área (km <sup>2</sup> )		Extensão inserida (km)		
Guarapari	321	<u>Inseridos:</u>	Não inserida	Rios: Perocão, Chury, Una e Jabuti	IQA: BOM <u>Monitoramento de qualidade da água:</u> 4 pontos
		<u>Parcialmente:</u> Guarapari,	26,0		
		Viana Vila Velha	Não inserida 4,5		

Fonte: [www.iema.es.gov.br/recursos\\_hidricos](http://www.iema.es.gov.br/recursos_hidricos)

Os rios Perocão e Jabuti serão os cursos d'água atravessados pela VFLS nessa unidade administrativa. O rio Perocão nasce no município de Guarapari a 4,0 km do traçado da Variante e a travessia acontecerá a 5,5 km da desembocadura no oceano. O rio Jabuti também nasce no município de Guarapari a 7 km do traçado da Variante e a travessia acontecerá a 6,5 km do oceano.

**Quadro 1.5-5 Bacia do Rio Benevente**

Bacia		Municípios	VFLS	Principais Cursos d'Água	Observações
Nome	Área (km <sup>2</sup> )		Extensão inserida (km)		
Benevente	1.207	<u>Inseridos:</u> Anchieta	36,0	Rios: Pongal, Joeba, Crubixá, São Joaquim, Maravilha, Salinas, Grande, Corindiba, Caco do Pote, Batatal e Iiritimirim  Córregos: do Redentor, São Bento, da Pedra, do Cedro, Rio Novo de Matilde e Ferradura	IQA: BOM <u>Monitoramento de qualidade da água:</u> 4 pontos
		Alfredo Chaves	Não inserida		
		<u>Parcialmente:</u> Guarapari	7,7		
		Iconha Piúma	Não inserida Não inserida		

Fonte: [www.iema.es.gov.br/recursos\\_hidricos](http://www.iema.es.gov.br/recursos_hidricos)

Dentre os principais rios desta unidade administrativa, pode-se destacar os rios Pongal, Benevente e Salinas. O rio Pongal nasce no município de Anchieta a 10,6 km do traçado da Variante e sua travessia acontecerá a 8,3 km de sua desembocadura no rio Benevente, seguindo por mais 8,0 km até o mar.

O rio Benevente nasce no município de Alfredo Chaves, a 58,5 km do traçado da Variante, e a travessia ocorre a 13,5 km de sua foz no oceano.

O rio Salinas nasce no município de Guarapari e será atravessado pela Variante em dois trechos, o primeiro dista 3,3 km de sua nascente e o segundo 12,9 km (Ramal Ubu), percorrendo mais 7 km até o encontro com o oceano.

**Quadro 1.5-6 Bacia do Rio Novo**

Bacia		Municípios	VFLS	Principais Cursos d'Água	Observações
Nome	Área (km <sup>2</sup> )		Extensão inserida (km)		
Rio Novo	706	<u>Inseridos:</u> Rio Novo <u>Parcialmente:</u> Iconha, Itapemirim, Piúma, Vargem Alta	8,9  6,8 Não inserido 2,5 Não inserido	<u>Rios:</u> Iconha, Concórdia, São Francisco, Campinho e Itapoama  <u>Córregos:</u> Guiomar, Richmond, São Benedito, São Vicente de Baixo, São Caetano, Bonfim, Pedra Lisa, Inhaúma, Santo Antonio, Campinho, Palmital, Solidão, da Comporta, Piabanha do Norte, Várzea Grande, Itinga e Ibitiba	<u>IQA:</u> BOM <u>Monitoramento de qualidade da água:</u> 4 pontos

Fonte: [www.iema.es.gov.br/recursos](http://www.iema.es.gov.br/recursos) hídricos

Dentre os principais rios dessa unidade administrativa pode-se destacar o rio Iconha, que nasce no município de Iconha a 15 km do traçado da Variante e a travessia ocorre a 10,3 km de sua desembocadura no oceano.

**Quadro 1.5-7 Bacia do Rio Itapemirim**

Bacia		Municípios	VFLS	Principais Cursos d'Água	Observações
Nome	Área (km <sup>2</sup> )		Extensão inserida (km)		
Itapemirim	5.986	Inseridos: Alegre, Atilio Vivácqua, Castelo, Conceição do Castelo, Cahoeiro de Itapemirim, Jerônimo Monteiro, Muniz Freire, Venda Nova do Imigrante Parcialmente: Ibitirama Ibatiba, Itapemirim, Irupi, Iúma, Marataizes, Muqui, Presidente Kennedy Vargem Alta	Não inserido Não inserido Não inserido Não inserido 14,2 Não inserido Não inserido	Rios: Castelo, Muqui do Norte, Braço Norte Direito, Braço Norte Esquerdo, Fruteiras, Pardo, São João de Viçosa, Caxixe, Prata, Alegre, Pardinho, Monte Alverne, Pedra Roxa e Pedregulho	IQA: BOM Monitoramento de qualidade da água: 8 pontos

Fonte: [www.iema.es.gov.br/recursos](http://www.iema.es.gov.br/recursos) hídricos

Nessa unidade administrativa, nenhum grande rio será atravessado pela Variante, somente os afluentes de trecho da margem esquerda do rio Itapemirim.

### B) Qualidade das Águas

Para a caracterização da qualidade das águas dos rios da AII, recorreu-se ao levantamento de dados de qualidade de água a partir do controle efetuado pelo IEMA/ES; aos dados populacionais disponibilizados pelo IBGE e a informações de coleta e tratamento de esgoto, incluindo-se para esse último tópico, municípios localizados a montante da AII.

No Mapa 1.5-1 são apresentados os resultados do IQA para os pontos monitorados no ano de 2005, esses índices são classificados em: Bom, Médio, Ruim e Muito Ruim.

A AII abordada nos estudos socioeconômicos abrange os municípios de Santa Leopoldina, Cariacica, Vila Velha, Viana, Guarapari, Anchieta, Iconha, Piuma, Rio Novo do Sul, Itapemirim e Cachoeiro de Itapemirim, cujas populações são apresentadas no Quadro a seguir.

**Quadro 1.5-8 População dos Municípios na Área de Influência do Projeto - 2005**

Município	População	Área (km <sup>2</sup> )
Santa Leopoldina	13.454	716
Cariacica	355.456	280
Vila Velha	396.323	209
Viana	59.458	312
Guarapari	105.116	592
Anchieta	21.834	405
Iconha	12.301	203
Piuma	18.469	74
Rio Novo do Sul	12.065	204
Itapemirim	32.044	557
Cachoeiro de Itapemirim	194.605	877

Fonte: IBGE, julho 2005

Nestes municípios, os rios que têm a qualidade de suas águas controladas pelo IEMA/ES, são: Jabuti, Itanguá, Rio Novo, Benevente, Lagoa Guanandi, Bubu, Formate, Marinho e Aribiri e Itapemirim.

As bacias destes rios, mencionadas nos Quadros 1.5-2 a 1.5-7, apesar de o IQA ter sido enquadrado como de Qualidade BOA, apresentam alterações nos padrões de qualidade dos corpos d'água em função do lançamento de efluentes urbanos sem tratamento adequado. Os municípios inseridos em suas áreas de contribuição apresentam baixos índices de coleta e tratamento de efluentes domésticos, conforme mostra o Quadro a seguir.

**Quadro 1.5-9 Índices de Atendimento – Abastecimento de Água e Coleta de Esgotos**

Município	Índice de Atendimento – Água (%)	Índice de Atendimento – Esgoto (%)
Anchieta/ES	72,29	0,00
Cachoeiro de Itapemirim/ES	93,11	81,18
Cariacica/ES	82,72	5,56
Castelo/ES	66,55	54,08
Domingos Martins/ES	76,08	10,07
Guarapari/ES	100,00	34,57
Itapemirim/ES	70,83	7,12
Iúna/ES	48,14	n.d.
Jerônimo Monteiro/ES	82,48	61,28
Marataízes/ES	89,97	23,54
Muniz Freire/ES	31,79	n.d.
Muqui/ES	62,01	n.d.
Presidente Kennedy/ES	15,06	n.d.
Santa Leopoldina	30,37	n.d.
Santa Maria de Jetibá/ES	22,49	13,78
Serra/ES	92,57	38,00
Venda Nova do Imigrante/ES	50,59	42,81
Viana/ES	77,87	26,96
Vila Velha/ES	99,25	5,54
Vitória/ES	100,00	50,85

n.d. dado não disponível

Fonte: SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – SNIS - Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2004

De acordo com essas informações, a caracterização da qualidade das águas naturais da AII indica que estas sofrem significativas influências das descargas de esgotos sanitários das áreas urbanas tanto dos municípios que compõem a área como também dos municípios situados a montante.

Os dados indicam também que a poluição por esgoto doméstico constitui a principal causa da deterioração da qualidade das águas nessa área, uma vez que a região não apresenta níveis de industrialização elevados.

Com relação ao Sub-Trecho 1A, a linha férrea situa-se predominantemente no município de Cariacica, que contempla um dos menores índices de atendimento de esgotos sanitários da AII (5,56%).

### 1.5.2.2 Enquadramento dos Corpos d'Água

Quanto ao enquadramento dos corpos d'água, conforme preconizado pela Lei 5818/98, as coleções hídricas do Estado ainda não foram classificadas, prevalecendo, portanto, o artigo 38 combinado com o artigo 42 da Resolução CONAMA 357/05:

*Art. 38. O enquadramento dos corpos de água dar-se-á de acordo com as normas e procedimentos definidos pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH e Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos.*

*(...)*

*Art. 42. Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, as salinas e salobras classe 1, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente.*

Dessa maneira, todos os cursos d'água da região de interferência do traçado da VFLS são considerados de Classe 2 pelo presente estudo ambiental.

### **1.5.2.3 Usos da Água**

Em face da recente implantação da sistemática de outorga no Estado do Espírito Santo e de não existirem ainda outorgas emitidas e/ou cadastradas nos municípios da AII, a abordagem sobre os usos de água foi direcionada ao abastecimento público, por ser tratar de um uso prioritário, centrando-se o foco das investigações nas captações superficiais para abastecimentos dos núcleos urbanos, com potencial de sofrerem interferências. Conforme anteriormente citado (item B1), os demais usos das águas na AII são voltados predominantemente às atividades rurais, sendo que a diluição de esgotos "in natura" constitui um uso generalizado na maior parte dos rios que atravessam zonas urbanizadas.

Nesse sentido, foram levantadas junto às companhias responsáveis pelas captações e respectivo tratamento, as informações sobre a localização das captações dos municípios de interesse, as quais foram mapeadas com o objetivo de verificação de suas posições em relação ao traçado da VFLS. Esse levantamento é apresentado nos Quadros 1.5-10 e 1.5-11 e Mapas 1.5-1 e 1.5-2.

**Quadro 1.5-10 Captações para Abastecimento Público na AII**

Município	Nome do Rio	Situação da captação com relação à VFLS	Distância da VFLS (km)
Cariacica	Rio Marinho <sup>2</sup>	Jusante	9,00
Vila Velha	Rio Jucu <sup>2</sup>	Jusante	10,50
Guarapari	Rio Jabuti	Jusante <sup>1</sup>	0,08
Anchieta	Rio Pongal	Montante	0,16
Piúma	Rio Iconha	Jusante	3,50
Itapemirim	Rio Itapemirim	Jusante	11,70
Itapemirim	Rio Novo	Jusante	5,00
Itapemirim	Rio Itapemirim	Jusante	19,80

Fontes: CESAN, SAAE Itapemirim, SAAE Iconha e Citágua, 2006  
 ARCADIS Tetraplan, 2006. Estudo Ambiental da Ferrovia Centro-Atlântica.

- 1 Essa captação está a montante do traçado, no rio Jabuti, porém alguns afluentes da margem direita do rio Jabuti são atravessados pelo traçado da VFLS entre os km 56 e km 58, desaguando a montante da captação.
- 2 Fonte: ARCADIS Tetraplan, 2006. Estudo Ambiental da Ferrovia Centro-Atlântica

Elaboração: ARCADIS Tetraplan, 2006.

**Quadro 1.5-11 Captações para abastecimento público fora da AII**

Município	Nome do Rio	Situação da captação com relação à VFLS	Distância da VFLS (km)
Cariacica	Rio Duas Bocas	Montante	3,50
Viana	Rio Formate <sup>1</sup>	Montante	10,00
Viana	Rio Jacarandá <sup>1</sup>	Montante	7,20
Viana	Córrego Piaíba <sup>1</sup>	Montante	17,20
Guarapari	Rio Conceição	Montante	4,70
Anchieta	Rio Benevente	Montante	4,50
Anchieta	Rio Pongal	Montante	11,50
Iconha	não informado	Montante <sup>2</sup>	-
Rio Novo do Sul	Cor. São Vicente de Baixo <sup>1</sup>	Montante	13,00
Rio Novo do Sul	Córrego São Caetano <sup>1</sup>	Montante	12,80
Itapemirim	Lagoa Sete Pontas	s/i	-
Itapemirim	Rio Itapemirim	Jusante	31,70
Itapemirim	Brejo Grande do Sul	s/i	-
Cachoeiro de Itapemirim	Rio Itapemirim <sup>1</sup>	s/i	-

Fontes: CESAN, SAAE Itapemirim, SAAE Iconha e Citágua, 2006  
 ARCADIS Tetraplan, 2006. Estudo Ambiental da Ferrovia Centro-Atlântica.

1 Fonte: ARCADIS Tetraplan, 2006. Estudo Ambiental da Ferrovia Centro-Atlântica

2 Informação fornecida pela SAAE de Iconha, o ponto está a montante e não foi fornecida sua localização.

Elaboração: ARCADIS Tetraplan, 2006.

#### 1.5.2.4 Redes de Monitoramento Quantitativo e Qualitativo

O monitoramento quantitativo no Estado é realizado, principalmente, pela Agência Nacional de Águas – ANA, por meio da operação de 64 estações fluviométricas. A relação detalhada das estações de monitoramento, incluindo as de qualidade das águas superficiais é apresentada no Quadro 1.5-12. Os códigos criados para representação dessas estações no Mapa 1.5-1 são apresentados neste quadro, ao lado dos códigos adotados pelo IEMA.

**Quadro 1.5-12 Estações de Monitoramento Fluviométrico e de Qualidade da Água**

Município	Cód. da Estação	Cód. da Operadora	Cód, adotado no Mapa 1.5-1 *	Curso D'água
Alfredo Chaves	57260500	BCN1C010	QA01	Rio Benevente
	57260000	BCN1D005	QA02	Rio Benevente
	57250000	-	QA03	Rio Benevente
Cachoeiro de Itapemirim	57584400	LGD1L002	QA04	Lagoa de Guanandi
	57584200	LGD1L001	QA05	Lagoa de Guanandi
	57584000	ITP2C060	QA06	Rio Itapemirim
	57581000	ITP1D055	QA07	Rio Itapemirim
	57570500	ITP1E050	QA08	Rio Itapemirim
	57560001	ITP1D045	QA09	Rio Itapemirim
	57555000	-	QA10	Rio Itapemirim
	57552000	-	QA11	Rio Itapemirim
	57551000	ITP2C040	QA12	Rio Itapemirim
	57465000	ITP1C030	QA13	Rio Itapemirim
Cariacica	57139000	BUB2C015	QA14	Rio Bubu
	57138000	BUB1C010	QA15	Rio Bubu
	57137000	BUB2C005	QA16	Rio Bubu
	57136000	BUB1C001	QA17	Rio Bubu
Colatina	56991400	RDC2C007	QA18	Rio Doce
Domingos Martins	57200000	JUC2C009	QA19	Rio Jucu - Braço Sul
	57185000	JUC2C008	QA20	Rio Jucu - Braço Sul
	57180000	JUC2C005	QA21	Rio Jucu - Braço Sul
	57175000	JUC2C001	QA22	Rio Jucu - Braço Norte
	57170000	-	QA23	Córrego do Galo
	57166000	JUC2C010	QA24	Rio Jucu - Braço Norte
Guarapari	57248000	JAB1E010	QA25	Rio Jabuti
	57247000	JAB1E005	QA26	Rio Jabuti
Iconha	57320000	-	QA27	Rio Iconha
Itapemirim	57580000	-	QA28	Rio Itapemirim
Rio Novo do Sul	57300800	RNS1C010	QA29	Rio Novo
	57300700	RNS1C005	QA30	Rio Novo
	57300000	-	QA31	Rio Novo
Serra	57134700	LJA1L001	QA32	Lagoa Jacunem
Viana	57238000	MAR1C020	QA33	Rio Marinho
	57237000	MAR1C010	QA34	Rio Marinho
	57236400	FOR1C015	QA35	Rio Formate
	57236300	FOR1D012	QA36	Rio Formate
	57236200	FOR1C010	QA37	Rio Formate
	57236100	FOR1C008	QA38	Rio Formate
	57236000	FOR1D001	QA39	Rio Formate
	57230600	JUC1C025	QA40	Rio Jucu
	57230000	-	QA41	Rio Jucu
Vitória	57150005	CAP1L006	QA42	Lagoa de Carapebus
	57150000	CAP1L001	QA43	Lagoa de Carapebus
	57135100	MAN1C001	QA44	Córrego Manguinhos

Fonte: IEMA, 2006 \* Os dados de IQA do Mapa 1.5-1 representam a média do ano de 2005.

No Programa Qualidade das Águas Interiores, as 12 bacias hidrográficas do Estado são monitoradas pelo IEMA por meio de coletas periódicas de amostras de água em 75 pontos dessas bacias. Destas 12 bacias, são consideradas de interesse para o presente Diagnóstico as bacias dos rios Guarapari, Novo, Santa Maria da Vitória, Jucu, Benevente e Itapemirim (Quadro 1.5-13).

A avaliação da qualidade das águas é realizada a partir da análise de diversos parâmetros físico-químicos, toxicológicos e microbiológicos em conformidade com a Resolução 357 de 17 de março de 2005, do CONAMA (vide item 1.5.3.2).

**Quadro 1.5-13 Bacias Hidrográficas Monitoradas pelo IEMA\***

Bacia	Periodicidade de Coleta de Amostras	Número de Pontos de Amostragem
Rio Guarapari	Semestral	3
Rio Novo	Semestral	4
Rio Santa Maria da Vitória	Semestral	12
Rio Jucu	Semestral	16
Rio Benevente	Semestral	2
Rio Itapemirim	Semestral	7

Fonte: IEMA- Disponível em [www.seama.es.gov.br](http://www.seama.es.gov.br)

\* As bacias apresentadas são as que têm parte de sua drenagem atravessada pela Variante

### 1.5.2.5 Sistemas Aquíferos Regionais

A All está localizada na Província Hidrogeológica de 1ª ordem, no contexto do Continente Sul Americano, correspondente ao Escudo Oriental, mais precisamente na Sub-província Sudeste (UNESCO/ CPRM/ DNPM. 1996. Carte Hydrogeologique de l’Amerique du Sud).

Nessa Sub-província, as condições climáticas, caracterizadas por precipitações que variam de 1.000 a 2.250 mm por ano, favorecem a existência de um manto de intemperismo que pode atingir algumas dezenas de metros de espessura.

As rochas cristalinas da região, desta forma, consistem em aquíferos locais livres, restritos a zonas fraturadas nessas rochas, aqueles ampliados localmente devido à presença do manto de intemperismo, que se comporta como material poroso. A permeabilidade é geralmente baixa e a qualidade química das águas é geralmente boa<sup>1</sup>. A contribuição do manto de intemperismo possibilita uma melhora das condições hidrogeológicas, condizentes com vazões médias da ordem de 10 m<sup>3</sup>/h, conforme dados obtidos de poços tubulares. O limite econômico de perfuração de poços nessa sub-província é de 150 m. A produtividade é baixa e a classe de capacidade específica é inferior a 0,5 m<sup>3</sup>/h/m.

Ao aquífero descrito anteriormente associam-se os depósitos terciários do Grupo Barreiras, que se caracterizam por alta produtividade e classe de capacidade específica superior a 4 m<sup>3</sup>/h/m.

<sup>1</sup>Segundo a Carte Hydrogeologique de l’Amerique du Sud, a qualidade boa se refere às características para usos - abastecimento humano e industrial. Essa informação não se refere a alterações de qualidade porventura acarretadas por atividades locais.

Consistem aquíferos contínuos, geralmente de extensão regional a regional limitada, livres e/ou confinados, constituídos por sedimentos clásticos não consolidados ou consolidados. A permeabilidade é geralmente média a baixa e a qualidade química das águas é geralmente boa. A importância hidrogeológica relativa desse aquífero é média e ocasionalmente elevada. A vazão específica do Grupo Barreiras é em geral superior a  $3,2 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$  e a vazão média é pouco inferior a  $9 \text{ m}^3/\text{h}$ . A profundidade média dos poços perfurados no Grupo Barreiras é da ordem de 110 m.

Os aluviões das planícies fluviais e os depósitos litorâneos consistem aquíferos contínuos de extensão variável, livres e/ou localmente confinados, constituídos por sedimentos clásticos não consolidados. A permeabilidade é variável e a qualidade química das águas é geralmente boa, se bem que suscetíveis à contaminação, uma vez que esses aluviões são rasos e associam-se a cursos d'água superficiais. Podem ser explorados por meio de poços rasos. A vazão média é da ordem de  $40 \text{ m}^3/\text{h}$ , com valores variando de 4 a  $370 \text{ m}^3/\text{h}$ , sendo a profundidade média dos poços de 70 m, com variação desde 3 a 275 m.

### **1.5.3 Caracterização Geral dos Recursos Hídricos de Superfície da Área de Influência Direta (AID)**

#### **1.5.3.1 Drenagem Superficial na AID e Usos Identificados**

O traçado da Variante Ferroviária Litorânea Sul atravessará grande quantidade de talwegues naturais de drenagem – cerca de 221 travessias d'água (Vide Anexo IV-1.10).

Com relação às travessias dos sistemas naturais de drenagem, assim como para os reservatórios destinados a usos diversos (particulares e rurais em sua maioria), o Quadro 1.5-14 detalha estas ocorrências considerando suas agregações por unidade hidrográfica, de acordo com a legislação estadual de recursos hídricos. Suas principais características são sintetizadas, observadas e depreendidas a partir da análise dos diversos documentos de projeto.

Dentre as principais observações, têm destaque as travessias de amplas áreas de baixadas correspondentes às planícies fluviais dos principais cursos d'água da região. Estes se caracterizam por apresentar áreas de contribuições confinadas entre o oceano e a região serrana, com as principais calhas apresentando domínios característicos nas nascentes, com altíssimas declividades, e nos exultórios, com grandes espraiamentos e declividades muito reduzidas. Ocorrem também trechos de travessia de vales fluviais encaixados.

**Quadro 1.5-14 Drenagem Superficial na AID/ADA**

Trecho	Hidrografia			Características / Observações
	Bacia	Sub-bacia	Unidade	
1	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Duas Bocas		O segmento inicial do TS cruza o rio Duas Bocas e segue no sentido longitudinal da sua margem direita, atravessando drenagens de pequeno porte de seus afluentes
	Rio Santa Maria da Vitória	Rio Bubu		Segmento do TS, que segue pela margem esquerda do rio Bubu, atravessa este rio na altura do km 14,5 e na sequência, seus afluentes.
	Rio Jucu	Rio Formate		A partir do km 17 ocorrerão travessias de drenagens de médio a grande porte. Ponte sobre o rio Formate, no km 22,5.
	Rio Jucu			Segmento de 3,4 km do TS em áreas de planície fluvial, destacando-se 1,2 km na travessia da drenagem do Canal Camboapina (km 35,2). Diversas travessias de drenagens de pequeno porte e a travessia do rio Jucu. Seccionamento de lago existente. Açude próximo ao leito da Variante. O conjunto de açudes tem como função contribuir para a drenagem de áreas de pasto e para a dessedentação do gado, servindo como suporte para a produção pecuária extensiva presente na área.
	Rio Chury			Pequenos segmentos junto às drenagens de afluentes e travessia do rio Chury. Açude próximo ao leito da via, com a função de contribuir para a drenagem de áreas de pasto e para a dessedentação do gado.
	Rio Una	Rib. Ponta Doce		Travessia do ribeirão Ponta Doce e de alguns de seus afluentes.
	Rio Una	Cor. Amarelo		Travessia do córrego Amarelo e drenagens de pequeno porte. Travessia de açude existente.
	Rio Una	Cor. Laje de Pedras		Pequenos segmentos junto aos canais de drenagem e travessia de drenagens de pequeno a médio porte. Travessia de açude no córrego Laje de Pedras.
	Cor. Barro Branco			Travessia de drenagens de pequeno a médio porte.
	Rio Guarapari	Rio Perocão		Travessia de drenagens de pequeno a médio porte. Açude próximo ao leito da via.
Cor. Barro Branco			Pequenos segmentos junto aos canais de drenagens.	

Trecho	Hidrografia			Características / Observações
	Bacia	Sub-bacia	Unidade	
	Rio Guarapari	Rio Perocão		Pequenos segmentos junto aos canais de drenagem, segmento com extensão da ordem de 2,0 km na travessia da drenagem do córrego Oratório e travessia do rio Perocão. Açude próximo ao leito da via.
	Rio Guarapari	Rio Jabuti		Grandes segmentos junto aos talwegues e travessia do rio Jabuti e tributário principal. Açudes próximos ao leito da Variante, inclusive com travessia.
	Rio Benevente	Rio Aldeia Velha		Travessias de drenagens de médio porte.
	Rio Benevente	Rio Salinas		Techos junto aos canais de drenagem e travessia do rio Salinas. Travessias de açudes existentes.
	Rio Benevente	Rio Salinas	Rio Grande	Grandes segmentos junto aos canais de drenagem, 1,8 km em área de planície fluvial. Travessia do rio Grande e drenagens de pequeno porte.
	Rio Benevente	Rio Salinas	Rio Grande	Travessia de drenagens de pequeno porte.
	Rio Benevente	Rio Salinas		Grandes segmentos de planície fluvial, de 3,8 km. Travessias de drenagens de pequeno a médio porte e travessia sobre o rio Salinas.
	Rio Benevente	Rio Salinas		Travessias de drenagens de pequeno porte.
2	Rio Benevente	Rio Salinas	Rio Grande	Segmento com grandes extensões em área de planície fluvial. Travessia de drenagem de pequeno porte.
	Rio Benevente			Grandes segmentos de planície fluvial, destacando-se 1,3 km em área de planície fluvial. Travessias de drenagens de pequeno porte e travessia do rio Benevente.
	Rio Benevente	Rio Pongal		Grandes segmentos junto aos canais e em planícies fluviais, destacando-se segmento de 0,7 km em área de planície fluvial. Travessias de drenagens de pequeno porte e travessia do rio Pongal. Açudes ao lado do leito da Variante, inclusive, com travessias, açudes com a função de contribuir para a drenagem de áreas de pasto e para a dessedentação do gado.
	Rio Benevente	Rio Iriri		Grandes segmentos junto às drenagens e travessias de drenagens de pequeno porte.

Trecho	Hidrografia			Características / Observações
	Bacia	Sub-bacia	Unidade	
2	Rio Iconha			Grandes segmentos junto às drenagens em planícies fluviais, destacando-se segmento de 3,8 km em área de planície fluvial. Travessias de drenagens de pequeno porte e travessia do rio Iconha. Sistema de açudes voltados tanto para a drenagem dessas áreas de pasto, como para a dessedentação do gado.
	Rio Novo	Rib. São Francisco		Grandes segmentos junto aos canais de drenagem em planícies fluviais, destacando-se segmento de 5,1 km em área de planície fluvial. Travessias de drenagens de pequeno e médio porte e travessia do ribeirão São Francisco.
	Rio Novo			Grandes segmentos junto às drenagens, destacando-se segmento de 8,2 km em área de planície fluvial. Travessias de drenagens de pequeno porte e travessia do rio Novo. Travessia de açude. Sistema de açudes voltados tanto para a drenagem das áreas de pastagem como para a dessedentação do gado.
	Rio Itapemirim	Cor. Do Gato		Segmento de 0,6 km em área de planície fluvial. Travessias de drenagens de pequeno e médio porte.
	Rio Itapemirim	Cor. São José		Grandes segmentos junto às drenagens e travessias de drenagens de pequeno porte.
	Rio Itapemirim	Cor. Santa Maria		Travessias de drenagens de pequeno e médio porte. Açude e área alagada próximas ao leito da Variante. Açude voltado para drenagem das áreas de pastagem, como para a dessedentação do gado.
	Rio Itapemirim	Cor. Poço da Anta		Travessias de drenagens de pequeno porte.
	Rio Itapemirim	Cor. Urtiga		Segmentos junto aos canais de drenagem e travessias de drenagens de pequeno porte.
	Rio Itapemirim	Cor. Itabira		Segmentos junto às drenagens e travessias de drenagens de pequeno porte.
	Rio Itapemirim	Cor. Cobiça		Segmento junto às drenagens.
	Rio Itapemirim	Cor. Cobiça	Cor. Lameiro	Travessia do córrego Lameiro.
	Rio Itapemirim	Cor. Cobiça		Grandes segmentos junto às drenagens e travessias de drenagens de pequeno porte.

Elaboração: ARCADIS Tetraplan, 2006

### 1.5.3.2 Avaliação da Qualidade das Águas na Área de Influência Direta - AID

Para a avaliação da qualidade das águas na AID foram utilizados, como referência:

- O controle efetuado pelo IEMA/ES, tendo-se selecionado as variáveis: concentração de Oxigênio Dissolvido nas águas, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Nitrogênio Kejdahl, Fósforo Total e Coliformes Fecais; por apresentarem correspondência direta com as descargas de esgoto sanitário. Os laudos com os resultados do monitoramento estão apresentados no Anexo IV-1.11.
- Os dados da inspeção a campo realizada, complementarmente, com o objetivo de avaliar aspectos qualitativos dos principais cursos d'água naturais interceptados pela Variante, tendo como eixo principal de observação as rodovias BR 101 e ES 060, entre outras estradas vicinais. Para cada curso d'água observado foi registrada a localização (Município, Ponto de Referência, Coordenadas Geográficas em UTM), sendo também observadas as seguintes características: largura aproximada, sinais de turbidez e de assoreamento, contribuições de efluentes sanitários, presença de resíduos sólidos, intervenções na drenagem (canalização), condições gerais das margens (conservação de Mata Ciliar), uso do solo no entorno e outras observações pertinentes.

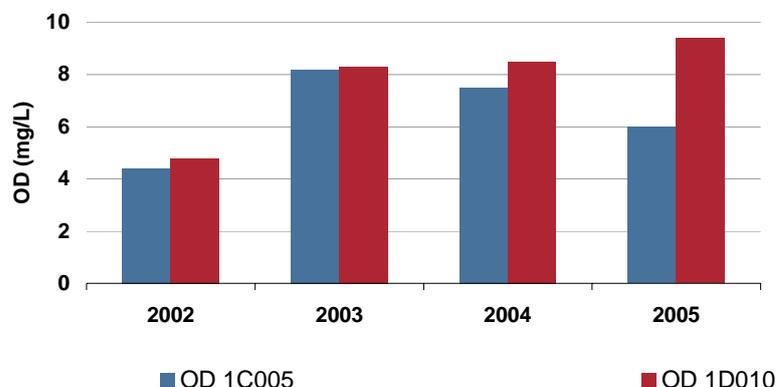
Os resultados desse levantamento de campo estão consolidados no Quadro 1.5-15 apresentado ao final desse item. A seguir são apresentadas as análises dos cursos d'água de interesse monitorados pelo IEMA.

#### A) Rio Novo

O rio Novo atravessa o município de Rio Novo do Sul e é monitorado pelo IEMA nos pontos RNS 1C005, localizado sob a ponte onde divide Rio Novo e Itapemirim e RNS 1C010, na captação da CESAN. Esses pontos são representados no Mapa 1.5-1 com os códigos QA30 e QA29, conforme é mostrado no Quadro 1.5-11.

No Gráfico a seguir são apresentados os resultados de concentração de oxigênio dissolvido nas águas.

**Gráfico 1.5-1 Concentração de Oxigênio Dissolvido na Água do Rio Novo**



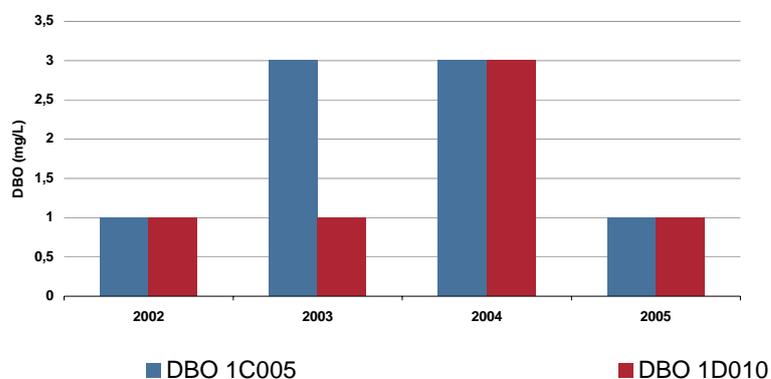
Fonte: IEMA, 2002-2005  
 Elaboração: ARCADIS Tetraplan, 2006

Observam-se, de uma maneira geral, concentrações elevadas de oxigênio dissolvido na água, próximas aos valores de saturação para a temperatura da região (há também valores de saturação superiores, sugerindo nesses casos algum equívoco).

Apenas no ano de 2002 foram registradas concentrações abaixo de 5,0 mg/L em ambos os pontos de amostragem, indicando algum grau de poluição e não atendendo ao limite imposto pela Resolução 20/1986 do CONAMA, ratificado pela Resolução 357/2005 que substituiu a anterior. A Resolução 357/2005 impõe OD mínimo de 6,0 mg/L para águas classe 1 e 5,0 mg/L para águas classe 2.

No Gráfico a seguir são apresentados os resultados de  $DBO_{5,20}$  nos dois pontos de amostragem.

**Gráfico 1.5-2 DBO das Águas do Rio Novo**

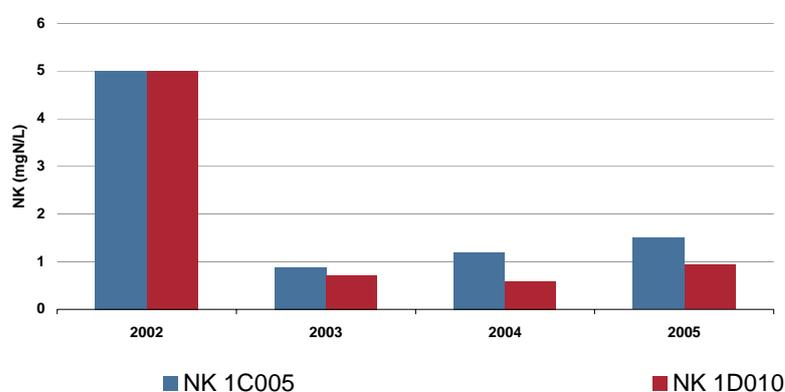


Fonte: IEMA, 2002-2005  
 Elaboração: ARCADIS Tetraplan, 2006

Observa-se o atendimento ao limite de DBO de 5,0 mg/L imposto para águas doces classe 2 pela Resolução 357/2005 do CONAMA, situando-se, em algumas coletas, no limite estabelecido para águas doces classe 1, que é de 3,0 mg/L, denotando pequeno grau de poluição devido, provavelmente, às descargas de esgotos sanitários. Nos gráficos de DBO, os resultados apontados nos laudos do IEMA como < 2,0 mg/L foram lançados como sendo 1,0 mg/L apenas para efeito de visualização.

No Gráfico a seguir são lançados os resultados de Nitrogênio Total Kjeldahl nas águas.

**Gráfico 1.5-3 Nitrogênio Kjeldahl nas Águas do Rio Novo**



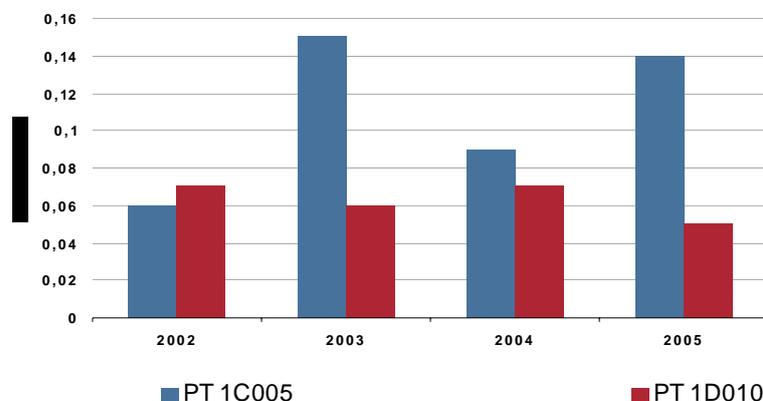
Fonte: IEMA, 2002-2005

Elaboração: ARCADIS Tetraplan, 2006

O Nitrogênio Total Kjeldahl corresponde à soma das concentrações de nitrogênio orgânico e amoniacal. O nitrogênio amoniacal é controlado pela Resolução 357/2005 do CONAMA em faixas de acordo com o pH, pois quanto maior o pH maior a proporção da amônia gasosa, que é mais tóxica, em relação ao íon amônio. Para valores de pH abaixo de 7,5, o limite para nitrogênio amoniacal é de 3,7 mgN/L. Os processos de decomposição de matéria orgânica levam à amonificação do nitrogênio orgânico. Os resultados de Nitrogênio Kjeldahl obtidos em 2002 são bastante elevados, devendo-se preocupar com possíveis problemas de toxicidade sobre a fauna íctica. Provavelmente, o nitrogênio detectado decorre das descargas de esgoto, embora processos naturais de decomposição de vegetais possam contribuir.

No Gráfico a seguir são lançados os resultados de concentração de fósforo total.

**Gráfico 1.5-4 Concentração de Fósforo total nas Águas do Rio Novo**



Fonte: IEMA, 2002-2005

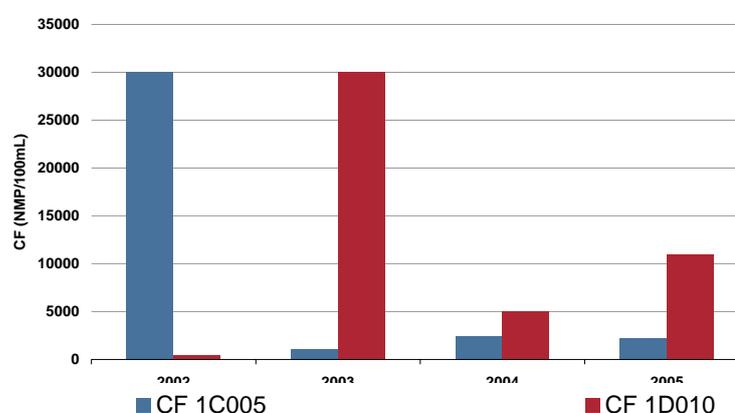
Elaboração: ARCADIS Tetraplan, 2006

As concentrações relativamente altas de fósforo total nos dois pontos de amostragem são indicativas do lançamento de esgotos. A Resolução 357/2005 do CONAMA impõe limites diferenciados para fósforo total em ambientes lóticos, intermediários e lênticos. Considerando-se o ambiente lótico, o limite de 0,1 mgP/L para águas doces classe 1 foi ultrapassado em todas as épocas em que foi feito o monitoramento, enquanto que o limite de 0,05 mgP/L para águas classe 2 também foi ultrapassado em diversos episódios.

Atenção especial deve ser dada à Lagoa Guanandi sob o ponto de vista da concentração de fósforo, pois, tratando-se de ambiente lêntico, os limites são bem mais restritivos devido aos maiores efeitos da eutrofização em águas de baixa velocidade.

No Gráfico a seguir são lançados os resultados das determinações de Coliformes Fecais.

**Gráfico 1.5-5 Densidade de Coliformes Fecais nas Águas do Rio Novo**



Fonte: IEMA, 2002-2005

Elaboração: ARCADIS Tetraplan, 2006

Valores altos de coliformes fecais em praticamente todas as amostragens constituem a prova definitiva do lançamento de esgotos no Rio Novo. A Resolução 357/2005 do CONAMA impõe o limite de 1.000 / 100 mL para coliformes termotolerantes, valor ultrapassado sistematicamente. Valores tão altos quanto 30.000NMP/100mL significam que a capacidade de diluição do Rio Novo que recebe o lançamento de esgotos muito provavelmente sem desinfecção.

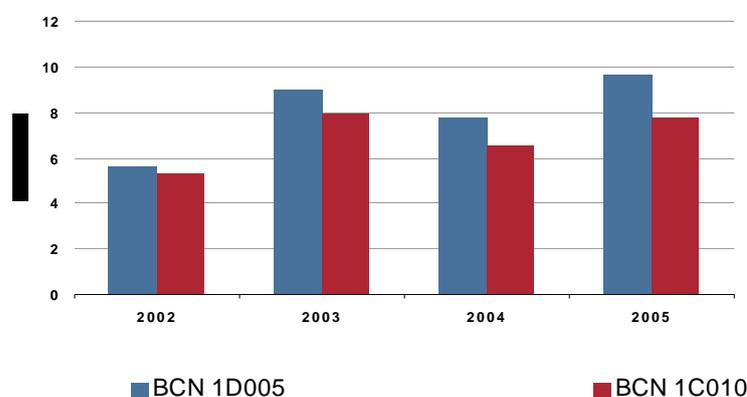
O município de Rio Novo do Sul apresenta população de 12.605 habitantes, estimada pelo IBGE para o ano de 2005 e a sua população urbana relativamente reduzida é suficiente para a significativa elevação do índice de coliformes das águas do rio.

## B) Rio Benevente

O rio Benevente atravessa os municípios de Alfredo Chaves e Anchieta e o IEMA mantém os pontos de amostragem BCN 1D005, na ES - 146 a 2 km de Alfredo Chaves, à altura da Fazenda Santo Antônio e BCN 1C010, na localidade de Jabaguara, sob a ponte (BR-101). Esses pontos são representados no Mapa 1.5-1 com os códigos QA02 e QA01, conforme é mostrado no Quadro 1.5-11.

No Gráfico a seguir são lançados os resultados das determinações de concentração de oxigênio dissolvido nas águas.

**Gráfico 1.5-6 Concentração de Oxigênio Dissolvido nas Águas do Rio Benevente**



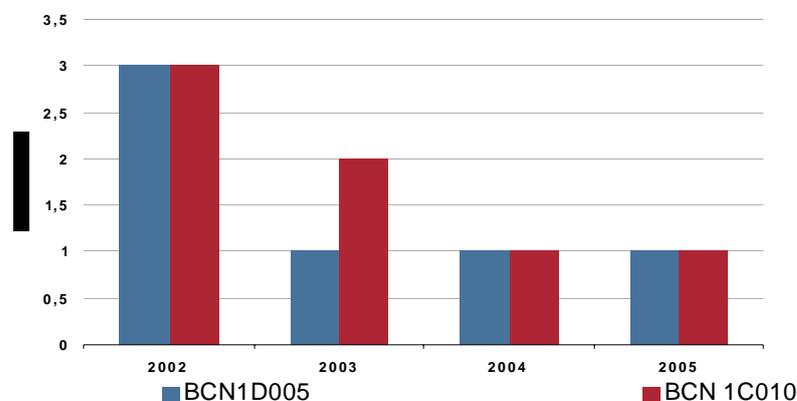
Fonte: IEMA, 2002-2005

Elaboração: ARCADIS Tetraplan, 2006

Situação semelhante pode ser observada nestes pontos de amostragem, que apresentaram concentrações de oxigênio dissolvido sempre superiores à 5,0 mg/L e quase sempre superiores à 6,0 mg/L, significando que o lançamento de matéria orgânica não foi suficiente para provocar depressões apreciáveis na concentração de oxigênio dissolvido nas águas.

No Gráfico a seguir são lançados os resultados de  $DBO_{5,20}$ .

**Gráfico 1.5-7 Concentração de DBO nas Águas do Rio Benevente**

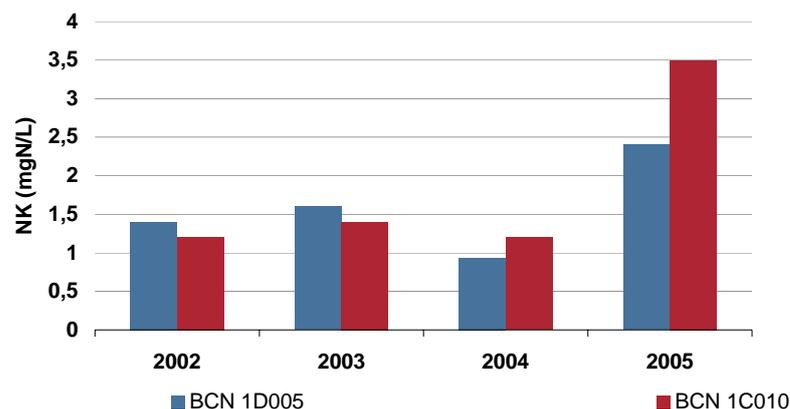


Fonte: IEMA, 2002-2005  
 Elaboração: ARCADIS Tetraplan, 2006

Estes resultados, de certa forma, confirmam os comentários anteriores, em vista que apenas em 2002 foram obtidos resultados mais significativos, 3,0 mg/L, ainda assim no limite para águas classe 1 estabelecido pela Resolução 357/2005 do CONAMA.

No Gráfico a seguir são lançados os resultados de Nitrogênio Kjeldahl nas águas do rio Benevente.

**Gráfico 1.5-8 Resultados de Nitrogênio total Kjeldahl nas Águas do Rio Benevente**



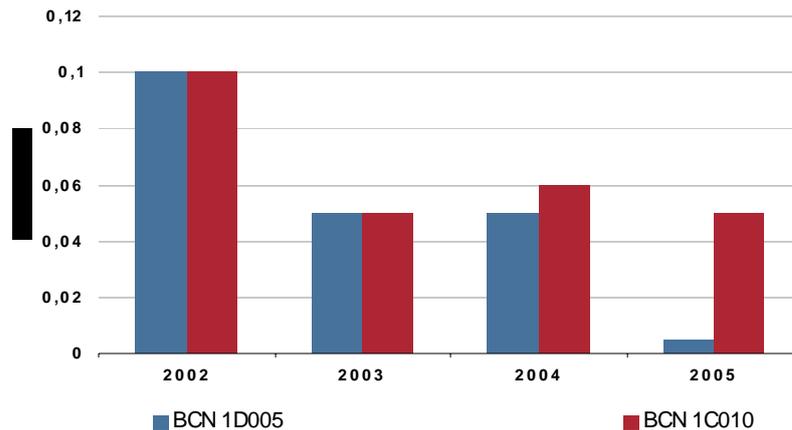
Fonte: IEMA, 2002-2005  
 Elaboração: ARCADIS Tetraplan, 2006

Conforme mencionado anteriormente, o CONAMA controla nitrogênio amoniacal e não Nitrogênio Kjeldahl (NK). Porém, sabendo-se que a concentração de nitrogênio amoniacal é sempre inferior ao NK, pode-se inferir que as condições do rio Benevente são razoáveis em relação a este constituinte, tendo em vista resultados sempre superiores a 3,0 mgN/L em

ambos os pontos de amostragem e a Resolução 357/2005 impõe o limite de 3,7 mgN/L para águas doces classes 1 e 2 com pH inferior a 7,5.

No Gráfico a seguir são lançados os resultados de concentração de fósforo total.

**Gráfico 1.5-9 Resultados de concentração de Fósforo total nas Águas do Rio Benevente**



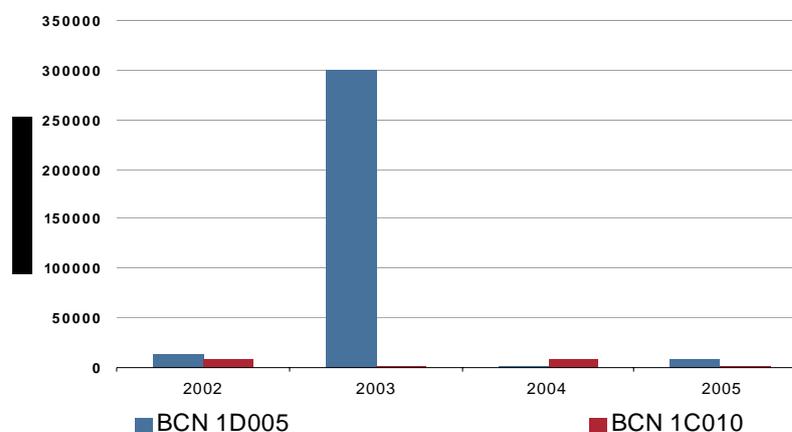
Fonte: IEMA, 2002-2005

Elaboração: ARCADIS Tetraplan, 2006

Pode ser observado que todos os resultados obtidos não iguais ou inferiores a 0,1 mgP/L, limite imposto pela Resolução 357/2005 do CONAMA para águas doces classe 1 de ambientes lóticos. Para águas classe 2 de ambientes lóticos, não há limite para fósforo total. Os resultados demonstram que a poluição por esgoto doméstico e outras fontes não é significativa em termos de elevação da concentração de fósforo nas águas do rio Benevente.

No Gráfico a seguir são lançados os resultados de coliformes fecais.

**Gráfico 1.5-10 Densidades de Coliformes fecais nas Águas do Rio Benevente**



Fonte: IEMA, 2002-2005

Elaboração: ARCADIS Tetraplan, 2006

Estes resultados são, de certa forma, discordantes dos demais, pois, no ano de 2003, foi obtido um resultado bastante elevado de densidade de coliformes fecais, indicando elevada concentração de esgoto sanitário nas águas. Mesmo considerando este resultado anômalo, os demais valores estiveram sempre acima de 1.000NMP/100mL, confirmando a presença de esgoto.

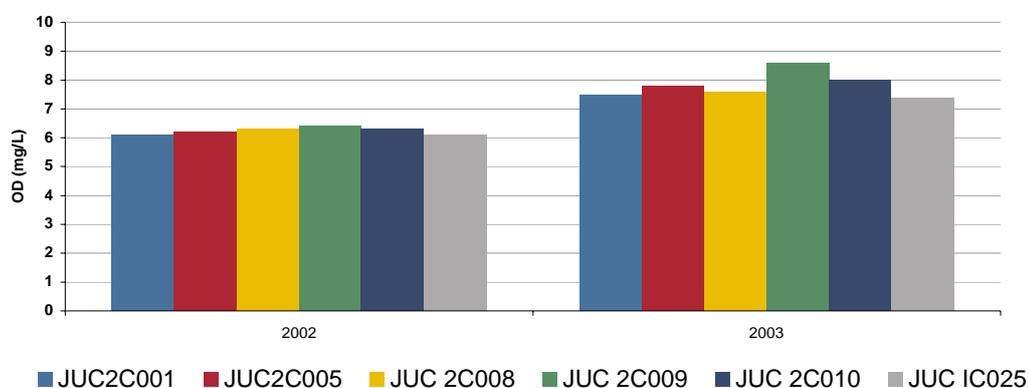
O município de Anchieta apresenta uma população total de 21.834 habitantes, de acordo com as estimativas do IBGE para o ano de 2005.

### C) Rio Jucu

O rio Jucu atravessa os municípios de Marechal Floriano e Domingos Martins, sendo que o IEMA mantém nele seis pontos de amostragem ativos: JUC 2C001, Braço Norte, sob a ponte, próxima a cascata do galo, JUC 2C005, Braço Sul, na saída de Marechal Floriano, sob a ponte na BR – 262, JUC 2C008, Braço Sul, sob a ponte de madeira em Marechal Floriano, JUC 2C009, Braço Sul, na Usina Jucu em Domingos Martins, JUC 2C010, Braço Norte, sob a ponte do rio, na Br – 262 e JUC 1C025, Calha Principal, sob a ponte na BR – 101. Esses pontos são representados no Mapa 1.5-1 com os códigos QA22, QA21, QA20, QA19, QA24 e QA40, conforme é mostrado no Quadro 1.5-11.

No Gráfico a seguir são lançados os resultados de oxigênio dissolvido nas águas.

**Gráfico 1.5-11 Concentração de Oxigênio Dissolvido nas Águas do Rio Jucu**



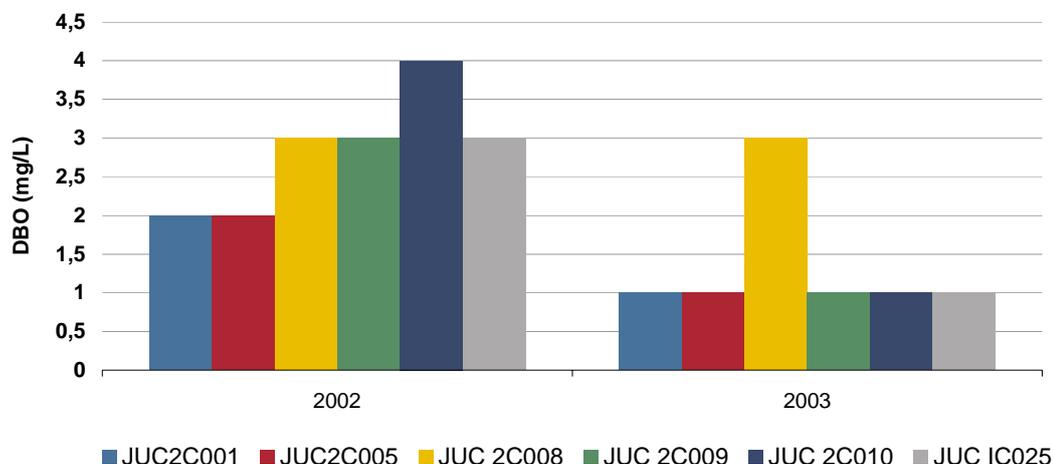
Fonte: IEMA, 2002-2005

Elaboração: ARCADIS Tetraplan, 2006

São observados valores de concentração de oxigênio dissolvido nas águas sempre superiores a 6,0 mg/L, indicando boas condições em relação a este constituinte.

No Gráfico a seguir são lançados os resultados de DBO.

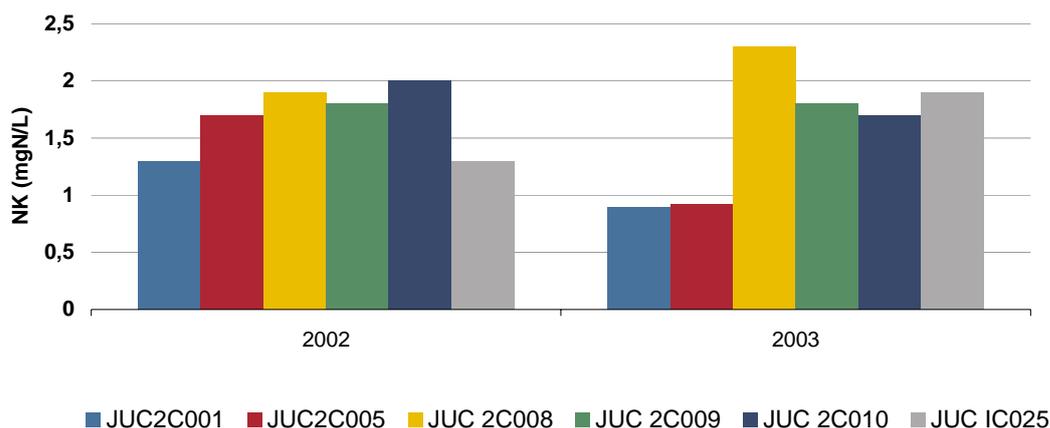
**Gráfico 1.5-12 Resultados de DBO nas Águas do Rio Jucu**



Quase todos os resultados se mantiveram iguais ou abaixo de 3,0 mg/L, equivalente ao padrão para águas doces classe 1 da resolução 357 do CONAMA. Apenas um valor de 4,0 mg/L foi obtido, o que permite o enquadramento na classe 2 de uma maneira geral, pode ser dito que o rio Jucu não está exposto às condições severas de poluição por esgoto, segundo esta característica em particular.

No Gráfico a seguir são lançados os resultados de Nitrogênio Kjeldahl.

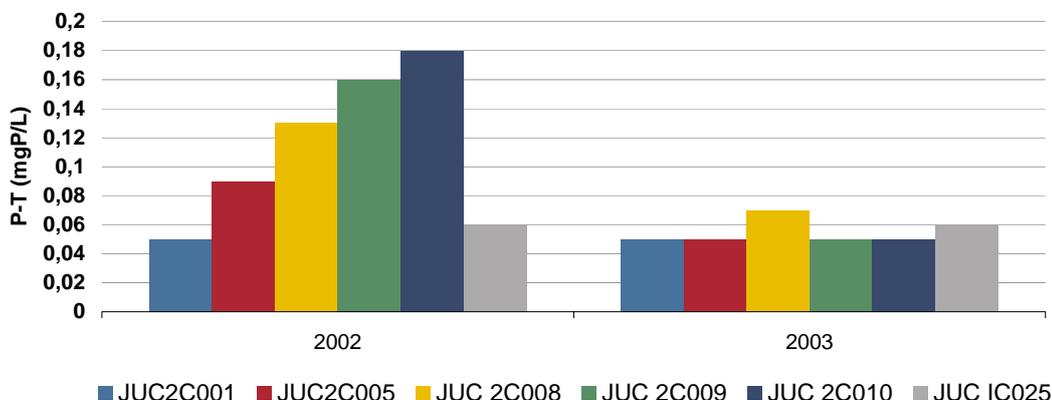
**Gráfico 1.5-13 Concentração de Nitrogênio Total Kjeldahl nas Águas do Rio Jucu**



Observa-se também, em relação a este constituinte, que embora haja provável lançamento de esgotos, a elevação da concentração de Nitrogênio Kjeldahl e, conseqüentemente de nitrogênio amoniacal, não é muito significativa, compatível com o enquadramento nas classes 1 e 2 da resolução 357 do CONAMA.

No Gráfico a seguir são lançados os resultados de concentração de fósforo total.

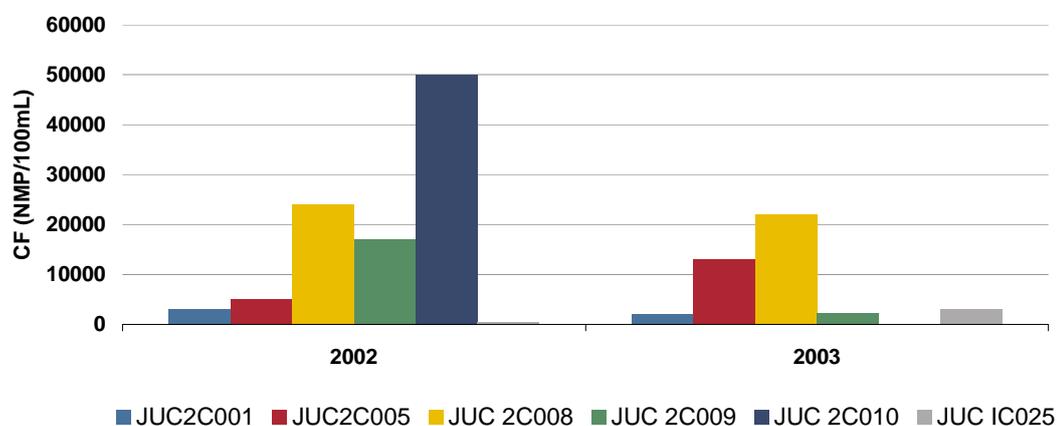
**Gráfico 1.5-14 Concentração de Fósforo Total nas Águas do Rio Jucu**



O padrão de 0,1 mgP/L estabelecido para águas classe 1 em ambientes lóticos foi diversas vezes ultrapassado nas determinações realizadas no ano de 2002, demonstrando efeito do lançamento de esgoto.

No Gráfico a seguir são lançados os resultados de coliformes fecais.

**Gráfico 1.5-15 Densidades de Coliformes Fecais nas Águas do Rio Jucu**



Assim como nos demais casos, as densidades elevadas de coliformes fecais nas águas do rio, comprometendo seu enquadramento às exigências do CONAMA, comportam-se como indicadores mais sensíveis da presença de esgotos, amplificando os sinais da existência de lançamentos sem tratamento.

#### **D) Rios Jabuti, Itanguá, Lagoa Guanandi, Bubu, Formate, Marinho e Aribiri e Itapemirim**

De uma maneira geral, os demais rios pertencentes à Área de Influência Direta da VFLS possuem características semelhantes, constituindo águas afetadas pelo lançamento de esgotos sem tratamento. Essa situação em geral se repete nos pontos de inspeção realizados em campo, cujos resultados são apresentados no Quadro 1.5-15.

Os efeitos da poluição não são mais drásticos em virtude da presença não muito grande de população nestes municípios da região. Algumas variações de características de um caso para outro se devem principalmente às diferenças de população entre os municípios e às distâncias do lançamento dos esgotos em relação aos pontos monitorados.

Os efeitos de autodepuração natural demonstraram-se mais efetivos em termos da garantia de concentrações elevadas de oxigênio dissolvido e de matéria orgânica biodegradável baixa nas águas, do que em relação ao decaimento da densidade dos organismos do grupo coliforme, que não foi suficiente para evitar resultados bastante elevados nos diversos pontos de amostragem em quase todos os pontos monitorados pelo IEMA.

Das características gerais observadas, a qualidade da água na área de influência direta deve ser semelhante a das localidades mais afastadas do empreendimento (monitoradas), estabelecendo-se um quadro homogêneo de qualidade das águas, com variações devidas apenas e principalmente ao fato de que no entorno das regiões metropolitanas, mais densamente povoadas como a de Vitória, os agravos da poluição são mais significativos.

Conforme inspeções a campo realizadas em setembro de 2006 e abril de 2007, as regiões de montante das sub-bacias dos rios Duas Bocas e Bubu, que drenam a AID do TS, tem o uso do solo predominantemente rural, com pastagens, onde se sobressaem alguns remanescentes vegetais.

Somente nas proximidades do eixo da Estrada de Ferro Vitória a Minas, possivelmente compostos de ferro são lixiviados dos solos aos corpos d'água, conferem coloração típica às águas dos rios Duas Bocas no trecho inicial do TS. Esta condição é também observada no rio Santa Maria.

O córrego Porto do Engenho e o rio Duas Bocas a partir da confluência deste córrego, que drenam a maior parte da AID do TS nos primeiros 10 quilômetros, tem a qualidade da águas provavelmente alterada em função do aporte de esgotos sanitários sem tratamento proveniente dos bairros periféricos de Cariacica.

A área de drenagem do rio Duas Bocas demonstra algum nível de urbanização, com bairros periféricos de Cariacica, em especial entre o km 09 e o km 11, intercalados com sítios e pequenas chácaras de lazer. Infere-se, pois, que o córrego Porto do Engenho e o rio Duas Bocas devam ser receptores de esgotos sanitários. Especificamente no trecho correspondente ao km 5,0 ao km 6,5, na cabeceira do contribuinte da margem direita do rio Duas Bocas,

constata-se o predomínio de sítios e chácaras de lazer, sobressaindo alguns remanescentes vegetais, o que confere ao sistema hidrográfico menor grau de intervenção antrópica.

O TS cruza o rio Bubu mais a montante do que a Alternativa Bubu. Essa região é caracterizada pelo menor nível de urbanização e dotada ainda de remanescentes vegetais, inclusive de mata ciliar, em melhor estágio de preservação. Assim, a qualidade das águas na AID entre o km 10,5 e o km 15 possivelmente mantém qualidade adequada, devendo, no entanto, apresentar maior concentração de coliformes fecais, em virtude das áreas de pastagem.



**Quadro 1.5-15**      **Caracterização Geral dos Recursos Hídricos pelas Observações de Campo**

**Folha 1**

**Arquivo: QuadroIV\_1-5-15.xls**

**Quadro 1.5 15      Caracterização Geral dos Recursos Hídricos pelas Observações de Campo (2)**

**Quadro 1.5 15      Caracterização Geral dos Recursos Hídricos pelas Observações de Campo (3)**

**Quadro 1.5 15**      **Caracterização Geral dos Recursos Hídricos pelas Observações de Campo (4)**

**Quadro 1.5 15      Caracterização Geral dos Recursos Hídricos pelas Observações de Campo (5)**

**Quadro 1.5 15      Caracterização Geral dos Recursos Hídricos pelas Observações de Campo (6)**

**Quadro 1.5 15      Caracterização Geral dos Recursos Hídricos pelas Observações de Campo (7)**

**Quadro 1.5 15      Caracterização Geral dos Recursos Hídricos pelas Observações de Campo (8)**

**Quadro 1.5 15      Caracterização Geral dos Recursos Hídricos pelas Observações de Campo (9)**

**Quadro 1.5 15      Caracterização Geral dos Recursos Hídricos pelas Observações de Campo (10)**

**Quadro 1.5 15      Caracterização Geral dos Recursos Hídricos pelas Observações de Campo (11)**

**Quadro 1.5 15      Caracterização Geral dos Recursos Hídricos pelas Observações de Campo (12)**

**Quadro 1.5 15      Caracterização Geral dos Recursos Hídricos pelas Observações de Campo (13)**

**Quadro 1.5 15      Caracterização Geral dos Recursos Hídricos pelas Observações de Campo (14)**

**Quadro 1.5 15      Caracterização Geral dos Recursos Hídricos pelas Observações de Campo (15)**

**Quadro 1.5 15      Caracterização Geral dos Recursos Hídricos pelas Observações de Campo (16)**

**Mapa 1.5-1**      **Recursos Hídricos na AI I**  
**Folha A**

**Mapa 1.5-1 Recursos Hídricos na AII – Folha B**

#### 1.5.4 Análise do Ecossistema Aquático na Área de Influência Direta (AID) e Área Diretamente Afetada (ADA)

As bacias hidrográficas atravessadas pela Variante são submetidas a diversos fatores de pressão antrópica, destacando-se o desmatamento generalizado, inclusive das matas ciliares, propiciando o transporte de sólidos e o assoreamento dos cursos d'água; a falta de saneamento básico nos centros urbanos; e, a existência de áreas de mineração concentradas na região sul do Estado, em especial na bacia do rio Iconha.

Essa condição, detectada na AII, é representativa também dos trechos de rios contidos na Área de Influência Direta e na Área Diretamente Afetada da Variante.

Em geral, na faixa de nascentes dos rios, onde os terrenos são mais movimentados, os cursos d'água apresentam maior potencial de oxigenação das águas. Nessa situação, encontram-se os pontos monitorados pelo IEMA com nível de qualidade classificado na categoria "BOM", concentrados nos trechos de montante dos rios Bubu, Formate e rio Novo.

Essa condição ecológica favorável, aliada ao uso do solo predominantemente rural, intercaladas por manchas de vegetação remanescentes, propicia o estabelecimento da biota aquática mais diversificada, condicionando o surgimento de comunidades bentônicas menos resistentes a alterações nas condições físico-químicas da água, como os representantes da ordem dos Plecópteros, Coleópteros, incluindo os da ordem dos Tricópteros e Efemerópteros que apresentaram maior sensibilidade a variações dos parâmetros relacionados aos teores de matéria orgânica (OD, DBO, DQO e Nitrogênio Amoniacal). Nesse caso, é previsto o registro de níveis de qualidade nos pontos monitorados pelo IEMA enquadrados na categoria "BOM".

À medida que percorrem áreas urbanizadas, entre os quais vilarejos e cidades de pequeno e médio porte, a exemplo de Viana, os cursos d'água na AII passam a assimilar maior quantidade de matéria orgânica proveniente de lançamento de lixo e de esgotos "in natura". Nesse caso, é comum o registro de níveis de qualidade nos pontos monitorados pelo IEMA enquadrados na categoria "MÉDIO" ou "RUIM", como ocorre no trecho médio dos rios Formate, Benevente, Iconha e Itapemirim. Nesse caso, a alteração no equilíbrio ecológico do ambiente aquático, causado especialmente pela depressão nos índices de oxigênio dissolvido, possibilita a predominância de organismos resistentes à poluição, como os exemplares da ordem dos Quironomídeos e Tubificídeos.

Essa situação tende a se agravar nos trechos de planície, onde se conjugam dois fatores desfavoráveis à manutenção do equilíbrio dos sistemas aquáticos, ambos associados à redução na velocidade do fluxo de corrente: a diminuição nas taxas de introdução do oxigênio dissolvido das águas e a maior deposição de sólidos no leito dos rios.

É muito comum na AID e no seu entorno a retificação de drenagem nas propriedades rurais, visando a implementação de pequenos açudes para criação de gado e, em menor proporção, de suínos.

Assim, verificam-se extensas regiões de pastagem, nessa faixa de planície, onde se inserem canais de drenagem completamente destituídos de mata ciliar, estreitos, assoreados e dominados por gramíneas que avançam pelos bancos de areia. Nota-se que os canais retificados em área onde se pratica a agricultura, tais como café e banana, tendem a apresentar margens mais preservadas e águas mais límpidas quando comparados aos canais que servem à dessedentação do gado, devido ao pisoteio e à contribuição de dejetos desses animais. No entanto, a aplicação de agroquímicos nas lavouras pode constituir fonte de contaminação das águas. Embora os indicadores de qualidade da águas sejam considerados "MÉDIO" ou "RUIM", a exemplo do rio Novo, no trecho de jusante, infere-se que as intervenções no meio físico resultem na manutenção de um conjunto faunístico de organismos bentônicos rarefeito e pouco diversificado.

Porém, as piores condições tendem a ser observadas nas imediações das zonas urbanas, especialmente nas áreas de conurbação da capital, como constatado no baixo trecho do rio Marinho, cujos níveis de qualidade das águas são classificados como "MUITO RUIM". Nesse caso, é grande a possibilidade de serem encontrados apenas representantes da ordem dos Tubificídeos, que suportam altos níveis de poluição.

Esse panorama geral dos ecossistemas aquáticos foi identificado nos estudos conduzidos por SILVA, L.M (1998, op.citado) no rio Formate. Esse curso d'água é antigo afluente do rio Jucu, que, após as obras realizadas pelo Departamento Nacional de Obras e Saneamento - DNOS, passou a desaguar no rio Marinho, que desemboca na baía de Vitória, na localidade de Caçaroça (SEAMA, 1989).

Na parte superior da bacia predominam atividades rurais, enquanto que na parte inferior urbana estão instaladas várias indústrias de médio porte e os bairros de Marcílio de Noronha, São Francisco, Universal e Vila Bethânia. Destes, apenas Marcílio Noronha possui Estação de Tratamento de Esgoto - ETE, já que os demais bairros lançam esgotos diretamente no rio. Grande quantidade de lixo é depositada nas suas margens. A vegetação ciliar, constituída por gramíneas e pequenas árvores, encontra-se bastante alterada em função da atividade humana.

Essa condição geral é também observada na bacia do rio Bubu, onde se situam os primeiros 17 quilômetros do TS. Porém, o trecho da AID drenada pela sub-bacia do rio Bubu apresenta melhor qualidade ambiental do que sua porção de justante, que atravessa área urbana de Cariacica.

Já na sub-bacia do Duas Bocas, notadamente de seu afluente córrego Porto do Engenho, em correspondência à qualidade das águas, os ecossistemas aquáticos possivelmente já se encontram com maior nível de alteração em relação a suas condições originais.

Nesse estudo, foram avaliados os resultados da fauna bentônica em cinco pontos de amostragem no rio Formate, denominados P1 a P5, no sentido de montante para jusante, respectivamente. Com base dos dados obtidos em agosto de 1996, verificou-se que:

- No ponto P1, onde as condições das águas eram excelentes, com OD superior a 8,0 mg/L, DBO inferior a 0,5 mg/L, e teores mais reduzidos de Nitrogênio Total (0,36 mg/L), Fósforo Total (0,03 mg/L), Sólidos Totais (42 mg/L), Coliformes Fecais (NMP

76/100 mL) e Turbidez (5,0 NTU), encontrou-se uma fauna bentônica diversificada, pertencente às famílias Libellulidae, Aeshenidae, Leptophlebidade, Simuliidae, Notonectidae, Elminthidae, Chironomidae, Coenagrionidae, além de Diptera não identificado.

- No Ponto P2, cujas concentrações de OD passaram a ser próximas a 5,6 mg/L, com DBO em torno de 16 mg/L e concentrações mais elevadas de Nitrogênio e Fósforo, respectivamente 5,03 e 0,64 mg/L, foram observadas apenas exemplares das famílias Tubificidae, Chironomidae, Libellulidae e Unionidae.
- No Ponto P3, com altos teores de Nitrogênio (6,1 mg/L) e Fósforo (0,71 mg/L), além de OD em torno de 6,4 mg/L, predominaram organismos das famílias Tubificidae e Chironomidae.
- No Ponto P4, mais a jusante, onde a qualidade da água seguiu praticamente com as mesmas concentrações, foram observados apenas exemplares de Tubificidae.
- Finalmente, no Ponto P5, em local extremamente poluído, com níveis de OD chegando a zero, DBO próxima a 50 mg/L e teores de Nitrogênio e Fósforo Total em torno de 17 e de 2 mg/L, respectivamente, foram constatados apenas organismos da família Tubificidae.

Segundo os critérios adotados e com base nas observações e coleta de amostras, realizadas durante os trabalhos de campo (Quadro 1.5-15), podem ser feitas as seguintes considerações sobre o ecossistema aquático nos trechos da AID em estudo:

- **Sub-Trecho 1A – Santa Leopoldina - Viana**

Nesse trecho, foram observados sete pontos situados nos rios Bubu e Formate, onde possivelmente o ecossistema aquático apresenta maior nível de alteração em relação a todo traçado da VFLS devido às intervenções na rede de drenagem e, principalmente, à contribuição de esgotos domésticos e à presença de resíduos proveniente dos centros urbanos de Cariacica e Viana, respectivamente.

Foram realizadas observações em campo no dia 22/09/06 compreendendo no total 16 pontos, dos quais três são representativos da sub-bacia do rio Bubu, nove da sub-bacia do rio Duas Bocas e outros dois da sub-bacia do rio Formate. Foi também amostrado um ponto no afluente da margem direita do rio Santa Maria após a desembocadura do rio Duas Bocas e outro no próprio rio Santa Maria, ambos no traçado da Ferrovia Vitória a Minas (vide Quadro 1.5-15).

Em outra campanha realizada em 26/04/07, foram checados três pontos de campo realizados anteriormente no início do trecho, na sub-bacia do rio Duas Bocas.

- **Sub-Trecho 1B - Viana-Maguariba**

Nesse trecho, foram observados vinte e seis pontos nas drenagens. Apesar de grande parte dos cursos d'água apresentar leito retificado e desprovido de mata ciliar, os rios da bacia do Guarapari, na ADA, apontam provavelmente condições gerais do ecossistema aquático melhores quando comparadas ao trecho anterior, pois a VFLS interceptará rios de menor extensão que, em geral, não atravessam zonas urbanas a montante.

Os córregos Conceição (Ponto 41) e Maxinda (42), afluentes do Jabuti, possivelmente apresentam fauna bentônica mais diversificada, em função do melhor nível de preservação da vegetação ciliar nessa área. As condições mais críticas são registradas no rio Jucu, município de Viana. A coleta de fauna bentônica nesse local (Ponto 22) resultou apenas em organismos da família Tubificidae, com densidade da ordem de 157 indivíduos/m<sup>3</sup>, provavelmente devido à contribuição de materiais orgânicos através de lançamento de esgotos e lixo.

- **Sub-Trecho 1C – Ramal Ubu**

No total, foram observados sete pontos nesse sub-trecho, que apresenta, na área de contribuição do rio Benevente, grande parte dos cursos d'água com drenagem retificada e também destituída de mata ciliar, inferindo-se que haja alteração no ecossistema aquático desse trecho. Nota-se que esses cursos d'água drenam em direção à ESEC Municipal Papagaio, situada a jusante do traçado da VFLS.

As melhores condições foram registradas no córrego Parati e na Lagoa de Ubu (Pontos 53 e 54). Embora tenha sido detectada coloração de ferro nas águas dos córregos desse trecho, o nível de preservação da mata ciliar implica melhores condições do ecossistema aquático.

- **Trecho 2 – Maguariba - Cobiça**

Corresponde ao trecho com maior número de observações de campo, num total de cinquenta pontos.

Verificam-se em praticamente todos os trechos sinais de alteração do ecossistema aquático devido a interferência nas drenagens, com retificação de córregos e formação de açudes, e do aporte de esgotos domésticos sem tratamento, sobretudo nas imediações de Cachoeiro de Itapemirim. Entre estes, destaca-se pela alta criticidade o rio Iconha, a jusante da ADA, próximo a sua foz no oceano, na cidade de Piúma (Ponto 79). Essa situação deve-se provavelmente à atividade de mineração concentrada no trecho de montante, aliada à proximidade das zonas urbanas, que torna as águas turvas e o leito do rio intensamente assoreado, com proliferação de macrófitas nas regiões da desembocadura. Em contraste, o córrego Simpatia (Ponto 56), afluente do Benevente, e o córrego Jacaratiá (Ponto 74), afluente do rio Novo, são os que apresentam, nos pontos de observação, águas mais límpidas, devido em parte ao melhor estágio de preservação da mata ciliar, não recebendo praticamente efluentes domésticos.

A localização desses pontos, referentes aos levantamentos de campo, é visualizada no Mapa 1.5-1.

O traçado da Variante Ferroviária Litorânea Sul passa por ecossistemas aquáticos considerados na sua maioria alterados, seja pelas intervenções na rede natural de drenagem, ou ainda pela introdução de esgotos sem tratamento, sendo identificados como pontos mais críticos as imediações das zonas urbanas, em especial na região de Cariacica e Viana, bem como de Piúma.

### 1.5.5 Tipologia de Classificação das Drenagens

Para a realização da análise dos recursos hídricos na AID, em uma visão geral que engloba resultados obtidos para cada sub-tema, foi realizada uma descrição dos trechos da VFLS a partir do marco inicial, no município de Santa Leopoldina, até o segmento final, no município de Cachoeiro de Itapemirim, incluindo o ramal de interligação a Ubu.

Foram identificados ao longo do traçado da VFLS trechos que guardam similaridades quanto às tipologias de drenagem definidas no item 1.5.1, item B.5, quais sejam: Grupo 1 (Drenagem atravessada pelo traçado que contribui para manancial de abastecimento público a jusante), Grupo 2 (Drenagem atravessada pelo traçado sem captação para abastecimento público a jusante do traçado.) e Grupo 3 (Drenagens existente na AID, cujas cabeceiras e nascentes encontram-se próximas à ADA.).

A partir dessa referência, foram observados elementos relacionados à qualidade das águas, em especial ao Índice de Qualidade da Água - IQA, bem como as condições predominantes nos ecossistemas aquáticos.

Na seqüência, apresenta-se a descrição dos principais compartimentos identificados na AID. Os números entre parênteses indicam os códigos adotados no Mapa 1.5-1, relativos às estações de monitoramento da qualidade da água ou aos pontos de observação de campo. A Classificação das Drenagens é apresentada no Mapa 1.5-2, para a AID.

1. Partindo do Sub-trecho 1 A, desde o início do traçado até o km 16,8 no município de Cariacica, a AID é drenada pela bacia do rio Santa Maria da Vitória, mais especificamente pelas sub-bacias dos rios Duas Bocas e Bubu.

Ocorre, nessa faixa, o predomínio de drenagens classificadas no Grupo 2 (sem captação a jusante), com rios que assumem características semelhantes, constituindo uma área homogênea devido às águas serem afetadas pelo lançamento de esgotos sem tratamento, o que resulta em IQA Médio (QA 15), identificado em ponto a jusante do TS.

São identificados dois compartimentos onde predominam drenagem do Grupo 2.

O primeiro compartimento está compreendido na sub-bacia do rio Duas Bocas, intercalado entre o km 0 e o km 11, abrangendo os vales do rio Duas Bocas e de seu afluente córrego Porto do Engenho. Conforme salientado, essa unidade compreende pequenas vilas rurais e sítios com predomínio de pastagem. Esse padrão de ocupação confere aos sistemas aquáticos em geral menor nível de alteração em relação à sub-bacia do rio Bubu.

A partir do segmento inicial onde ocorrerá a travessia sobre o rio Duas Bocas (km 0,6), a partir do km 1,5, o traçado seguirá paralelo ao vale do córrego Porto do Engenho até o km 5. Na seqüência, entre o km 5,0 e o km 6,0, o traçado atravessa faixa de nascente de um córrego sem denominação, contribuinte da margem direita do rio Duas Bocas, cujas matas ciliares apresentam-se mais preservadas. A partir do km 6,0, o eixo da VFLS acompanhará o vale do rio Duas Bocas, cruzando o divisor da sub-bacia do rio Bubu à altura do km 11,3.

O segundo compartimento corresponde à sub-bacia do rio Bubu desde o km 11,3 até o km 16,8. Em termos gerais, verifica-se nesse compartimento melhor qualidade ambiental, seja pelos remanescentes vegetais existentes na área de drenagem, incluindo matas ciliares, seja pelo menor índice de urbanização e intervenções na drenagem natural a montante do traçado. Esses fatores, associados aos trechos de maior declividade do rio Bubu, que conferem maior potencial de aeração das águas, típico de zona de nascentes, resultam em ecossistemas aquáticos sujeitos a pequeno grau de alteração em suas condições originais.

A travessia do rio Bubu ocorrerá após a confluência do córrego do Tanque, no km 14,4, a 6,2 km da sua desembocadura na baía de Vitória.

Importante salientar que nas proximidades do ponto de travessia do eixo ferroviário no rio Bubu, próximo ao km 14,5, constatou-se passagem da adutora da CESAN que capta água na represa Duas Bocas, a montante da AID.

2. Continuando no Sub-Trecho 1A, nas imediações do km 16,8, a AID passa a ser drenada pela sub-bacia do rio Formate, cujo rio serve de divisa entre Cariacica e Viana, seguindo em paralelo ao córrego Montanha e atravessando o rio Formate no km 22. Na seqüência, tem início o Sub-Trecho 1B (Viana-Manguariba, km 25,8), seguindo pela bacia do rio Jucu, cujo rio marca a divisa entre os municípios de Viana e Vila Velha (km 35,1).

Toda essa extensão da Variante irá interceptar drenagens classificadas no Grupo 1, pois são identificadas no rio Jucu, à aproximadamente 9 e 10 km a jusante da Variante, duas captações para abastecimento urbano que servem os municípios de Cariacica e Vila Velha, respectivamente.

Apesar do IQA do rio Formate determinado no ponto imediatamente a jusante do traçado (QA 39) ser considerado Bom, suas águas sofrem significativas influências das descargas de esgotos sanitários das áreas urbanas. De fato, o IQA do rio Formate a jusante (QA 37) passou a ser considerado Ruim, situação corroborada pela inspeção a campo na ponte da rodovia da BR 101 (21), o que implica ecossistema aquático com maior nível de alteração. O rio Jucu tende a apresentar essa mesma condição, conforme resultados de macroinvertebrados bentônicos coletados sob a ponte da rodovia BR 101, a montante do traçado da VFLS (22).

No trecho de jusante do rio Bubu, do ponto de vista sanitário, as águas apresentam elevada concentração de coliformes, que se traduz em riscos de transmissão de doenças de veiculação hídrica, em especial aos usos relacionados à balneabilidade. Localmente, em áreas com maior nível de urbanização, tal como verificado em campo na travessia da ponte da BR 101 (17), na cidade de Cariacica, as águas do rio Bubu apresentam níveis de poluição mais severos devido ao lançamento de esgotos e lixo, sendo perceptíveis os sinais de anaerobiose, com exalação de mau cheiro, indicando possivelmente maior nível de alteração do ecossistema aquático.

3. Na seqüência do Sub-Trecho 1B, desde o km 35,1 até o km 38,6 aproximadamente, no município de Vila Velha, a AID é drenada pelo canal Camboapina, pertencente à bacia hidrográfica do rio Jucu, o qual será cruzado pelo eixo da VFLS em zona de planície fluvial.

Esse compartimento, de pequena extensão, é caracterizado pela predominância de rede de drenagem retificada, com uso das águas voltado às atividades rurais, sendo classificada no Grupo 2 (sem captação a jusante). Dada à ausência de fontes significativas de poluição nessa área, consideram-se as águas nesse trecho com qualidade Boa. Contudo, em função da modificação na rede de drenagem, supõe-se que o ecossistema aquático já deva apresentar algum nível de alteração.

4. Ainda no Sub-Trecho 1B, define-se outro compartimento da AID entre o km 38,1 e o km 53,1 na bacia do rio Guarapari, abrangendo no município de Vila Velha as sub-bacias dos rios Chury e do ribeirão Ponto Doce, este último formador do rio Una, que deságua na baía de Guarapari.

Já no município de Guarapari (km 44,6), a AID é drenada pelas sub-bacias dos córregos Amarelo e Laje das Pedras, uma pequena parte pelo córrego Barro Branco, todos afluentes da margem direita do rio Una. Com algumas exceções, esse trecho da Variante atravessará uma seqüência de drenagens de pequeno e médio portes, classificadas no Grupo 2, intercaladas por alguns cursos d'água do Grupo 3.

O uso das águas nesse compartimento é predominantemente rural, sendo encontrados sítios recreacionais, como o parque aquático Aquamarina (24) e o Hotel Flaboyant (26), localizados nas sub-bacias dos córregos Amarelo e Laje das Pedras, respectivamente. Apesar desse trecho não ser monitorado pela IEMA, infere-se que suas águas sejam consideradas em geral de Boa qualidade, sendo detectado, entretanto, lançamento de efluentes domésticos no baixo curso do córrego Amarelo. Em função das interferências nas drenagens, observadas em vários trechos dos rios Amarelo e Ponto Doce, e também em função do desmatamento generalizado na bacia, inclusive da mata ciliar, considera-se que os ecossistemas aquáticos nesse segmento da AID encontram-se em grande parte alterados.

5. Prosseguindo no Sub-Trecho 1B, entre o km 53,1 e o km 58,4, identifica-se outro compartimento de pequena extensão na AID, compreendido no município e na bacia de Guarapari. Esse trecho da VFLS se desenvolverá aproximadamente paralelo aos cursos d'água afluentes da margem esquerda do rio Perocão e próximas a algumas nascentes do córrego Barro Branco.

Em grande parte, essas drenagens não serão atravessadas diretamente pelo eixo ferroviário pertencendo, portanto, ao Grupo 3. Há apenas duas intersecções previstas na drenagem, respectivamente nos Pontos 28 e 29. Os usos das águas são voltados às atividades rurais. As inspeções em campo indicam que os cursos d'água possuem, em geral, qualidade Boa, garantida em parte pela existência de remanescentes vegetais na área de drenagem, porém sujeitos a alguma contribuição de esgotos domésticos provenientes de comunidades rurais. Inspeção de campo apontam que o córrego Barro Branco apresenta no local de observação (Ponto 27) vazão reduzida devido a represamento

a montante. Assim, nesse segmento da AID podem ser encontrados ecossistemas aquáticos em geral alterados.

6. Na seqüência do Sub-Trecho 1B, entre o km 58,4 e o km 62,6, ainda no município e na bacia hidrográfica de Guarapari, a AID é drenada apenas pelo rio Perocão, que será cruzado pela VFLS à cerca de 5,3 km da sua desembocadura no oceano, e pelo seu afluente da margem direita, córrego Oratório, cujo vale será acompanhado pelo trajeto da Variante.
7. Esse compartimento apresenta basicamente drenagens enquadradas no Grupo 2. Depoimento local revela que o rio Perocão teve sua vazão reduzida devido a represamentos destinados à irrigação de lavoura. Observações de campo (Ponto 32) indicam que o córrego Oratório tem suas águas com níveis moderados de cor e de turbidez. Intervenções antrópicas verificadas na drenagem natural de seu afluente (Ponto 34) revelam também alterações nas condições originais do ecossistema aquático.
8. Continuando no Sub-Trecho 1B, na bacia e no município de Guarapari, destaca-se outro compartimento entre o km 62,6 e o km 67,6, compreendendo apenas a área de drenagem da sub-bacia do rio Jabuti. O rio Jabuti nasce no município de Guarapari a 7 km do traçado da Variante, cuja travessia está projetada a 6,5 km do oceano.

É considerado um dos trechos mais relevantes no que diz respeito a recursos hídricos no traçado da VFLS, devido à proximidade do eixo ferroviário projetado à captação existente no rio Jabuti, que abastece a cidade de Guarapari. Essa captação está a montante do traçado, no rio Jabuti, porém alguns afluentes da margem direita são atravessados pelo traçado da VFLS entre os km 65,6 e km 66,6, desaguando a montante da captação. Essas drenagens são, portanto, enquadradas no Grupo 1.

A cachoeira próxima do ponto de captação é freqüentada pela população residente nas imediações. Conforme ressaltado no item 1.5.3.2/D, essa bacia possivelmente recebe alguma contribuição de esgotos domésticos sem tratamento, o que deve elevar pontualmente os níveis de contaminação por coliformes fecais.

Dois pontos de monitoramento da qualidade da água do IEMA encontram-se nesse trecho da AID, além de três pontos de observação de campo, um deles na captação do rio Jabuti (38), outro a montante nesse mesmo curso d'água (39) coincidindo com o ponto de monitoramento do IEMA (QA 26) e o terceiro no córrego Conceição (40), afluente da margem direita do Jabuti, também monitorado pelo IEMA (QA 25). Também foram obtidas informações no Ponto 42, no córrego Maxinda, afluente da margem direita do Jabuti. Esse córrego drena áreas com remanescentes vegetais, intercaladas por plantação de seringal, formando açudes destinado à piscicultura. As águas nesse trecho monitoradas pelo IEMA apresentam IQA Bom As condições gerais observadas em campo sinalizam ecossistema aquático com menor nível de alteração.

9. A porção final do Sub-Trecho 1B, a partir do km 67,6 até o km 88,6, que inclui parcialmente o ramal de Ubu, e também a parte inicial do Trecho 2 (Maguariba - Cobiça), até o km 12, constituem um compartimento de grande extensão, com características de drenagem semelhantes, abrangendo duas bacias hidrográficas principais: a do rio

Guarapari, especificamente a sub-bacia do rio Aldeia Velha, no município de Guarapari, e a do rio Benevente, englobando as sub-bacias do córrego Baluano, rio Salinas, rio Grande e parte da sub-bacia do rio Pongal, já no município de Anchieta.

Nesse trecho da AID, a Variante interceptará em zona de planície uma rede de drenagem quase que inteiramente retificada, com formação de inúmeros açudes preponderantemente enquadrada no Grupo 2. As águas nessas sub-bacias são em parte destinadas ao abastecimento humano, sendo identificadas duas captações no rio Benevente, situadas a 4,5 e 21,5 km a montante da Variante. Os pontos de monitoramento do IEMA existentes no rio Benevente, indicam IQA Bom no trecho de montante (IQ 2), passando a Médio na captação a jusante, no povoado de Anchieta (IQ 1 e Ponto 47), condição que deve prevalecer na maior parte dos cursos d'água da AID. As observações de campo reproduzem essa situação.

Nos pontos localizados na porção de nascentes, como no córrego Simpatia (Ponto 56), contribuinte da margem direita do Benevente, as águas são mais límpidas e as margens se mantêm com maior nível de preservação. Nas nascentes do córrego do Arrozal, afluente da margem direita do Benevente (Ponto 61), o uso do solo voltado à plantação de lavouras de café, sem ocorrência de pastagem, favorece a manutenção das suas águas que, nesse trecho, são mais límpidas. Nos pontos a jusante observados no córrego Simpatia (Ponto 56) e também do córrego do Arrozal (Ponto 62), já há sinais nítidos de intervenções antrópicas, sendo essa a condição que prevalece na AID.

Nas imediações dos núcleos urbanos, como em Anchieta (Ponto 48), as águas do rio Benevente recebem maior contribuição de esgotos sanitários sem tratamento, interferindo na qualidade das suas águas, conforme identificado pelo monitoramento no ponto IQ 1. Os ecossistemas aquáticos possivelmente refletem esta condição, apresentando melhor grau de preservação nas porções de montante nesse trecho.

A partir do km 88,6, ao final do ramal Ubu, a VFLS compreende um trecho diferenciado, drenado pelo córrego Parati que atravessa áreas de vegetação preservadas, desembocando a seguir no oceano. Na porção em que forma a alça nas proximidades do terminal de Ubu, a ferrovia interceptará cursos d'água afluentes à lagoa do Ubu e, do lado oposto, uma cabeceira que drena diretamente para o estuário. Verificou-se em campo que, mesmo passando por áreas com vegetação remanescente, as águas nessa região apresentam coloração típica de compostos de ferro (Pontos 53)., possivelmente associada a atividades antrópicas.

10. O Trecho 2, entre o km 12 e o km 14,5, compreende parte do rio Pongal e um de seus contribuintes da margem direita, pertencentes à bacia do rio Benevente. O rio Pongal nasce no município de Anchieta a 10,6 km do traçado da Variante e sua travessia está projetada à cerca de 10 km de sua desembocadura no rio Benevente, seguindo por mais 7 km até o mar. Embora de pequena extensão, essa parte da AID define um compartimento mais sensível a alterações nos recursos hídricos quando comparado ao compartimento anterior, em função da proximidade do traçado da Variante à captação do rio Pongal, que abastece a zona urbana de Anchieta.

Apesar desse ponto estar situado a montante do eixo projetado da VFLS, sua localização requer um planejamento criterioso nas etapas de construção e operação do empreendimento, visando evitar qualquer nível de interferência nessas águas. Além desse aspecto, o local é utilizado como área de lazer para habitantes da região, conforme observado em campo (Ponto 66), de forma que a construção da ferrovia poderá causar interferências neste uso específico. Os rios desse trecho são classificados no Grupo 2. Há também outra captação no rio Pongal, a cerca de 11 kms a montante do traçado da Variante, destinada ao abastecimento do município de Alfredo Chaves. Segundo observações realizadas também no córrego Itaperorama (Ponto 69), afluente da margem esquerda do rio Pongal, as águas nesse compartimento podem ser consideradas de qualidade Boa. Contudo, praticamente toda a drenagem já sofreu retificação, o que implica alterações no leito dos rios e nas condições originais do ecossistema aquático.

Entre o km 14,5 até o km 17,5 do Trecho 2, a VFLS irá se desenvolver aproximadamente paralela ao vale do córrego Iriri, que flui diretamente ao oceano, e interceptará cursos d'água dessa sub-bacia em apenas dois pontos. As drenagens nesse trecho da AID são enquadradas preponderantemente no Grupo 2. De acordo com inspeção a campo (km 17), nessa região de nascentes, os córregos já estão retificados, conformando canais de aproximadamente 0,5 m de largura, destituídos de mata ciliar, atravessando áreas de pastagem e pequenos povoados rurais. Essas atividades sinalizam alterações no ecossistema aquático.

11. A partir do km 17,5 do Trecho 2 até o km 45, constata-se um compartimento na AID com rede de drenagem do Grupo 1, drenado pela sub-bacia do rio Novo, onde se destaca seu afluente da margem direita rio Iconha. São identificadas nesses rios duas captações que abastecem os municípios de Itapemirim e Piúma, respectivamente a 5 e 4,5 km a jusante do traçado da VFLS

O monitoramento realizado pelo IEMA (QA 27) revela que o rio Iconha mantém suas águas com qualidade Boa, mesma condição apresentada pelos pontos monitorados no rio Novo (QA 29 e 30). Porém, ao atravessar a zona urbana de Iconha, segundo observado em campo (Ponto 75), suas águas recebem lançamentos diretos de esgotos das residências situadas nas margens do rio, além de detritos.

Essa situação também é perceptível no Ponto 78, na foz do Iconha, onde o rio assume uma condição crítica, devido ao intenso assoreamento e o acúmulo de nutrientes minerais que levou à proliferação de macrófitas, e conseqüente necessidade de obras de dragagem no seu leito, revelando alto grau de intervenção antrópica no ecossistema aquático. Em trechos não urbanizados, os cursos d'água contribuintes do rio Iconha, a exemplo do córrego Tocaia e Itapoama, observados em campo (Pontos 76 e 77), apresentam qualidade da água que pode ser classificada como Boa, inferindo-se menor grau de alteração no ecossistema aquático.

12. A última porção do Sub-Trecho 1C, desde o km 45 até o km 67 no município de Cachoeiro de Itapemirim, a AID define um último compartimento compreendendo a bacia do rio Itapemirim, incluindo várias sub-bacias afluentes da sua margem esquerda, entre as quais a dos córregos Cobiça, Poço d'Anta, Santa Maria e São José.

Praticamente todas as drenagens nesse trecho são, enquadradas no Grupo 1 pois no rio Itapemirim há duas captações que suprem esse município, situadas a 11,7 e 19,8 km de distância a jusante do eixo da VFLS. Importante considerar que, embora todo esse compartimento seja considerado sensível a impactos nos recursos hídricos, devido às distâncias em relação à Variante, este representa menor potencial de interferência quando comparado ao compartimento estabelecido pelo rio Jabuti, anteriormente descrito.

O rio Itapemirim recebe lançamento de esgotos sem tratamento, sendo caracterizado por elevadas concentrações de coliformes, especialmente nas zonas mais urbanizadas. As observações de campo no rio Novo na ponte da rodovia BR 101 (90), a montante da AID, indicam qualidade da água ruim. Esse quadro também é constatado no rio Itapemirim, que tem suas águas nas proximidades do centro urbano, consideradas com IOA Médio. Diante dessas condições, possivelmente o ecossistema aquático já apresente comunidades adaptadas a um ambiente alterado, caracterizado pelo lançamento de efluentes domésticos sem tratamento adequado.

**Mapa 1.5-2**                      **Classificação das Drenagens da AID**  
**Articulação**

**Mapa 1.5-2 Classificação das Drenagens da AID – Folha A**

**Mapa 1.5-2 Classificação das Drenagens da AID – Folha B**

**Mapa 1.5-2 Classificação das Drenagens da AID – Folha C**

**Mapa 1.5-2 Classificação das Drenagens da AID – Folha D**

**Mapa 1.5-2 Classificação das Drenagens da AID – Folha E**

**Mapa 1.5-2 Classificação das Drenagens da AID – Folha F**

**Mapa 1.5-2 Classificação das Drenagens da AID – Folha G**

**Mapa 1.5-2 Classificação das Drenagens da AID – Folha H**

**Mapa 1.5-2 Classificação das Drenagens da AID – Folha I**

## Anexos

Os anexos listados a seguir são referentes ao diagnóstico ambiental do meio físico. Os arquivos contendo tais documentos são apresentados em meio digital ao final do Volume 2.

Anexo IV-1.1 Geologia: Referencial Conceitual e Metodológico

Anexo IV-1.2 Geomorfologia: Referencial Conceitual e Metodológico

Anexo IV-1.3 Solos: Referencial Conceitual e Metodológico

Anexo IV-1.4 Ruído: Certificados de Calibração dos Equipamentos e Laudos de Medição

Anexo IV-1.5 Geologia e Geomorfologia: Complementação de Pontos de Observação de Campo

Anexo IV-1.6 Potencial Mineral: Listagem de Processos de Solicitação de Pesquisa e Lavra

Anexo IV-1.7 Solos: Fichas de Análise Física e Química

Anexo IV-1.8 Recursos Hídricos: Informações sobre Abastecimento Público

Anexo IV-1.9 Recursos Hídricos: Fauna Bentônica

Anexo IV-1.10 Recursos Hídricos: Corpos D'Água atravessados pela VFLS

Anexo IV-1.11 Recursos Hídricos: Laudos de Qualidade da Água

CD

ANEXOS