

#### **IV. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL**

A bacia hidrográfica do rio Santa Maria da Vitória, localiza-se na região central do estado do Espírito Santo, entre os paralelos 19°56' e 20°20' de Latitude Sul e meridianos 40°11' e 41°02' de Longitude Oeste.

O rio Santa Maria da Vitória contribui diretamente para o Atlântico, tendo sua foz localizada na baía de Vitória. As nascentes se localizam nas regiões altas, altitude aproximada de 1300 m acima do nível do mar, do município de Santa Maria de Jetibá. Sua bacia está inserida, no seu trecho superior e médio, nos municípios de Santa Maria de Jetibá e parte de Santa Leopoldina e, na região baixa, Vitória e parte dos municípios de Cariacica e Serra.

Os seus principais afluentes são, pela margem direita, os rios Mangaraí, das Pedras, Caramuru, Duas Bocas, Triunfo, Jequitibá, Farinhas, Fumaça e São Miguel e, pela margem esquerda, os rios Possmouser, Claro, São Luís, Bonito, da Prata e Timbuí.

O rio Santa Maria da Vitória desenvolve-se nos sentidos SO-NE/NO-SE e tem um comprimento total de aproximadamente 126 km, sendo seu desnível, desde as nascentes até a foz, de 1300 m. A PCH Timbuí Seco fica inserido no km 40 a partir da foz do rio, num trecho localizado entre o canal de fuga da PCH Rio Bonito e o remanso do reservatório da PCH Suíça, da ESCELSA. Ao longo deste trecho o rio se constitui em divisa entre os municípios de Santa Maria de Jetibá e Santa Leopoldina. Além destas usinas hidrelétricas, há uma barragem de regularização de nível da CESAN, já próximo a foz, e a represa Duas Bocas, localizada no afluente de mesmo nome.

O mapa EIA – 011 – TS/Bacia Hidrográfica do Rio Santa Maria da Vitória, apresenta a inserção do empreendimento e dos municípios na bacia hidrográfica.

O diagnóstico ambiental descrito a seguir considera os elementos dos meios físico, biológico e antrópico (também denominado socioeconômico). Para melhor compreensão, foi dividido, quando cabível, o diagnóstico de cada especialidade em dados regionais e dados locais. A tabela 4.1 indica as áreas consideradas limite para os meios estudados.

Tabela 4.1 - Limites das áreas de estudo consideradas, por meio de conhecimento

MEIO DE CONHECIMENTO	ÁREA CONSIDERADA COMO LIMITE	
	DIAGNÓSTICO REGIONAL	DIAGNÓSTICO LOCAL
<b>FÍSICO</b>	Bacia hidrográfica.	Áreas necessárias para a instalação da obra e entorno.
<b>BIÓTICO</b>	Flora e fauna terrestre: remanescentes importantes de vegetação e ecossistemas naturais. Fauna aquática: bacia hidrográfica.	Flora: áreas atingidas pelas estruturas civis do empreendimento (o inventário florestal). Fauna: não é feito em nível local, pois a dinâmica da fauna é no âmbito dos remanescentes da vegetação original preservada e de ecossistemas específicos a ela atrelados.
<b>ANTRÓPICO</b>	Municípios nos quais está inserido o empreendimento.	Propriedades atingidas pelas estruturas associadas às obras civis.

#### 4.1 MEIO FÍSICO

A Área Diretamente Afetada – ADA dos estudos do meio físico, para fins de EIA/RIMA, compreendeu aquela onde os impactos incidem diretamente sobre os recursos naturais e a rede de relações sociais, ou seja, aquela que será ocupada pela canal de adução, tomada d'água, túnel de adução, janela intermediária, chaminé de equilíbrio, casa de força, canal de fuga, bota-foras e subestação.

Além destes, foi considerada como Área de Influência - AI o trecho do rio e suas margens localizados entre a tomada d'água e o canal de fuga.

Os estudos compreenderam pesquisa bibliográfica, uma etapa de campo (agosto de 2003), elaboração do relatório e dos mapas referentes ao projeto das estruturas civis do empreendimento e mapas temáticos ilustrando os vários itens abordados.

Para a realização deste diagnóstico, foi feita uma avaliação conjuntural dos seguintes aspectos: clima, hidrologia, geomorfologia, geologia, solos e aptidão agrícola e qualidade e uso das águas superficiais.

##### 4.1.1 Clima

O clima e as condições meteorológicas de uma região são determinados principalmente pela circulação atmosférica, que atua nas diversas escalas em que se insere a região, e em menor proporção pelas condições geográficas, geológicas e hidrológicas locais. Essa

circulação é decorrente da distribuição não uniforme da radiação líquida sobre a terra, do movimento de rotação da terra, das diferenças de calor específico da terra e da água, do relevo, da evaporação de grandes massas de água e da evapotranspiração de grandes florestas (RAUDKIVI, 1979 *apud* INTER, 2002). Esses fatores determinam um padrão variável no tempo e no espaço da pressão atmosférica, umidade e temperatura que por sua vez caracterizam as condições de tempo em cada lugar. Apesar de toda a complexidade da circulação atmosférica, já se têm estabelecido os principais fenômenos meteorológicos atuantes nas diversas regiões do planeta Terra.

A bacia do rio Santa Maria da Vitória é dotada de uma grande diversidade climática, devido tanto a sua diversidade orográfica, quanto à influência marítima e continental. Apesar da variação dos tipos climáticos ser pouco pronunciada na maior parte do estado do Espírito Santo, a área de estudo apresenta uma variedade de clima em função de seu relevo acidentado (HABTEC, 1997).

#### 4.1.1.1 Tipos Climáticos

De acordo com a classificação de KÖPPEN, dois tipos climáticos, um quente e úmido e outro tropical de altitude (mesotérmico), são os mais frequentes. Os principais tipos climáticos são:

- **Aw** - Clima tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno;
- **Am** - Clima tropical úmido sem estação seca pronunciada;
- **Cfa** - Clima brando úmido;
- **Cwa** - Clima brando de inverno seco.

O clima tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno (**Aw**), é observado no litoral, com exceção de Vitória, onde o relevo, formado por morros e colinas um pouco elevadas, permite o desenvolvimento do tipo climático Tropical Úmido (Am), sem estação seca pronunciada. Os municípios de Cariacica e Vila Velha, o extremo leste de Santa Leopoldina e a porção sul de Serra estão sob o domínio do Clima Tropical Úmido. Nestes locais o relevo é pouco acidentado, e sofre a incidência dos ventos provenientes do Oceano Atlântico, propiciando uma estação seca pouco pronunciada.

O clima tropical úmido sem estação seca pronunciada (**Am**) ocorre na bacia, formando uma faixa que se estende de norte a sul nas encostas das áreas montanhosas, passando pelo

município de Santa Leopoldina, principalmente. Na capital Vitória, esse tipo climático encontra-se próximo às porções mais altas do relevo.

Em direção às encostas mais altas da região serrana voltadas para o oceano, entre 300 e 650 m de altitude, o tipo climático brando úmido (**Cfa**) apresenta-se mais fortemente, estendendo-se desde o extremo norte até o sul. A represa Rio Bonito, no município de Santa Maria de Jetibá, a porção leste de Santa Leopoldina, encontram-se sob esse tipo de clima, onde o mês mais seco apresenta cerca de 60 mm de chuva e a temperatura média do mês mais quente é superior a 22° C.

Na região planáltica, após a zona serrana no sentido E-W, o clima torna-se brando úmido com inverno seco (**Cwa**), onde a temperatura no mês mais quente não ultrapassa 22°C e no mês mais frio é inferior a 18°C. Esse tipo climático encontra-se no extremo oeste do município de Santa Leopoldina e no município de Santa Maria de Jetibá, onde, mesmo sem a influência direta das barreiras constituídas pelas serras (que aumentam a precipitação), o clima ainda mantém as temperaturas amenas, devido à altitude.

#### 4.1.1.2 Temperatura

A bacia em questão apresenta razoável contraste térmico, havendo regiões em que a temperatura média ultrapassa 23°C, no extremo leste, e outras em que desce abaixo de 20°C, na sua porção média, e voltando a subir no extremo oeste, com temperaturas médias de até 22°C.

A temperatura na região próxima ao baixo curso do rio Santa Maria da Vitória, tende a se mostrar mais amena, devido à proximidade do mar.

Ao afastar-se do litoral em direção à zona serrana da bacia, a temperatura reduz-se à medida que aumenta a altitude, chegando a um mínimo de 20°C de temperatura média anual em grande parte dos municípios de Santa Leopoldina e na porção leste de Cariacica. A partir da localidade de Garrafão, em áreas planálticas, no município de Santa Maria de Jetibá, já na sub-bacia do córrego Lamego, a temperatura começa a elevar-se, atingindo um máximo de 22°C, próximo aos contribuintes do rio Santa Maria da Vitória, rio Taquarinha da Penha e córrego do Queijo, no extremo leste da região em estudo.

A época mais quente do ano ocorre no trimestre dezembro/janeiro/fevereiro, podendo-se adicionar-lhe o mês de março como igualmente quente. O mês mais quente é, em geral, fevereiro. Porém, algumas vezes janeiro, e, raramente, dezembro.

A temperatura média do mês mais quente (fevereiro) varia em função, principalmente, da altitude. No litoral, próximo aos municípios de Vitória, Serra e parte de Cariacica, a temperatura apresenta-se em torno de 26°C. Por sua vez, próximo às porções centrais da área de estudo, onde o relevo é mais acidentado, a temperatura não ultrapassa os 22°C, abrangendo grande parte do município de Santa Leopoldina.

A época mais fria do ano é constituída pelo trimestre junho/julho/agosto, sendo quase sempre julho o mês mais frio, onde as temperaturas variam entre 18°C e 20°C. Em grande parte dos municípios de Santa Leopoldina e Santa Maria de Jetibá, verificam-se temperaturas médias anuais de até 18°C e o litoral, em sua maioria, apresenta-se com temperatura de 20°C.

As temperaturas mínimas absolutas observadas na bacia do rio Santa Maria da Vitória variam entre 2°C e 6°C, crescendo de sudoeste para nordeste.

#### 4.1.1.3 Precipitação

A distribuição da chuva anual na bacia do rio Santa Maria da Vitória, mostra o quanto elas são dotadas de contrastes, visto que os totais anuais de chuva vão desde menos de 1.250 mm na extremidade sudeste da área até mais de 2.000 mm nas zonas serranas. Depreende-se uma divisão da área enfocada em duas partes: uma do leste para o centro da bacia, onde as isoietas tendem a crescer até um máximo na área serrana, e do centro para oeste, onde as linhas de pluviosidade tendem a diminuir até o extremo oeste da bacia.

A cidade de Vitória encontra-se circundada de morros. Devido a este fato, a capital é uma das regiões mais chuvosas no litoral espírito-santense. Nesta, a precipitação média anual está em torno de 1.275,7 mm, enquanto que a evaporação é de apenas 931,6 mm.

No município de Santa Maria de Jetibá, a 710,m de altitude e onde o total de chuva anual está próximo da isoietas de 1.250 mm, na estação desta cidade, localizada no planalto desenvolvido nas encostas da zona serrana, foram registrados 1.264 mm de chuva. Na Fazenda Fonte Limpa, à nordeste da bacia do rio Santa Maria da Vitória, o total pluviométrico é o menor até agora descrito, com 1.079 mm anuais. Na Reserva Florestal de Duas Bocas, a 200 m de altitude, no município de Cariacica, o total de chuvas é de 1.538 mm e os meses mais úmidos são outubro, novembro e dezembro, que, juntos, representam 26,1% das chuvas anuais (vide gráfico 4.1.1.3.1). Tanto em Santa Leopoldina quanto nas proximidades da Represa Suíça, a pluviosidade também é bastante acentuada, com totais de 1.488 mm e 1.404 mm, respectivamente.

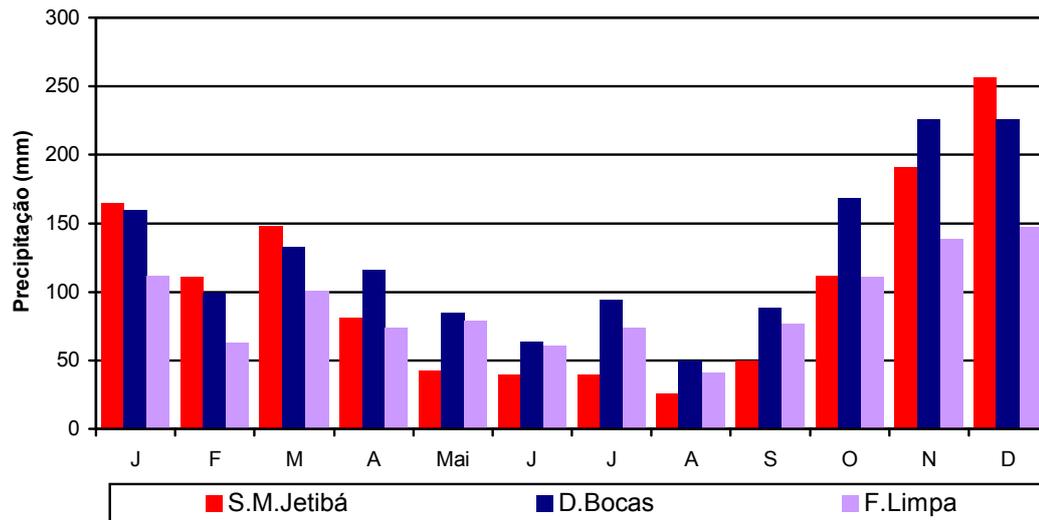


Gráfico 4.1.1.3.1 - Variação da precipitação anual na bacia do rio Santa Maria.

#### 4.1.1.4 Ventos

A definição do regime dos ventos para a região da bacia do rio Santa Maria da Vitória é muito difícil de ser definido, devido ao número reduzido das estações meteorológicas equipadas com anemógrafos e outros equipamentos indispensáveis para tal estudo. A direção dos ventos predominante é Norte, com valores significativos para as direções Sul e Nordeste. Em Vitória, verifica-se que na primavera-verão, os ventos predominantes são nordeste, seguidos de sudoeste. Todavia, no período de outono-inverno, o predomínio passa a ser do vento sudoeste, seguido pelo nordeste (fonte: Companhia Siderúrgica de Tubarão - CST).

O mapa EIA – 012 – TS/Tipos Climáticos, Isotermas e Isoietas da Bacia Hidrográfica, ilustra os temas climáticos referidos anteriormente.

### 4.1.2 Hidrologia

#### 4.1.2.1 Regime Fluvial

Para a caracterização do regime fluvial no local do aproveitamento, foram selecionados dados de estações fluviométricas próximas ao local de instalação da PCH Timbuí Seco, para fins de se estudarem as características hidrológicas pertinentes ao projeto. Além das estações fluviométricas já existentes, foram instaladas estações que vêm sendo operadas regularmente, para auxílio no levantamento da curva chave e conhecimento mais preciso do

comportamento fluviométrico no local. A seguir, são apresentados os estudos relacionados a esses postos.

Os postos com histórico de longa data, utilizados para os estudos de regime fluvial, são apresentados na tabela 4.1.2.1.1. Agregam-se a estes os postos recentemente instalados próximos ao barramento e à casa de força da PCH Timbuí Seco.

Os postos fluviométricos existentes na região foram selecionados do Inventário das Estações Fluviométricas da ANEEL, usando como critério básico a extensão do período observado, além da proximidade com o sítio da PCH Timbuí Seco.

Tabela 4.1.2.1.1 - Estações fluviométricas selecionadas para os estudos hidrológicos

CÓDIGO	NOME	AD (km <sup>2</sup> )	RIO	EXTENSÃO DOS DADOS	ENTIDADE	LAT	LON
57130000	Santa Leopoldina	885	Santa Maria	nov/1949 a dez/2000	ANEEL	20° 06' 01"	40° 31' 40"
57170000	Córrego do Galo	925	Jucu Braço Norte	mar/1953 a jun/2003	ANEEL	20° 18' 59"	40° 39' 06"

Por situar-se no mesmo rio, foram utilizados como base dos estudos de geração de séries os dados de Santa Leopoldina. Os dados do posto Córrego do Galo foram utilizados tão somente para possibilitar uma análise da influência da UHE Rio Bonito, a montante do empreendimento em estudo, na regularização do rio Santa Maria da Vitória.

Os dados das estações pluviométricas Vitória e Cachoeiro do Itapemirim, utilizados para caracterizar o regime fluvial da região, foram obtidos da publicação "Normais Climatológicas - 1961/1990" editada pelo Ministério da Agricultura e Reforma Agrária/Secretaria Nacional de Irrigação/Departamento Nacional de Meteorologia.

A série de dados utilizados do posto fluviométrico 57130000 - Santa Leopoldina foi obtida dos registros da Agência Nacional de Águas - ANA, na página da Internet [www.hidroweb.ana.gov.br](http://www.hidroweb.ana.gov.br). Os dados deste posto compreendem o período de novembro de 1949 a dezembro de 2000 (51 anos hidrológicos incompletos) e não apresentam falhas.

#### 4.1.2.2 Geração da Série Histórica de Vazões Médias Mensais

- **Considerações gerais**

No rio Santa Maria da Vitória existe apenas uma estação fluviométrica de longa data (Santa Leopoldina). Ressalta-se que, por ocasião do presente estudo, foram instaladas estações hidrométricas e efetuadas medições de vazões nas proximidades dos locais do

aproveitamento. Embora em pouco número, as vazões medidas “*in loco*” auxiliam na comprovação ou não de modelos de geração de séries, bem como na confirmação de hipóteses de semelhança no tocante ao comportamento hidrogeológico.

Alguns dos dados e informações aqui apresentados foram extraídos de estudos realizados na região, em particular os Estudos de Inventário Hidrelétrico das Bacias Hidrográficas do Espírito Santo, de 1999, conduzidos pela ESCELSA, os quais abrangeram a bacia hidrográfica do rio Santa Maria da Vitória.

Levando em consideração a série de vazões disponível em Santa Leopoldina, descartou-se a opção de utilização de dados de chuva para a geração de vazões por meio de modelos chuva-vazão.

- **Estações fluviométricas e pluviométricas utilizadas nos estudos do regime fluvial**

Utilizaram-se, neste estudo, os dados da estação fluviométrica Santa Leopoldina (57130000), com área de drenagem de 885 km<sup>2</sup>. A série histórica desta estação compreende o período de 1949 a 2000, cobrindo o período crítico do Sistema Brasileiro (11/1949 a 07/1956), além de superar, com relativa folga, o mínimo de 30 anos exigidos para a definição da energia assegurada do empreendimento. A existência desta estação rechaçou, em princípio, a idéia de utilização de dados de chuva para a geração de vazões a partir de modelos chuva x deflúvio. A relação entre as áreas de drenagem do local da usina e do posto é de 0,7525 (666/885).

Deste modo, a série de vazões médias mensais no local da PCH Timbuí Seco foi obtida por correlação das áreas de drenagem entre a citada estação e o local da derivação da usina.

Para a caracterização do regime de chuvas na região, foram utilizados os dados obtidos da publicação “Normais Climatológicas – 1961/1990” editada pelo Ministério da Agricultura e Reforma Agrária/Secretaria Nacional de Irrigação/Departamento Nacional de Meteorologia, em particular, aqueles relativos às estações pluviométricas Vitória e Cachoeiro do Itapemirim.

- **Série de vazões médias mensais**

A PCH Timbuí Seco está localizada entre dois empreendimentos já existentes e em operação, quais sejam: UHE Rio Bonito e UHE Suíça. Conforme os Estudos de Inventário Hidrelétrico das Bacias Hidrográficas do Espírito Santo, no rio Santa Maria da Vitória existe uma estação fluviométrica – Santa Leopoldina – 57130000, em um local cuja área de

drenagem é de 885 km<sup>2</sup>, que contém dados gerados de 1928 a 1949 e dados observados de 1949 a 1994 (à época).

No projeto básico adotou-se apenas a série natural da estação Santa Leopoldina, pelas seguintes razões:

- Abrange o período crítico do Sistema Brasileiro;
- Compreende um período superior ao mínimo exigido pela ANEEL, de 30 anos para definição da energia assegurada do empreendimento.

Optou-se por não utilizar a série gerada para a estação Santa Leopoldina (utilizada nos estudos de inventário) pelos motivos expostos a seguir:

Primeiramente, realizou-se um teste de hipótese (intervalo de confiança para a média), a título de exemplo, para o mês de janeiro. Neste mês, as médias são respectivamente iguais a 18,22 m<sup>3</sup>/s para o período 1949 a 1994 (histórico – 1ª amostra) contra 21,27 m<sup>3</sup>/s para o período 1928 a 1949 (misto – 2ª amostra). Observa-se, portanto, uma variação percentual da ordem de 14%. Foram estabelecidos limites para a média entre 17,11 e 19,11 m<sup>3</sup>/s para 95% de confiança, estando o valor 21,27 m<sup>3</sup>/s fora daquele intervalo. Isto evidencia que as duas amostras não provêm da mesma população quando se considera aquele nível de confiança.

Além disso, para os meses em que o percentual de variação é maior que 14% (o que ocorre com a maioria dos meses) o teste acima verificou valores cada vez mais afastados do intervalo de confiança estabelecido.

As variações percentuais entre as médias mensais de longo período (1928 a 1949 - obtido por correlações *versus* período 1949 a 1994, histórico) chegam a atingir valores superiores a 40%, como é o caso do mês de abril. A tabela 4.1.2.2.1 abaixo apresenta uma comparação destas vazões.

Tabela 4.1.2.2.1 - Comparação das vazões médias mensais (m<sup>3</sup>/s) para as séries gerada e natural da estação Santa Leopoldina – Estudos de Inventário

VAZÕES MÉDIAS (m <sup>3</sup> /s)												
SÉRIES	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Gerada (1929 a 1949)	21,27	17,48	16,28	18,48	12,63	9,99	8,47	7,58	6,25	7,91	12,40	23,76
Natural (1949 a 1994)	18,23	13,69	14,41	10,72	8,16	7,03	6,94	6,23	5,99	7,36	13,03	16,64
Diferença(%)	14,32	21,67	11,50	41,97	35,35	29,68	18,01	17,79	4,24	6,96	5,08	29,96

Verificou-se ainda que, entre as vazões  $Q_{MLT}$  de cada segmento de série, a variação percentual é da ordem de 26%.

A relação entre áreas de drenagem é igual a 0,7525, de modo que uma série para o local da PCH Timbuí Seco, estabelecida a partir da série histórica registrada na estação Santa Leopoldina, se mostra bastante representativa. Este foi o procedimento apresentado nos Estudos de Inventário para estabelecer a série de vazões médias mensais afluentes ao local da PCH Timbuí Seco.

- Metodologia adotada

Pelos motivos acima relatados, adotou-se, para a fase de Projeto Básico da PCH Timbuí Seco, a série estabelecida por relação entre áreas de drenagem, tendo como base apenas o período histórico registrado na estação Santa Leopoldina – 57130000. Essa decisão justifica-se pela proximidade entre os locais de existência de registros históricos e da PCH, bem como a inexistência de contribuições significativas no trecho. Além disso, a série composta apenas por valores históricos, embora mais curta e apresentando vazões médias menores, se mostrou mais confiável para os estudos energéticos e para o estabelecimento da energia assegurada do aproveitamento.

Embora não se tenha obtido junto à ESCELSA dados precisos sobre a operação do reservatório da UHE Rio Bonito, a montante da PCH Timbuí Seco, soube-se que o referido reservatório admite deplecionamento de 12 metros em seu nível d'água máximo normal.

Realizou-se, então, uma análise das vazões registradas na estação Santa Leopoldina, comparando-as com as vazões da estação Córrego do Galo, no rio Jucu - Braço Norte (dados de jan/1969 a dez/2000), tendo em vista tratar-se de uma bacia vizinha com características semelhantes às da bacia do rio Santa Maria da Vitória. As séries históricas aqui utilizadas, das estações Santa Leopoldina e Córrego do Galo, encontram-se apresentadas nas tabelas 4.1.2.2.2 e 4.1.2.2.3, respectivamente.

Tabela 4.1.2.2.2 – Série histórica de vazões mensais observadas no posto fluviométrico de Santa Leopoldina, no rio Santa Maria da Vitória

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÁXIMA	MÉDIA	MÍNIMA
1950	29,8	19,1	17,2	14,9	11,3	10,8	9,9	7,5	7,1	7,6	16,7	32,7	32,7	15,4	7,1
1951	16,0	20,7	28,1	17,8	12,2	16,6	10,7	12,3	7,7	6,8	5,8	16,8	28,1	14,3	5,8
1952	39,8	28,9	30,4	16,7	12,1	11,3	12,2	12,2	10,7	7,9	35,5	45,9	45,9	22,0	7,9
1953	20,7	24,7	15,5	15,1	11,3	8,9	8,3	7,3	6,8	6,6	21,3	41,8	41,8	15,7	6,6
1954	22,9	12,0	9,6	15,8	9,2	8,7	7,2	6,4	7,2	6,6	6,9	9,4	22,9	10,2	6,4
1955	12,2	7,9	6,1	8,4	7,4	5,3	4,8	3,9	3,8	6,1	23,6	19,6	23,6	9,1	3,8
1956	12,3	7,3	11,5	6,3	6,5	6,8	5,9	6,2	5,8	9,7	19,2	55,8	55,8	12,8	5,8
1957	39,6	19,3	22,2	22,8	16,9	16,4	11,8	8,6	7,8	7,5	15,8	34,5	39,6	18,6	7,5
1958	18,3	16,8	12,2	18,6	14,1	10,1	11,0	8,4	9,1	11,6	12,5	4,9	18,6	12,3	4,9
1959	5,7	2,0	11,2	7,7	7,3	5,6	5,2	4,6	6,2	9,0	14,9	33,2	33,2	9,4	2,0
1960	55,5	37,6	136,0	40,5	22,3	15,9	17,9	19,1	17,1	18,1	22,6	20,5	136,0	35,3	15,9
1961	51,1	42,2	24,5	14,4	15,6	16,5	14,1	9,9	7,7	7,7	8,0	8,7	51,1	18,4	7,7
1962	17,4	15,9	10,5	7,6	7,6	7,4	7,3	6,5	4,2	7,8	9,5	28,6	28,6	10,8	4,2
1963	15,1	12,8	11,0	9,2	7,8	5,9	5,4	5,7	4,7	5,1	6,2	5,0	15,1	7,8	4,7
1964	16,0	18,8	18,6	23,2	11,5	12,3	10,3	12,0	10,3	15,5	15,5	19,6	23,2	15,3	10,3
1965	22,0	27,2	17,4	14,5	12,2	10,5	10,6	8,2	6,5	9,4	24,3	12,5	27,2	14,6	6,5
1966	14,5	8,4	5,8	6,1	6,3	6,2	6,8	6,3	5,8	7,7	18,9	13,3	18,9	8,8	5,8
1967	8,9	10,3	12,5	9,8	12,9	8,7	7,3	7,1	6,5	6,3	8,9	25,1	25,1	10,4	6,3
1968	18,9	19,3	21,9	13,3	10,4	8,9	10,1	10,0	14,3	12,3	10,9	12,5	21,9	13,6	8,9
1969	10,1	12,0	10,7	8,7	8,2	14,7	10,2	8,8	8,7	10,9	10,2	21,2	21,2	11,2	8,2
1970	34,8	22,1	15,2	11,1	9,8	8,9	14,1	12,8	9,7	13,8	40,4	28,1	40,4	18,4	8,9
1971	15,3	10,1	8,3	7,6	6,8	7,8	8,6	7,4	12,7	18,5	48,9	44,0	48,9	16,3	6,8
1972	21,4	19,3	17,2	14,0	12,9	10,8	10,5	10,0	13,6	10,5	15,7	31,2	31,2	15,6	10,0
1973	17,9	14,5	28,9	20,6	15,7	10,9	8,4	7,6	7,4	10,2	10,7	14,7	28,9	14,0	7,4
1974	33,6	20,3	18,7	14,3	9,3	7,3	10,0	7,3	6,5	12,2	15,4	14,0	33,6	14,1	6,5
1975	38,9	34,6	20,6	14,0	12,1	12,1	13,5	9,6	7,8	15,5	20,2	13,3	38,9	17,7	7,8
1976	5,4	5,4	6,2	3,7	4,0	3,0	3,5	3,0	3,7	7,7	18,7	31,6	31,6	8,0	3,0
1977	20,2	11,0	8,0	7,9	8,1	6,7	5,6	3,4	5,0	9,7	15,6	23,3	23,3	10,4	3,4
1978	20,9	19,4	14,2	16,0	10,4	8,7	17,8	11,5	12,4	13,6	10,0	17,6	20,9	14,4	8,7
1979	53,9	80,4	45,1	32,7	19,6	15,0	14,0	10,2	10,9	11,7	23,1	25,7	80,4	28,5	10,2
1980	49,0	29,3	20,1	32,6	21,3	15,0	13,8	10,9	9,3	11,1	10,2	27,5	49,0	20,8	9,3
1981	16,6	14,6	22,3	23,9	17,5	13,9	10,8	10,0	8,8	12,3	40,2	25,9	40,2	18,1	8,8
1982	32,6	20,5	22,8	21,2	16,0	11,9	11,7	13,6	9,8	8,7	8,4	10,7	32,6	15,7	8,4
1983	27,9	25,7	13,3	12,3	12,6	9,2	8,9	7,7	18,8	22,7	39,4	34,7	39,4	19,4	7,7
1984	19,0	14,8	14,1	19,2	12,0	10,4	9,2	10,1	11,8	17,8	18,6	50,5	50,5	17,3	9,2
1985	73,7	34,7	28,8	21,1	17,3	15,0	14,4	16,0	12,8	16,5	16,7	27,2	73,7	24,5	12,8
1986	25,3	13,7	7,9	6,3	7,0	6,8	6,1	5,4	6,6	7,0	6,9	16,2	25,3	9,6	5,4
1987	11,7	6,9	18,3	17,3	11,8	8,8	6,9	3,2	2,2	2,6	17,8	22,3	22,3	10,8	2,2
1988	25,7	16,2	9,6	6,1	6,8	6,5	4,3	3,4	6,1	10,0	11,0	10,7	25,7	9,7	3,4
1989	4,9	4,7	9,1	9,7	6,2	4,5	4,2	6,8	4,2	4,0	9,3	27,7	27,7	7,9	4,0
1990	10,3	4,5	4,3	4,6	4,3	4,0	3,6	3,7	3,7	3,5	9,2	9,3	10,3	5,4	3,5
1991	32,9	14,0	49,1	12,7	9,1	6,5	14,1	21,1	8,9	10,2	13,4	9,7	49,1	16,8	6,5
1992	15,6	22,7	11,0	8,0	7,3	5,9	14,7	7,0	8,0	13,1	65,5	34,3	65,5	17,8	5,9
1993	26,5	10,8	7,0	8,5	7,2	7,1	5,1	5,7	5,4	5,1	5,0	8,7	26,5	8,5	5,0
1994	42,9	11,1	35,3	24,1	14,9	8,8	7,3	6,3	5,2	5,6	5,9	5,4	42,9	14,4	5,2
1995	5,1	4,9	6,0	5,7	5,0	4,8	6,0	5,8	4,9	5,6	17,6	42,0	42,0	9,5	4,8
1996	27,7	9,1	6,1	6,4	5,9	5,1	4,9	4,8	7,2	9,6	67,9	28,8	67,9	15,3	4,8
1997	25,0	20,8	59,2	28,5	17,5	8,8	5,2	4,7	6,5	8,2	20,2	36,3	59,2	20,1	4,7
1998	23,6	14,4	5,0	8,0	5,0	3,8	2,4	4,0	5,1	6,6	11,0	11,7	23,6	8,4	2,4
1999	17,3	5,0	4,9	6,4	6,4	4,7	6,2	4,6	4,9	5,4	17,1	24,4	24,4	8,9	4,6
2000	22,2	20,5	16,5	14,1	8,1	6,7	4,7	3,1	4,8	4,8	20,3	46,9	46,9	14,4	3,1
<b>Máxima</b>	<b>73,7</b>	<b>80,4</b>	<b>136,0</b>	<b>40,5</b>	<b>22,3</b>	<b>16,6</b>	<b>17,9</b>	<b>21,1</b>	<b>18,8</b>	<b>22,7</b>	<b>67,9</b>	<b>55,8</b>	<b>136,0</b>	<b>47,8</b>	<b>16,6</b>
<b>Média</b>	<b>24,4</b>	<b>18,0</b>	<b>19,3</b>	<b>14,3</b>	<b>10,8</b>	<b>9,2</b>	<b>9,0</b>	<b>8,1</b>	<b>7,9</b>	<b>9,7</b>	<b>18,8</b>	<b>23,8</b>	<b>24,4</b>	<b>14,4</b>	<b>7,9</b>
<b>Mínima</b>	<b>4,9</b>	<b>2,0</b>	<b>4,3</b>	<b>3,7</b>	<b>4,0</b>	<b>3,0</b>	<b>2,4</b>	<b>3,0</b>	<b>2,2</b>	<b>2,6</b>	<b>5,0</b>	<b>4,9</b>	<b>5,0</b>	<b>3,5</b>	<b>2,0</b>

Tabela 4.1.2.2.3 – Série histórica de vazões mensais observadas no posto fluviométrico de Córrego do Galo, no rio Jucu – Braço Norte

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÁXIMA	MÉDIA	MÍNIMA
1969	13,5	16,3	11,5	9,6	8,3	12,8	9,1	7,6	6,7	7,9	17,8	22,0	22,0	11,9	6,7
1970	31,9	21,1	14,1	14,4	10,4	8,7	11,6	9,9	9,5	15,3	34,2	34,6	34,6	18,0	8,7
1971	13,0	12,5	14,3	10,0	8,9	9,3	9,5	8,3	10,3	11,9	34,1	30,8	34,1	14,4	8,3
1972	16,3	14,9	14,3	14,6	13,5	10,6	11,3	9,0	10,8	12,0	17,4	22,5	22,5	13,9	9,0
1973	16,7	15,1	41,2	26,4	18,3	15,1	13,0	11,2	10,3	16,6	15,2	25,0	41,2	18,7	10,3
1974	27,6	21,4	26,8	21,6	16,0	12,8	11,4	9,9	9,2	15,6	13,9	19,9	27,6	17,2	9,2
1975	27,8	26,7	18,1	15,1	13,4	12,4	11,6	9,1	10,9	18,2	19,6	13,3	27,8	16,4	9,1
1976	9,4	8,2	8,4	8,1	8,1	6,4	7,6	6,0	8,6	8,6	17,8	22,2	22,2	9,9	6,0
1977	14,5	8,5	7,8	10,2	9,1	7,0	6,1	5,2	6,4	8,3		18,9	18,9	9,3	5,2
1978	17,3	15,1	11,7	11,2	10,9	8,5	13,6	9,3	8,9	13,1	10,6	13,8	17,3	12,0	8,5
1979	36,9	56,5	37,8	29,3	20,8	16,9	14,6	13,7	12,5	11,9	19,3	26,8	56,5	24,8	11,9
1980	38,0	23,3	14,9	26,4	18,0	14,3	12,2	11,4	9,7	9,7	10,5	26,9	38,0	17,9	9,7
1981	12,6	11,8	15,5	17,5	13,6	11,6	10,0	10,9	8,1	10,4	33,1	17,6	33,1	14,4	8,1
1982	25,0	13,8	29,6	23,1	16,1	13,0	11,5	13,7	10,2	9,3	8,2	12,6	29,6	15,5	8,2
1983	26,1	18,2	12,2	14,4	12,1	9,6	8,2	7,1	10,8	16,7	22,4	27,8	27,8	15,5	7,1
1984	17,1	13,0	14,4	16,0	10,8	8,7	7,6	7,9	8,4	10,7	17,6	34,9	34,9	13,9	7,6
1985	56,6	32,4	28,8	18,7	15,9	13,1	12,7	11,9	12,8	15,8	21,0	26,5	56,6	22,2	11,9
1986	19,1	14,0	11,2	10,7	9,6	9,7	9,1	9,1	8,5	7,6	8,9	16,4	19,1	11,1	7,6
1987	18,8	12,3	20,3	17,4	11,1	10,2	8,7	7,7	8,7	7,3	18,0	18,1	20,3	13,2	7,3
1988	19,8	12,0	13,6	12,8	8,8	8,5	7,5	7,1	6,6	11,9	11,9	10,3	19,8	10,9	6,6
1989	9,9	6,9	12,5	8,3	7,8	7,9	6,3	6,8	6,3	6,1	16,0	18,1	18,1	9,4	6,1
1990	7,7	8,2	8,1	8,7	6,4	5,1	8,2	9,5	5,9	7,8	10,4	10,2	10,4	8,0	5,1
1991	23,7	15,1	17,8	13,3	10,1	9,1	12,2	23,0	11,0	9,6	13,2	14,1	23,7	14,3	9,1
1992	13,8	12,9	9,2	9,9	8,8	9,1	14,1	9,5	9,6	12,2	30,4	24,8	30,4	13,7	8,8
1993	21,8	12,9	12,2	13,5	11,3	10,4	8,4	8,3	7,8	7,7	7,3	14,8	21,8	11,4	7,3
1994	32,1	11,6	27,2	17,5	16,1	12,3	10,5	8,8	7,9	8,2	9,3	14,2	32,1	14,6	7,9
1995	8,2	6,6	7,4	9,4	7,7	6,5	6,9	6,4	5,5	7,2	13,9	25,7	25,7	9,3	5,5
1996	19,4	10,2	8,6	9,2	8,7	7,6	6,4	6,0	7,5	9,7	27,7	24,0	27,7	12,1	6,0
1997	26,0	14,9	27,6	18,1	13,9	11,3	9,6	8,8	8,9	12,1	13,0	21,8	27,6	15,5	8,8
1998	15,5	15,1	11,9	11,0	9,3	8,0	7,6	8,3	6,1	9,2	17,6	17,7	17,7	11,5	6,1
1999	18,8	8,4	11,9	10,1	7,8	8,1	7,5	7,1	6,4	7,4	17,7	18,0	18,8	10,8	6,4
2000	14,4	15,5	13,1	10,6	8,6	8,0	7,0	6,3	7,0	5,6	14,0	23,4	23,4	11,1	5,6
<b>Máxima</b>	<b>56,6</b>	<b>56,5</b>	<b>41,2</b>	<b>29,3</b>	<b>20,8</b>	<b>16,9</b>	<b>14,6</b>	<b>23,0</b>	<b>12,8</b>	<b>18,2</b>	<b>34,2</b>	<b>34,9</b>	<b>56,6</b>	<b>29,9</b>	<b>12,8</b>
<b>Média</b>	<b>20,9</b>	<b>15,8</b>	<b>16,7</b>	<b>14,6</b>	<b>11,6</b>	<b>10,1</b>	<b>9,7</b>	<b>9,2</b>	<b>8,7</b>	<b>10,7</b>	<b>17,5</b>	<b>20,9</b>	<b>20,9</b>	<b>13,9</b>	<b>8,7</b>
<b>Mínima</b>	<b>7,7</b>	<b>6,6</b>	<b>7,4</b>	<b>8,1</b>	<b>6,4</b>	<b>5,1</b>	<b>6,1</b>	<b>5,2</b>	<b>5,5</b>	<b>5,6</b>	<b>7,3</b>	<b>10,2</b>	<b>10,2</b>	<b>6,8</b>	<b>5,1</b>

A plotagem das vazões médias mensais na estação Santa Leopoldina, a jusante da UHE Rio Bonito, contra as vazões médias mensais em igual período na estação Córrego do Galo no rio Jucu - Braço Norte, com área de drenagem de 925 km<sup>2</sup> (situada na mesma região e com características semelhantes entre as bacias), onde não existe aproveitamento em operação, permitiu constatar que a operação do reservatório da UHE Rio Bonito não afeta picos mensais.

Vale ressaltar, com base na análise dos hidrogramas simultâneos de vazões médias mensais, ver figura 4.1.2.2.1, que as vazões afluentes em Santa Leopoldina, apresentam picos (máximas) maiores que os correspondentes no rio Jucu, ao passo que os seus valores mínimos são mais rigorosos que aqueles. Na bacia do rio Jucu, o solo de cobertura é mais

permeável, abrandando os picos máximos e, com isto, garantindo uma certa regularização natural maior que na bacia do rio Santa Maria da Vitória.

Esta constatação não descaracteriza a comparação realizada, uma vez que se pretendia apenas avaliar o possível efeito de uma regularização. Os picos (máximos e mínimos) ocorrem ao mesmo tempo, nas duas bacias.

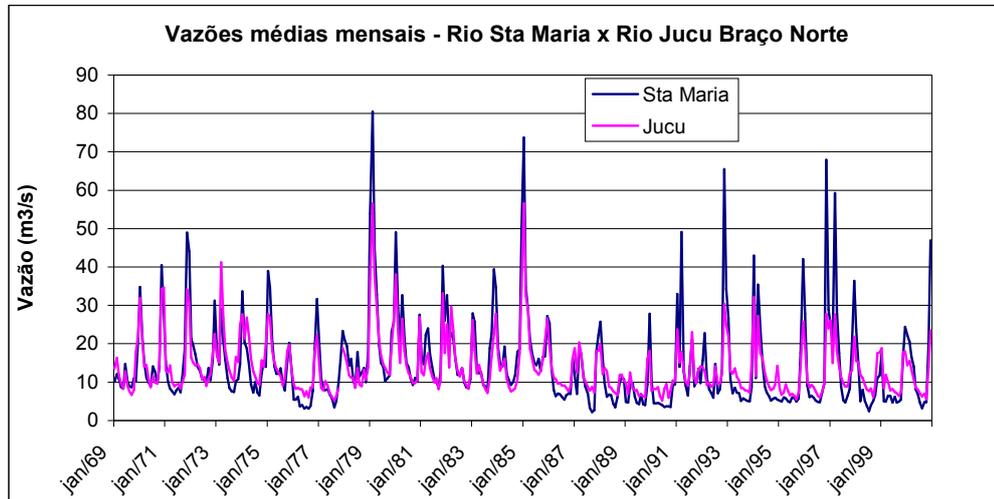


Figura 4.1.2.2.1 – Vazões médias mensais nos rios Santa Maria da Vitória e Jucu – Braço Norte (m<sup>3</sup>/s).

Em nível diário, tomando por base o mês de agosto, mês sabidamente seco, percebe-se, quando se comparam as curvas das vazões de igual período das estações Santa Leopoldina e Córrego do Galo, que a operação do reservatório da UHE Rio Bonito provoca uma menor estabilização nos níveis a jusante, sem, contudo alterar substancialmente o volume total diário afluente. Aparentemente, o deplecionamento visa a atender picos de demanda (algumas horas), voltando a se restabelecer no mesmo dia. A figura 4.1.2.2.2 apresenta as curvas de vazões médias diárias (mês seco) observadas nas estações Santa Leopoldina e Córrego do Galo.

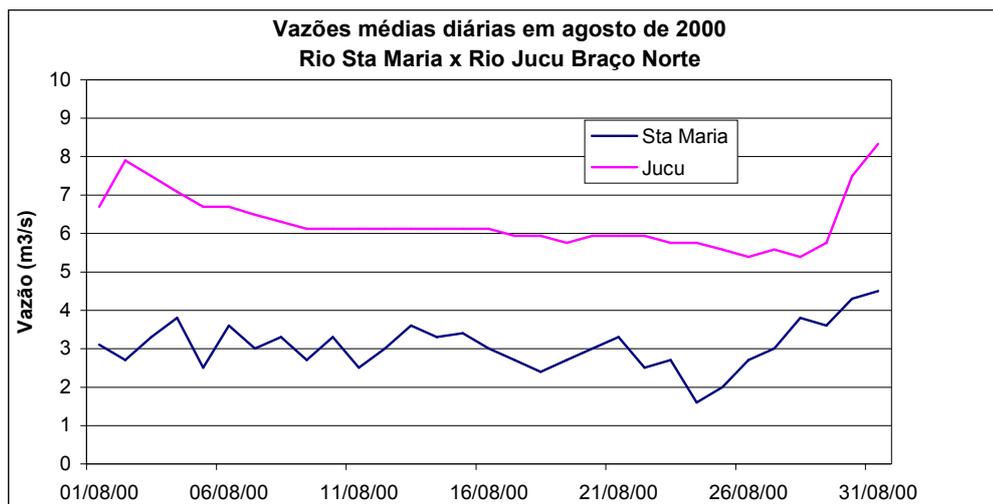


Figura 4.1.2.2.2 – Vazões médias diárias (agosto de 2000) nos rios Santa Maria da Vitória e Jucu – Braço Norte ( $m^3/s$ ).

Desta forma, a série determinada para o local da PCH Timbuí Seco é considerada natural, e os estudos energéticos não levam em conta qualquer capacidade de regularização para jusante da UHE Rio Bonito, tendo em vista que a solicitação feita à ANEEL, acerca das regras operacionais da UHE Rio Bonito não puderam ser atendidas. A tabela 4.1.2.2.4 apresenta os dados e fatores multiplicadores utilizados na definição da série de vazões médias mensais da PCH Timbuí Seco.

Tabela 4.1.2.2.4 – Fatores multiplicadores para a PCH Timbuí Seco

LOCAL	ÁREA ( $km^2$ )	$q_{méd.}$ ( $l/s/km^2$ )	$Q_{MLT}$ ( $m^3/s$ )	FATOR MULTIPLICADOR (em relação à $Q_{MLT}$ de 21750000)
Estação Santa Leopoldina	885	16,2712	14,4	1,0000
PCH Timbuí Seco	666	15,7658	10,5	0,7525

Na tabela 4.1.2.2.5, apresentam-se as vazões características mensais da PCH Timbuí Seco, para a série de 51 anos de dados (1950 a 2000).

Tabela 4.1.2.2.5 – Vazões características ( $m^3/s$ ) da série de 1950 a 2000, para a PCH Timbuí Seco

PERÍODO	VAZÃO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1950 A 2000	MÁXIMA	53,8	58,7	99,3	29,6	16,3	12,1	13,1	15,4	13,7	16,6	49,6	40,7
	MÉDIA	17,8	13,2	14,1	10,4	7,9	6,7	6,5	5,9	5,8	7,1	13,7	17,4
	MÍNIMA	3,5	1,4	3,2	2,7	2,9	2,2	1,7	2,2	1,6	1,9	3,6	3,6

Os valores das vazões mensais máxima, média de longo termo e mínima, estão apresentados na tabela 4.1.2.2.6.

Tabela 4.1.2.2.6 – Vazões mensais máxima, média de longo termo e mínima para a série de 1950 a 2000, na PCH Timbuí Seco

PERÍODO	Q <sub>MÁX</sub> (M <sup>3</sup> /S)	Q <sub>MLT</sub> (M <sup>3</sup> /S)	Q <sub>MÍN</sub> (M <sup>3</sup> /S)
1950 a 2001	99,3	10,5	1,4

A série determinística de vazões médias mensais geradas para a PCH Timbuí Seco, compreendendo o período de 1950 a 2000, é apresentada na tabela 4.1.2.2.7 e serviu como base para os estudos energéticos.

Tabela 4.1.2.2.7 – Vazões mensais máxima, média de longo termo e mínima para a série de 1950 a 2000, na PCH Timbuí Seco

VAZÕES MÉDIAS MENSAIS (m <sup>3</sup> /s) - PCH TIMBUÍ SECO - RIO SANTA MARIA DA VITÓRIA															
ÁREA DE DRENAGEM - 666 km <sup>2</sup>															
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÁXIMA	MÉDIA	MÍNIMA
1950	21,8	13,9	12,6	10,9	8,2	7,9	7,2	5,5	5,2	5,5	12,2	23,9	23,9	11,2	5,2
1951	11,7	15,1	20,5	13,0	8,9	12,1	7,8	9,0	5,6	5,0	4,3	12,3	20,5	10,4	4,3
1952	29,1	21,1	22,2	12,2	8,8	8,2	8,9	8,9	7,8	5,7	25,9	33,5	33,5	16,0	5,7
1953	15,1	18,0	11,3	11,0	8,2	6,5	6,1	5,3	4,9	4,8	15,5	30,5	30,5	11,5	4,8
1954	16,7	8,8	7,0	11,5	6,7	6,4	5,3	4,6	5,2	4,8	5,0	6,9	16,7	7,4	4,6
1955	8,9	5,8	4,5	6,1	5,4	3,9	3,5	2,8	2,8	4,4	17,2	14,3	17,2	6,6	2,8
1956	9,0	5,3	8,4	4,6	4,7	5,0	4,3	4,5	4,2	7,1	14,0	40,7	40,7	9,3	4,2
1957	28,9	14,1	16,2	16,6	12,3	12,0	8,6	6,2	5,7	5,5	11,5	25,2	28,9	13,6	5,5
1958	13,4	12,3	8,9	13,6	10,3	7,4	8,0	6,1	6,6	8,5	9,1	3,6	13,6	9,0	3,6
1959	4,1	1,4	8,2	5,6	5,4	4,1	3,8	3,3	4,5	6,6	10,9	24,2	24,2	6,8	1,4
1960	40,5	27,4	99,3	29,6	16,3	11,6	13,1	13,9	12,5	13,2	16,5	15,0	99,3	25,7	11,6
1961	37,3	30,8	17,9	10,5	11,4	12,0	10,3	7,2	5,6	5,6	5,9	6,3	37,3	13,4	5,6
1962	12,7	11,6	7,7	5,6	5,5	5,4	5,3	4,8	3,0	5,7	6,9	20,9	20,9	7,9	3,0
1963	11,0	9,3	8,0	6,7	5,7	4,3	3,9	4,1	3,4	3,7	4,5	3,6	11,0	5,7	3,4
1964	11,7	13,7	13,6	16,9	8,4	9,0	7,5	8,8	7,5	11,3	11,3	14,3	16,9	11,2	7,5
1965	16,1	19,9	12,7	10,6	8,9	7,7	7,7	6,0	4,8	6,9	17,7	9,1	19,9	10,7	4,8
1966	10,6	6,1	4,2	4,5	4,6	4,5	5,0	4,6	4,2	5,6	13,8	9,7	13,8	6,4	4,2
1967	6,5	7,5	9,1	7,2	9,4	6,3	5,4	5,2	4,8	4,6	6,5	18,3	18,3	7,6	4,6
1968	13,8	14,1	16,0	9,7	7,6	6,5	7,4	7,3	10,4	9,0	8,0	9,1	16,0	9,9	6,5
1969	7,4	8,8	7,8	6,4	6,0	10,7	7,4	6,4	6,4	8,0	7,4	15,5	15,5	8,2	6,0
1970	25,4	16,1	11,1	8,1	7,2	6,5	10,3	9,3	7,0	10,1	29,5	20,5	29,5	13,4	6,5
1971	11,2	7,4	6,0	5,5	5,0	5,7	6,3	5,4	9,3	13,5	35,7	32,1	35,7	11,9	5,0
1972	15,6	14,1	12,6	10,2	9,4	7,9	7,7	7,3	9,9	7,7	11,5	22,8	22,8	11,4	7,3
1973	13,1	10,6	21,1	15,0	11,5	8,0	6,1	5,5	5,4	7,4	7,8	10,7	21,1	10,2	5,4
1974	24,5	14,8	13,6	10,4	6,8	5,3	7,3	5,3	4,7	8,9	11,2	10,2	24,5	10,3	4,7
1975	28,4	25,3	15,0	10,2	8,8	8,8	9,9	7,0	5,7	11,3	14,7	9,7	28,4	12,9	5,7
1976	3,9	4,0	4,5	2,7	2,9	2,2	2,6	2,2	2,7	5,6	13,6	23,1	23,1	5,8	2,2
1977	14,7	8,0	5,8	5,8	5,9	4,9	4,1	2,5	3,6	7,1	11,4	17,0	17,0	7,6	2,5
1978	15,3	14,2	10,4	11,7	7,6	6,4	13,0	8,4	9,1	9,9	7,3	12,8	15,3	10,5	6,4
1979	39,3	58,7	32,9	23,9	14,3	10,9	10,2	7,4	8,0	8,5	16,9	18,8	58,7	20,8	7,4
1980	35,8	21,4	14,7	23,8	15,5	10,9	10,1	8,0	6,8	8,1	7,4	20,1	35,8	15,2	6,8
1981	12,1	10,7	16,3	17,4	12,8	10,1	7,9	7,3	6,4	9,0	29,3	18,9	29,3	13,2	6,4
1982	23,8	15,0	16,6	15,5	11,7	8,7	8,5	9,9	7,2	6,3	6,1	7,8	23,8	11,4	6,1
1983	20,4	18,8	9,7	9,0	9,2	6,7	6,5	5,6	13,7	16,6	28,8	25,3	28,8	14,2	5,6
1984	13,9	10,8	10,3	14,0	8,8	7,6	6,7	7,4	8,6	13,0	13,6	36,9	36,9	12,6	6,7
1985	53,8	25,3	21,0	15,4	12,6	10,9	10,5	11,7	9,3	12,0	12,2	19,9	53,8	17,9	9,3
1986	18,5	10,0	5,8	4,6	5,1	4,9	4,5	3,9	4,8	5,1	5,0	11,8	18,5	7,0	3,9
1987	8,5	5,0	13,4	12,6	8,6	6,4	5,0	2,4	1,6	1,9	13,0	16,3	16,3	7,9	1,6
1988	18,8	11,8	7,0	4,5	4,9	4,8	3,1	2,5	4,5	7,3	8,0	7,8	18,8	7,1	2,5
1989	3,5	3,4	6,7	7,1	4,5	3,3	3,1	4,9	3,0	2,9	6,8	20,2	20,2	5,8	2,9
1990	7,5	3,3	3,2	3,3	3,1	2,9	2,6	2,7	2,7	2,6	6,7	6,8	7,5	3,9	2,6
1991	24,0	10,2	35,8	9,3	6,6	4,8	10,3	15,4	6,5	7,4	9,8	7,1	35,8	12,3	4,8
1992	11,4	16,6	8,0	5,9	5,3	4,3	10,7	5,1	5,8	9,6	47,8	25,0	47,8	13,0	4,3
1993	19,3	7,9	5,1	6,2	5,2	5,1	3,7	4,2	3,9	3,7	3,6	6,4	19,3	6,2	3,6
1994	31,3	8,1	25,8	17,6	10,9	6,4	5,3	4,6	3,8	4,1	4,3	4,0	31,3	10,5	3,8
1995	3,7	3,6	4,4	4,2	3,7	3,5	4,4	4,2	3,6	4,1	12,8	30,7	30,7	6,9	3,5
1996	20,2	6,6	4,4	4,7	4,3	3,8	3,5	3,5	5,3	7,0	49,6	21,0	49,6	11,2	3,5
1997	18,2	15,2	43,2	20,8	12,8	6,5	3,8	3,4	4,8	6,0	14,7	26,5	43,2	14,7	3,4
1998	17,2	10,5	3,6	5,8	3,7	2,8	1,7	2,9	3,7	4,8	8,0	8,5	17,2	6,1	1,7
1999	12,6	3,6	3,6	4,7	4,7	3,4	4,5	3,4	3,6	3,9	12,5	17,8	17,8	6,5	3,4
2000	16,2	15,0	12,0	10,3	5,9	4,9	3,4	2,3	3,5	3,5	14,8	34,2	34,2	10,5	2,3

#### 4.1.2.3 Permanência de Vazões Médias Mensais

A curva de permanência é obtida da série de vazões médias mensais, relacionando essas vazões, ordenadas de forma decrescente, e a probabilidade de ocorrerem vazões maiores ou iguais a esses valores. Ou seja, as frequências associadas aos valores das vazões médias mensais traduzem a porcentagem do tempo em que uma determinada vazão média mensal é superada no histórico.

A tabela 4.1.2.3.1 apresenta, de forma adimensional, os valores de permanência de vazões médias mensais, para o período de 1950 a 2000.

Tabela 4.1.2.3.1 – Tabela de permanência de vazões médias mensais na PCH Timbuí Seco – 1950 a 2000

PCH TIMBUÍ SECO (1950 a 2000)		
%	VAZÃO (m³/s)	Q/Q méd
5	28,10	2,68
10	20,30	1,93
20	14,60	1,39
30	11,60	1,10
40	9,59	0,91
50	8,00	0,76
60	6,80	0,65
70	5,70	0,54
80	4,70	0,45
90	3,74	0,36
95	3,28	0,31
99	2,25	0,21

#### 4.1.2.4 Regularização de Vazões Médias Mensais

O arranjo definido para a PCH Timbuí Seco não contempla a existência de um reservatório. As águas que alimentarão as turbinas chegarão ao circuito hidráulico de geração por um canal adutor que nascerá do próprio rio.

Em outras palavras, o arranjo adotado não prevê o barramento do rio com a conseqüente formação de um reservatório, portanto não há sentido falar em regularização de vazões.

A campanha intensiva de medição de vazões realizada no período de 30/01/2003 a 06/02/2003, cujas medições encontram-se na tabela 4.1.2.4.1, mostra um comportamento bastante regularizado do rio.

Tabela 4.1.2.4.1 – Medições de descarga líquida no posto da PCH Timbuí Seco - Campanha Intensiva

MEDIÇÃO	DATA	COTA (cm)	ÁREA (m <sup>2</sup> )	LARGURA (m)	PROFUNDIDADE (m)	VELOCIDADE (m <sup>3</sup> /s)	VAZÃO (m <sup>3</sup> /s)
1	30/1/2003	108	34,9	35,6	0,98	0,427	14,900
2	30/1/2003	108	34,8	35,6	0,98	0,427	14,863
3	30/1/2003	108	34,96	35,6	0,98	0,426	14,878
4	30/1/2003	108	34,6	35,6	0,97	0,415	14,358
5	31/1/2003	107	34,9	35,6	0,98	0,419	14,608
6	31/1/2003	108	34,22	35,6	0,96	0,42	14,361
7	31/1/2003	106	34,89	35,6	0,98	0,418	14,577
8	31/1/2003	106	35,51	35,6	1,00	0,417	14,805
9	31/1/2003	106	35,26	35,6	0,99	0,404	14,238
10	1/2/2003	107	35,71	35,6	1,00	0,417	14,877
11	1/2/2003	108	35,22	35,6	0,99	0,424	14,921
12	1/2/2003	108	35,36	35,6	0,99	0,414	14,635
13	1/2/2003	108	35,2	35,6	0,99	0,434	15,279
14	1/2/2003	107	35,12	35,6	0,99	0,427	14,979
15	2/2/2003	106	35,34	35,6	0,99	0,42	14,860
16	2/2/2003	106	35,28	35,6	0,99	0,429	15,127
17	2/2/2003	107	34,22	35,6	0,96	0,42	14,376
18	2/2/2003	106	35,5	35,6	1,00	0,421	14,956
19	2/2/2003	106	35,66	35,6	1,00	0,421	15,004
20	3/2/2003	106	35,32	35,6	0,99	0,419	14,790
21	3/2/2003	107	35,02	35,6	0,98	0,429	15,015
22	3/2/2003	107	34,7	35,6	0,97	0,431	14,940
23	3/2/2003	106	35,38	35,6	0,99	0,416	14,724
24	3/2/2003	106	34,98	35,6	0,98	0,428	14,967
25	4/2/2003	106	34,78	35,6	0,98	0,41	14,255
26	4/2/2003	106	34,98	35,6	0,98	0,427	14,944
27	4/2/2003	106	36,02	35,6	1,01	0,421	15,156
28	4/2/2003	106	36,7	35,6	1,03	0,427	15,686
29	4/2/2003	105	35,3	35,6	0,99	0,415	14,664
30	5/2/2003	105	35,34	35,6	0,99	0,415	14,666
31	5/2/2003	105	34,52	35,6	0,97	0,425	14,668
32	5/2/2003	105	34,84	35,6	0,98	0,409	14,265
33	5/2/2003	105	34,4	35,6	0,97	0,411	14,137
34	5/2/2003	105	33,8	35,6	0,95	0,419	14,158
35	6/2/2003	105	34,78	35,6	0,98	0,418	14,538
36	6/2/2003	105	34,86	35,6	0,98	0,424	14,764

#### 4.1.2.5 Vazão Sanitária

Como já mencionado, o arranjo previsto para a PCH Timbuí Seco não contempla a existência de um barramento, e, sendo assim, não será formado um reservatório.

As águas serão derivadas para o circuito hidráulico de geração a partir de um canal adutor, nascendo a partir do rio Santa Maria da Vitória em cota inferior à do leito do rio no local de derivação.

O trecho de rio compreendido entre a derivação e o canal de adução ficará com uma vazão reduzida, sendo necessário adotar uma regra operativa que garanta, todo o tempo, uma vazão sanitária a jusante da derivação.

De acordo com o Decreto Nº 4.489-N do Governo do Estado do Espírito Santo, de 13 de julho de 1999, no seu Artigo 7, inciso VII, estabelece que a vazão sanitária, deve ser no mínimo igual ou maior que o menor valor comparativo entre a  $Q_{7,10}$ <sup>1</sup> e a vazão mínima medida em período de seca.

A vazão  $Q_{7,10}$  estimada para o local do aproveitamento PCH Timbuí Seco, a partir da relação com a área de drenagem da estação Santa Leopoldina, foi de 1,457 m<sup>3</sup>/s. A menor vazão medida em período de seca ocorreu no dia 7 de setembro de 1976, onde foi registrada uma vazão de 0,362 m<sup>3</sup>/s<sup>2</sup>.

Com base nestes valores, ficou definida que a vazão sanitária para este projeto será de 0,75 m<sup>3</sup>/s, de forma a atender a legislação ambiental.

#### 4.1.2.6 Definição dos Níveis de Água no Rio Santa Maria da Vitória no Local do Canal de Derivação e a Jusante do Canal de Fuga

As definições das cotas da superfície hidráulica do rio Santa Maria da Vitória, nos locais de derivação e casa de força da PCH Timbuí Seco, são necessárias para os cálculos das diversas estruturas do empreendimento para as vazões de interesse nos locais citados. Tal definição é realizada utilizando-se as curvas-chave levantadas para as seções de interesse, seja no desemboque do canal de restituição, seja no local da derivação.

<sup>1</sup> A vazão  $Q_{7,10}$  corresponde à menor vazão em 7 dias consecutivos, num período de 10 anos.

<sup>2</sup> Dado obtido na página [www.ana.gov.br/HidroWeb/DadosHidrológicos](http://www.ana.gov.br/HidroWeb/DadosHidrológicos), da Agência Nacional de Águas – ANA.

Foram instaladas duas seções de réguas de medição, com base ainda na configuração do inventário. Assim, uma seção de réguas está localizada um pouco a montante do local de derivação, enquanto a régua de jusante está localizada também a montante do canal de fuga da PCH Timbuí Seco.

Dessa forma, a equação de Manning foi utilizada para que se obtivesse a correlação entre vazão e cota na seção desejada. As medições realizadas nos dois locais permitiram verificar se as velocidades calculadas pelo método de Manning estão próximas das medidas. A metodologia de cálculo é descrita a seguir.

- **Metodologia**

Considerando-se aproximadamente retilíneo os trechos onde a derivação e o canal de fuga da casa de força se encontram, e com inclinação relativamente constante, a equação de Manning pode ser utilizada para o estudo de cotas nesses locais. Essa equação define a velocidade da seguinte forma:

$$v = \frac{1}{n} \times R_h^{2/3} \times i^{1/2} \text{ (Equação 1: Fórmula de Manning)}$$

sendo:

- $v$  – velocidade, em m/s;
- $n$  – coeficiente de rugosidade;
- $R_h$  – raio hidráulico ( $A/P_m$ ), em m;
- $A$  – área transversal, na seção de medição de vazão, em  $m^2$ ;
- $P_m$  – perímetro molhado, em m; e
- $i$  – inclinação longitudinal do trecho onde se encontra a seção transversal, em m/m.

Ao se multiplicar ambos os lados pela área transversal “A”, tem-se a seguinte equação:

$$Q = \frac{A}{n} \times R_h^{2/3} \times i^{1/2} \text{ (Equação 2: Fórmula de Manning ajustada)}$$

A Equação 2 relaciona a vazão “Q”, em  $m^3/s$ , com a área transversal “A”, o raio hidráulico “ $R_h$ ” e a inclinação “ $i$ ”. Considerando a inclinação constante, e que “A” e “ $R_h$ ” são funções da profundidade do rio na seção considerada, a vazão passa a ser função somente dessa profundidade, ou seja, da cota do nível d’água na seção em questão.

Então, para se conhecer a relação tanto da área da seção transversal como do perímetro molhado com a cota do NA, foram levantadas seções transversais nos locais desejados. Foram utilizados os levantamentos topográficos realizados no sítio em questão, os quais apresentavam curvas de nível eqüidistantes de 1 m. Após o levantamento das vazões para as respectivas lâminas d'água, foi então ajustada uma equação às curvas obtidas. As equações obtidas para as curvas-chave levantadas são as seguintes:

$$Q = 7,03234E-01 \cdot H^4 - 1,22689E+03 \cdot H^3 + 8,02688E+05 \cdot H^2 - 2,33402E+08 \cdot H + 2,54504E+10$$

$$(R^2 = 0,99796)$$

(Equação 3: Curva chave para a seção de derivação da PCH Timbuí Seco)

$$Q = -2,54751E-02 \cdot H^4 + 3,64337E+01 \cdot H^3 - 1,95163E+04 \cdot H^2 + 4,64106E+06 \cdot H - 4,13426E+08$$

$$(R^2 = 0,99996)$$

(Equação 4: Curva chave para o canal de fuga da PCH Timbuí Seco)

Onde a cota ou NA (H) é dado em metros e a vazão (Q) é dada em m<sup>3</sup>/s. A cota do terreno, para uma lâmina d'água igual a zero, é 433,07m para a Equação 3 e 349,0m para a Equação 4.

## • Resultados

Os resultados obtidos pela aplicação das curvas-chave são apresentados na tabela 4.1.2.6.1. Os níveis d'água foram obtidos desconsiderando-se a influência do reservatório a jusante da PCH Timbuí Seco.

Tabela 4.1.2.6.1 – Cotas notáveis para a PCH Timbuí Seco

CURVAS-CHAVE PARA A PCH TIMBUÍ SECO			
BARRAMENTO (n = 0,045)			
Lâmina d'água (m)	Cota (m)	Vazão (m <sup>3</sup> /s)	Descrição
0,36	433,43	1,5	Q <sub>min.</sub> do rio
0,92	433,99	10,5	Q <sub>MLT</sub> do rio
0,60	433,67	4,7	Q <sub>min.</sub> (1 máq)
1,28	434,35	18,9	Q <sub>MLT</sub> do rio
5,21	438,28	263	Q para Tr de 10 anos (chuva)
7,56	440,63	707	Q para Tr de 1.000 anos (chuva)
8,20	441,27	930	Q para Tr de 10.000 anos (chuva)
CANAL DE FUGA (n = 0,045)			
Lâmina d'água (m)	Cota (m)	Vazão (m <sup>3</sup> /s)	Descrição
1,05	350,05	4,7	Q <sub>min.</sub> (1 máq)
1,40	350,40	10,5	Q <sub>MLT</sub> do rio
1,74	350,74	18,9	Q <sub>máx.</sub> (4 máq - 100%)
4,78	353,78	263	Q para Tr de 10 anos (chuva)
7,00	356,00	707	Q para Tr de 1.000 anos (chuva)
7,78	356,78	930	Q para Tr de 10.000 anos (chuva)

Níveis d'água adotados no projeto, a jusante do canal de fuga: NA normal de jusante (considerando a existência do reservatório de jusante) = 350,40 m; NA máx maximorum de jusante = 356,80 m; NA mínimo de jusante = 350,10 m.

#### 4.1.2.7 Cheias de Projeto

O estudo de vazões extremas compreendeu a determinação, por meio de métodos estatísticos, das vazões máximas anuais para o dimensionamento das estruturas de derivação e para avaliação das obras de desvio, no caso destas permanecerem por um período maior que a estiagem. No caso das obras de desvio permanecerem por um período menor que uma estiagem, é necessário o dimensionamento das cheias para o período de estiagem também.

Nesta fase de Projeto Básico, os estudos de vazões máximas foram reavaliados em relação aos apresentados na fase de Inventário Hidrelétrico, levando a valores um pouco menores.

- **Estudo estatístico de cheias máximas anuais**

Neste item são apresentados as séries de vazões máximas anuais, a metodologia empregada e os resultados obtidos.

- **Série de vazões máximas anuais**

A vazão máxima anual selecionada foi a maior dentre todas as observadas às 7 e às 17 horas de cada dia do ano hidrológico, que é o período que vai de outubro de um ano a setembro do ano seguinte.

As vazões máximas anuais do posto fluviométrico Santa Leopoldina foram identificadas e, em seguida, fez-se uma análise de consistência das mesmas. As vazões máximas anuais do posto estão apresentadas na tabela 4.1.2.7.1.

Tabela 4.1.2.7.1 – Vazões máximas diárias selecionadas para o ano hidrológico e período de estiagem

ANO HIDROLÓGICO CONSIDERADO			VAZÕES NO POSTO SANTA LEOPOLDINA (m <sup>3</sup> /s)	
			ANO HIDROLÓGICO	PERÍODO DE ESTIAGEM
1950	-	1951	150	19,7
1951	-	1952	114	63,5
1952	-	1953	219	55
1953	-	1954	122	19,7
1954	-	1955	56,5	28,6
1955	-	1956	66,7	14,9
1956	-	1957	342	62
1957	-	1958	105	28
1958	-	1959	87	49
1959	-	1960	120	49,7
1960	-	1961	631	62,7
1961	-	1962	310	34,4
1962	-	1963	75,7	21,2
1963	-	1964	45	27,7
1964	-	1965	102	33,7
1965	-	1966	102	88,8
1966	-	1967	145	16,9
1967	-	1968	85,3	55,6
1968	-	1969	56,6	47,7
1969	-	1970	86,4	86,4
1970	-	1971	147	49,5
1971	-	1972	152	53,3
1972	-	1973	119	82,4
1973	-	1974	95,3	19,8
1974	-	1975	175	38,6
1975	-	1976	181	34,8
1976	-	1977	76,1	22,8
1977	-	1978	58,1	38,6
1978	-	1979	127	127
1979	-	1980	203	33,2
1980	-	1981	138	35,9
1981	-	1982	86,5	80,7
1982	-	1983	77,8	77,8
1983	-	1984	153	153
1984	-	1985	116	104
1985	-	1986	138	46,7
1986	-	1987	99,6	11,2
1987	-	1988	158	17,7
1988	-	1989	58,5	35,2
1989	-	1990	114	26,1
1990	-	1991	36,4	5,3
1991	-	1992	125	95,1
1992	-	1993	154	102
1993	-	1994	35,2	13,1
1994	-	1995	158	54,1
1995	-	1996	101	31,7
1996	-	1997	183	65
1997	-	1998	206	35,2
1998	-	1999	38,8	12,9
1999	-	2000	151	18,9
2000	-	2001	269	15,8

## • Metodologia e Resultados

A metodologia para a regionalização das vazões máximas anuais para as recorrências de 10, 25, 50, 100, 1.000 e 10.000 anos consistiu em calcular a descarga máxima para esses períodos de retorno. Como o coeficiente de assimetria do conjunto de vazões foi determinado em 3,12 (maior do que 1,5), utilizou-se a distribuição exponencial de 2 parâmetros, seguindo recomendações da ELETROBRÁS, no estudo das vazões máximas.

Em seguida, usando-se os valores obtidos com o uso da distribuição em função do coeficiente de assimetria, determinaram-se as vazões específicas máximas da estação para dado período de retorno.

Aplicando-se a área de drenagem do empreendimento, determinou-se a vazão máxima diária para cada tempo de retorno. Devido ao fato de não se registrar, em tempo integral, o nível da superfície da água do rio na estação considerada, dificilmente o pico de cheia no dia de vazão máxima foi registrado. A fim de se corrigir essa falha de observação, e tendo em vista as áreas de drenagem envolvidas serem inferiores a 5.000 km<sup>2</sup>, os resultados obtidos foram multiplicados pelo coeficiente de Füller, calculado pela seguinte equação:

$$\text{Coeficiente de Füller} = 1 + 2,66 Ad^{-0,3} \text{ (Coeficiente de Füller),}$$

sendo que a área de drenagem (Ad) está em km<sup>2</sup>.

A tabela 4.1.2.7.2 apresenta as vazões máximas diárias e instantâneas, já considerando o coeficiente de Füller, para a PCH Timbuí Seco.

Tabela 4.1.2.7.2 – Resumo das vazões máximas anuais para várias recorrências nos sítios da PCH Timbuí Seco

PCH TIMBUÍ SECO	
TR (anos)	Q <sub>MÁX</sub> (m <sup>3</sup> /s)
10	263
25	352
50	418
100	485
1.000	707
10.000	930

### 4.1.2.8 Estudo Estatístico de Cheias Máximas na Estiagem

Neste item são apresentados as séries de vazões máximas na estiagem, a metodologia empregada e os resultados obtidos.

- **Série de vazões máximas na estiagem**

A vazão máxima na estiagem selecionada foi a maior dentre todas as observadas às 7 e às 17 horas de cada dia dos meses de seca, que é o período que vai de maio a outubro do mesmo ano.

As vazões máximas anuais do posto fluviométrico Santa Leopoldina foram identificadas e, em seguida, fez-se uma análise de consistência das mesmas. As vazões máximas anuais do posto estão apresentadas na tabela 4.1.2.7.1.

- **Metodologia e resultados**

A metodologia para a regionalização das vazões máximas anuais, para o período de estiagem, é semelhante à descrita no item 4.1.2.7. Porém, observou-se um coeficiente de assimetria de 1,25 (menor que 1,5), sendo assim, foi utilizada a distribuição de Gumbel.

A tabela 4.1.2.8.1 apresenta as vazões máximas diárias e instantâneas, já considerando o coeficiente de Füller, para a PCH Timbuí Seco.

Tabela 4.1.2.8.1 – Resumo das vazões máximas na época da estiagem para várias recorrências nos sítios da PCH Timbuí Seco

PCH TIMBUÍ SECO	
TR (anos)	Q <sub>MÁX</sub> (m <sup>3</sup> /s)
10	89
25	113
50	131
100	148
1.000	206
10.000	263

#### 4.1.2.9 Estudos Sedimentológicos

Como mencionado anteriormente, foram programadas medições de descarga líquida e sólida, de sorte a subsidiar os estudos com a definição do aporte de sedimentos ao local da PCH Timbuí Seco.

No presente estudo, em razão da falta de medições de sedimentos na bacia, foram utilizadas as informações contidas no trabalho sobre sedimentos no Brasil, realizado pela ELETROBRÁS/UFRGS/IPH – “Diagnóstico das Condições Sedimentológicas dos Principais Rios Brasileiros” (1992).

A bacia do rio Santa Maria da Vitória se enquadra na região do Litoral Leste, de rios de encosta e que lançam suas vazões diretamente no oceano. Trata-se de uma região com chuvas de erosividade moderada a forte, com índice de erosividade das precipitações entre 500 e 780 t.m/ha x mm/h, solos de erodibilidade média a fraca, relevo inclinado e existência de matas e de lavoura.

As concentrações médias anuais de sólidos em suspensão, para esta região, variam em torno de 220 mg/l, e a produção específica é de aproximadamente 45 t/ano/km<sup>2</sup>.

Para o local da estação Santa Leopoldina, obteve-se um valor de produção de sedimentos igual a 39.870 t/ano.

Para o local do futuro aproveitamento PCH Timbuí Seco, por correlação de áreas de drenagem, obteve-se um valor de produção de sedimentos igual a 29.070 t/ano. Desde que não haverá barramento do rio, o transporte de sedimentos no local, após a implantação do empreendimento, continuará se comportando da mesma forma que na condição natural atual.

### **4.1.3 Geomorfologia**

#### **4.1.3.1 Aspectos Regionais**

O rio Santa Maria da Vitória, sobre o qual insere-se o empreendimento em estudo, localiza-se na região central do Espírito Santo. Nasce na chamada Serra do Garrafão, no município de Santa Maria de Jetibá, correndo em direção a leste, desaguardo na Baía de Vitória. A bacia hidrográfica do rio Santa Maria da Vitória tem forma assimétrica, com as vertentes a margem direita mais longas que as da margem esquerda.

A área abrangida pela bacia do rio Santa Maria da Vitória comporta dois domínios morfoestruturais brasileiros: Depósitos Sedimentares e Faixa de Dobramentos Remobilizados. Estes domínios ou macro estruturas de relevo subdividem-se em quatro regiões e quatro unidades geomorfológicas. A influência das estruturas geológicas na evolução geomorfológica foi ressaltada principalmente na faixa de Dobramentos Remobilizados.

- **Domínio dos depósitos sedimentares**

Neste domínio, foram considerados alguns conjuntos de depósitos com maior expressão regional que ocorrem ao longo da faixa costeira do estado do Espírito Santo. Esses conjuntos sedimentares e coluviais são descontínuos no litoral. São representados, na área

em estudo, por sedimentos continentais do Grupo Barreiras e por sedimentos de origem marinha, fluvial e fluviomarinha, acumulados durante o Terciário e o Quaternário.

De acordo com a diversidade de combinações morfoestruturais e morfoclimáticas, destacam-se duas regiões neste domínio: as Planícies Costeiras e os Tabuleiros Costeiros.

A *Região das Planícies Costeiras* é representada na bacia pela Unidade Geomorfológica Planícies Litorâneas, estendendo-se de forma heterogênea próximo ao litoral, separada dos Maciços, Colinas e Tabuleiros. Compreende uma série de ambientes diversificados e complexos, afetados por oscilações eustáticas e climáticas e pelo controle tectônico regional, refletindo esses condicionamentos a distribuição espacial.

A planície litorânea é constituída, em sua maioria, por materiais acumulativos do tipo aluvial e coluvial, com larguras e extensões variáveis.

Na bacia do rio Santa Maria da Vitória, a Unidade está muito bem representada próximo à Baía de Vitória, na desembocadura do rio entre as cotas altimétricas de 0 a 80 m. Na porção sudoeste do município de Serra, as Planícies Litorâneas ocupam a grande parte das sub-bacia do Ribeirão Brejo Grande e Córrego Aruaba. A nordeste do município de Cariacica, próximo à foz dos rios Duas Bocas e Bubu, a altitude é de 40 m, e os terrenos estão apenas sujeitos à inundação durante um determinado período do ano.

A *Região dos Tabuleiros Costeiros* é representada na bacia pela Unidade Geomorfológica Tabuleiros Costeiros, que se estende de maneira descontínua, sendo formada por depósitos argilo-arenosos do Grupo Barreiras e argilitos.

O litoral norte e sul da bacia do rio Santa Maria da Vitória apresenta Tabuleiros Costeiros, com altitudes que variam entre 15 e 40 m. Aparecem de maneira mais contínua nos municípios de Vila Velha e Serra. Geralmente, a área ocupada por esta Unidade é controlada por um sistema de drenagem com padrão subdendrítico com canais largos e que formam planícies coluvionadas.

O contato com as Colinas e Maciços Costeiros é feito de maneira gradual, sem que muitas vezes seja observada a passagem de uma unidade para outra. Isto se deve a uma acentuação na dissecação dos Tabuleiros Costeiros, que assumem formas semelhantes às daquela unidade. Esta cobertura sobre relevos esculpido em rochas pré-Cambrianas posicionadas à retaguarda dos Tabuleiros demonstra a extensão destes depósitos em direção ao interior, ocupando área maior que a atual, e que em parte foram removidos das encostas e vales, tendo sido preservados apenas nas partes mais elevadas.

Em direção ao litoral, os Tabuleiros Costeiros comumente apresentam-se marcados por falésias que podem estar ou não em contato com o mar. No primeiro caso as falésias apresentam perfis intercalados por estratos ferruginizados correspondendo a variações do nível do lençol freático, em função de flutuações do nível do mar. Na base desses perfis, encontram-se níveis areníticos calcificados do tipo *beach rock* (arrecifes).

- **Domínios das faixas de dobramentos remobilizados**

As Faixas de Dobramentos Remobilizados caracterizam-se pelas evidências de movimentos crustais, com marcas de falhas, deslocamentos de blocos e falhamentos transversos, impondo nítido controle estrutural sobre a morfologia atual.

Este controle estrutural pode ser evidenciado pelas extensas linhas de falha, escarpas de grandes dimensões e relevos alinhados, coincidindo com os dobramentos originais e/ou falhamentos mais recentes, que, por sua vez, atuaram sobre antigas falhas. Os processos morfoclimáticos que têm submetido todo o conjunto não obliteraram os traços das estruturas primárias. O domínio está representado na área em estudo por duas regiões geomorfológicas, a saber: Colinas e Maciços Costeiros e Mantiqueira Setentrional.

A região de *Colinas e Maciços Costeiros* engloba uma única unidade geomorfológica, que recebeu a mesma denominação da região. A Unidade Colinas e Maciços Costeiros distribuiu-se por uma área de topografia deprimida, com reduzidos valores altimétricos em relação a outras unidades, refletindo estrutura fraturada e dobrada.

Esta Unidade, na bacia focalizada, ocorre entre as cotas de 0 a 400 m, aproximadamente, estendendo-se nos municípios de Vitória, Cariacica, Serra, Santa Leopoldina, Viana e Vila Velha.

As colinas englobam fácies de dissecação de densidade de drenagem fina e média. As fácies que ocorrem nas pequenas áreas nos sopés da escarpa da serra, separadas pelas Planícies Fluviais, são caracterizadas por colinas aprofundadas e convexas. Próximo a Vitória, as colinas tornam-se heterogêneas, refletindo diferentes modelados de dissecação com áreas pouco expressivas. As colinas de forma convexa e/ou convexo-côncava, separadas por depressões alvejares colmatadas e planícies aluviais, são semelhantes em toda a sua continuidade espacial.

As colinas apresentam cobertura coluvial no topo e linha de pedra angulosa e/ou subarredondada separando aquele material superior da alteração dos gnaisses. Predominam sedimentos areno-siltosos e/ou areno-argilosos, observando-se muitas vezes

concentrações ferruginosas. Matações e blocos ocorrem nas encostas em áreas onde não se registram espessuras significantes de colúvio.

São significativos, nesta unidade, os movimentos de massas devido à existência de espessos mantos de alteração nas vertentes, favorecidos pelos altos índices pluviométricos e pela ocupação antrópica.

*A Região da Mantiqueira Setentrional* na área em estudo engloba unicamente a unidade geomorfológica denominada Patamares Escalonados do Sul Capixaba.

Os Patamares Escalonados do Sul Capixaba são constituídos por conjuntos de relevos que funcionam como degraus de acesso aos diferentes níveis topográficos. Limitam-se, a leste, com as Colinas e Maciços Costeiros. Distinguiram-se, na área em estudo, dois compartimentos morfológicos: o Patamar Oriental e o Patamar Ocidental.

O Patamar Oriental é destacado pela presença de sulcos estruturais, orientados no sentido N-S, aproximadamente, e falhas menores intercruzadas, criando formações extensas e peculiares, onde as encostas são marcadas por falhamentos, evidenciados nos planos de falhas existentes em quase toda a sua extensão. Os solos são predominantemente Cambissolos.

A pequena profundidade da alteração, inferior a dois metros, denuncia também o controle da estrutura na esculturação do relevo, fato atestado ainda nas formas alongadas e pela presença de grandes blocos angulares nas encostas. Os pontões rochosos constituem feição notável dos modelados diferenciais deste setor. O relevo é acidentado, fortemente declivoso, apresentando muitas vezes afloramentos rochosos.

Na bacia do rio Santa Maria da Vitória, destacam-se algumas elevações com encostas íngremes, típicas desta unidade, como as Serras da Santa Lúcia (785 m), da Andorinha (810 m), Bragança (640 m), Escalvada (619 m), da Samambaia (510 m) e do Mestre Álvaro (833 m), todas com cotas altimétricas acima de 500 m.

Os rios são encaixados, geralmente possuindo leitos pedregosos e encachoeirados. Na bacia do rio Santa Maria da Vitória, destacam-se, em Santa Leopoldina, os rios Crubixá-Mirim, Crubixá-Açú, dos Pardo, ribeirão Timbuí e o rios Cachoeira da Fumaça e das Farinhas, com orientação nitidamente estrutural.

Nesse município, o rio Santa Maria da Vitória corta estas formações estruturais no sentido WNW-ESE, aproveitando as pequenas falhas, constituindo o coletor dos longos e estreitos vales que comportam os cursos fluviais. Os rios do Batatal e Galo são os principais cursos

localizados nas grandes linhas estruturais descontínuas, sem ligações entre si. São visíveis os sinais de escorregamento de terra e intensos ravinamentos.

O setor correspondente ao Patamar Ocidental tem um aspecto mais uniforme, com relevos dissecados em formas colinosas ou alongadas com topos convexos. A existência de ravinamentos é perceptível e associa-se inclusive às características texturais finas e arenosas dos colúvios que recobrem os relevos, principalmente na parte sul.

O relevo é menos acidentado que o do Patamar Oriental e as encostas são longas e uniformes. Na bacia do rio Santa Maria da Vitória, as Serras do Garrafão e Tijuco Preto são as únicas grandes elevações dignas de destaque, com 1.462 m e 1.305 m, respectivamente. É muito comum, em escala ampla, a presença de vales abertos e colmatados, e o rio Santa Maria da Vitória não foge à regra, com um vale amplo, cujo curso possui longos trechos de gradientes suaves e sinuosos.

As várzeas estão representadas nas áreas planas, resultantes da acumulação fluvial ou de enxurradas, contendo várzeas atuais. Estas nem sempre possibilitam representação em pequena escala. Os depósitos aluviais coalescem, através de ressaltos topográficos, com a parte terminal dos planos inclinados, constituídos de materiais arenosos, de granulometria fina a média, sendo recobertos periodicamente por uma película de argila resultante das inundações.

As várzeas são de grande importância econômica, sendo amplamente utilizadas para olericultura.

#### 4.1.3.2 Aspectos Locais

- **Relevo e hidrografia**

O projeto da PCH Timbuí Seco abrange o rio Santa Maria da Vitória, no trecho entre duas represas – a Rio Bonito, a montante, e a Suíça, a jusante, entre os municípios de Santa Maria de Jetibá e Santa Leopoldina.

A Área de Influência do empreendimento é composta predominantemente por montanhas rochosas com paredões verticais e sub-verticais (figura 4.1.3.2.1), além de montanhas e morros cobertos por pastagem e outros usos secundários (figura 4.1.3.2.2). As altitudes, nos entornos da AI, ultrapassam os 900 m, enquanto próximo ao rio as altitudes são pouco menores que 400 m. Em poucos lugares o relevo é mais plano, como por exemplo na margem direita do rio, em frente ao local projetado para a casa-de-força.



Figura 4.1.3.2.1 - Paredão rochoso coberto por bromélias, compondo o relevo escarpado. Figura 4.1.3.2.2 - Relevo montanhoso com mato nas altas encostas e pasto para baixo.

O leito do rio, neste trecho, é formado por areia, havendo também concentrações de blocos de rocha em alguns locais. Bancos de areia afloram nas épocas de maior estiagem, o que mostra que o rio sofre um processo de assoreamento, o que será discutido logo adiante.

O padrão de drenagem é dendrítico, mas os rios de primeira ordem são retilíneos. O rio Timbuí Seco é o maior afluente da margem direita, neste trecho, tendo um padrão retilíneo e correndo no sentido sul-sudeste. Sua foz se dá em uma grande curva do rio Santa Maria, e nesta região, suas encostas são mais preservadas que as do rio Santa Maria.

- **Processos erosivos**

As encostas do rio Santa Maria da Vitória, embora possuindo altas declividades, são pouco preservadas, em termos de vegetação. Apenas a área ao lado da pousada Suíça, apresenta uma mata secundária mais preservada. Além da mata ter sido retirada, das altas encostas até a beira do rio, os terrenos são cobertos por pastagens e muitas cabeças de gado, em solo muito pouco coeso e bastante arenoso.

Diante deste cenário, o que se vê, de forma generalizada, é um processo erosivo instalado, o qual atinge vários ambientes e em diversos níveis.

A erosão no local, pelo que se viu, já vem acontecendo há muito tempo, desde que as matas foram substituídas por pasto, sendo agravado com o revestimento das estradas. O processo inicia com o pisoteamento constante do gado, provocando o terraceamento das encostas e formação de pequenos sulcos desnudos. Com o tempo, a ação das águas pluviais e da gravidade fazem com que os sulcos avancem para ravinas e finalmente, para vossorocas e até sumidouros, quando chega-se a atingir o lençol freático (figura 4.1.3.2.3).

Algumas das ravinas e vossorocas vistas formaram-se devido à concentração das águas pluviais desviadas rodovia ES-355. As águas, canalizadas por baixo do revestimento asfáltico, surgem na margem mais baixa, desaguando com força em épocas de chuva e provocam a instalação de vossorocas, com a conseqüente perda de solos.(figura 4.1.3.2.4).

Os solos, derivados da alteração de gnaisses, apresentam muita areia de tamanho grosso e médio, além de argila e silte, o que os deixa com pouca coesão e alta friabilidade. Este material é levado às pequenas drenagens e ao rio Santa Maria da Vitória, onde se depositam as frações mais grosseiras, provocando o assoreamento do canal. As frações mais finas seguem com o fluxo d'água e se depositam nos barrancos e sobre as ilhas. O assoreamento é facilitado pelo fato do rio Santa Maria da Vitória possuir pouca energia, em alguns trechos.

Com relação às áreas com cobertura vegetal mais densa (mata e macega) percebe-se que os processos erosivos são muito diminuídos, muito deles inexistentes. Não são notados sulcamentos de qualquer nível, como se vê em áreas de pasto. O que mais se percebe são movimentos de massa lentos, evidenciados pela inclinação de algumas árvores, o que é inerente a terrenos com solo profundo e alta declividade. Também são notados grandes blocos de rocha, que são rolados das altas encostas para baixo, às vezes chegando até o rio. Mas, ao contrário de áreas basálticas, são poucos os blocos rolados ou blocos autóctones (decompostos no local) que se vêem.

Disso exposto conclui-se que a população necessita de informação e de assistência técnica, visando impedir a instalação de novos focos de erosão e conter a perda de solos. A erosão prejudica a produção agrícola, os cursos d'água e de quem deles necessita.

- **Estabilidade das encostas**

Embora o projeto da PCH Timbuí Seco seja concebido sem reservatório, convém mostrar como se comportam as encostas lá existentes. Em geral, o que se nota de encostas em regiões de serra formadas por maciços gnáissicos, não só no Espírito Santo, mas em outros lugares do Brasil, é que elas, embora possuindo alta erodibilidade, têm boa estabilidade.

Apesar da região ser bastante afetada, tectonicamente, são vistos poucos movimentos de massa de média ou grande monta. Os desmoronamentos vistos próximos à Área de Influência não são naturais; possivelmente foram deflagrados pela abertura de taludes nas estradas, conjuntamente a épocas de muita chuva (figuras 4.1.3.2.5 e 4.1.3.2.6).



Figura 4.1.3.2.3 - Evolução do processo erosivo. Formação de “sumidouro” nos terrenos.



Figura 4.1.3.2.4 - Ravinas e vossorocas ao lado da ES-355, formadas pela concentração de águas que são drenadas da encosta acima.



Figura 4.1.3.2.5 - Escorregamento à beira da rodovia ES-355.



Figura 4.1.3.2.6 - Grande escorregamento próximo à tomada d'água.

#### 4.1.4 Geologia

##### 4.1.4.1 Aspectos regionais

As informações escritas e os mapas, que serviram como base para escrever sobre a geologia da bacia hidrográfica do rio Santa Maria da Vitória foram retiradas do estudo elaborado pela HABTEC – Engenharia Sanitária e Ambiental, para o Consórcio Santa Maria/Jucu, em 1997. A HABTEC, por sua vez, além de coletar informações primárias em imagens de radar, de satélite e em campo, utilizou como base para os seus estudos as folhas geológicas do DNPM/CPRM, em escala 1: 100.000 (FÉBOLI, 1993).

- **Estratigrafia e litologias**

A bacia hidrográfica do rio Santa Maria da Vitória é composta de rochas metamórficas constituídas de gnaisses de idade Pré Cambriana, cortadas por rochas intrusivas ácidas e

básicas, estando recobertas, na faixa costeira por sedimentos terciários, e generalizadamente por sedimentos quaternários. Estas litologias estão ordenadas, conforme a coluna estratigráfica, apresentada na tabela 4.1.4.1.1.

Tabela 4.1.4.1.1 - Coluna litoestratigráfica da bacia do rio Santa Maria da Vitória

ERA/PERÍODO	UNIDADE GEOLÓGICA	SIMB.	LITOLOGIA
QUATERNÁRIO	Aluviões atuais Sedimentos marinhos e fluvio-marinhos	Qa	Argilas e areias intercaladas, negras, não consolidadas e raros depósitos calcários.
TERCIÁRIO	Grupo Barreiras	TQ	Arenitos finos a médios, róseos, vermelhos, arroxeados, amarelados, brancos, com lentes de argila variegada.
CRETÁCEO	Rochas Intrusivas Básicas	Cddb	Diques de diabásio e anfibolitos.
PROTEROZÓICO	Maciços Intrusivos Tardi- a Pós- Transcorrentes	Cg3g Cdnr	Granitos.
	Maciços Intrusivos Sin- a Tardi-Tangenciais	Pg1a Pg1b Pggl2	Gnaisses graníticos, charnokitos e noritos.
	Complexo Paraíba do Sul	Pps1	Biotita gnaisses com granada e cordierita localmente migmatizados com corpos descontínuos de quartzitos, xistos, mármore, rochas calcossilicáticas e anfibolitos.
		Pps2	Sillimanita-biotita gnaisses granatíferos, anfibolitos, quartzitos e rochas calcossilicáticas.

- **Complexo Paraíba do Sul**

A Associação Paraíba do Sul, que constitui a base da coluna estratigráfica, é representada na bacia por duas unidades: Gnaisses Aluminosos e Sillimanita - Biotita Gnaisses.

- Gnaisses Aluminosos (Pps1)

Essa unidade é constituída por uma seqüência de gnaisses aluminosos de alto grau, com intercalações subordinadas de rochas calcossilicáticas e raras ocorrências de quartzitos e de anfibolitos. O termo “kinzigito”, que corresponde a um grafita-sillimanita-cordierita-granada- biotita gnaiss, já é amplamente utilizado na literatura geológica brasileira, e tem sido empregado correntemente.

Possuem ampla distribuição na área em estudo, com as melhores exposições situam-se ao longo da rodovia BR-262 e da ES-355, entre Santa Leopoldina e Santa Maria de Jetibá.

Em afloramentos, observa-se uma rocha muito bandada, de cor cinza-esverdeada quando fresca, que cede lugar ao marrom escuro quando intemperizada, localmente migmatizada, com estrutura estromática. Apresenta granulação predominantemente grossa a média, raras vezes fina, e freqüentes veios remobilizados, graníticos ou pegmatíticos, que formam lentes.

São tanto concordantes quanto discordantes da foliação do gnaiss aluminoso. É muito comum junto a esses mobilizados a presença de granada em cristais bem formados, e de cordierita em aglomerados e/ou em grandes cristais azulados de aspecto vítreo, às vezes ocorrendo apenas manchas esverdeadas devido à total pinitização do mineral. São observadas também abundantes palhetas de grafita dispersas nos mobilizados menos espessos. Variam em espessura desde subcentimétricos a decimétricos, predominando os últimos.

- Sillimanita - Biotita Gnaiss (Pps2)

Esta unidade, que ocupa pequena área na parte central-alta da bacia, compreende uma associação de sillimanita-biotita gnaisses granatíferos, biotita-hornblenda gnaisses, anfibolitos, quartzitos e rochas calcossilicáticas.

Na subunidade Pps2, as rochas apresentam-se geralmente bandadas, dobradas, com alternância de leitos claros e escuros, de espessuras variáveis, sendo estes sempre mais finos que aqueles. Os níveis máficos compõem-se de biotita e anfibólio, com algum quartzo e feldspato. Os leitos claros são constituídos por quartzo e plagioclásio, em quantidades bastantes variáveis. Localmente, observa-se a presença de granada. A granulação varia de fina a média. Em alguns afloramentos, foi verificada a ocorrência de rocha calcossilicática cinza esverdeada intercalada no gnaiss. São rochas constituídas de quartzo, plagioclásio, hornblenda e diopsídio.

Em uma variedade destas rochas, a sillimanita, pela sua abundância, forma verdadeiros leitões, enquanto grafita e cordierita ocorrem raras vezes. É onde são observadas as mais expressivas exposições de rocha quartzosa, constituída por grãos sacaroidais de quartzo com contornos angulosos, achatados e imbricados e, às vezes, pouca muscovita. Ocasionalmente, tem-se a impressão de que se trata de grandes veios de quartzo e, com base também na composição e textura, a natureza sedimentar dessas rochas foi posta em dúvida pela equipe do projeto RADAMBRASIL (Machado Filho et al., 1983 in HABITEC, 1997)).

- **Instrusivas Sin a Tardi-tangenciais**

- Ortognaisse de Cachoeiro (Pg1a)

Estes ocorrem à noroeste da cidade de Santa Maria de Jetibá e a oeste da cidade de Santa Leopoldina. A rocha é de granulação média a grosseira, bandada, com marcante foliação gnáissica caracterizada pelas escamas de biotita. Apresenta uma composição mineral de quartzo, feldspato e biotita. Nota-se desenvolvimento de cristais maiores de feldspato que crescem ao longo da foliação. Em outros pontos, surgem cristais de granada, sugerindo íntima associação com os termos paraderivados. A rocha predominante nesse domínio é classificada como gnaiss granítico com textura granoblástica bem homogênea.

- Ortognaisse Tonalítico (Pg1b)

Trata-se de um litótipo de ampla distribuição na área, dispondo-se em faixas alongadas geralmente com direção NE a NS. Constitui corpos bem definidos, em contato com diferentes tipos litológicos da área pesquisada.

As rochas pertencentes a todos esses corpos apresentam características muito similares. Geralmente, têm cor cinza-clara a esbranquiçada, às vezes cinza escura, granulação grosseira, e são compostas de quartzo, feldspato, biotita, pouca granada e, localmente, anfibólio. Pirita é ocasional e geralmente associada a veio de quartzo. Localmente, a estrutura torna-se isotrópica. Ocorrem com muita frequência veios de quartzo, aplíticos e pegmatíticos, que cortam o conjunto ou preenchem fraturas. Há locais onde se tem diques de anfibólito cortando o gnaiss.

- Gnaiss Enderbítico (Pgg12)

Na área em estudo, essa unidade é constituída de gnaisses enderbíticos e charnockíticos, além de noritos. Estão intimamente associados aos gnaisses aluminosos (Pps1), aos ortognaises granatíferos (Pg1c) e aos ortognaises tonalíticos (Pg1b), constituindo corpos

geralmente alongados, concordantes com a estruturação regional. Constituem corpos normalmente alongados, com área variando de 4 a 40 km, concordantes e em contato transicional com os gnaisses tonalíticos (Pg1b) e graníticos (Pg1c).

Normalmente, o que se observa, principalmente no âmbito dos ortognaisses tonalíticos (Pg1b), é apenas uma mudança na coloração da rocha, que passa do cinza para o esverdeado, e o aparecimento de hiperstênio.

Os gnaisses enderbíticos são cinza-esverdeados a caramelados, têm granulação grosseira e são constituídos de quartzo, plagioclásio, biotita, rara granada, às vezes hornblenda e pontuações pretas a amarronzadas de hiperstênio.

- **Intrusivas Tardi a Pós - Transcorrentes**

- Maciço Garrafão (Cg3g)

Apresenta-se como um expressivo corpo granítico situado na porção alta da bacia, englobando a serra do Garrafão. O corpo granítico possui forma irregular, alongada, com cerca 20 km de eixo maior, alinhado na direção NE-SW. Ocupa uma área de aproximadamente 120 km<sup>2</sup> e está em contato com diferentes tipos litológicos, como sillimanita-biotita gnaisses (Pps2), a sudoeste e oeste, ortognaisses tonalíticos (Pg1b), a sul e leste, e gnaisses aluminosos (Pps1), a norte e noroeste.

A litologia predominante é um microclina-granito de cor rosa a cinza clara, granulação variável, geralmente grossa (porfírica), com foliação incipiente e estrutura isotrópica. Observa-se um aumento da granulação de sudoeste para nordeste, do mesmo modo para a relação borda/centro. Nas porções nordeste e sudoeste, observa-se uma borda tonalítica até gabrótica. A textura da rocha varia de granular hipidiomórfica a xenomórfica e sua composição mineralógica é de microclina, plagioclásio, quartzo e biotita.

- Norito Recreio (Cdnr)

Está situado na porção centro-norte da folha, a leste da cidade de Santa Maria de Jetibá. Trata-se de um pequeno corpo arredondado, com uma área de cerca de 3,8 km<sup>2</sup>, situado no contato entre os Gnaisses Aluminosos (Pps1) e o Ortognaisse Tonalítico (Pg1b). Na porção oeste, está interdigitado com o gnaisse tonalítico. Na porção NNE, está em contato discordante com gnaisse aluminoso, através de uma borda quartzo-diorítica.

Tem coloração cinza-esverdeada, granulação média a grossa, localmente fina, e é constituído de pouco quartzo, feldspato (com geminação polissintética), biotita e piroxênio, com composição norítica, mas que localmente passa a diorítica.

- **Diques Básicos (Cddb)**

Essas rochas ocorrem em forma de diques não mapeáveis que cortam discordantemente diversas litologias, tais como gnaisses aluminosos, ortognaisses tonalíticos, gnaisses enderbíticos, ortognaisses granatíferos, etc. Os contatos são sempre bruscos. São diques estreitos, geralmente com cerca de 0,20 m de espessura, raras vezes apresentando possança mais expressiva. Na maior parte da área, trata-se de anfibolitos, mas, em alguns locais, esses diques apresentam algumas particularidades. São sempre rochas esverdeadas a acinzentadas, de granulação variando de fina até grossa.

- **Grupo Barreiras (TQ)**

Os sedimentos deste grupo distribuem-se sempre próximos ao litoral. Ocorrem a partir do município do Rio de Janeiro em direção à cidade de Vitória, onde se prolongam para norte continuamente. As maiores exposições estão sobre a parte emersa da bacia de Campos, no Estado do Rio de Janeiro.

Em furos de sondagem realizados próximo a Nova Almeida, localidade próxima e ao norte da bacia, constatou-se que a espessura desses sedimentos é de cerca de 80 m, aumentando gradativamente em direção à plataforma continental, podendo atingir 150 m. A unidade basal repousa em discordância erosiva sobre os gnaisses granitóides do Complexo Paraíba do sul e apresenta-se recoberta por depósitos de diversas fases de sedimentação, pertencentes ao Barreiras Pleistocênico.

O Barreiras Superior está separado por discordância erosiva do Barreiras Terciário e do Complexo Paraíba do Sul. Os sedimentos são extremamente variáveis. Na região sul do estado, são reconhecidas duas fases de deposição, sendo que a unidade inferior é representada por sedimentos grosseiros compostos por areias arcoseanas e cascalhos e, secundariamente, por lentes de argila. Na unidade superior, os sedimentos são mais variados e formam lentes ou estreitas camadas de material areno-argiloso ou argilo-arenoso. Raramente, as duas unidades somam mais de 20 m de espessura.

Na região de Vitória-Cariacica-Nova Almeida, o Barreiras Pleistocênico apresenta três fases de sedimentação, totalizando até 50 m de espessura, estando sobreposto por discordância erosiva ao Barreiras Terciário e ao embasamento cristalino. Duas dessas unidades são bem

características. A unidade inferior é basicamente formada por estratos regulares de areias arcoseanas, localmente conglomeráticas, e níveis subordinados argilosos. A unidade superior é formada principalmente de lentes irregulares de material areno-argiloso ou argilo-arenoso.

- **Coberturas quaternárias**

- Sedimentos marinhos e flúvio-marinhos

Os sedimentos litorâneos apresentam-se onde predominam áreas mais planas, que possibilitaram sua maior continuidade. São formados pela ação das águas de inundação provocadas pelas variações dos regimes hidrológicos e das marés, causando sedimentação, ação de abrasão marinha e ação eólica, constituindo ou reativando dunas.

Os sedimentos são formados basicamente por areias quartzosas, de cores esbranquiçadas e amareladas, de granulação fina a grosseira, com certo selecionamento, podendo também ser mal selecionadas. Seus grãos variam de subangulares a arredondados, sendo encontrados grãos de feldspatos e minerais máficos, principalmente biotita e, mais raramente, minerais pesados. Estão reunidas nesta unidade as planícies e terraços marinhos e fluviomarinhos, dunas, restingas e falésias.

- Aluviões

Os depósitos aluvionares têm expressão cartográfica bem distribuída na área, em forma de várzeas alongadas, das quais a maior parte, na região montanhosa, está sendo utilizada pelos agricultores. São constituídos essencialmente de sedimentos argilo-arenosos. Um perfil típico mostra a seguinte distribuição, da base para o topo: cascalho fino a grosso com areia, areia com seixos, areia fina a grossa, areia argilosa e argilo-arenosa. A matéria orgânica distribui-se aleatoriamente. Às vezes, são observados níveis bastante argilosos, de dimensões decimétricas.

- **Estruturas**

A área encontra-se inserida na denominada Província Mantiqueira, de HASUI (1982 *in* FÉBOLI, 1993), cujos limites coincidem com os do Cinturão Ribeira (ALMEIDA *et al.*, 1973 *in* FEBOLI, 1993). Reportando-nos aos trabalhos de cunho geofísico, desenvolvidos por HARALVI & HASUI (1982 *in* FEBOLI, 1993) para o Brasil oriental, a área encontra-se inserida no domínio do Bloco Vitória, dentro da compartimentação regional em blocos proposta por aqueles autores, com base em anomalias gravimétricas lineares, indicativas de importantes descontinuidades, com a origem dessa estrutura relacionada ao Evento Jequié.

Em termos deformacionais, as estruturas regionais mais notáveis observadas na área são a foliação e bandamento gnáissico de direção geral N-S, de baixo ângulo, com mergulhos de 10 a 30 graus para leste, resultado de forte transposição que afetou as estruturas pretéritas de todos os litótipos nela individualizados, à exceção dos tipos graníticos intrusivos presentes.

A essa deformação estão associadas algumas zonas de cisalhamento curvilíneas (zona do Galo, rio das Pedras, rio Claro), também de baixo ângulo, interpretadas aqui como resultado da evolução do próprio processo de transposição, visíveis nas imagens de radar de forma marcante.

A essa deformação segue-se uma outra representada por dobras com *trend*, em geral, segundo N-S, com estilos variando desde fechados a até muito abertos, às quais, possivelmente, estariam relacionadas zonas de cisalhamento do Batatal e represa Suiça de alto ângulo, de mesma direção. Essas estruturas são também visíveis e bem marcantes nas imagens de satélite.

A terceira fase de deformação é representada por um dobramento muito aberto, provavelmente do tipo flexural, de *trend* E-W, assim considerado face à sua interferência com a deformação anterior, resultando padrões locais do tipo domo.

Finalmente, seguem-se fraturas de distensão, algumas preenchidas por rochas básicas, predominantemente de direção NW-SE (Tijuco, Bom Parto, Volta Peçanha, Domingos Martins; Viana - Leopoldina, Pedra Preta; e Pedra Azul) e NE-SW de menor extensão regional (Granja Califórnia, Rio Jequitibá).

Esses sistemas de estruturas regionais são importantíssimos para prospecção de águas subterrâneas, a exemplo de Domingos Martins.

- **Sismicidade**

De modo geral, pode-se dizer que os sismos que se verificam em território brasileiro são gerados por acomodação de antigas estruturas do embasamento, que constituem cicatrizes dos diversos processos tectônicos acontecidos ao longo do tempo geológico.

A região sudeste do Brasil, na qual se insere o estado do Espírito Santo, possui uma documentação histórica e de registro instrumental de sismos naturais e induzidos mais completos do país. Os eventos sísmicos vem sendo registrados sistematicamente desde o final da década de 1970 por diversas estações sismográficas regionais tendo sido incrementadas a partir de 1996, pela Universidade de Brasília-UnB.

As áreas de instabilidade sismológica e tectônica, como a região sudeste, foram consideradas, por diversos autores, como províncias sismotectônicas. Na realidade o que se observa é uma atividade sísmica mais expressiva em certas áreas, refletindo uma maior mobilidade tectônica no Terciário.

Embora sejam facilmente identificáveis por instrumentos específicos, a constatação dos seus danos, em superfície, torna-se difícil, sobretudo pela energia extremamente dissipada, incapaz de produzir efeitos possíveis de mensuração e, evidentemente, desprezíveis no que concerne às estruturas de barragem existentes e futuras, nessa região ou proximidades. A intensidade desses eventos é extremamente baixa, raramente atingindo valores de intensidade III.

A PCH Timbuí Seco não terá barramento, nem reservatório, portanto não poderá ser a causa de tremores artificiais, como ocorre casualmente durante o enchimento de grandes reservatórios. Quanto às demais estruturas (tomada d'água, túnel de adução e casa de força) não se espera danos resultantes de atividade sísmica.

O mapa EIA – 013 – TS/Geologia, apresenta as unidades geológicas abordadas neste item, bem como para a área de inserção do empreendimento

#### 4.1.4.2 Aspectos Locais

- **Estratigrafia e litologias**

Na região compreendida pela PCH Timbuí Seco verifica-se, em superfície, a ocorrência de solos coluvionares, aluvionares, de alteração de biotita gnaisse e biotita gnaisse.

O maciço rochoso que compõe a área da tomada d'água, túnel adutor e casa de força, é constituído pelas rochas Pré-Cambrianas do Complexo Paraíba do Sul.

Na maior parte da área, o maciço rochoso é constituído em sua maioria por biotita-gnaisse de aspecto bandado, de granulação média a grossa, apresentando granada disseminada, sendo classificados, no mapa Geológico, como Ortognaisse de Cachoeiro. As bandas são centimétricas, alternando-se bandas claras quartzo-feldspáticas e bandas escuras, com biotita e ferromagnesianos (figura 4.1.4.2.1). Possui coloração cinza, cinza-claro e marrom, em geral pouco a medianamente fraturado. As fraturas em geral são sub-horizontais e sub-verticais, com superfícies oxidadas.

Em menor proporção ocorre granito-gnaiss de aspecto maciço, de cor cinza clara, com cerca de 50% de minerais claros (quartzo e feldspatos) e 50% de minerais escuros (biotita, anfibólios, etc), tendo muitos cristais de granada dispersos.

Na altura do ribeirão Timbuí ocorre contato brusco com os Gnaisses Aluminosos, sendo rochas gnáissicas muito bandadas (semelhantes a migmatitos), com textura média a grosseira, com muita biotita e granadas dispersas (figura 4.1.4.2.2).

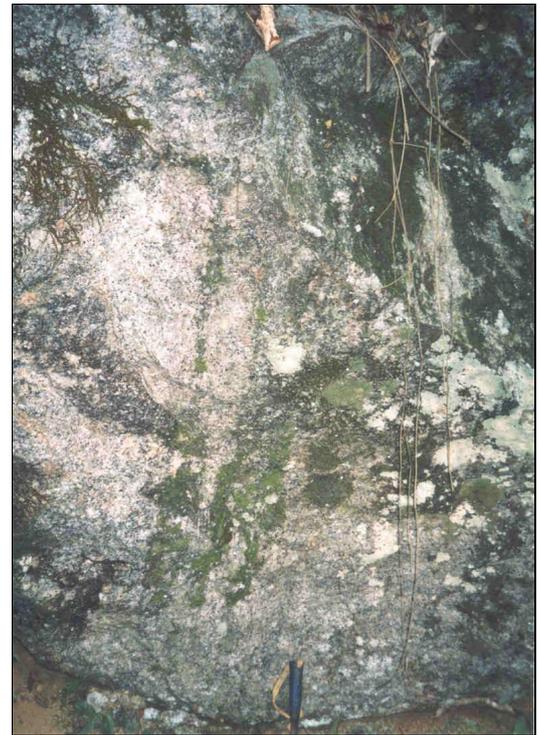


Figura 4.1.4.2.1 - Amostras de mão de gnaiss bandado, com biotita e com granadas dispersas. Figura 4.1.4.2.2 - "Bolder" de granito-gnaiss na região da casa-de-força.

Os solos residuais de alteração de biotita-gnaiss apresentam espessura média de 7,80 m, conforme definido pelas investigações de campo. São solos constituídos de silte-argiloso pouco arenoso, de coloração marrom-arroxeadada e avermelhada. Apresentam resistência variando de mole a dura, com SPT variando de 3 a 37 golpes para os 30cm finais de penetração, sendo escaváveis com equipamentos comuns (PROJETO BÁSICO, 2003).

Os solos coluvionares apresentam espessura média de 4,0m, conforme definido pelas investigações de campo. São solos constituídos de areia fina argilosa, de coloração marrom-avermelhada. Apresentam resistência de fofa a compacta, com SPT variando de 3 a 25

golpes para os 30cm finais de penetração, sendo escaváveis com equipamentos comuns (PROJETO BÁSICO, 2003).

Os solos aluvionares apresentam espessura média de 5,50m, conforme definido pelas investigações de campo. Esse material foi identificado através das sondagens executadas no leito e margens do rio Santa Maria da Vitória, nos locais da tomada d'água e travessia do túnel pelo rio. São solos constituídos de areia fina pouco siltosa a areia grossa, de coloração amarelada. Apresentam resistência de fofa a medianamente compacta, com SPT variando de 4 a 20 golpes para os 30cm finais de penetração, sendo escaváveis com equipamentos comuns.

- **Estruturas**

As rochas sofreram uma evolução metamórfica polifásica, sendo afetadas por tectonismo plástico e rígido. Tratando-se da tectônica plástica foram observados dobramentos com eixos de direção NE, geralmente coincidindo com a direção geral das foliações e xistosidades das rochas. Analisando-se a tectônica rígida, foram observadas falhas ou zonas de falhamentos também com direção nordeste. Como evento mais jovem, de idade Mesozóica, houveram esforços que provocaram um sistema de falhamentos de direção noroeste, ao longo dos quais encaixam-se os diques de diabásio (FALCADE, 1982).

As estruturas observadas na área são foliações e acamamentos das rochas metamórficas e ígneas, falhas transcorrentes e fraturas (juntas).

- **Foliação**

Nos migmatitos gnaisses do Complexo Pré-Setuva e da Sequência Turvo-Cajati a foliação é representada pelo próprio bandamento dado pela alternância do paleossoma com o neossoma. A foliação dos migmatitos normalmente apresenta direção N35°E a N45°E e mergulhos sempre altos (mais que 50°) voltados preferencialmente para SE.

Em afloramentos no leito do rio Capivari, próximo à cachoeira, fica bem evidente a foliação principal da rocha, reforçada pela ação das águas.

- **Falhas**

Encontram-se na área várias falhas transcorrentes provocadas por esforços compressivos horizontais ocorridos no embasamento cristalino do Sudeste Brasileiro.

As falhas transcorrentes são reconhecíveis graças ao alinhamento de feições morfológicas

(depressões, leitos de drenagem e quebras de relevo) que aparecem em fotografias aéreas e no campo. Os milonitos resultantes se caracterizam por apresentar cristais fragmentados, estrutura orientada ou laminada paralelamente à direção de movimentação e estrias de atrito ao longo das superfícies de movimentação.

As direções destas falhas variam em torno de N40-60E, com algumas exceções.

- Fraturas

Existem, na área, tanto fraturas originadas a partir de esforços tectônicos regionais, como a partir de determinantes atectônicos, como as fraturas paralelas às superfícies livres das encostas.

As observações dos dados do fraturamento observado no campo revela que os sistemas medidos não se repetem, o que indica que os esforços que os originaram não foram similares. Pode-se destacar somente um sistema, que se repete em vários afloramentos, com direção variável entre N40-60W e mergulhos sempre superiores a 60°, para NE ou SW. Este sistema principal corresponde à direção de fraturamento ao longo do qual injetaram-se, no Mesozóico, os diques de rochas básicas e intermediárias.

Em termos deformacionais, as estruturas regionais mais notáveis observadas na área são a foliação e bandamento gnáissico de direção geral N-S, de baixo ângulo, com mergulhos de 10 a 30 graus para leste, resultado de forte transposição que afetou as estruturas pretéritas de todos os litótipos nela individualizados, à exceção dos tipos graníticos intrusivos presentes.

A essa deformação estão associadas algumas zonas de cisalhamento curvilíneas (zona do Galo, rio das Pedras, rio Claro), também de baixo ângulo, interpretadas aqui como resultado da evolução do próprio processo de transposição, visíveis nas imagens de radar de forma marcante.

A essa deformação segue-se uma outra representada por dobras com *trend*, em geral, segundo N-S, com estilos variando desde fechados a até muito abertos, às quais, possivelmente, estariam relacionadas zonas de cisalhamento do Batatal e represa Suíça de alto ângulo, de mesma direção. Essas estruturas são também visíveis e bem marcantes nas imagens de satélite.

A terceira fase de deformação é representada por um dobramento muito aberto, provavelmente do tipo flexural, de *trend* E-W, assim considerado face à sua interferência com a deformação anterior, resultando padrões locais do tipo domo.

Finalmente, seguem-se fraturas de distensão, algumas preenchidas por rochas básicas, predominantemente de direção NW-SE (Tijuco, Bom Parto, Volta Peçanha, Domingos Martins; Viana - Leopoldina, Pedra Preta; e Pedra Azul) e NE-SW de menor extensão regional (Granja Califórnia, Rio Jequitibá).

Esses sistemas de estruturas regionais são importantíssimos para prospecção de águas subterrâneas, a exemplo de Domingos Martins.

- **Recursos Minerais**

O conhecimento do potencial mineral da região na qual se insere o empreendimento permite avaliar as perspectivas futuras quanto ao interesse pela exploração econômica de bens minerais. O mapeamento geológico da bacia hidrográfica e da área de influência permite avaliar este potencial.

De outro modo, o acesso aos títulos minerários de determinada região, concedidos pelo Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM, nos faz conhecer que bens minerais estão sendo alvo de pesquisa e cubagem ou já estão sendo explorados comercialmente.

O estado do Espírito Santo é o maior produtor do Brasil de pedras ornamentais – granitos, mármore, gnaisses e outros. O comércio de pedras é facilitado grandemente pela facilidade de transporte através dos portos existentes na capital, Vitória. Nos municípios de Santa Leopoldina e Santa Maria de Jetibá, os maciços rochosos formados por gnaisses e granito-gnaisses atraem interessados em sua exploração, não havendo, porém, nenhuma lavra em atividade na região.

Ao contrário das rochas, a areia do rio Santa Maria da Vitória é dragada em três pontos, só na área de influência do empreendimento.

A consulta junto ao controle de áreas do DNPM permitiu verificar a existência de registros de requerimento ou autorização de pesquisa, licenciamento ou concessão de lavra nos municípios da área de influência - Santa Leopoldina e Santa Maria de Jetibá. Esta checagem teve como objetivo detectar a influência do empreendimento sobre minerações existentes ou que estejam sendo alvo de pesquisa.

Estão registrados 145 processos em áreas do município de Santa Leopoldina e 16 do município de Santa Maria de Jetibá.

As substâncias-alvo contidas nestes processos são rochas ornamentais (granitos, gnaisses, dioritos), gemas (berilo, água marinha, quartzo), areia, caulim, argila e ouro, com as rochas

ornamentais liderando disparado a lista, com 126 pedidos (87%). A areia é solicitada em 9 processos e as gemas em 7 processos.

Também, no município de Santa Maria de Jetibá, a grande maioria dos pedidos é para pesquisa ou lavra de granitos. Dos 16 processos, 15 são para granito, enquanto apenas 1 é para água mineral.

Conclui-se, portanto, que a maior riqueza mineral em potencial da região são os elevados maciços gnáissicos (que genericamente são chamados “granitos”), que tanto são visados como pedras de ornamentação (caso mostrem textura, estrutura e grau de alteração favoráveis), ou como rochas fornecedoras de minerais semi-preciosos (berilos e granadas). A areia é explorada tanto em cursos d’água quanto “à seco”, mas representa pouco volume, pontualmente. As demais substâncias têm interesse secundário.

Os pontos com exploração de areia no rio Santa Maria da Vitória localizam-se próximo à área de influência, mas fora dela, estando um deles a montante da tomada d’água e o outro a jusante do canal de fuga (figura 4.1.4.2.3), ambos no rio Santa Maria da Vitória, portanto nenhum deles será afetado pela construção da usina. Apenas uma extração de areia localiza-se na área de influência, em frente à Pousada Suíça e operada a serviço do proprietário da pousada. A areia ali explorada possivelmente só abastece as obras da própria pousada, pelo seu pequeno volume (figura 4.1.4.2.4).



Figura 4.1.4.2.3 - Extração de areia no rio Santa Maria, no remanso da UH Suíça.



Figura 4.1.4.2.4 - Extração de areia no rio Santa Maria, em frente à Pousada Suíça.

#### 4.1.5 Solos e Aptidão Agrícola

##### 4.1.5.1 Aspectos Regionais

- **Solos**

Na área da bacia hidrográfica do rio Santa Maria da Vitória encontram-se solos com características químicas semelhantes, todos com fertilidade natural média a baixa, denominado distróficos, possuindo teores elevados de alumínio trocável, apresentando problemas de toxicidade para a maior parte das plantas cultivadas e pobreza em nutrientes.

Foram identificadas, na bacia, 19 unidades de mapeamento, as quais podem ser agrupadas em 17 classes de solos distintas, a seguir descritas. O presente estudo teve como base o Mapa de Unidades de Solos, em escala 1:50.000, preparado pela HABTEC (1997), o qual, por sua vez, adotou como base o Mapa de Solos do Estado do Espírito Santo em escala 1:400.000 (MA/DNPA/DPP, 1971a), além de ter colhido informações primárias em campo e em imagens de satélite.

Os dois terços superiores da bacia são constituídos, maiormente, por latossolos vermelho- amarelos e cambissolos variados, além de solos litólicos e afloramentos de rocha. No terço inferior da bacia, além de latossolos, podzólicos e solos litólicos, ocorrem solos aluviais, solos hidromórficos e solos de mangue, com suas variações.

Face à precariedade de dados do material básico disponível para a região serrana e a escala desse material (RADAMBRASIL 1: 1.000.000 e SNLCS 1:400.000), bem como ao intrincado arranjo dos solos hidromórficos na região costeira, as unidades de mapeamento são, na sua maioria, constituídas por associações de duas ou três classes de solos, com inclusões até 2 classes (HABTEC, 1997).

O 1º componente é o mais importante em área de ocorrência, seguido dos demais em ordem decrescente sob este ponto de vista. O símbolo da legenda no mapa é oriundo da classe de solo considerada dominante na associação (tabela 4.1.5.1.1).

Não se faseou os solos segundo a vegetação, pois de acordo com o Projeto RADAMBRASIL, toda a área situa-se no domínio da vegetação primitiva designada Floresta Ombrófila Densa, utilizando-se apenas as variações de relevo.

Tabela 4.1.5.1.1 - Solos da bacia hidrográfica do rio Santa Maria da Vitória

<b>SÍMBOLO</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
LVa <sub>1</sub>	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO álico A moderado textura argilosa e muito argilosa fase relevo ondulado e forte ondulado
LVa <sub>2</sub>	Associação de LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO álico textura argilosa + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO PODZÓLICO álico, textura argilosa e muito argilosa, ambos A moderado fase relevo ondulado e forte ondulado
LVa <sub>3</sub>	Associação de LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO álico textura argilosa + CAMBISSOLO álico textura argilosa e média ambos A moderado fase relevo montanhoso e escarpado + AFLORAMENTOS DE ROCHA
LVa <sub>4</sub>	Associação de LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO álico + CAMBISSOLO álico ambos textura argilosa + SOLOS LITÓLICOS distróficos textura média e argilosa, todos A moderado fase relevo montanhoso e escarpado
LVa <sub>5</sub>	Associação de LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO álico + CAMBISSOLO álico ambos A moderado textura argilosa fase relevo montanhoso e forte ondulado
LVa <sub>6</sub>	Associação de LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO álico + LATOSSOLO VARIAÇÃO UNA, ambos textura argilosa + CAMBISSOLO álico textura argilosa e média não pedregosa e pedregosa, todos A moderado fase relevo forte ondulado e montanhoso
LVHa	Associação de LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO HÚMICO álico A proeminente e moderado + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO álico A moderado, ambos textura argilosa fase relevo forte ondulado e montanhoso
LVPa	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO PODZÓLICO álico A moderado textura argilosa e muito argilosa fase relevo ondulado e forte ondulado
PAa <sub>1</sub>	Associação de PODZÓLICO AMARELO álico Tb abruptico, e não abruptico textura arenosa/argilosa e média/argilosa + LATOSSOLO AMARELO álico textura argilosa, ambos A moderado fase relevo plano e suave ondulado
Pee	PODZÓLICO VERMELHO-ESCURO eutrófico Tb A moderado textura média/argilos se relevo ondulado
PVd <sub>2</sub>	Associação de PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO distrófico Tb textura média/argilosa e argilosa/muito argilosa + CAMBISSOLO distrófico textura argilosa + SOLO LITÓLICOS distróficos textura média e argilosa todos A moderado fase relevo montanhoso e forte ondulado. Inclusão: Afloramento de Rocha
SKS	Associação de SOLONCHAK SÓDICO muito argiloso + SOLOS TIOMÓRFICOS indiscriminados ambos fase relevo plano
Ca <sub>1</sub>	Associação de CAMBISSOLO álico textura argilosa + SOLOS LITÓLICOS textura média e argilosa, ambos A moderado fase relevo montanhoso e forte ondulado + AFLORAMENTOS DE ROCHA. Inclusão: LVa textura argilosa A moderado relevo forte ondulado
Ca <sub>2</sub>	Associação de CAMBISSOLO álico textura argilosa e média fase relevo montanhoso e escarpado + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO álico textura argilosa fase relevo montanhoso + PODZÓLICO VERMELHO AMARELO álico textura média/argilosa, fase relevo forte ondulado, todos A moderado. Inclusão: Solos Litólicos distróficos e Afloramentos de Rocha

Tabela 4.1.5.1.1 - Solos da bacia hidrográfica do rio Santa Maria da Vitória (continuação)

SÍMBOLO	DESCRIÇÃO
Ca3	Associação de CAMBISSOLO álico textura argilosa e média + SOLOS LITÓLICOS distróficos textura média ambos A moderado, fase relevo escarpado + AFLORAMENTOS DE ROCHA. Inclusão: Latossolo Vermelho-Amarelo álico A moderado textura argilosa, relevo montanhoso
HGPd <sub>1</sub>	Associação de GLEI POUCO HÚMICO distrófico + GLEI HÚMICO distrófico + SOLOS ALUVIAIS distróficos, todos A moderado Tb, textura argilosa, relevo plano
HGPd <sub>2</sub>	Associação de GLEI POUCO HÚMICO distrófico + Gleí Húmico distrófico ambos A moderado Tb textura argilosa + SOLOS ORGÂNICOS distróficos todos relevo plano
Amd	Associação de AREIAS QUARTZOSAS MARINHAS distróficas A fraco e moderado + PODZOL HIDROMÓRFICO A proeminente e moderado textura arenosa + Solos Orgânicos distróficos A moderado, todos relevo plano
Ad	Associação de SOLOS ALUVIAIS distróficos Tb textura argilosa e média e argila siltosa + GLEI POUCO HÚMICO distrófico textura argilosa, ambos A moderado relevo plano

São descritas a seguir as características das classes de solo identificadas.

- Latossolo Vermelho-Amarelo

É o tipo de solo dominante nas bacias, ocorrendo desde as partes baixas até suas nascentes, em relevo variando de ondulado a escarpado, desenvolvido sobre gnaisses ou rochas intrusivas do Pré-Cambriano. Compreende solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B latossólico.

Solos profundos com seqüência de horizontes A, B e C, com pequena diferenciação entre os horizontes, tanto com relação à cor quanto à textura, apresentando transições difusas e graduais entre as camadas, relação textural (argila do B/argila do A) variando de 1,0 a 1,5.

São de textura argilosa, porosos a muito porosos, bem drenados, permeabilidade alta. O tipo de horizonte A é moderado, ocorrendo também o húmico. Apresentam, em certos locais, concreções ferruginosas ou cascalho de quartzo em todo o perfil ou nos horizontes mais profundos. A cor varia do vermelho ao amarelado.

Apresentam avançado estágio de intemperismo, com predominância de argilas do tipo 1:1. São ácidos (pH inferior a 5,0), álicos (saturação com Al+++ maior que 50 %), saturação de bases (v %) inferior a 50 % e com baixa capacidade de troca de cátions. Os teores de

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> no horizonte B são inferiores a 9,0. Apresentam baixa quantidade de minerais primários e baixa reserva de elementos nutritivos para as plantas.

O uso atual, quando não coberto com vegetação natural, é com pastagens, café, reflorestamento (em especial com pinus na bacia do rio Jucu), lavouras de milho e feijão, banana, citrus e alerícolas nas partes baixas dos morros. Ocorrem associados a Latossolo variação Una, Cambissolos e Latossolo Vermelho-Amarelo Húmico.

As variações deste solo na área são o Latossolo Vermelho-Amarelo Podzólico, com B evoluindo para B textural, constituindo a unidade LVPa, e o Latossolo Vermelho-Amarelo Húmico, devido à natureza do A, constituindo este a unidade LVHa.

O relevo forte ondulado a escarpado é o principal fator de restrição ao uso, aliado à baixa fertilidade natural e à acidez, embora estes últimos possam ser contornados, com adubação e calagem, o que, porém, onera sua exploração com cultivos agrícolas.

Apresentam baixa propensão à erosão em vista da textura e da porosidade, porém as condições de relevo favorecem a erosão superficial, os escorregamentos e sulcos nas linhas de drenagem e ravinas côncavas, quando desprotegidos de cobertura vegetal.

A erosão em lençol é a mais freqüente, notando-se processos erosivos laminares intensos nas áreas sob cultivo de café em relevo ondulado e montanhoso, em especial na bacia do Rio Santa Maria da Vitória, no terço médio (região de Santa Maria de Jetibá).

- Latossolo Amarelo

Compreende solos minerais, com seqüência de Latossolos A, B, e C, formados a partir de antigos sedimentos do Terciário (Grupo Barreiras), ocupando áreas dos tabuleiros litorâneos de relevo suave ondulado.

Solos profundos a muito profundos, bem acentuadamente drenados com intemperismo elevado, com pequena diferenciação entre os horizontes, tanto com relação à textura quanto à cor, apresentando transições difusas e graduais entre as camadas. A cor é amarelada ou bruno-amarelada.

Solos ácidos (pH inferior a 5,0), com predominância de argila 1:1 do grupo da caulinita. Apresentam teores de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> muito baixos, inferiores a 4,9 %. São álicos (teor de alumínio trocável acima de 50 %), com baixa soma de bases trocáveis (valor S) e baixa capacidade de trocar de cátions (CTC). São normalmente utilizados com pastagens.

A principal limitação é a baixa fertilidade natural. Porém, apresentam relativas limitações físicas para o desenvolvimento das plantas, face à presença de camada argilosa adensada entre 10 e 25 cm de profundidade e por apresentarem freqüentemente agregados com alto grau de coesão. A camada adensada diminui a percentagem de poros totais e macroporos, diminuindo a aeração, a permeabilidade e o enraizamento das plantas.

São pouco suscetíveis pelas condições de relevo, embora a camada adensada facilite o processo. Próximo aos talwegues, com maior declividade (5-30 %) os riscos de erosão são muito grandes.

- Latossolo Variação Una

Compreende solos minerais, com B latossólico não hidromórficos, com seqüência de horizontes A, B e C, desenvolvidos sobre gnaisses, ocorrendo no terço superior montanhoso, associado a Latossolo Vermelho e Amarelo álico e a Cambissolo álico.

Apresentam horizonte A moderado, são profundos, bem a acentuadamente drenados. Diferenciam-se do Latossolo Vermelho-Amarelo no horizonte B (cerca de 11 %) e de Latossolo Vermelho-Escuro pelas cores vermelho-amarelo e amarelo-avermelhado no horizonte B. São porosos e de alta permeabilidade, com textura argilosa.

São álicos (Al+++ > 50 %), com saturação de bases (v %) muito baixa, ácidos, com relação Ki e Kr não ultrapassando 1,0.

O uso principal é com pastagens e lavouras de café. O material de origem são gnaisses granitóides de composição granítica a tonalítica, migmatitos. O relevo movimentado é a principal limitação ao seu uso, aliado à baixa fertilidade natural e à acidez elevada.

Do ponto de vista textural, apresentam baixa propensão à erosão face à relativa estabilidade dos agregados, de textura argilosa. O relevo forte ondulado e montanhoso onde ocorrem, porém, é fator indutor de erosão pelo escorrimento superficial da água de chuvas, em especial se for chuva intensa de curta duração. Esta não se infiltrará com rapidez suficiente para evitar a erosão, face à textura argilosa desde a superfície, caso encontre o solo desnudo, sem cobertura vegetal.

A erosão laminar é a mais comum, podendo ocorrer os sulcos e ravinamentos em pontos de concentração da rede de drenagem. É o segundo componente da unidade LVa6.

- Podzólico Amarelo

Trata-se de classe de solos, segundo o Projeto RADAMBRASIL, “ainda não reconhecida pelo Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos da EMBRAPA. Esta conceituação tem por objetivo a separação de solos com horizonte B textural que ocorrem principalmente nos Tabuleiros Costeiros referidos ao Grupo Barreiras, sobre sedimentos do Terciário”.

A textura é média ou arenosa / argilosa, bem drenados, poros comuns. O horizonte A é moderado. O horizonte B textural apresenta cores amareladas (bruno-amarelado e vermelho-amarelado).

Teores de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> inferiores a 4,4 (inferiores aos dos Podzólicos Vermelho-Amarelos). Possuem baixa fertilidade natural, com soma de bases (v %) inferior a 50 %, e baixa capacidade de troca de cátions. São álicos (alumínio trocável > 50 %) e ácidos (pH em torno 5,0).

Estes solos são utilizados com pastagens, predominantemente, sendo também ocupados pela urbanização na região da Grande Vitória. Ocorrem em relevo suave ondulado e plano, associados a Latossolo Amarelo Álico.

A sua limitação ao uso é a baixa fertilidade natural e acidez acentuadas, e a diferença textural abrupta, que pode dar origem a saturação com água devido à diferença de capacidade de infiltração, além de formar camadas mais adensadas impeditivas ao bom desenvolvimento das raízes.

A suscetibilidade à erosão é muito baixa, face às condições de relevo. A textura é propícia pela diferença entre o horizonte A, com textura arenosa ou média, e o B, com textura argilosa.

- Podzólico Vermelho-Escuro

São solos de pequena ocorrência na área, desenvolvidos sobre charnockitos verde-escuros, constituindo solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B textural na maioria das vezes vermelho-escuro, relevo ondulado.

Solos rasos a profundos, com seqüência de horizontes A, B e C, com relação textural (B/A) variável, mas acima de 2,0, textura média / argilosa, argila de atividade baixa (Tb). O tipo de horizonte A é moderado e o B apresenta estrutura moderada a média em blocos subangulares, com cerosidade comum.

São eutróficos, com saturação de bases acima de 50 %, valor S (soma de bases trocáveis) acima de 2,0 mE/100 g de solo, com valores de Al+++ trocável muito baixos. Apresentam baixa acidez, com pH em torno de 6,0. São portanto solos de fertilidade natural variando de média a alta.

São utilizados predominantemente com pastagens. Ocorrem em relevo ondulado no limite norte da bacia do Santa Maria, município de Serra, constituindo a unidade de mapeamento PEe.

Não apresentam limitações, exceto as condições de relevo, pois apresentam boa fertilidade natural e boa capacidade de retenção de água.

A sua textura é propícia à erosão devido à diferença entre o A e o B. Sendo o horizonte A mais arenoso, isto promove uma infiltração mais rápida da água, a qual, alcançando o B, mais argiloso, pode desencadear maior taxa de erosão em sulcos, quando não cobertos por vegetação que retarde o processo e o impacto direto da chuva.

- Podzólico Vermelho-Amarelo

Compreende solos minerais com horizonte B textural, não hidromórficos, com argila de atividade baixa (Tb), usualmente profundos, desenvolvidos sobre gnaisses e granitóides, e rochas do Complexo Paraíba do Sul, em relevo variando de ondulado a forte-ondulado.

Estas características são em geral semelhantes às dos Podzólicos-Amarelo e Vermelho-Escuro, diferindo-se destes pela cor vermelho-amarelada do horizonte B e menor cerosidade do B, quando comparado ao Podzólico Vermelho-Escuro. Apresentam também A moderado, textura normalmente média / argilosa e estrutura em blocos de moderada a forte, sendo bem drenados.

Apresentam teor de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> inferior ao do Podzólico Vermelho-Escuro. São de baixa fertilidade natural, embora possuam boa reserva de minerais. São álicos (teor de alumínio trocável acima de 50 %), ácidos (pH em torno de 5,0) e com relação Ki entre 2,0 e 2,5 e Kr entre 1,5 e 2,0. Também são distróficos com o valor V (saturação de bases) menor que 50%.

O uso predominante é com pastagens, ocorrendo também lavouras de banana e citrus, quando não recobertos por vegetação secundária. Na região de Pedra Azul, são intensamente utilizados para o plantio de olerícolas. Nas demais áreas, café e culturas de subsistência de feijão e milho, face à maior fertilidade natural que apresentam.

A baixa fertilidade natural e a presença de matacões em algumas áreas são os únicos fatores, além do relevo que restringe a mecanização e requer cuidados especiais de conservação contra erosão.

São muito suscetíveis à erosão laminar devido a baixa infiltração de água no B argiloso em relação ao A textura média, necessitando de cuidados no seu uso.

As principais ocorrências são nos maciços da Ilha de Vitória e nos terços inferiores das vertentes na região das serras, notadamente dos rios Galo e das Farinhas, próximo a Domingos Martins. Nestes locais (terço inferior dos morros) é comum a presença de matacões (pedaços de rocha).

- Podzol

Compreende solos com horizonte B podzol (espódico), desenvolvidos sobre sedimentos arenosos de origem marinha, do Quaternário (Holoceno) mal ou muito mal drenados, relevo plano.

São solos arenosos. Apresentam nítida diferenciação de horizontes, com seqüência A1, A2 seguidos de Bhir ou Bh, Bir e C. O horizonte A é normalmente moderado, podendo ocorrer A proeminente, de cor preta, pelo teor de matéria orgânica. O horizonte B é de espessura variável, cimentado ou não, normalmente arenoso, sendo produto do acúmulo de ferro ou de matéria orgânica, de cor bruna, às vezes avermelhada.

São fortemente ácidos, com pH inferior a 4 em KCl e de muito baixa fertilidade natural, alta saturação com alumínio trocável.

A vegetação natural é o Campo Higrófilo de restinga ou Floresta Paludosa Litorânea. Segundo o RADAMBRASIL Floresta das Terras Baixas da região de Floresta Ombrófila Densa. Não apresentam uso agrícola na área, sendo utilizados em atividade de mineração (extração de areia). Na região da grande Vitória está praticamente ocupado pela expansão urbana.

A baixa fertilidade natural a textura e o encharcamento são limitantes. A suscetibilidade à erosão é nula.

- Solonchak Sódico

São solos salino-sódicos que apresentam condutividade do extrato de saturação maior que 4 mho/cm a 25°C e com percentagem de sódio trocável superior a 15% em pelo menos

alguns horizontes. Apresentam-se muito mal drenados, com perfis pouco diferenciados, com seqüência de horizontes A e C, ou sem nenhuma diferenciação de horizontes ou camadas, especialmente nas áreas de mangues.

O horizonte A com espessura variável, apresenta cores brunadas, cinzentas ou pretas, a textura varia de argilosa a arenosa. O horizonte C (Cgsa e/ou Csa) possui cores cinzentas e brunadas, com mosqueados e/ou coloração variegada.

Geralmente apresentam eflorescências salinas brancas na superfície durante o período seco e é também comum a ocorrência de conchas marinhas nos horizontes subsuperficiais.

Distribuem-se ao longo da Planície Litorânea do fundo da baía de Vitória, em especial nas proximidades da desembocadura do rio Santa Maria da Vitória e em outras áreas de desembocaduras de rios no entorno da baía, onde a diminuição da corrente favorece a deposição dos sedimentos que lhe dão origem.

São associados a Solos Tiomórficos (compostos de enxofre) e encontram-se quase totalmente cobertos pela vegetação de mangue.

Não são utilizados agricolamente, tendo limitações severas pelo excesso de sais e de água. Relevo plano e risco de erosão nulo. A sua vocação não é agrícola, e sim de produção protéica, pois como se localizam nos estuários dos rios, a fauna é intensa, chegando a produzir de 3 a 4 vezes mais proteína por área que as terras agrícolas mais produtivas. Tem, portanto, importantíssima função ecológica de elo de ligação na cadeia alimentar que sustenta a vida na plataforma continental. Sua destruição afeta a pesca costeira e a produção de caranguejos e mariscos em geral.

- Cambissolo

Compreende solos minerais com horizonte B incipiente ou câmbio, não hidromórficos e com pouca diferenciação de textura do horizonte A para o B, desenvolvidos sobre rochas pré-cambrianas e do complexo Paraíba do Sul.

Apresentam pequena profundidade do solum A + B, se comparadas ao latossolos, em torno de 1,5 m. Argila de atividade baixa (Tb). São solos com certo grau de evolução, porém não suficiente para meteorizar completamente minerais primários como feldspatos e outros.

Não possuem acumulação significativa de ácidos de ferro, argilas ou húmus, apresentando muitas vezes características similares aos latossolos, desses diferenciando-se, entre outros aspectos pela presença de minerais amorfos na fração argila e/ou pelos teores de silte mais

elevados. Apresentam seqüência de horizontes A, (B) e C, sendo o A moderado, às vezes proeminente ou húmico. A textura é argilosa. São bem drenados, de cores vermelho a vermelho-amarelado no B.

São álicos (saturação com alumínio maior que 50%), fortemente ácidos, com pH em KCl em torno de 4,2.

Ocorrem tanto na região costeira como na região serrana em relevo montanhoso e escarpado. Na região serrana ocupa extensas áreas nas cristas das falhas cortando as duas bacias desde o Sul até o Norte após Santa Leopoldina e acima de Santa Maria de Jetibá.

São utilizados nas serras com culturas de café, milho, mandioca e pastagem. Na região de Vitória capim-colonião em substituição à vegetação natural, sapé e outros gramíneas, formações de capoeiras.

O relevo montanhoso e escarpado é fator extremamente restrito à sua utilização com cultivos, além da baixa fertilidade natural e alta acidez por alumínio.

São extremamente frágeis à erosão em ravinas ou a deslocamentos de massas (escorregamentos). Seu horizonte B pouco espesso indica propensão à erosão e o uso acelerará esta tendência natural.

Estão associados a Solos Litólicos e Afloramentos de Rocha nos morros e serras em torno de Vitória e em Santa Leopoldina e a Latossolo Vermelho-Amarelo e Podzólico Vermelho-Amarelo em Domingos Martins, com inclusões de Litólicos e Afloramentos de Rocha.

- Gleis Húmicos

São solos orgânico-minerais, hidromórficos, pouco profundos, mal drenados, provenientes de deposições orgânicas e de sedimentos aluviais argilo-siltosos, ambos referidos ao Holoceno.

Horizonte A com alto teor de matéria orgânica, seguido de horizontes gleizados, como resultado da grande influência do lençol freático, pois se localizam em áreas mal a muito mal drenadas. O horizonte A é espesso (40 cm ou mais), de coloração preta ou cinzento-escura, resultante da acumulação de matéria orgânica, o que o diferencia do Gleis Pouco Húmico. Os horizontes subsuperficiais apresentam cores cinzentas e neutras e forte gleização, textura argilosa ou argila-siltosa e estrutura maciça, raramente ocorrendo mosqueamento (cores variegadas por presença de óxidos de ferro).

São solos fortemente ácidos, pH em torno de 4,5, distróficos (saturação de bases - Valor V - inferior a 50%), de média fertilidade natural.

São utilizados com pastagens plantadas e nas terras altas, com olericultura, em especial no alto rio Jucu e médio Santa Maria da Vitória, onde ocorrem como inclusão em unidade de Solo Aluvial (Ad).

A principal limitação ao uso agrícola destes solos decorre do excesso de água, com lençol freático alto, necessitando cuidados especiais de drenagem. A acidez e a deficiência de nutrientes requerem também atenção para êxito nos cultivos.

A suscetibilidade à erosão é praticamente nula.

Ocorrem ao longo dos rios e córregos nas várzeas de relevo plano sujeitas a encharcamento ou alagamento, associadas a Gley Pouco Húmico e a Solos Aluviais e Orgânicos (em menor proporção). As áreas mais expressivas são as regiões do contorno da baía de Vitória.

Os talvegues de foz afogada dos tabuleiros litorâneos (grupo Barreiras) são constituídos destes solos, sempre como 2º componente, nas unidades HGPd1 e HGPd2.

- Glei Pouco Húmico

Compreende solos orgânico-minerais, hidromórficos, mal drenados, provenientes de deposições de sedimentos argilo-siltosos, do período Quaternário (Holoceno).

São pouco desenvolvidos, apresentando geralmente seqüência de horizontes A e Cg ou A (B)g e Cg, sendo que a letra g indica presença de gleização. O horizonte A tem espessura variada, cores escuras, cinzentas a bruno-avermelhado-escuras, textura argilosa ou franco-argilosa e estrutura granular. Os horizontes subsuperficiais podem chegar a 150 cm, e apresentam mosqueados de coloração avermelhada ou amarelada ou mesmo variegada. A textura varia de argiloso a franco-argiloso.

O teor de carbono orgânico é mais elevado no A devido ao acúmulo de matéria orgânica. São distróficos (saturação de bases < 50%) fortemente ácidos (pH em torno de 4,5) e de média fertilidade natural. Relações moleculares  $K_i$  e  $K_r$  em geral maiores que 2,0, ocorrem também solos álicos.

O uso principal é com pastagens, sendo também utilizado com cultivo de olerícolas na região serrana.

As áreas de maior ocorrência são nas baixadas em torno da baía de Vitória. Em menor expressão ocorrem nas várzeas ao longo de rios e riachos e nos talwegues dos tabuleiros litorâneos.

As principais limitações desses solos são: a drenagem deficiente e a estrutura maciça ou em blocos subangulares, que pode transformar-se em prismática. Tais características dificultam a penetração das raízes e aumentam o risco de adensamento por compactação.

A suscetibilidade à erosão é praticamente nula.

- Solos Orgânicos

São solos jovens, pouco desenvolvidos, de constituição orgânica, resultantes da acumulação de restos de vegetais em meio aquoso ou encharcado, sendo mal ou muito mal drenados.

O perfil apresenta-se basicamente constituído de espessas camadas orgânicas sobrepostas às camadas minerais, estas via de regra, gleizadas (IICg). A camada orgânica superficial é inteiramente decomposta (muck) e as camadas orgânicas inferiores semidecompostas (peat), possui textura orgânica, cores muito escuras e estrutura ausente ou fraca granular. Os horizontes minerais têm estrutura e textura variável, em função do material depositado.

São solos muito ácidos, com teores elevados de carbono (C%), alta capacidade de troca de cátions, pelos altos valores de H<sup>+</sup>, e baixa saturação de bases (V%). São distróficos.

Situam-se principalmente nas áreas abaciadas de várzeas, com sedimentos depositados referidos ao Holoceno. Não foi constado uso agrícola nesses solos na bacia.

Não suportam o uso de máquinas pesadas devido a serem facilmente comprimidos. A drenagem deficiente e a acidez elevada são fatores limitantes. O risco de queimadas é muito grande, pois pegam fogo com facilidade, devendo-se evitar esta prática na sua limpeza para fins agrícolas.

A suscetibilidade à erosão é nula. São popularmente conhecidos como turfeiras.

- Solos Tiomórficos

Compreendem solos hidromórficos, salinos, orgânicos ou orgânico-minerais, contendo compostos de enxofre, que após drenagem e por oxidação tornam-se extremamente ácidos, devido à formação de sulfatos e em alguns casos até de ácido sulfúrico.

Ocorrem associados aos solos de mangue — Solonchak Sódico. São de pouca expressão na área e aparecem como 2º componente na unidade SKS, não se discriminando sua natureza, se glei ou orgânico. A vegetação é de mangue. Não apresentam uso agrícola e seu risco de erosão é nulo.

- Areias Quartzosas

Compreendem solos arenosos, essencialmente quartzosos, bem drenados, profundos e de baixa fertilidade natural, distróficos, ácidos e em relevo plano. Na área ocorrem nas faixas litorâneas como Areias Quartzosas Marinhas distróficas, associadas a Podzol Hidromórfico e a Solos Orgânicos (nas depressões), formados por sedimentos não consolidados de origem marinha do Quaternário (Holoceno), na unidade de mapeamento AMd.

Não apresentam uso agrícola. A vegetação é formação pioneira de Restinga.

A textura, a baixa fertilidade e retenção de unidade são limitantes.

Face ao relevo plano e a alta taxa de infiltração o risco de erosão é nulo.

- Solos Aluviais

Esta classe compreende solos pouco desenvolvidos, resultantes de deposições fluviais recentes nas várzeas de rios e córregos, que apenas apresentam um horizonte A diferenciado, assente sobre um horizonte C de camadas estratificadas, não havendo qualquer relação pedogenética entre elas. A drenagem é diversificada.

Apresentam seqüência de horizonte A e C, com características morfológicas variando muito, em especial com relação à textura, cor, estrutura e consistência. O horizonte A é moderado, normalmente de cores brunadas.

As camadas estratificadas subseqüentes ao A são de textura e granulometria por vezes variadas, podendo ocorrer à presença de mosqueados evidenciando má drenagem. A textura na área varia de média a argilosa.

São distróficos, ácidos, argila de atividade baixa (Tb). A fertilidade natural é média. Os solos aluviais apresentam percentagem razoável de minerais primários facilmente intemperizáveis.

Na área são utilizados com pastagens e lavouras de milho, fruticultura e olericultura. Na região serrana o uso dominante é com olerícolas, plantando-se também feijão e alho na bacia do rio Santa Maria da Vitória.

A drenagem interna pode necessitar de dragagem. Em alguns trechos o risco de inundação no período chuvoso impede o uso regular com cultivos.

Apresentam pequena a média suscetibilidade a erosão nas várzeas das serras por efeito das inundações que podem “lavar” o solo quando há declividade no terreno. Nas partes baixas a erosão é praticamente nula.

Foram mapeados nas várzeas do rio Santa Maria da Vitória e outros pequenos rios nas terras baixas. Na região das serras foram identificadas principalmente as áreas de várzea do rio Santa Maria e pequenos trechos de seus principais afluentes.

- Solos Litólicos

Compreende solos minerais desenvolvidos sobre gnaisses, rasos, com rochas consolidadas, pouco ou não decompostas, em relevo montanhoso e escarpado, por vezes forte ondulado.

O horizonte A está diretamente sobre a rocha ou podem apresentar um B pouco espesso e pouco desenvolvido. Esta designação no caso estende-se também a solos onde a quantidade de cascalho, calhaus e matacões pouco decompostos é maior do que a de terra.

O horizonte A é normalmente moderado, ocorrendo também A húmico, com textura variando de média a argilosa. As cores são brunadas e a estrutura normalmente granular.

São distróficos, com baixa saturação de bases, ácidos, normalmente ricos em matéria orgânica. Podem ocorrer também solos álicos, com saturação de alumínio acima de 50%.

O uso destes solos é normalmente com lavouras de feijão, quando utilizados, ou olerícolas. Na faixa costeira, com pastagens.

A profundidade, o relevo, a pedregosidade são fatores restritivos ao seu uso com cultivos. A suscetibilidade à erosão é muito alta, devido ao relevo e à textura.

- Afloramentos de Rocha

São considerados tipos de terreno e estão representados por exposições de diferentes tipos de rochas nuas ou com reduzidas porções de materiais detríticos grosseiros, não classificáveis como solo.

São encontrados principalmente na região de Vitória e serras vizinhas ao litoral e nos alinhamentos de falhas da Serra do Mar, em especial na bacia do rio Santa Maria da Vitória

na área de Santa Leopoldina. A serra do Garrafão destaca-se, nas cabeceiras da bacia, como os maiores afloramentos.

O mapa EIA – 014 – TS/Solos, apresenta os principais tipos de solos existentes na bacia hidrográfica do rio Santa Maria da Vitória e, em detalhe, para o local do empreendimento.

- **Aptidão agrícola**

Este capítulo foi escrito tendo-se como referência o Mapa de Aptidão Agrícola das Terras do Estado do Espírito Santo (1979).

Durante os trabalhos para elaboração daquele mapa, foram observados, registrados e coletados dados sobre: perfis de solos, amostras compostas para análise de fertilidade de solos, relevo, declividade, erosão, pedregosidade e rochosidade, vegetação natural, fertilidade aparente, uso agrícola e pecuário, distribuição das chuvas e duração da estação seca, ocorrência de geadas e, principalmente, observações *in loco* sobre o comportamento das culturas e suas relações com o meio ambiente. Também se observou a profundidade efetiva do solo, a existência de horizontes menos permeáveis ou causadores de algum impedimento ao uso agrícola, a relação textural dos horizontes, a drenagem e os riscos de inundação.

Para efeito de comparação, consideram-se as seguintes condições: (1) deficiência de fertilidade natural; (2) deficiência de água; (3) deficiência de aeração ou excesso de água, incluindo riscos de inundações; (4) suscetibilidade à erosão e (4) impedimentos à mecanização. As diferentes condições agrícolas ou fatores limitantes estão relacionados com uma ou mais propriedades do solo ou do meio ambiente.

A interpretação da aptidão agrícola dos solos foi estabelecida em relação a três níveis de manejo: A, B e C.

O nível de manejo **A** é quando a lavoura depende exclusivamente das condições inatas do solo. As práticas agrícolas seguem métodos tradicionais que refletem um baixo nível de conhecimento técnico operacional. Não há emprego de capital para melhoramento das limitações do solo e das lavouras. Não há emprego de fertilizantes, corretivos e os trabalhos de drenagem são ocasionais. Os tratos culturais são realizados principalmente mediante trabalho braçal com utilização de implementos agrícolas simples.

O nível de manejo **B** é baseado em práticas agrícolas que refletem um nível tecnológico médio. Caracteriza-se pela aplicação modesta de capital e de resultados de pesquisa para

manejo, melhoramento e conservação das condições do solo e das lavouras. As práticas agrícolas estão condicionadas principalmente pelo trabalho braçal e à tração animal.

O nível de manejo **C** é baseado em práticas agrícolas que dependem de alto nível tecnológico. Há aplicação intensiva de capital para melhoramento e manutenção das condições melhoradas do solo e das lavouras. As práticas de manejo utilizam ao máximo os resultados das pesquisas agrícolas modernas e incluem a motomecanização, em todas as fases das operações agrícolas e rotação de culturas.

Consideram-se como culturas de **ciclo curto** as que têm um período vegetativo menor que um ano e como de **ciclo longo** as que têm um período vegetativo maior que um ano. Estas culturas diferem entre si quanto às suas exigências de solo, clima e tratos culturais. A título de ilustração pode-se citar como culturas de ciclo curto: algodão, amendoim, arroz, aveia, batata inglesa, centeio, cevada, feijão, girassol, mamona, melancia, milho, soja, sorgo, trigo, etc. Como culturas de ciclo longo: abacaxi, banana, cana-de-açúcar, café, abacate, chá, citrus, mamão, coco, manga, uva, pera, figo, maçã, caqui, pastagens, etc.

Estabeleceram-se as seguintes **classes de aptidão agrícola**: Boa, Regular, Restrita e Inapta, para cada sistema de manejo, e são definidas em função dos graus de limitação para o uso agrícola, que inclui culturas de ciclo curto e longo:

- BOA: não há limitações ou estas são poucas, para um grande número de culturas climaticamente adaptadas. Pode-se prever boas produções por um período de aproximadamente 20 anos ou mais, durante os quais as produções decrescem um pouco.

- REGULAR: as limitações são moderadas para um grande número de culturas climaticamente adaptadas. Pode-se prever boas produções durante 10 anos, decrescendo para um nível mediano nos 10 anos seguintes.

- RESTRITA: as limitações são fortes para um grande número de culturas climaticamente adaptadas. Pode-se prever produções medianas durante os primeiros anos, decrescendo rapidamente para um nível baixo.

- INAPTA: as limitações são muito fortes para um grande número de culturas climaticamente adaptadas. Pode-se prever produções baixas desde o início do seu uso.

Para efeitos de correlação, serão analisados conjuntamente os tipos de solos e de rochas com a sua aptidão agrícola. A aptidão agrícola, de modo geral, associando-se os três elementos - rochas, solos e aptidão agrícola, encontra-se apresentada na tabela 4.1.5.1.2.

Tabela 4.1.5.1.2 – Aptidão agrícola de acordo com os tipos de solos.

TIPOS DE SOLOS	APTIDÃO AGRÍCOLA	SÍMBOLO
Latossolos LVd3, Lvd4 e LVd8 Solos Hidromórficos	Terras com APTIDÃO REGULAR para pastagem	4p
Latossolos LVd2	Terras com APTIDÃO RESTRITA para lavouras no nível de manejo A e REGULAR no nível de manejo B	2(a)b
Latossolos LVd13 e LVPd1	Terras com APTIDÃO RESTRITA no nível de manejo A e REGULAR nos níveis de manejo B e C	2(a)bc
Latossolos LVa1	Terras com APTIDÃO RESTRITA para lavouras no nível de manejo A e REGULAR nos níveis de manejo B e C (dois cultivos ao ano)	2"(a)bc
Cambissolos	Terras com APTIDÃO RESTRITA para silvicultura.	5(s)
Solos Litólicos, Solos de Manguê	Terras SEM APTIDÃO para uso agrícola	6
Solos Aluviais	Terras com APTIDÃO RESTRITA nos níveis de manejo A e B e REGULAR no nível de manejo C	2(ab)c
Podzólicos Pee e PVd2 e Latossolos LVa2	Terra com APTIDÃO BOA para lavouras nos níveis de manejo A e B e REGULAR no nível C	1ABc

Atualmente, apenas as partes escarpadas têm remanescentes florestais. A grande parte da bacia possui pastagens degradadas, com samambaias e cambará. Nas partes mais baixas e próximas ao rio são plantados café, banana, milho, feijão e mandioca.

O mapa EIA – 015 – TS/Aptidão Agrícola dos Solos, ilustra as diversas aptidões para a bacia hidrográfica e para o local da PCH Timbuí Seco.

#### 4.1.5.2 Aspectos Locais

- **Solos**

Em uma escala mais detalhada, quando se focaliza apenas a Área de Influência do projeto, adotou-se também como referência o mapeamento pedológico realizado pela HABTEC (1997), em escala 1: 50.000.

Toda a área de influência insere-se sobre associação de Cambissolos, com solos Litólitos e Afloramentos de Rocha, como foi conferido na fase de campo deste trabalho.

Tabela 4.1.5.2.1 - Solos da Área de Influência

TIPO DE SOLO	DESCRIÇÃO
Ca3	Associação de CAMBISSOLO álico textura argilosa e média + SOLOS LITÓLICOS distróficos textura média ambos A moderado, fase relevo escarpado + AFLORAMENTOS DE ROCHA. Inclusão: Latossolo Vermelho-Amarelo álico A moderado textura argilosa, relevo montanhoso

Os Cambissolos, predominantes, têm-se os horizontes A, B e C. O horizonte A é escuro. O horizonte C tende a ser cinza próximo à rocha fresca e róseo ao se afastar mais dela e apresenta características heterogêneas da rocha. O horizonte B distingue-se pela cor amarelada, alaranjada e, às vezes, vermelha, por ser mais argiloso e homogêneo e mais resistente à erosão. Assim, um perfil pode ser de cima para baixo: escuro, amarelado, róseo, cinza e rocha fresca (figuras 4.1.5.2.1 e 4.2.5.2.2).

Os Cambissolos e solos Litólicos do local possuem muita areia média a grosseira, angulosas, em sua composição. O quartzo, sendo proveniente dos gnaisses, é o único mineral que não se intemperiza, ao contrário dos feldspatos, que viram caulim (argila) e dos ferromagnesianos. Por isso, a areia permanece no perfil, unida por placas de argila e por silte.

Uma importante informação: um horizonte B pouco espesso, como nos Cambissolos, indica área propícia à erosão. O uso apenas acelera uma tendência natural. Além da espessura do horizonte B, um importante indicador sobre a suscetibilidade à erosão, a natureza deste horizonte traz outras informações. Se o horizonte B tem uma característica de estrutura parecida com terra de formiga, isto é, relativamente solto quando seco (esboroa-se facilmente e em forma de pó de café), e tem mais de 150 cm, este é relativamente resistente à erosão — é típico do ambiente mais comum das áreas acidentadas do Espírito Santo. Este ambiente, com menos de 150 cm de horizonte B, torna-se instável. Em qualquer dos casos, é pobre em nutrientes. A erosão, por mínima que seja, carrega os nutrientes ligados à vegetação.



Figura 4.1.5.2.1 - Detalhe do Horizonte B de Cambissolo, na área de influência.

Figura 4.1.5.2.2 - Detalhe do Horizonte C de Cambissolo, próximo à tomada d'água.

- **Aptidão agrícola das terras**

A Área de Influência do empreendimento apresenta-se em estágio bastante degradado, com poucas áreas com remanescentes florestais e com predomínio de pasto em terrenos depauperados. Nas áreas mais baixas, bem próximas ao rio Santa Maria da Vitória, em declividades nem sempre baixas, são cultivados também café e mandioca, além de alguns pequenos pomares.

Contribuindo para degradação do ambiente local, estão os aviários (a montante da Área de Influência), pocilgas e pequenos matadouros situados na beira do rio, os quais despejam todos os seus resíduos diretamente no rio. As pocilgas, que estão bem próximas da região da tomada d'água, possuem lagoas de decantação, que diminuem a carga de resíduos às drenagens, mas não impedem o despejo de águas ao rio.

Os ambientes de solos pobres, como é o caso da região de estudo, apresentam-se originalmente com cobertura vegetação: a relativa abundância de água e a densidade de

vegetação propiciam uma reciclagem eficiente dos nutrientes. Os com horizonte B pouco espesso, sendo instáveis quanto à erosão e pobres em nutrientes, precisam ser usados com muito cuidado em reflorestamento. Se muito degradados, há que se pensar em processos especiais de recuperação. Talvez cercar as áreas mais problemáticas para impedir o acesso de gado, permitir a colonização com espécies pioneiras e enriquecer, sem limpar a área para plantio.

Segundo os estudos da HABTEC (1997), os Cambissolos e Latossolos-Cambissólicos são os que sofreram maior taxa de erosão, mesmo antes da chegada do homem (são os mais instáveis, por isso devem ser mantidos sob vegetação natural), estão numa posição mais íngreme (armazenam menos e perdem mais água), são mais rasos e encontram-se em posição mais elevada nas vertentes. Caracterizam-se por ambientes muito problemáticos, em termos de conservação, em consequência da pobreza em nutrientes, do declive e da suscetibilidade à erosão. Até o manejo silvicultural neles torna-se complicado.

#### 4.1.6 Qualidade e Uso das Águas Superficiais

O termo qualidade da água é usado para descrever as características químicas, físicas e biológicas da água. É através da análise destas características que é verificado se a **qualidade** da água é adequada ao **uso** para o qual foi designada, de acordo com o estabelecido pela legislação pertinente.

Em uma bacia hidrográfica, a qualidade da água é influenciada pelas atividades humanas, uso do solo e da água e por fatores naturais, como o clima e a geologia. A qualidade da água é, portanto um indicativo da qualidade ambiental da bacia.

No caso do presente estudo de impacto ambiental – aproveitamento dos recursos hídricos para a geração de energia elétrica - a questão da água fundamentará a proposição de ações de controle de qualidade ambiental da bacia visando a manutenção e melhoria das condições ambientais do rio e dos seus cursos de água contribuintes, a fim de que a água disponível possa atender os diversos usos previstos na legislação. Neste contexto, os objetivos deste estudo são:

- diagnosticar a qualidade da água da área de influência do empreendimento e verificar se está de acordo com o uso designado pela legislação;
- identificar as atividades humanas e os fatores naturais que influenciam a qualidade da água da área de influência do empreendimento;

- prognosticar, com base no diagnóstico, as alterações na qualidade da água advindas da implementação e operação do empreendimento;
- subsidiar estudos limnológicos;
- subsidiar, com base no diagnóstico e prognósticos, a elaboração de futuros programas de monitoramento da qualidade da água.

#### 4.1.6.1 Considerações Sobre a Área de Influência do Empreendimento

A área de influência considerada para os estudos de qualidade e uso da água é a bacia hidrográfica do rio Santa Maria da Vitória, no trecho compreendido entre o canal de fuga da PCH Rio Bonito até o remanso do reservatório da UHE Suíça, na parte média da bacia em altitudes de 350—500 metros.

#### 4.1.6.2 Considerações Sobre o Empreendimento

O empreendimento da PCH Timbuí Seco consiste de uma tomada de água na margem direita do rio Santa Maria da Vitória, desviando parte das vazões para um túnel de adução de 1920 m de comprimento total, que leva estas águas para a casa de força aproveitando uma queda de aproximadamente 80 m, sendo então as águas restituídas ao rio próximo ao remanso do reservatório da UHE Suíça. Por este layout definido pelo projeto básico, não haverá formação de reservatório, sendo que o maior enfoque no que se refere à qualidade de água se dará pela diminuição da vazão no trecho entre a tomada de água e a casa de força.

#### 4.1.6.3 Metodologia

A análise da qualidade das águas de uma bacia hidrográfica, considerada neste estudo a área de influência do empreendimento, é feita através de uma rede amostral. Os critérios utilizados para a definição dos pontos de amostragem e dos parâmetros físicos, químicos e biológicos a serem analisados foram definidos através da consulta à legislação, normas técnicas, parâmetros necessários para elaboração de índices de qualidade de água e da avaliação da ocupação e uso dos solos, da exploração dos recursos naturais e do uso das águas.

A localização e o número de pontos da rede amostral e a duração e frequência das amostragens são definidos de maneira que se tenha a melhor representatividade da área de estudo. Os parâmetros escolhidos são aqueles que melhor indicam a influência das atividades humanas, dos fatores naturais e do empreendimento na qualidade da água. A

interpretação dos dados primários (proveniente da rede amostral elaborada para este estudo) e secundários (dados obtidos em instituições, órgãos governamentais, etc) é realizada, basicamente, através do Índice de Qualidade das Águas - IQA e da análise e verificação dos parâmetros físicos, químicos e biológicos de acordo com os limites estabelecidos pela legislação.

Para o diagnóstico deste estudo de impacto ambiental foi realizada uma campanha de qualidade de água em 27 de agosto de 2003. Foram definidos dois pontos de amostragens, conforme a tabela 4.1.6.3.1. A escolha destes pontos foi realizada com o objetivo de se efetuar um diagnóstico de qualidade da água da bacia hidrográfica do rio Santa Maria da Vitória no trecho do aproveitamento Timbuí Seco, levando-se em consideração além dos aspectos da interferência antrópica, como citado acima, a partição de quedas definida nos estudos de inventário e viabilidade energética da bacia. A localização dos pontos de amostragem está apresentada no mapa EIA – 016 – TS/Localização dos Pontos de Amostragem de Água.

Tabela 4.1.6.3.1 - Estações de Amostragem de Água

DESIGNAÇÃO	DESCRIÇÃO
Estação P 1	Rio Santa Maria da Vitória, próximo ao local da futura tomada de água.
Estação P 2	Rio Santa Maria da Vitória, próximo ao local do futuro canal de fuga do empreendimento no início do reservatório da UHE Suíça.

As justificativas para a escolha das estações são descritas a seguir:

- estação **P1**, localizada no rio Santa Maria da Vitória pouco a jusante do local onde deverá ser instalada a tomada de água que deverá derivar parte das águas do rio para o túnel de adução. Este ponto se encontra a jusante da foz de um pequeno córrego na margem direita, que drena resíduos de algumas propriedades onde existem atividades de avicultura e suinocultura, de modo a caracterizar toda a água contribuinte ao trecho do aproveitamento (figura 4.1.6.3.1);
- estação **P2**, localizada no rio Santa Maria da Vitória logo a jusante do local onde deverá se localizar o canal de fuga do empreendimento. Este ponto se encontra muito próximo ao remanso do reservatório da UHE Suíça de modo a caracterizar toda a água efluente do aproveitamento Timbuí Seco servindo para comparar a qualidade da água antes e depois do empreendimento (figura 4.1.6.3.2).

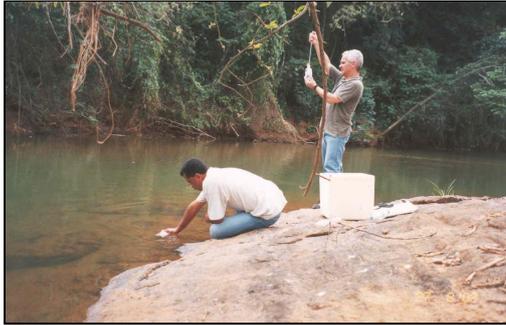


Figura 4.1.6.3.1 – Aspecto do rio na Estação P1, a jusante da tomada d'água.

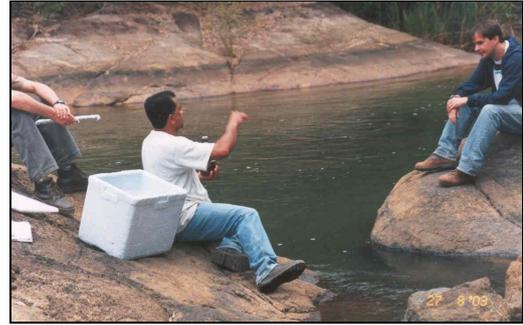


Figura 4.1.6.3.2 – Aspecto do rio na Estação P2, a jusante do canal de fuga.

A escolha dos parâmetros foi feita com base na Resolução CONAMA 020/86 que estabelece a classificação das águas segundo o uso preponderante, na norma da ABNT 9897 - Planejamento de Amostragem de Efluentes Líquidos e Corpos Receptores, na elaboração do Índice de Qualidade das Águas - IQA, nos fatores influentes, levantamentos primários e nos parâmetros necessários para subsidiar os estudos limnológicos.

A análise dos parâmetros físicos, químicos e biológicos da água foi realizada pelos laboratórios da empresa AGROLAB – Análises e controle de Qualidade Ltda., sediada em Vila Velha, bairro Itapoá, estado do Espírito Santo. A metodologia utilizada pelo laboratório se encontra nos laudos das análises no Anexo deste estudo.

- **Interpretação dos Dados**

Os dados obtidos foram interpretados, basicamente, através do Índice de Qualidade das Águas - IQA e da verificação dos parâmetros analisados de acordo com o limite da classe, definida na Resolução CONAMA 020/86, na qual o rio está enquadrado.

- **Índice de Qualidade da Água - IQA**

O Índice de Qualidade de Água – IQA, adaptação do índice de qualidade de água desenvolvido pela *National Sanitation Foundation*, que é uma organização americana, não-governamental fundada em 1944, é uma síntese da avaliação individual do estado ou condição de nove variáveis que o compõem e que serão referidas adiante. Este índice fornece uma indicação relativa da qualidade da água em diferentes pontos no espaço e/ou no tempo, que pode ser vantajosamente utilizada como instrumento de gestão ambiental (avaliação da efetividade de programas de controle da poluição, estabelecimento de prioridades para ações de controle, como meio de difusão da qualidade da água para o

público). No entanto, é importante ressaltar que o IQA não leva em conta formas tóxicas que podem comprometer seriamente a qualidade das águas para os diversos usos.

- Cálculo do Índice de Qualidade de Água (IQA)

O Índice de Qualidade de Água é determinado pelo produto ponderado das qualidades da água correspondentes às variáveis oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), coliformes fecais, temperatura, pH, nitrogênio total, fósforo total, turbidez e resíduos ou sólidos totais. A fórmula utilizada para o cálculo do IQA é a abaixo demonstrada:

$IQA = \sum p_i \cdot q_i^{w_i}$ , onde:

- IQA = Índice de Qualidade da Água dado por um número entre 0 e 100;
- $p_i$  = produto (i.e.  $q_1^{w_1} \cdot q_2^{w_2} \cdot q_n^{w_n}$ ) em que n é o número de variáveis que entram no cálculo;
- $q_i$  = qualidade da i-ésima variável dada por um número entre 0 e 100, obtido do respectivo gráfico de qualidade, em função de sua concentração ou medida (resultado da análise);
- $w_i$  = peso correspondente à i-ésima variável fixado em função de sua importância para a conformação da qualidade.

Os parâmetros utilizados para o cálculo do IQA e respectivos pesos relativos são apresentados na tabela 4.1.6.3.2.

Tabela 4.1.6.3.2 - Parâmetros e pesos do IQA

PARÂMETROS	PESOS
Oxigênio Dissolvido – OD	0,17
Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO	0,10
Coliformes Fecais	0,15
Variação da Temperatura	0,10
pH	0,12
Nitrogênio Total	0,10
Fosfato Total	0,10
Sólidos Totais	0,08
Turbidez	0,08

Fonte: SUDERHSA.

É importante observar que a variável OD, que é dada em mg O<sub>2</sub>/l deve ser transformada em % de OD de saturação. Esta transformação se faz com o auxílio de uma tabela, em função da altitude da região e da temperatura da amostra.

A qualidade da água bruta é avaliada conforme os valores do IQA, apresentados na tabela 4.1.6.3.3. Para que as águas possam ser potabilizadas, seu IQA deve estar entre bom e ótimo e a análise de toxicidade deve ser igual a zero.

Levando-se em conta que o cálculo do IQA não contempla formas tóxicas, como poluentes orgânicos, pesticidas e metais pesados, pode-se considerá-los indiretamente através de uma variável binária que assume o valor **zero**, caso qualquer destes elementos ultrapasse o limite permitido pela legislação (CONAMA 020/86) e o valor **um**, caso contrário. A nota final da qualidade da água será dada pelo resultado do produto do valor do IQA por esta variável, no primeiro caso invalidando o IQA.

Tabela 4.1.6.3.3 - Classificação das águas

IQA	CLASSIFICAÇÃO
0 – 36	qualidade ruim
37 – 51	qualidade aceitável
52 – 79	qualidade boa
80 – 100	qualidade ótima

- Requisitos Legais e Referências – Qualidade das Águas

A RESOLUÇÃO CONAMA nº 20/86 estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas segundo seu uso preponderante. Esta classificação é realizada considerando, principalmente, que o enquadramento dos corpos de águas deve estar baseado não necessariamente no seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que deveriam possuir para atender as necessidades da comunidade, a saúde e o bem-estar humano e o equilíbrio ecológico aquático.

Nesta resolução, são classificadas, segundo seus usos preponderantes, em nove classes, as águas doces, salobras e salinas. Para águas doces, tipo de água analisado neste estudo, existem cinco classificações conforme tabela 4.1.6.3.4. Para cada classe de água, a resolução estabelece limites/condições máximas para os parâmetros físicos, químico e biológicos.

Tabela 4.1.6.3.4 - Classificação das águas de acordo com o uso preponderante, segundo a Resolução CONAMA nº 020/86

CLASSIFICAÇÃO	USO PREPONDERANTE
Classe especial	- Abastecimento doméstico sem prévio tratamento ou simples desinfecção; - Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.
Classe I	- Abastecimento doméstico após tratamento simplificado; - Proteção das comunidades aquáticas; - Recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho); - Irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas sem remoção de película; - Criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.
Classe II	- Abastecimento doméstico, após o tratamento convencional; - Proteção das comunidades aquáticas; - Recreação de contato primário (esqui aquático, natação e mergulho); - Irrigação de hortaliças e plantas frutíferas; - Criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.
Classe III	- Abastecimento doméstico após o tratamento convencional; - Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; - Dessedentação de animais.
Classe IV	- Navegação; - Harmonia paisagística; - Usos menos exigentes;

#### 4.1.6.4 Qualidade da Água

O diagnóstico da qualidade da água é apresentado através da análise sistemática dos parâmetros físicos, químicos e biológicos obtidos em laboratório, e do Índice de Qualidade das Águas - IQA. A tabela 4.1.6.4.2 com os resultados das análises laboratoriais realizadas para a campanha deste estudo com os parâmetros em desacordo com a Resolução CONAMA 020/86 estão no final deste item.

- **Índice de Qualidade das Águas - IQA**

A elaboração do Índice de Qualidade das Águas baseou-se numa pesquisa feita em meio a especialistas, os quais indicaram os parâmetros que deviam ser medidos, bem como sua importância relativa. Foram selecionados nove parâmetros: oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, coliformes fecais, temperatura, pH, nitrogênio total, fósforo total, sólidos totais e turbidez.

Este índice não considera os elementos tóxicos como poluentes químicos orgânicos e metais pesados. A presença destes elementos em concentrações acima das estabelecidas pela legislação invalidam o IQA. Uma interpretação mais completa da qualidade da água da região em estudo deve considerar também indicadores biológicos, como peixes e macroinvertebrados.

Os resultados do *Índice de Qualidade das Águas - IQA* calculados a partir dos resultados das análises realizadas na campanha deste estudo estão na tabela 4.1.6.4.1.

Tabela 4.1.6.4.1 - Índice de Qualidade das Águas (27/08/2003)

<b>ESTAÇÃO</b>	<b>IQA</b>	<b>CLASSIFICAÇÃO DA ÁGUA</b>
P1	71,64	Qualidade boa
P2	65,50	Qualidade boa

Como pode ser observado na tabela acima, os IQA encontrados para a campanha deste estudo nas estações amostradas estão dentro da faixa boa nas estações P1 e P2. A faixa boa corresponde aproximadamente aos rios da Classe 2 da Resolução CONAMA 020/86. Os parâmetros que contribuíram para a diminuição do IQA na estação P2 foram coliformes.

- Oxigênio Dissolvido

A concentração de *oxigênio dissolvido* na água é fundamental na manutenção da vida aquática. O oxigênio pode ser fornecido à água pelo ar atmosférico ou pelos vegetais subaquáticos, através da fotossíntese. A concentração do oxigênio na água é função da temperatura, pressão atmosférica e salinidade. As águas rápidas e turbulentas (lóticas) apresentam uma concentração maior de oxigênio, devido ao maior contato com o ar, enquanto que as águas lânticas, paradas, como lagos e reservatórios, apresentam uma concentração menor.

Num rio sem poluição, a concentração de oxigênio dissolvido em equilíbrio com o oxigênio da atmosfera pode variar na faixa de 8-11 mg/L, dependendo da temperatura da água e da altitude.

Algumas espécies de peixes apresentam problemas respiratórios se a concentração de oxigênio dissolvido cair para 5 mg/L, enquanto espécies mais resistentes podem suportar até 2 mg/L de oxigênio dissolvido.

A Resolução CONAMA 020/86 estabelece a concentração mínima de 5 mg/L de oxigênio dissolvido para águas da Classe 2.

Não houve violação do limite estabelecido pela Resolução CONAMA em nenhuma das estações amostradas na campanha realizada para este estudo.

- Demanda Bioquímica de Oxigênio

A *demanda bioquímica de oxigênio* - DBO mede a quantidade de oxigênio consumida por microorganismo na decomposição da matéria orgânica biodegradável. O teste mais comum utilizado é a DBO<sub>5</sub>, que mede a quantidade de oxigênio dissolvido na água consumida por esses microorganismos durante cinco dias na temperatura de 20° C. A taxa de consumo de oxigênio é afetada por fatores como temperatura, pH, presença de certos tipos de microorganismos e tipo de matéria orgânica encontrada na água. Este parâmetro é uma medida indireta da quantidade de matéria orgânica biodegradável presente na água. Quanto maior a DBO, menor a concentração de oxigênio dissolvido na água disponível para os organismos aquáticos.

Não houve violação do limite estabelecido pela Resolução CONAMA em nenhuma das estações amostradas na campanha realizada para este estudo.

- Demanda Química de Oxigênio - DQO

A *demanda química de oxigênio* mede a quantidade de oxigênio consumida na oxidação química da matéria orgânica utilizando-se um oxidante químico energético (dicromato de potássio). Neste processo de oxidação tanto a matéria orgânica biodegradável quanto a não biodegradável são oxidadas, por esta razão a DQO é normalmente maior que a DBO<sub>5</sub>. A Resolução CONAMA 020/86 não estabelece limites para a DQO.

Os valores encontrados nas amostras são compatíveis com os valores de DBO<sub>5</sub> sinalizando não haver problemas quanto a este aspecto, neste trecho do rio.

- Coliformes Fecais

Os *coliformes fecais* são bactérias que vivem em grande quantidade dentro de intestinos humanos e de animais de sangue quente, essas bactérias são considerados os principais indicadores de contaminação fecal. Os coliformes propriamente ditos são inofensivos, mas podem estar associados a outros microorganismos patogênicos.

A Resolução CONAMA 020/86 estabelece o limite de 1000 NMP/100 mL para coliformes fecais para as águas de Classe 2.

Nos resultados das campanhas realizadas para este estudo, houve violação do limite estabelecido acima para as duas estações amostradas, o que classifica este trecho do rio como sendo de Classe 3 segundo a Resolução CONAMA 020/86. Estes valores provavelmente se devem aos efluentes provenientes do próprio rio bem como de um pequeno córrego na margem direita, a montante de P1, que drena resíduos de algumas propriedades onde existem atividades de avicultura e suinocultura.

- Coliformes Totais

Os resultados das análises no que se refere aos *coliformes totais* não extrapola os limites previstos pela resolução que estabelece o limite de 5000 NMP/100mL. Apesar de não extrapolar este limite temos no ponto P1, logo a jusante do córrego que traz os efluentes das granjas um valor de 4600 NMP/100 mL, bem próximo ao limite e no ponto P2, no local a jusante da futura casa de força o valor de 2400 NMP/100 mL, indicando a diluição dos coliformes totais devido à entrada do tributário Timbuí Seco neste trecho.

- pH

O *pH* é um parâmetro que indica a acidez ( $\text{pH} < 7$ ) ou a alcalinidade ( $\text{pH} > 7$ ) de uma substância. Quando o pH é igual a 7 a substância é neutra. Este parâmetro é função da concentração dos íons de hidrogênio na água.

O pH afeta os processos químicos e biológicos da água. A maioria dos animais aquáticos preferem a faixa de pH entre 6,5 a 9,0<sup>3</sup>, fora desta faixa a diversidade biológica presente no rio é reduzida porque os sistemas fisiológicos dos organismos são afetados.

A solubilidade de metais existentes nos sedimentos de fundo e na matéria suspensa da água é afetada pelo pH. O pH ácido solubiliza alguns metais pesados, tornando-os disponíveis para a flora e fauna aquática.

A Resolução CONAMA 020/86 estabelece que para águas de Classe 2 o pH pode variar na faixa de 6 a 9.

Na campanha realizada para este estudo, não ocorreu nenhuma violação para esta faixa de pH.

- Nitrogênio e Fósforo

O *nitrogênio* é encontrado em diferentes formas no ambiente aquático. Estas formas incluem nitrogênio amoniacal, nitrato, nitrito e nitrogênio orgânico, presente nas proteínas.

O nitrogênio orgânico é transformado em amônia, que é oxidada por bactérias aeróbias a nitrito e nitrato. Um trecho de rio onde existe uma concentração maior de nitrogênio orgânico indica a poluição recente do rio, se houver predominância de nitratos, o lançamento ocorreu bem a montante do rio.

A Resolução CONAMA 020/86 recomenda para a Classe 2 os limites de 10 mg/L, para o nitrato e de 1,0 mg/L para o nitrito e também para o nitrogênio amoniacal. Nas amostras coletadas para este estudo não houve violação dos limites estabelecidos para Classe 2 para o nitrito, para o nitrato e para o nitrogênio amoniacal total.

A amônia total está presente na água em duas formas, ionizada ( $\text{NH}_4^+$ ) e não ionizada ( $\text{NH}_3$ ). A toxicidade da solução aquosa da amônia total é atribuída a forma não ionizada. A proporção de  $\text{NH}_3$  é determinada pelo pH, temperatura e pela salinidade da água. Quanto maior a temperatura e o pH e menor a salinidade maior é a concentração de  $\text{NH}_3$  na água. Para a proteção da vida aquática, o critério utilizado é a concentração de 0,02 mg/L de  $\text{NH}_3$ .

Para pH maior que 7,5 e temperaturas maiores que 15° C, concentrações abaixo de 2,5 mg/L de amônia total apresentam quantidades de NH<sub>3</sub> de 0,02 mg/L (Russel E. Train, 1979).

O nitrogênio junto com o *fósforo* constituem os principais micronutrientes que promovem o processo de eutrofização (crescimento excessivo de algas que compromete a qualidade da água), principalmente em lagos e reservatórios.

A manutenção do limite de 0,3 mg/L de nitrogênio inorgânico em águas lânticas previne a proliferação de algas (Metcalf and Eddy, 1991). Nos resultados das análises realizadas nesta campanha para o ponto P1 o valor observado encontra-se abaixo deste limite, já para o ponto P2 o valor extrapola este limite. Cabe salientar que este limite se refere à águas lânticas e como não haverá formação de reservatório (as águas deverão continuar em regime lótico), não se formará ambiente propício para proliferação de algas neste trecho do rio.

Nas águas de Classe 2, o limite estabelecido para o fosfato total é de 0,025 mg/L. Este limite foi estabelecido para prevenir, principalmente, os processos de eutrofização. Na campanha realizada para este estudo, verificou-se concentrações de fósforo total menores que 0,05 mg/L que foi o limite de detecção do teste, o que leva a crer que não houve extrapolação dos limites estabelecidos para a Classe 2.

- Turbidez

A *turbidez* é a medida da dificuldade da luz em atravessar a água e é causada por materiais suspensos como algas, partículas sólidas e micróbios. Águas com alta turbidez apresentam uma elevação na temperatura e conseqüente diminuição do oxigênio dissolvido porque quanto maior a temperatura, menor a concentração de oxigênio na água. A alta turbidez também diminui a incidência da luz, prejudicando a fotossíntese que contribui para oxigenar a água. O aumento da concentração de materiais suspenso também pode obstruir as guelras dos peixes, diminuindo sua resistência e afetar, também, o desenvolvimento de ovas e larvas. O material sedimentável pode cobrir o leito do rio, especialmente os de águas mais lentas, e asfixiar as ovas de peixe e os macroinvertebrados bentônicos.

A Resolução CONAMA 020/86 estabelece o limite de 100 NTU para turbidez em águas de Classe 2. Na campanha realizada para este estudo os valores verificados para a turbidez estão bem abaixo do limite estabelecido para Classe 2.

- Sólidos Totais

Os *sólidos totais* são a soma dos sólidos dissolvidos, suspensos e sedimentáveis. Analiticamente, os sólidos totais presentes numa amostra de água são definidos como todo o resíduo que permanece após a evaporação a temperatura de 103 a 105 C. Em um corpo de água, os sólidos dissolvidos são íons que passam através de um filtro com poros de 0,002 cm de diâmetro, como cloretos, nitratos, fósforo e outras partículas. Os sólidos suspensos ficam retidos no filtro de 0,002 cm.

A Resolução CONAMA 020/86 não estabelece limite para sólidos totais, apenas para *sólidos dissolvidos totais*, que para a Classe 2 é de 500 mg/L. Nas análises realizadas para este estudo não houve nenhuma violação deste limite para os sólidos dissolvidos totais

- Metais e poluentes orgânicos

As substâncias tóxicas *como metais pesados e poluentes orgânicos* podem estar presentes tanto na água como nos sedimentos de rios e reservatórios. Em algumas situações, substâncias tóxicas não são detectadas analiticamente na água, mas podem estar concentradas nos sedimentos de fundo de um rio, lago ou reservatório. Sob determinadas condições (pH, temperatura, concentração de oxigênio dissolvido), estas substâncias tóxicas presentes nos sedimentos podem ser liberadas para a água. Por exemplo, em ambientes com pH ácido, muitos metais são dissolvidos, aumentando a toxicidade da água. Por esta razão, para um diagnóstico mais seguro, é necessário analisar as substâncias tóxicas também nos sedimentos dos corpos de água. Os *metais pesados e poluentes orgânicos* são substâncias tóxicas em determinadas concentrações para quase todas as formas de vida. Portanto, estes elementos possuem suas concentrações rigidamente controladas pela legislação.

Na campanha de qualidade da água realizada para a o diagnóstico ambiental do rio Santa Maria da Vitória no trecho do aproveitamento de Timbuí Seco foram realizadas análise para detecção de organoclorados e organofosforados. Em todas as amostras os resultados para os organoclorados e organofosforados ficaram abaixo do limite de quantificação.

Além da ocorrência natural, o chumbo e seus compostos podem entrar e contaminar o ambiente em qualquer estágio durante a mineração, fundição, processamento e uso deste metal. O chumbo é usado principalmente na fabricação de baterias eletroquímicas e como aditivo em combustíveis derivados de petróleo. É importante ressaltar que os resultados obtidos nesta campanha para o chumbo são indicativos, pois não é possível apenas com uma campanha fazer um diagnóstico seguro deste problema, portanto o Programa de

Monitoramento da Qualidade da Água deve prever uma avaliação cuidadosa deste poluente químico.

O ser humano pode apresentar vários efeitos adversos à exposição aguda ao chumbo. A baixo nível de exposição, estes efeitos podem incluir interferências com na química dos glóbulos vermelhos do sangue, retardos no desenvolvimento físico e mental de bebês e crianças, períodos de déficit de atenção, problemas de audição, problemas de aprendizados em crianças, aumento na pressão arterial em adultos. Os efeitos da exposição crônica ao chumbo esta relacionada a doenças cérebro-vasculares e do fígado. A exposição ao chumbo ao longo da vida pode também causar câncer. O chumbo aparentemente não se concentra em tecidos de peixe, mas sim em alguns moluscos. Algumas evidências sugerem que os peixes acumulam o chumbo na mucosa da epiderme, na pele e nas escamas de maneira que a disponibilidade em partes comestíveis não significam risco para saúde humana. (EPA, National Primary Drinking Water Regulation. Technical Factsheet on Lead).

A Resolução CONAMA 020/86 estabelece o limite de 0,03 mg/L de chumbo para as águas de Classe 2. Na campanha realizada para este estudo nos dois locais amostrados os valores ficaram abaixo de 0,01 mg/L (limite de detecção do teste) indicando a presença de chumbo num valor abaixo do limite da Resolução CONAMA para a classe 2.

A Resolução CONAMA 020/86 estabelece o limite de 0,0002 mg/L de mercúrio e 0,025mg/L de níquel, para as águas de Classe 2. Na campanha realizada para este estudo os valores encontrados ficaram abaixo do limite de quantificação do teste indicando ausência destes elementos.

Para o cádmio os resultados das análises encontraram valores abaixo de 0,001 mg/L, limite de detecção do método se enquadrando no limite estabelecido para Classe 2 (0,001 mg/L) para este elemento.

Tabela 4.1.6.4.2 - Resultados das análises físico-químicas

PARÂMETROS	P1	P2
Alcalinidade Total (mg/L)	13,27	8,84
Cádmio (mg/L)	<0,001	<0,001
Cálcio (mg/L)	2,53	4,21
Chumbo (mg/L)	<0,01	<0,01
Cloretos (mg/L)	11,60	10,92
Cobre (mg/L)	<0,01	<0,01
Coliformes fecais (NMP/100mL)	<b>1100</b>	<b>2400</b>
Coliformes Totais (NMP/100mL)	4600	2400

Tabela 4.1.6.4.2 - Resultados das análises físico-químicas (continuação)

PARÂMETROS	P1	P2
Compostos fenólicos (mg/L)	<0,01	<0,01
Condutividade (µmhos/cm)	40,90	40,30
Cor aparente (mg/L CoPt)	33,51	10,98
Cromo total (mg/L)	<0,05	<0,05
DBO <sub>5</sub> (mg/L)	2,18	3,70
DQO (mg/L)	22,40	16,00
Dureza total (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	14,76	16,87
Fósforo total (mg/L)	<0,05	<0,05
Magnésio (mg/L)	2,98	3,08
Mercurio (mg/L)	<0,001	<0,001
Níquel (mg/L)	<0,01	<0,01
Nitratos (mg/L NO <sub>3</sub> )	1,17	1,24
Nitritos (mg/L NO <sub>2</sub> )	<0,001	<0,001
Nitrogênio Amoniacal (mg/L NH <sub>3</sub> )	<0,01	0,46
Nitrogênio Total Kjeldahl (mg/L)	0,26	0,63
Óleos e graxas (mg/L)	54,10	63,50
Organoclorados (µg/L)	<2,00	<10,00
Organofosforados (µg/L)	<2,00	<10,00
Oxigênio dissolvido (mg/L)	8,09	11,95
Ph	7,26	7,04
Sílica (mg/L)	3,05	3,02
Sólidos dissolvidos totais (mg/L)	39	40
Sólidos suspensos totais (mg/L)	10	12
Sólidos totais (mg/L)	49	52
Sulfatos (mg/L)	1,00	0,68
Temperatura °C	20,2	20,3
Turbidez (NTU)	2,05	0,84
Zinco (mg/L)	<0,01	<0,01

Obs.: os valores em negrito, estão acima do limite para a Classe 2.

#### 4.1.5.6 Considerações Finais

Do ponto de vista da qualidade ambiental, o estudo de uso e qualidade da água demonstrou que:

- os Índice de Qualidade da Água encontrados para a campanha deste estudo estão dentro da faixa boa. Os parâmetros que contribuíram para a diminuição do índice de

qualidade da água notadamente na estação P2, foram principalmente os coliformes fecais;

- na campanha realizada para este estudo foram detectados valores acima do limite da Classe 2 para os coliformes fecais e muito próximos do limite para coliformes totais. A resolução estabelece o limite de 1000 NMP/100mL para coliformes fecais e 5000 NMP/100mL para coliformes totais. A ocorrência nas águas do rio destes valores se deve principalmente às atividades econômicas encontradas neste trecho da bacia hidrográfica, que são principalmente suinocultura e avicultura, e que afluem ao rio Santa Maria da Vitória através de um córrego cuja foz se encontra logo a montante do futuro local da tomada de água do empreendimento;
- as concentrações de fósforo e nitrogênio encontradas nas estações amostradas não devem promover o processo de eutrofização. Apesar do valor encontrado para o ponto P2 estar acima do valor desejado para evitar este processo, como não será formado reservatório não será criado ambiente propício para a proliferação de algas;
- os resultados das análises realizadas mostram que as atividades de avicultura e suinocultura que se desenvolvem na região, principalmente as que liberam efluentes no córrego logo a montante do local da futura toma de água do empreendimento, propiciam uma deterioração da qualidade das águas em parte deste trecho do rio. Os parâmetros mostram que a entrada do tributário Timbuí Seco, a meio caminho entre os futuros locais da tomada de água e do canal de fuga conseguem por efeito de diluição diminuir este problema.