

Preparado para:

CESAP

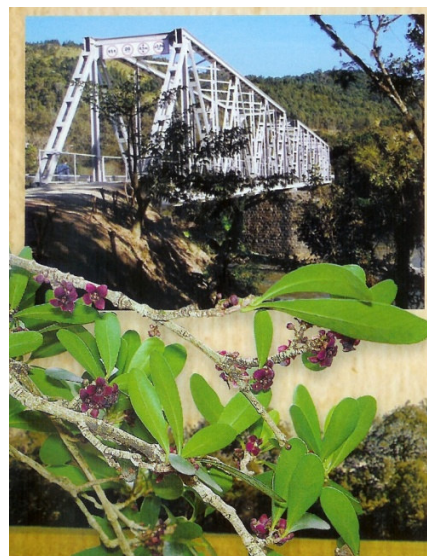
Consórcio Empresarial Salto Pilão

Plano de Manejo da Unidade de Conservação com propósito específico de proteção da *Raulinoa echinata*

Relatório do Meio Físico Recursos Hídricos

Elaboração:
Denise Duarte
Enga Sanitarista e Ambiental
CREA/SC 099983-8

Florianópolis, julho de 2010



SUMÁRIO

1. RECURSOS HÍDRICOS.....	3
1.1. Contexto Estadual	3
1.1.1 Região Hidrográfica Vale do Itajaí – RH7	5
1.1.2 Descargas Líquidas	9
1.1.3 Descargas Sólidas	16
1.1.4 Usos dos Recursos Hídricos	18
1.1.5 Qualidade da Água	25
1.1.6 Águas Subterrâneas	30
1.1.7 Enchentes	32
1.2 Recursos Hídricos Locais	35
1.2.1 Descrição Hidrográfica Local.....	35
1.2.2 Caracterização Hidrológica Local	39
1.2.3 Qualidade da Água Local	43
1.3 Considerações Finais	48
2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51

/ /

1. Recursos Hídricos

1.1. Contexto Estadual

Conforme a classificação da Agência Nacional das Águas (ANA) a área de estudo para a criação da Unidade de Conservação para proteção da espécie *Raulinoa echinata* está localizada na sub-bacia 83 e esta tem como principal bacia a do rio Itajaí.

O estado de Santa Catarina é constituído por dois sistemas independentes de drenagem: sistema integrado da vertente do interior, comandado pela bacia Paraná – Uruguai, e o sistema da vertente atlântica, formado por um conjunto de bacias isoladas. A área de estudo está situada no sistema da vertente atlântica, ou seja, as águas da bacia do rio Itajaí drenam para o Oceano Atlântico.

Em Santa Catarina para subsidiar o estudo das bacias hidrográficas do Estado, estas foram divididas em regiões hidrográficas (SANTA CATARINA, 1997). A área de estudo compreende uma destas regiões: RH7 – Vale do Itajaí, composta somente pela bacia do rio Itajaí, com uma área de 15.111 km² (**Figura 1.1-I**).

Na **Figura 1.1-II** temos em maior detalhe a localização regional da área de estudo, do ponto de vista hidrológico. Pode-se observar que a área de estudo está inserida entre as bacias hidrográficas do rio Itajaí do Norte ou Hercílio e a bacia do rio Itajaí-Açú, especificamente na porção central da Região Hidrográfica, em microbacias que recebem a drenagem diretamente para o rio Itajaí-Açu e em seguida para o Oceano Atlântico. Desta forma, a descrição se dará em relação à Região Hidrográfica Vale do Itajaí, onde está inserida.

A região contemplada pelo estudo abrange uma área de 18,67 km², e contém parte do trecho de vazão reduzida da Usina Hidrelétrica Salto Pilão.

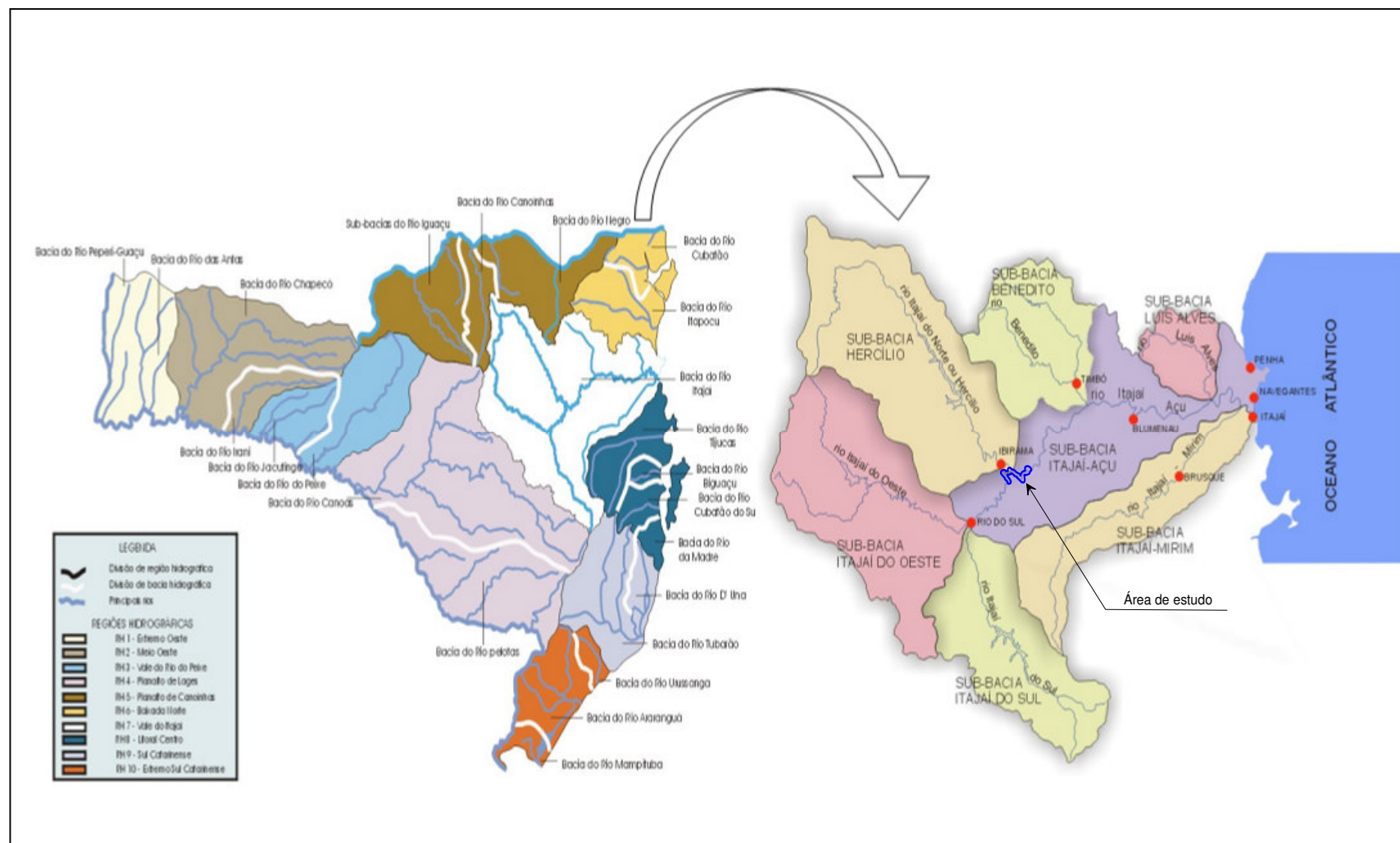


Figura 1.1-I: Regiões Hidrográficas de Santa Catarina. Fonte: Bases Geográficas IBGE. Desenvolvimento Sustentável. Santa Catarina (1997) – RH7 – Vale do Itajaí

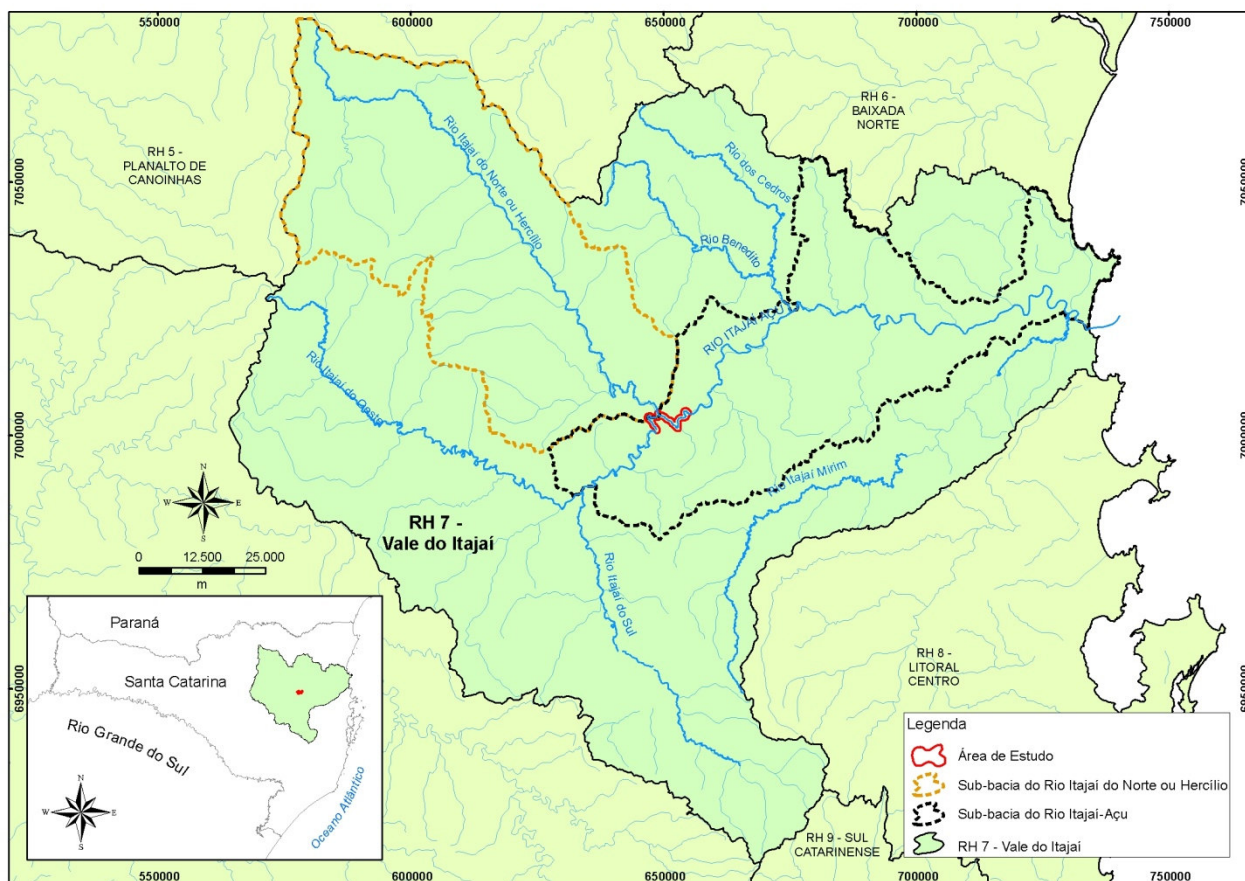


Figura 1.1-II Localização regional da Área de Estudo para criação da Unidade de Conservação para proteção da espécie *Raulinoa echinata*

1.1.1 Região Hidrográfica Vale do Itajaí – RH7

Segundo a SDM – Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente (2007), para o gerenciamento dos recursos hídricos o estado de Santa Catarina foi dividido em 10 regiões hidrográficas conforme as suas principais vertentes e características homogêneas. Conforme colocado anteriormente, a área de estudo está inserida na Região Hidrográfica Vale do Itajaí (RH7) que ocupa a porção nordeste do território catarinense. Possui uma área de aproximadamente 15.111 km² e sua população está estimada em 1,0 milhão de habitantes, distribuídos em 51 municípios, com densidade demográfica em torno de 66 hab/km².

A RH7 integra a Bacia do Rio Itajaí. Esta Região hidrográfica é composta por 7 sub-bacias, são elas:

Tabela 1.1-I: Sub-bacias do rio Itajaí-Açu, RH7

Rio Principal	Comprimento do Rio (km)	Área da Bacia (km ²)
Itajaí do Sul	101,0	2025,9
Itajaí do Oeste	132,0	3012,1
Itajaí do Norte	185,0	3355,5
Benedito	83,0	1501,8
Luis Alves	59,6	580,1
Itajaí-Açu	188,0	2783,6
Itajaí Mirim	170,0	1675,8

A bacia do Itajaí tem como principais afluentes os rios Itajaí do Norte ou Hercílio, Benedito e Luiz Alves, pela margem esquerda, e os rios Itajaí do Sul e Itajaí-Mirim, pela margem direita. Dentre estes, destacam-se o rio Itajaí do Norte, com sua nascente na confluência entre a serra do Espigão e a serra do Rancho Grande, a 980 metros de altitude, no município de Papanduva, e o rio Itajaí-Mirim, com sua nascente na serra dos Faxinais, a 1.009 metros de altitude, no município de Leoberto Leal.

Pelas características físicas do rio Itajaí-Açu, este pode ser dividido em três partes:

- Alto Itajaí-Açu – Inicia na confluência das sub-bacias do Itajaí do Sul e Itajaí do Oeste, no município de Rio do Sul, até Salto dos Pilões, a montante da foz da sub-bacia do rio Itajaí do Norte. Com 26 km de extensão, o rio Itajaí-Açu apresenta, neste trecho, pequena declividade e curso sinuoso.
- Médio Itajaí-Açu – Este trecho, com 83 km de extensão, inicia em Salto dos Pilões e vai até o Salto Weissbach, nas proximidades de Blumenau. Os 12 km iniciais apresentam forte declividade, descendo, depois, gradativamente; em toda a sua extensão, apresenta-se sinuoso. É nesta porção do rio Itajaí-Açu que está localizada a área de estudo.
- Baixo Itajaí-Açu – Com cerca de 80 km de extensão, este trecho inicia no Salto Weissbach e segue até encontrar o oceano Atlântico; este percurso é menos sinuoso e apresenta declividade bastante reduzida.

A área de drenagem do rio Itajaí é de 15.111 km² e apresenta uma densidade de drenagem de 1,61 km/km² e uma vazão média de longo período de 205 m³/s. Esta bacia é uma das mais expressivas do estado, tanto nos aspectos de hidrografia quanto nos socioeconômicos. A vazão mínima de estiagem é 15 m³/s, e a vazão máxima de enchentes é 5.000 m³/s (Comitê do Itajaí, 2005).

O rio Itajaí-Açu desde a cidade de Rio do Sul até sua foz, no Oceano Atlântico, percorre cerca de 200 km. A largura do rio varia de 50 a 150 metros.

Devido ao grande número de cursos fluviais na bacia do Itajaí somado a abundantes precipitações ao longo do ano, conferem para a região um cenário com muitas ocorrências de inundações com prejuízos particularmente nos centros urbanos da região. O controle de cheias da região está a cargo do Governo Federal em trabalho com o Estado e a Furb.

Dentro do contexto da Região Hidrográfica Vale do Itajaí a área de estudo para a criação da Unidade de Conservação com a finalidade de proteger a espécie *Raulinoa echinata* encontra-se parcialmente inserida na bacia hidrográfica do rio Itajaí do Norte ou Hercílio e grande parte da sua área está inserida na bacia hidrográfica do rio Itajaí-Açu. As bacias do entorno da Área de Estudo foram desdobradas em microbacias para que seja feito um estudo mais detalhado da hidrografia na área de interesse. Na **Figura 1.1-II** encontra-se a bacia do rio Itajaí dividida nas sub-bacias citadas anteriormente, onde se percebe que a área de estudo encontra-se bem na área central da bacia do Itajaí, fazendo fronteira com praticamente todas as bacias do entorno.

O rio Bonito, afluente do rio Iraputã, que por sua vez desemboca suas águas no rio Itajaí do Norte, tem a

sua nascente localizada no município de Papanduva, na Serra do Espigão, em uma cota topográfica de 1110 m (divisa com o município de Rio do Campo). Desta nascente até o rio Itajaí-Açu têm-se 168 km e deste ponto até a foz, no oceano Atlântico, 334 km.

De acordo com o Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí as sete sub-bacias principais foram subdivididas gerando 54 sub-bacias (**Tabela 1.1-II**), delimitadas de maneira que o divisor de águas fique o mais próximo possível dos limites municipais. Este procedimento facilita associar as informações sobre disponibilidade e usos da água aos municípios. Neste estudo, como dito anteriormente as sub-bacias de interesse são as do rio Hercílio e do rio Itajaí-Açu, na **Tabela 1.1-III** estão explicitados os números de cada sub-bacia de acordo com o Plano de Recursos Hídricos, pois estes números serão utilizados ao longo do trabalho.

Tabela 1.1-II: Sub-bacias do rio Itajaí do Norte e Itajaí-Açu

Sub-bacia Itajaí do Norte ou Hercílio			
Nome da sub-bacia	Área (km ²)	Municípios	Área do Município na SB (%)
SB_01	1661,09	Monte Castelo	5,85
		Papanduva	60,86
		Itaiópolis	27,78
		Santa Terezinha	100
		Rio do Campo	13,3
		Vitor Meirelles	12,92
SB_02	671,48	Vitor Meirelles	87,07
		José Boiteux	44,47
SB_03	155,77	Witmarsum	93,57
		Dona Emma	80,01
SB_04	124,05	Dona Emma	60,38
		Presidente Getúlio	2,84
		Witmarsum	6,43
SB_05	315,8	Dona Emma	19,99
		Presidente Getúlio	97,03
SB_06	213,31	José Boiteux	52,65
		Ibirama	1,46
SB_07	213,97	Ibirama	77,07
		José Boiteux	2,89
		Presidente Getúlio	0,13

Tabela 1.1-III: Sub-bacias do rio Itajaí do Norte e Itajaí-Açu

Sub-bacia Itajaí-açu			
Nome da sub-bacia	Área (km²)	Municípios	Área do Município na SB (%)
SB_42	59,52	Rio do Sul	22,85
SB_43	200,94	Rio do Sul	77,15
SB_44	239,9	Lontras	98,95
		Ibirama	16,38
SB_45	502,04	Apiúna	97,98
		Lontras	1,05
		Ibirama	5,09
		Ascurra	7,62
		Ascurra	75,43
SB_46	95,35	Apiúna	1,59
		Rodeio	53,18
		Ascurra	16,95
SB_47	113,95	Indaial	5,04
		Apiúna	0,43
		Indaial	89,27
		Rodeio	1,91
SB_48	399,57	Timbó	16,92
		Rio dos Cedros	0,12
		Pomerode	97,32
SB_49	210,25	Pomerode	97,32
SB_50	95,24	Blumenau	18,2
SB_51	157,56	Blumenau	64,07
		Indaial	1,68
SB_52	193,33	Pomerode	2,68
		Gaspar	0,74
		Timbó	0,02
SB_53	383,98	Gaspar	95,58
		Ilhota	32,64
		Itajaí	16,65
SB_54	188,55	Navegantes	50,01
		Piçarras	29,14
		Penha	4,00

Fonte: PRH da Bacia do Itajaí, 2006.

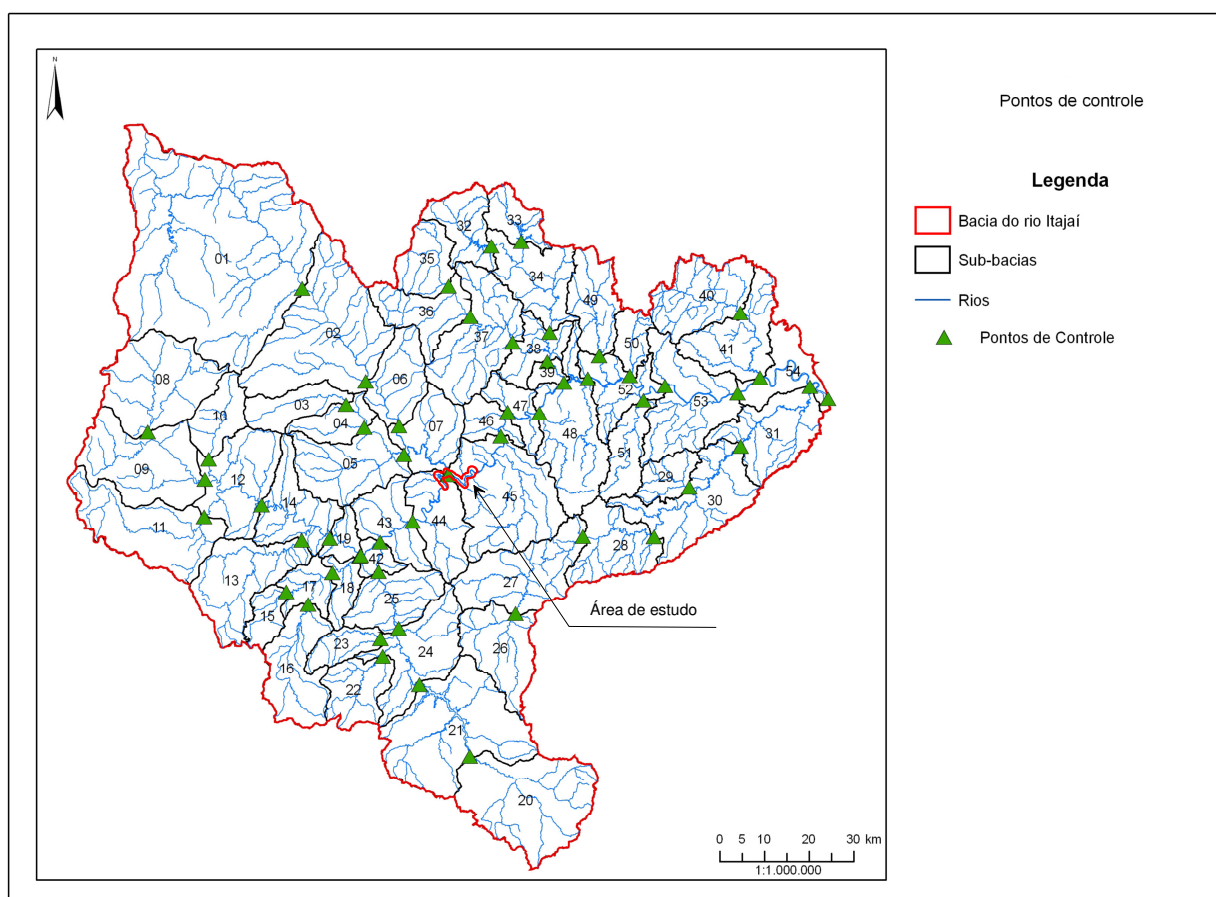


Figura 1.1-III: Sub-bacias, Pontos de Controle e Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí (Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Itajaí 2006)

1.1.2 Descargas Líquidas

Os regimes fluviais dos rios que compõem a Bacia Atlântica - Vertente Sul/Sudeste são determinados, via de regra, pelo regime pluviométrico, o qual se caracteriza por chuvas distribuídas o ano inteiro, garantindo assim, o abastecimento normal dos mananciais ao longo do ano. Nas regiões intermediárias, como a maior parte da Vertente Atlântica Catarinense, o comportamento dos rios é representado por dois máximos relativos que ocorrem, em geral, na primavera e no verão, com mínimos no outono. Mas, de acordo com a distribuição das chuvas em cada ano, as vazões extremas podem ocorrer em períodos diversos (ANEEL/UFSC, 2000).

No Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Itajaí foram apresentados dois estudos de regionalização de vazão para a bacia, um realizado pelo modelo do CEHPAR (Centro de Hidráulica e Hidrologia Prof. Parigot de Souza) e um da ANEEL-UFSC, sendo adotado aqui o estudo da CEHPAR que contempla determinações para pequenas bacias hidrográficas (ANEEL-UFSC contemplava apenas bacias com no mínimo 150km² de área).

Fistarol (2004), utilizando os mapas do modelo do CEHPAR (1982), gerou um mapa de vazões $Q_{7,10}$ específicas (em L/s/km²) para a bacia do Itajaí. A vazão $Q_{7,10}$ é a vazão média mínima de sete dias de duração e tempo de retorno de 10 anos. O período de retorno é o intervalo de tempo, em média, com que um fenômeno hidrológico pode ser igualado ou superado, pelo menos uma vez. Representa a

frequência de ocorrência de fenômenos hidrológicos extremos, como a vazão mínima, vazão máxima (picos de cheia) e a intensidade máxima de precipitação.

O modelo do CEHPAR foi desenvolvido para pequenas bacias hidrográficas do estado de Santa Catarina, e permite a estimativa das vazões mínimas levando-se em consideração as características físicas do local e a precipitação média anual. São considerados para cada região hidrológica homogênea definida no estudo, o coeficiente de escoamento anual médio (que representa a relação entre o volume escoado e precipitado) e o expoente da curva de depleção (que leva em consideração a diminuição lenta da vazão do curso de água quando este é alimentado exclusivamente pelo aquífero subterrâneo).

As vazões mínimas e médias são apresentadas para as 54 sub-bacias de planejamento, ou melhor, para seus pontos de controle, que representam os exutórios das sub-bacias. Considera-se concentrada nesses pontos toda a vazão disponível na respectiva sub-bacia. Ao mesmo tempo, são nesses pontos que se pode realizar a comparação entre disponibilidade e demanda hídrica. A **Tabela 1.1-IV** apresenta a localização dos 54 pontos de controle.

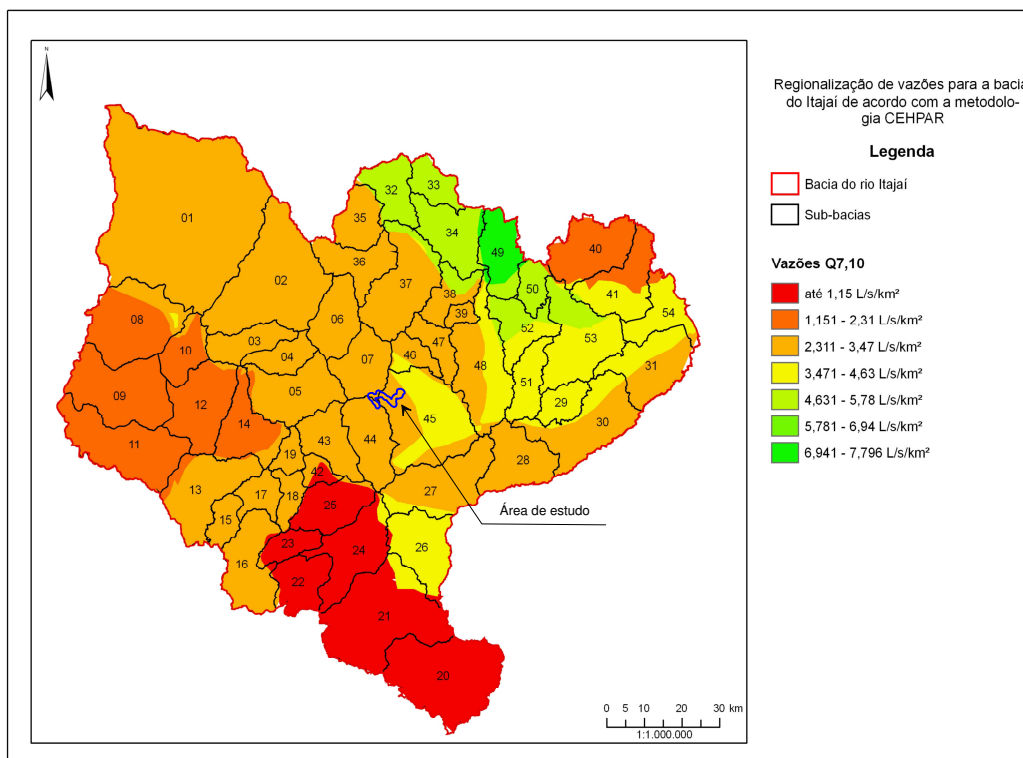
Os valores de vazões mínimas e médias para as sub-bacias dos Rios Itajaí do Norte e Itajaí-Açu obtidas com o estudo de regionalização estão na **Figura 1.1-IV**.

Tabela 1.1-IV: Vazões Médias e Mínimas para as bacias dos Rios Itajaí do Norte e Itajaí-Açu

<i>Sub-bacia principal Itajaí do Norte ou Hercílio</i>				
Nome da Bacia	Ponto de Controle	Área nas Sub-bacias Contribuintes (km ²)	Q _{7,10} Total (L/s)	Q média Total (L/s)
SB_01	PC1_N	1661,09	5608,17	40097,72
SB_02	PC2_N	2332,57	7620,97	53691,80
SB_03	PC3_N	155,77	507,30	3585,69
SB_04	PC4_N	279,82	870,18	6047,11
SB_05	PC5_N	595,62	1802,64	12330,94
SB_06	PC6_N	2545,88	7722,42	55478,03
SB_07	PC7_N	3355,47	10155,33	69676,00
<i>Sub-bacia principal Itajaí-Açu</i>				
SB_42	PC_OS	5038,07	15555,04	107047,4
SB_43	PC1_A	5239,01	15934,45	108768,13
SB_44	PC2_A	5478,91	16581,92	113807,37
SB_45	PC3_A	9336,42	29658,07	240725,59
SB_46	PC4_A	9431,77	30727,76	251148,23
SB_47	PC5_A	9545,72	31242,19	255428,19
SB_48	PC6_A	11447,29	53176,1	306311,16
SB_49	PC7_A	210,25	988,91	5726,87
SB_50	PC8_A	95,24	442,29	2542,84
SB_51	PC9_A	157,56	724,70	4157,98
SB_52	PC10_A	12103,67	56032,73	322495,02
SB_53	PC11_A	12487,65	56525,35	3223637,43
SB_54	PC12_A	14932,54	68211,84	390269,40

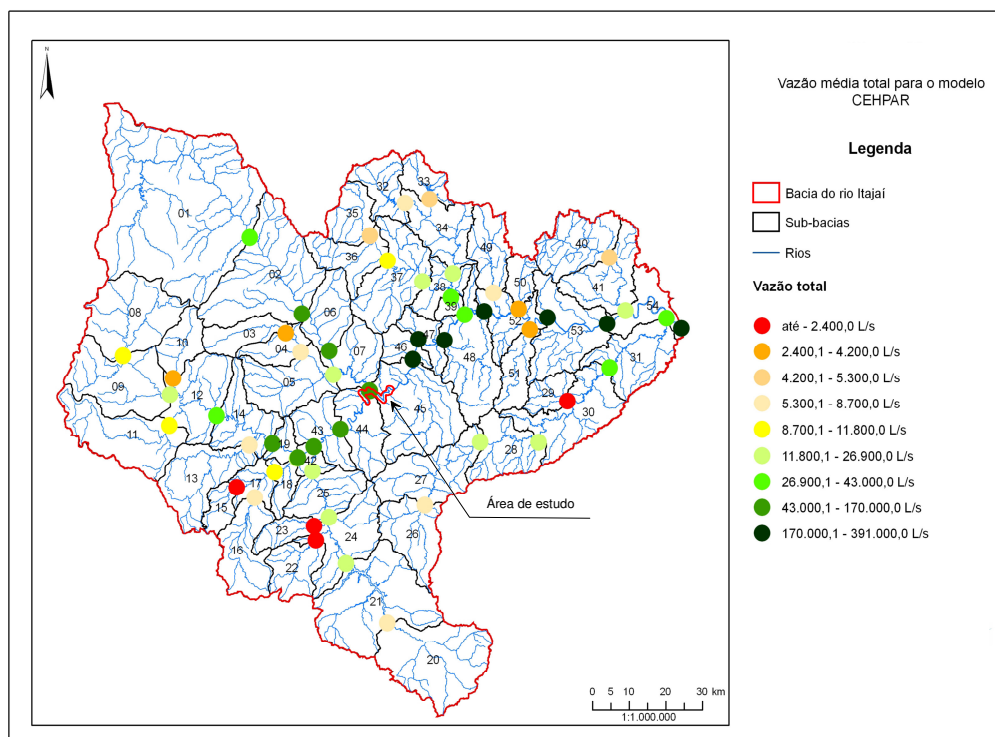
Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Itajaí, 2006.

Nas **Figuras 1.1-IV e 1.1-V** temos a espacialização destas informações de vazões médias de longo termo e vazões mínimas Q_{7,10}. Como podemos perceber na região da bacia de contribuição da área de estudo temos vazões mínimas variando entre 10,15 e 29,66 m³/s e vazões médias de 69,67 a 240,72 m³/s.



Fonte : Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Itajaí – 2006

Figura 1.1-IV: Regionalização das Vazões Mínimas da Bacia do Itajaí



Fonte : Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Itajaí - 2006

Figura 1.1-V: Regionalização das Vazões Médias da Bacia do Itajaí

Para a caracterização hidrológica (regime sazonal) foram utilizados os dados das estações fluviométricas da Agência Nacional das Águas – ANA, disponíveis no seu banco de dados, e da Hidroweb, acessível de maneira digital pela Internet.

Como as águas da área de estudo provêm da bacia hidrográfica do rio Itajaí do Norte e do rio Itajaí-Açu e estas drenam para o Oceano Atlântico Sul, a descrição das descargas líquidas será em função destas duas bacias.

As estações fluviométricas para a bacia dos rios Itajaí do Norte e Itajaí-Açu utilizadas estão apresentadas na tabela abaixo (**Tabela 1.1-V**).

Tabela 1.1-V: Estações Fluviométricas da bacia do rio Itajaí do Norte e Itajaí-Açu

Estação	Responsável	Lat (°)	Long. (°)	Tipo	Rio
83345000	ANA	-26:41:54	-49:49:52	Fluviométrica/ Sedimentos	Rio Itajaí do Norte
83440000	ANA	-27:3:14	-49:31:0	Fluviométrica/ Sedimentos	Rio Itajaí do Norte
83300200	ANA	-27:13:0	-49:37:0	Fluviométrica/ Sedimentos	Rio Itajaí-Açu
83690000	ANA	-26:24:0	-49:21:0	Fluviométrica/ Sedimentos	Rio Itajaí-Açu

Fonte: ANA - Hidroweb

Em relação às vazões, pode-se observar para todos os rios uma relativa homogeneidade na distribuição de vazões. Pode-se dizer que não temos estações secas e úmidas, sendo as chuvas bem distribuídas. Entretanto, os picos de vazões tendem a concentrar-se nos meses de Fevereiro e Outubro, sendo que a partir do mês de Maio nota-se a tendência no aumento das vazões em ambos os rios e os valores mínimos se concentram entre os meses de Abril e Dezembro.

Os valores das descargas médias mensais para as principais estações fluviométricas da bacia do rio Itajaí do Norte e Itajaí-Açu são apresentadas nas **Tabelas 1.1-VI e Figura 1.1-VI**. São apresentados os dados para o rio Itajaí do Norte, no município de Vitor Meireles que representa o alto curso do rio Itajaí do Norte e também no município de Ibirama, já no baixo Itajaí do Norte. Para o rio Itajaí-Açu foram utilizadas duas estações, uma delas localizada do município Rio do Sul, representando a porção oeste da bacia do Itajaí-Açu, que sofre influência direta das sub-bacias Itajaí do Norte, Itajaí do Oeste e Itajaí do Sul, e a outra fica localizada no município de Indaial, no médio curso do rio Itajaí-Açu.

Tabela 1.1-VI: Descargas Médias Mensais das Bacias do Itajaí do Norte e Itajaí-Açu

Descargas Médias Mensais - Bacias do Rio Itajaí do Norte ou Hercílio e Itajaí-Açu												
Meses	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Estação ANA - 83345000 - Barra do Prata - Rio Itajaí do Norte												
Média	29,9	34,7	24,7	17,5	29,1	29,1	46,6	29,8	33,2	48,0	29,7	28,8
Máxima	114,0	122,0	111,0	88,4	215,0	170,0	226,0	158,0	167,0	244,0	101,0	177,0
Mínima	9,14	12,8	9,02	6,69	6,36	7,8	10,7	8,01	9,33	13,3	12,0	8,66
Estação ANA - 83440000 - Ibirama - Rio Itajaí do Norte												
Média	49,4	59,9	47,3	35,1	49,5	53,5	61,2	64	73,2	85,8	54,3	50
Máxima	171,0	201,0	181,0	143,0	254,0	248,0	252,0	272,0	306,0	331,0	186,0	201,0
Mínima	18,1	21,5	19,2	15,7	15,8	18,2	21,4	21,0	24,0	28,9	23,6	19,0
Estação ANA - 83300200 - Rio do Sul Novo - Rio Itajaí-Açu												
Média	123	153	105	89,2	115	116	127	131	141	183	138	119
Máxima	305	343	255	260	337	343	361	319	372	459	338	315
Mínima	47,6	58,8	49	41,8	42,6	47,3	53,2	56,7	53,9	68,2	59,8	43,8
Estação ANA - 83690000 - Indaial - Rio Itajaí-Açu												
Média	225	274	217	154	175	190	210	225	283	324	218	183
Máxima	643	716	589	489	703	678	704	872	914	1049	623	582
Mínima	85,5	108	93,6	74,7	69,5	76,4	80,6	79,8	96,6	114	95	77,5

Fonte: ANA-Hidroweb

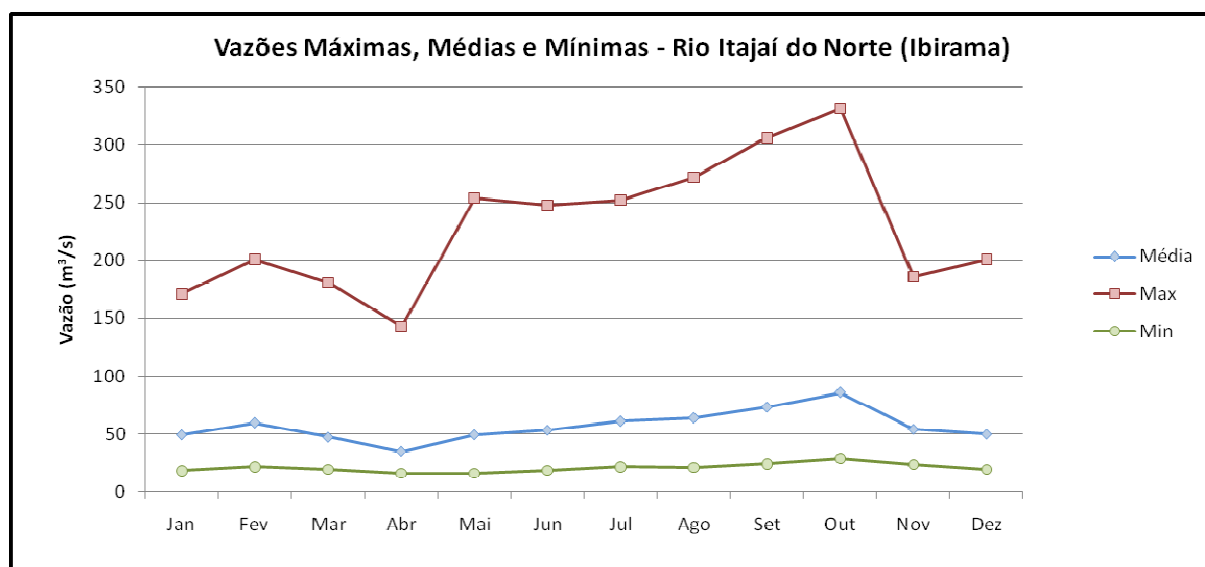
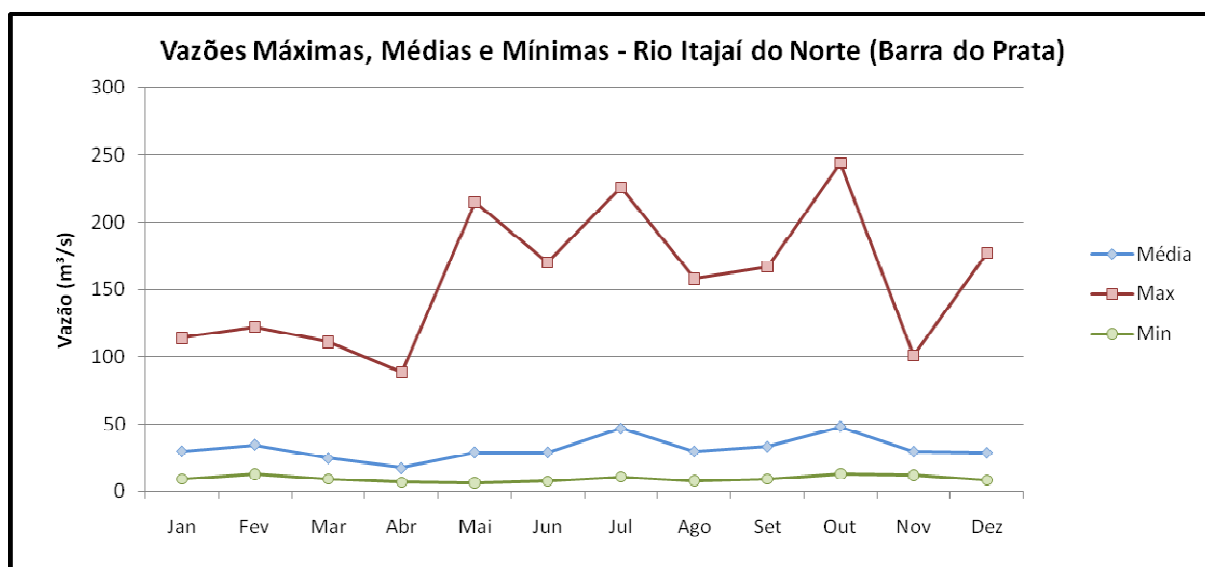


Figura 1.1-VI (1/2): Descargas Médias Mensais da bacia do Rio Itajaí do Norte e do Rio Itajaí-Açu

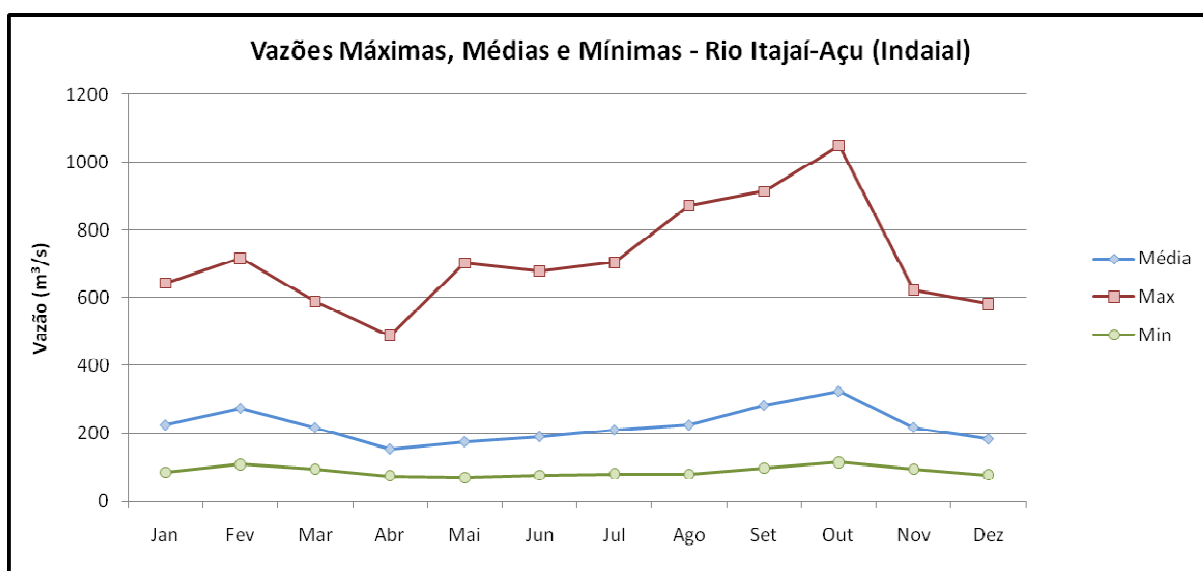
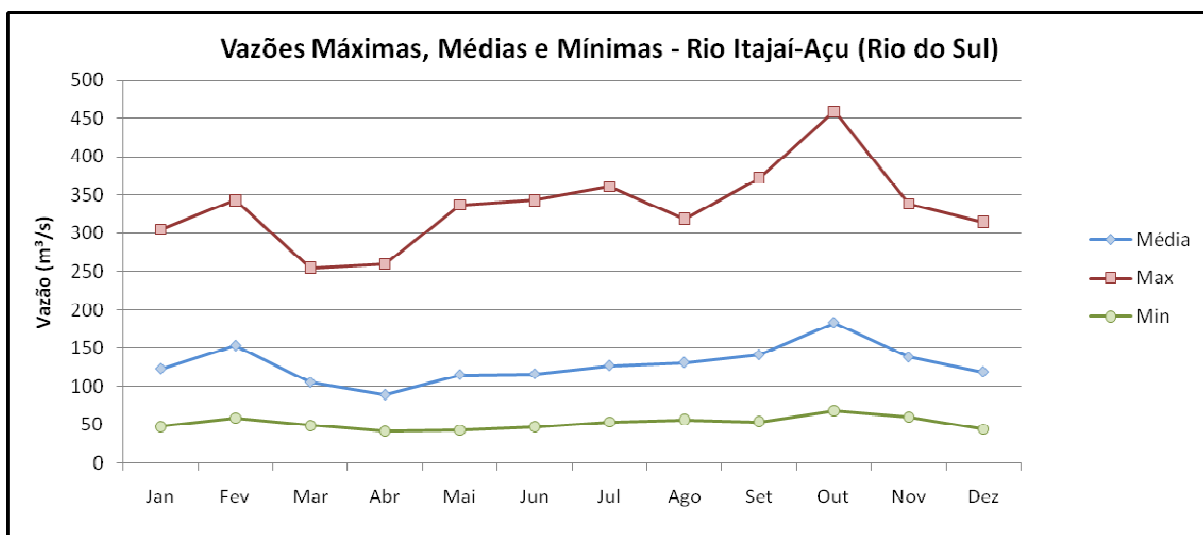


Figura 1.1-VI (2/2): Descargas Médias Mensais da bacia do Rio Itajaí do Norte e do Rio Itajaí-Açu

1.1.3 Descargas Sólidas

O estudo dos processos sedimentológicos numa determinada bacia hidrográfica é uma ferramenta para o conhecimento do real estado de degradação causado pela descarga sólida a que são submetidos os cursos d'água.

Os processos erosivos se dão através do transporte e deposição de partículas sólidas, que usualmente são chamadas de sedimentos. Estes processos estão ativos através do tempo geológico e colaboram para a conformação do relevo. A ação antrópica potencializou este efeito e atualmente os processos erosivos apresentam padrões diferentes do que seriam os padrões naturais.

No presente trabalho serão adotadas duas estações sedimentométricas, presentes na bacia do rio Itajaí Açu, sendo uma no município de Rio do Sul e a outra no município de Indaial, logo após a confluência do rio Benedito com o rio Itajaí-Açu, desta forma teremos como comparar o processo sedimentológico antes e depois da confluência do rio Itajaí do Norte com o Itajaí-Açu. Os dados das duas estações constam no sistema de informações hidrológicas da ANA – Hidroweb.

Tabela 1.1-VII: Estações sedimentométricas da ANA utilizadas no trabalho

Estação	Código	Rio	Área de Drenagem (km ²)	Latitude e Longitude	Local	Nº de medidas	Período
Rio do Sul Novo	83300200	Itajaí-Açu	5100,0	-27:12:43 -49:37:54	Rio do Sul	72	02/1979 – 07/2008
Indaial	83690000	Itajaí-Açu	11151,0	-26:53:28 -49:16:6	Indaial	58	08/1976 – 10/1998

1.1.3.1 Estações Sedimentométricas Rio do Sul Novo e Indaial

Para as medições nas estações no rio Itajaí-Açu, temos que a produção média específica na parte mais alta da bacia foi da ordem de 62,20 ton/km².ano, enquanto que na parte do baixo curso pode-se perceber um incremento na produção média de sedimentos chegando a um valor de 101,60 ton/km².ano, sendo que nos dois casos existem ocorrências com baixa frequência de valores maiores que 1000 ton/km².ano. Nas **Figuras 1.1-VII e 1.1-VIII** temos a apresentação das estimativas segundo o monitoramento.

Na bacia do rio Itajaí-Açu percebe-se um significativo aumento na produção de sedimentos, tendo em vista que os sedimentos vão se acumulando ao longo da bacia. De acordo com a classificação de Carvalho et al. (2000), os valores observados podem ser considerados de uma forma geral baixo a moderados, entretanto valores que se encaixam na classificação alta (175 – 300 ton/km².ano) acontecem com uma ocorrência consideravelmente alta na bacia, como pode ser observado nas **Figuras 1.1-VII e 1.1-VIII**. Os valores de C_{ss} (Concentração de Sólidos em Suspensão) variaram entre valores de 0,9 até 478,55 mg/l. O valor obtido para C_{ss} médio foi de 62,07 mg/l para a estação de Rio do Sul Novo e 68,88 mg/l para a estação de Indaial, contudo tivemos valores de ocorrerem entre 200 e 1800 mg/l com baixa frequência (**Tabela 1.1-VIII**).

De maneira geral é possível visualizar alterações dos padrões de contribuição de sólidos pelo curso d'água transportando relativas quantidades de material desagregado para jusante. Nota-se que além das elevações de produção média temos a elevação de concentrações médias entre as estações que levam a uma configuração de incrementos de transporte sólido inerentes aos usos da bacia que geram erosão e perda de

solo. Isto é corroborado pelas atividades de mineração de areia que ocorrem no rio Itajaí-Açu até de maneira sistemática.

Na **Tabela 1.1-VIII** temos o resumo das medidas de descargas sólidas médias e máximas além da estimativa de produção de sedimentos das estações analisadas.

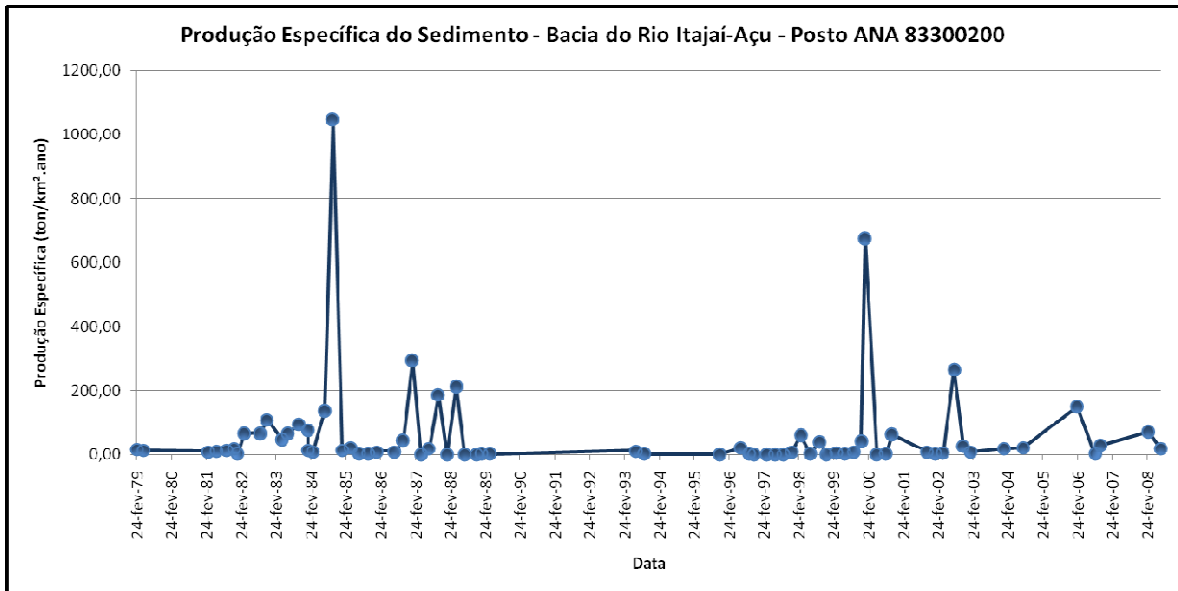


Figura 1.1-VII: Produção específica de sedimentos na bacia do rio Itajaí-Açu – Estação Rio do Sul Novo

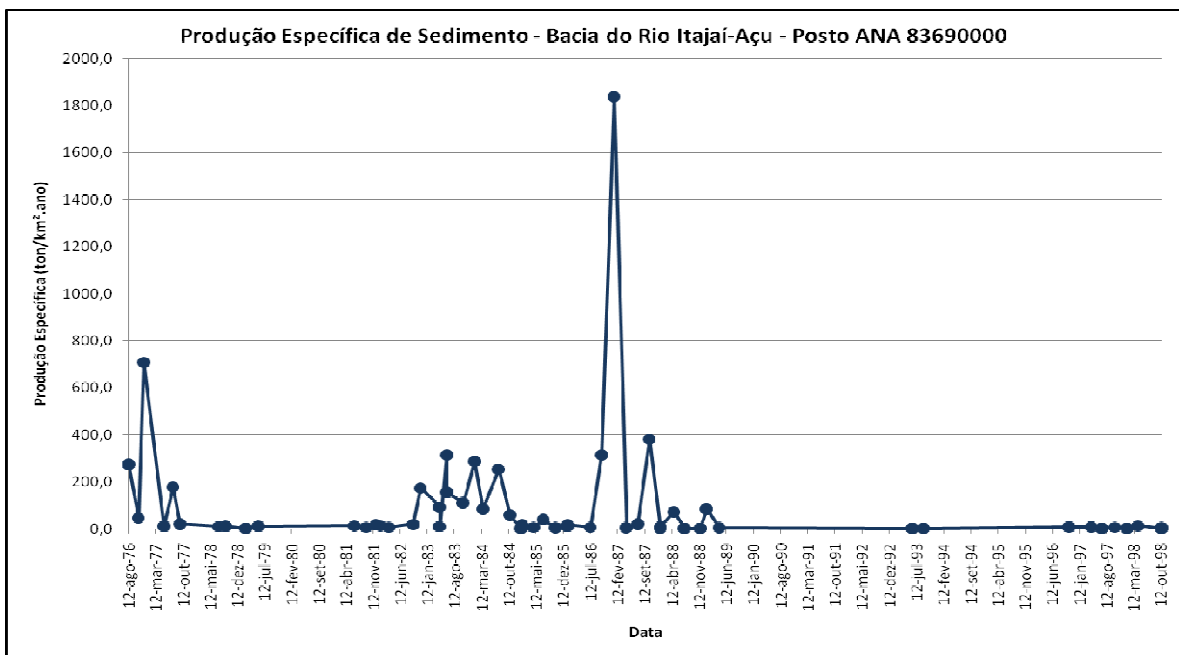


Figura 1.1-VIII: Produção específica de sedimentos na bacia do rio Itajaí-Açu – Estação Indaial

Tabela 1.1-VIII: Concentrações de descargas sólidas e estimativas de produção de sedimentos

Estações	Rio do Sul Novo	Indaial
Produção Média (ton/km ² .ano)	62,20	101,60
Produção Máxima (ton/km ² .ano)	1046,78	1838,5
Concentração Média (mg/l)	62,07	68,88
Concentração Máxima (mg/l)	478,65	459,7

Tabela 1.1-IX: Valores de referência utilizados na classificação da concentração de sedimentos em suspensão (adaptado de Carvalho et al., 2000)

Classificação	Css (mg/l)
Muito baixa	< 50
Baixa	50-100
Moderada	100-150
Alta	150-300
Muito alta	> 300

Tabela 1.1-X: Valores de referência utilizados na classificação da descarga sólida em suspensão específica (adaptado de Carvalho et al., 2000)

Classificação	Qss específico (t/km ² ano)
Baixa	< 70
Moderada	70 - 175
Alta	175 - 300
Muito alta	> 300

1.1.4 Usos dos Recursos Hídricos

Para a bacia do Itajaí não se dispõe ainda de um cadastro de usuários da água. Entretanto, um levantamento dos usos da água por meio de fontes secundárias foi realizado por Bordignon (2005), servindo de base para o presente estudo.

O levantamento de informações mostrou diversos setores usuários de água na bacia do Itajaí, entre os quais se destacam saneamento básico, geração hidrelétrica, agropecuária, atividade portuária, indústria, extração de areia e esporte e lazer.

As principais cidades localizadas na bacia congregam grande parte do complexo urbano-industrial. As atividades industriais geradoras de efluentes líquidos presentes nesta área são representadas por indústrias têxteis, metal-mecânicas, pesqueiras, frigoríficas, de papel, pasta mecânica, curtumes, fecularias e beneficiamento de óleo vegetal. Além da poluição industrial, os efluentes domésticos e os gerados pela inadequada disposição dos resíduos sólidos respondem pela carga poluidora na bacia.

Há que se destacar, também, a expressiva área ocupada com lavouras e com a produção de suínos no Vale (cerca de 153 mil hectares cultivado com milho, fumo, cebola, mandioca, feijão e arroz, entre outras culturas, e mais de 325 mil suínos). Três aspectos de degradação ambiental decorrem da atividade agropecuária sobre a bacia do Itajaí, quais sejam, a poluição causada pelo uso excessivo de agrotóxicos, carregados para os mananciais, a poluição por dejetos de suínos, bem como o processo de erosão, pelo mau uso do solo, resultando em assoreamento dos rios da bacia e no empobrecimento do solo. A rizicultura, bastante expressiva na região e grande consumidora de agrotóxicos, concentra-se nas sub-bacias dos rios Itajaí do Oeste, Itajaí-açu, Luís Alves e Benedito.

Para um melhor diagnóstico da região cada uso será analisado separadamente e desta forma, destacar qual o uso mais significativo para cada região.

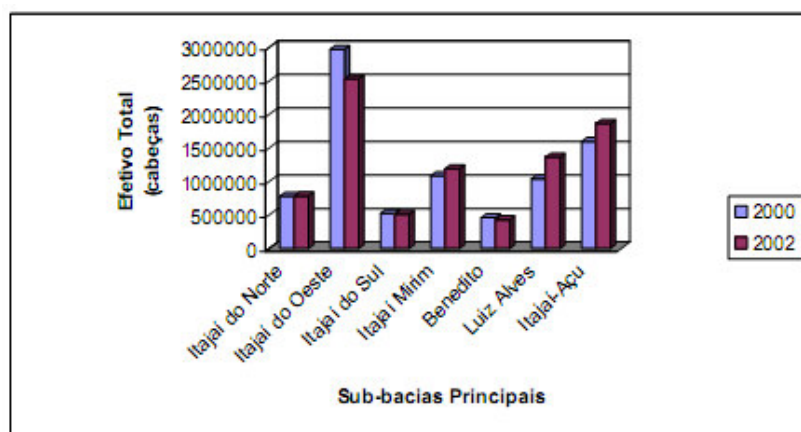
- Abastecimento de Água

Na bacia do Itajaí, a maioria dos municípios é abastecida pela CASAN (Companhia Estadual de Águas e Saneamento), mas, os municípios de Blumenau, Brusque, Pomerode, Gaspar, e mais recentemente Timbó e Itajaí, são atendidos por serviços municipais.

De acordo com dados do IBGE referentes à população municipal nos anos de 1996 e 2000, e da estimativa feita pelo IBGE para o ano de 2004, pode-se verificar que o aumento populacional na bacia do Itajaí não ocorre de maneira uniforme. Este aumento populacional ocorre de forma mais acentuada nas sub-bacias do Itajaí Mirim e Itajaí-Açu, implicando no aumento proporcional na demanda de abastecimento.

- Dessedentação de animais

As maiores vazões de demanda para a dessedentação de animais na bacia do Itajaí se localizam na sub-bacia Oeste. Dentre os diversos municípios desta região, destaca-se o município de Taió, devido, principalmente, ao elevado número de bovinos e suínos. Segundo o IBGE, no ano de 2002, o efetivo neste município atingiu valores próximos a 23.000 bovinos, 26.000 suínos e mais de 1.000.000 de aves. A **Figura 1.1.4-I** ilustra o efetivo total nos anos de 2000 e 2002 em cada sub-bacia principal.



Fonte: Dados municipais do IBGE.

Figura 1.1-IX: Efetivo do rebanho por sub-bacia principal, para os anos de 2000 e 2002

CESAP- Plano de Manejo da Unidade de Conservação com propósito específico de proteção da *Raulinoa echinata echinata*
Relatório de Meio Físico: Recursos Hídricos

- Indústria

Na bacia do rio Itajaí estão localizados importantes centros urbano-industriais, tais como Rio do Sul, Pomerode, Gaspar, Blumenau, Brusque e Itajaí. Os principais ramos de atividade das indústrias cadastradas na bacia são: fabricação de produtos alimentícios e bebidas, fabricação de produtos têxteis, fabricação de produtos químicos, fabricação de produtos de metal, excluindo máquinas e equipamentos, e fabricação de celulose, papel e produtos de papel. No cadastro da bacia do Itajaí (Zanette, 2002, *apud* BORDIGNON, 2005) constam 429 indústrias, sendo que os municípios com maior número de indústrias cadastradas são: Itajaí (75 empresas), Blumenau (37 empresas), Brusque (37 empresas), Indaial (24 empresas), Rio do Sul (22 empresas), Pomerode (20 empresas) e Gaspar (14 empresas).

- Piscicultura

Em Santa Catarina, a piscicultura é uma atividade complementar e tem sido praticada, na maioria das vezes, em pequenas propriedades, com ênfase nas regiões do Vale do Itajaí, Litoral Norte e Oeste Catarinense.

- Irrigação

Na bacia do Itajaí, o sistema de cultivo de arroz é o pré-germinado, em que a irrigação é feita pelo método de inundação ou alagamento. Na região, 100% da lavoura de arroz é irrigado. O clima do Vale do Itajaí é altamente favorável à produção do grão, atingindo no Alto Vale do Itajaí uma produtividade de até 13.000 kg/ha.

- Diluição de Esgotos

Na Região Hidrográfica do Vale do Itajaí é precária a condição de tratamento de esgoto, onde, são raras as estações de tratamento. Este fator é responsável pelo principal indicador de baixa qualidade de água na bacia do Itajaí, os coliformes fecais.

- Diluição de Efluentes

Devido ao trabalho realizado pela FATMA (Fundação do Meio Ambiente) na região, desde 1989, a carga poluidora lançada pelas indústrias na bacia do Itajaí, que era equivalente a uma população estimada de 1.353.643 habitantes, reduziu-se a uma população estimada de 247.297 habitantes, devido principalmente à implantação de sistemas de tratamento de efluentes.

- Geração de Energia Elétrica

Na bacia do Itajaí se observa uma tendência de crescimento da geração hidrelétrica em Pequenas Centrais Hidrelétricas. A **Tabela 1.1-XI** apresenta as principais PCHs em operação e inventariadas na bacia do rio Hercílio e rio Itajaí-Açu (nas proximidades da área de estudo), assim como suas potências instaladas.

Tabela 1.1-XI: PCHs e UHEs da bacia do rio Hercílio e Itajaí-Açu (nas proximidades da área de estudo)

PCHs e UHEs	Latitude	Longitude	Município	Rio	Potência (KW)	Status	Proprietário
Salto Pilão	-27,06°	-49,28°	Ibirama, Apiúna e Lontras	Itajaí-Açu	182300	Operação	CBA, DME e Camargo Córrea Energia
Apiúna	-27,0783°	-49,4414°	Apiúna	Itajaí-Açu	24,6	Inventariada	-
Ascurra	-26,985°	-49,8244°	Dona Emma	Itajaí-Açu	11,5	PB com Registro	-
Helena Kuhlemann	-26,99°	-49,6761°	Presidente Getúlio	Krauel	1,5	PB Aprovado	-
Karl Kuhlemann	-26,9869°	-49,68°	Presidente Getúlio	Krauel	1,75	PB Aprovado	-
Mafrás	-29,0367°	-49,575°	Ibirama	Itajaí do Norte	4000	Operação	Indústria de Comércio e Madeira Ltda.
Ibirama	-27,0333°	-49,55°	Ibirama	Itajaí do Norte	21000	Outorga	Ibirama Energética SA

- Outros usos não consuntivos

Outros usos não-consuntivos que ocorrem na bacia do Itajaí são a atividade portuária, ponto focal da economia de Itajaí, e devido à qual importantes alterações vem sendo exercidas na geometria e na ecologia do estuário do rio Itajaí.

Outro uso não-consuntivo que causa sérios impactos é a extração de areias e seixos dos rios Itajaí-Açu e de alguns de seus afluentes. Este uso já foi alvo de um termo de ajustamento de conduta proposto pelo Ministério Público da União, visando estabelecer limitações à exploração.

Por fim, vale registrar as atividades de turismo e lazer, que ainda não foram alvo de estudos quantitativos quanto ao uso da água. Entre elas constam o rafting e os parques aquáticos. Neste estudo será feita uma análise da permanência de vazões levando em consideração a prática do rafting no trecho de vazão reduzida da Usina Hidrelétrica Salto Pilão.

1.1.4.1 Estimativa das demandas para os usos consuntivos

De acordo com o Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí, foram realizadas as estimativas das demandas para os usos consuntivos para o ano de 2002. Com essa estimativa foi possível perceber as diferenças entre as diversas sub-bacias principais. O total da demanda para o bacia do Itajaí ficou em 28.055,17 L/s., sendo a sub-bacia principal que apresenta maior demanda a do Itajaí do Oeste, com 8.520,46 L/s, e a menor demanda ocorre na sub.bacia Itajaí do Sul, com 737,42 L/s.

Para o presente estudo, as sub-bacias de interesse são as do Rio Itajaí do Norte e Itajaí-Açu. Na **Tabela 1.1-XII** está descrito a demanda absoluta para cada uso em todas as sub-bacias principais, e na **Tabela 1.1-XIII** está desmembrado somente para a bacia do Itajaí do Norte e Itajaí-Açu, em 2002.

Numa análise de todas as sub-bacias, como pode ser visto na **Figura 1.1-X**, pode-se perceber que a irrigação é o uso mais expressivo da bacia do rio Itajaí, representando 67% da demanda da região, em seguida, nota-se que a piscicultura é um uso bastante expressivo, representando 19% da demanda da região. Já para os usos que requerem menos demanda temos, a população rural e a pecuária, ambas com 1% da demanda total.

Tabela 1.1-XII: Demandas em 2002 (usos consuntivos), nas sub-bacias, principais em L/s

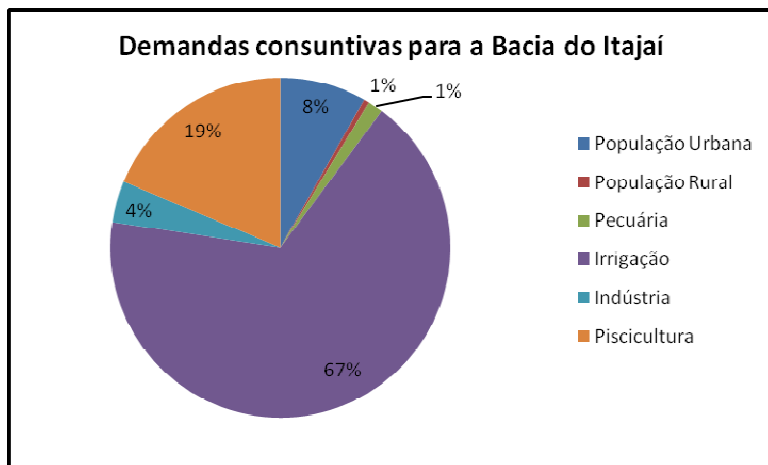
Demanda Total	Itajaí do Norte	Itajaí do Oeste	Itajaí do Sul	Itajaí Mirim	Benedito	Luiz Alves	Itajaí-Açu	Total
População Urbana	68,460	152,230	122,880	720,300	96,610	22,200	1120,570	2303,250
População Rural	25,610	27,280	21,720	13,170	9,630	8,300	39,810	145,520
Pecuária	76,070	106,350	65,550	33,160	30,680	21,180	70,570	403,560
Irrigação	519,900	7437,560	142,340	1561,090	2226,940	2459,680	4513,840	18861,350
Indústria	9,660	62,280	29,580	284,740	27,830	20,920	669,070	1104,080
Piscicultura	514,570	734,760	355,340	776,720	414,680	519,790	1921,540	5237,400
Total Sub-bacia	1214,270	8520,460	737,410	3389,180	2806,370	3052,070	8335,400	28055,160

Fonte: ???

Tabela 1.1-XIII: Demandas em 2002 (usos consuntivos), nas sub-bacias do Itajaí do Norte e do Itajaí-Açu, em L/s

Sub-bacia principal Itajaí do Norte ou Hercílio - Demandas em 2002 (L/s)								
Nome da Bacia	Ponto de Controle	População Urbana	População Rural	Pecuária	Irrigação	Indústria	Piscicultura	Total
SB_01	PC1_N	2,9	12,1	35,37	384,39	0	225,72	660,48
SB_02	PC2_N	2,73	4,52	8,87	32,87	0	107,15	156,14
SB_03	PC3_N	1,51	1,94	7,54	10,51	0,00	24,45	45,95
SB_04	PC4_N	3,38	1	4,38	4,18	0,05	16,35	29,34
SB_05	PC5_N	20,17	3,32	14,27	48,24	0,59	69,81	156,4
SB_06	PC6_N	3,71	1,18	1,92	1,82	0	18,04	26,67
SB_07	PC7_N	34,05	1,55	3,61	37,89	9,01	53,04	139,15
Sub-bacia principal Itajaí-Açu								
SB_42	PC_OS	125,14	0,53	1,72	43,19	10,2	6,17	186,95
SB_43	PC1_A	0	1,77	5,79	145,81	34,44	20,83	208,64
SB_44	PC2_A	13,67	2,47	6,05	101,54	3,77	104,57	232,07
SB_45	PC3_A	9,28	3,57	8,55	64,82	39,36	159,2	284,78
SB_46	PC4_A	15,8	0,49	2,29	369,99	18,03	15,72	422,32
SB_47	PC5_A	22,83	0,75	3,5	352,2	0,48	87,35	467,11
SB_48	PC6_A	101,93	1,52	6,79	257,04	54,56	339,23	761,07
SB_49	PC7_A	48,72	2,38	7,46	6,81	56,62	118,25	240,24
SB_50	PC8_A	0	2,61	1,61	5,1	8,79	88,44	106,55
SB_51	PC9_A	0	4,32	2,66	8,43	83,42	146,31	245,14
SB_52	PC10_A	830,01	5,05	3,41	29,16	263,67	178,44	1309,74
SB_53	PC11_A	78,34	12,07	13,02	2323,05	85,81	556,26	3068,55
SB_54	PC12_A	0	2,8	9,44	849,90	20,12	106,95	989,21

Fonte: PRH da Bacia do Itajaí, 2006.



Fonte: PRH da Bacia do Itajaí, 2006.

Figura 1.1-X: Demandas consuntivas para a Bacia do Itajaí

Tabela 1.1-XIV: Demandas em 2002 (usos consuntivos), nas sub-bacias, principais em L/s

Demanda Total	Itajaí do Norte	Itajaí do Oeste	Itajaí do Sul	Itajaí Mirim	Benedito	Luiz Alves	Itajaí-Açu	Total
População Urbana	68,460	152,230	122,880	720,300	96,610	22,200	1120,570	2303,250
População Rural	25,610	27,280	21,720	13,170	9,630	8,300	39,810	145,520
Pecuária	76,070	106,350	65,550	33,160	30,680	21,180	70,570	403,560
Irrigação	519,900	7437,560	142,340	1561,090	2226,940	2459,680	4513,840	18861,350
Indústria	9,660	62,280	29,580	284,740	27,830	20,920	669,070	1104,080
Piscicultura	514,570	734,760	355,340	776,720	414,680	519,790	1921,540	5237,400
Total Sub-bacia	1214,270	8520,460	737,410	3389,180	2806,370	3052,070	8335,400	28055,160

Fonte: PRH da Bacia do Itajaí, 2006.

Pode-se notar que para a bacia do rio Itajaí do Norte o uso mais expressivo é para irrigação, que representa 42,8% da demanda total, seguida pela piscicultura, que representa 42,3% do uso da região. A demanda menos expressiva para a região do Itajaí do Norte é para a porção Industrial que representa aproximadamente 0,01% da demanda total.

Já na bacia do rio Itajaí-Açu o uso mais expressivo é também para a irrigação, que demanda 53,47% do montante total da região, seguida pela piscicultura, com 22,61% do uso da região. A indústria na bacia do rio Itajaí-Açu representa 7,97% do uso total da demanda da região, e a demanda menos expressiva neste caso é para a população rural que apresenta um consumo de 0,47% do total da bacia.

Na região da área de estudo, os usos mais expressivos são para Irrigação (principalmente na bacia do Itajaí-Açu) e também se percebe vários pontos de geração de energia, devido aos saltos que são bastante encontrados na região. A demanda para abastecimento humano é pouco expressiva na região. Outro uso que pode ser destacado é para a criação de animais, mais expressivo na bacia do Itajaí do Norte.

Na **Figura 1.1-XI** temos a espacialização dos dados de usos de toda a bacia do rio Itajaí e especificamente a região da área de estudo. Na **Figura 1.1-XII** podemos perceber a agrande quantidade de usuários de pontos para geração de energia elétrica.

Diretamente no entorno da área de estudo, ainda há uma grande cobertura de vegetação natural em porte arbóreo e porte arbustivo, há também um trecho de campo (solo exposto), uma parcela de reflorestamento e menos de 2% da área está urbanizada.

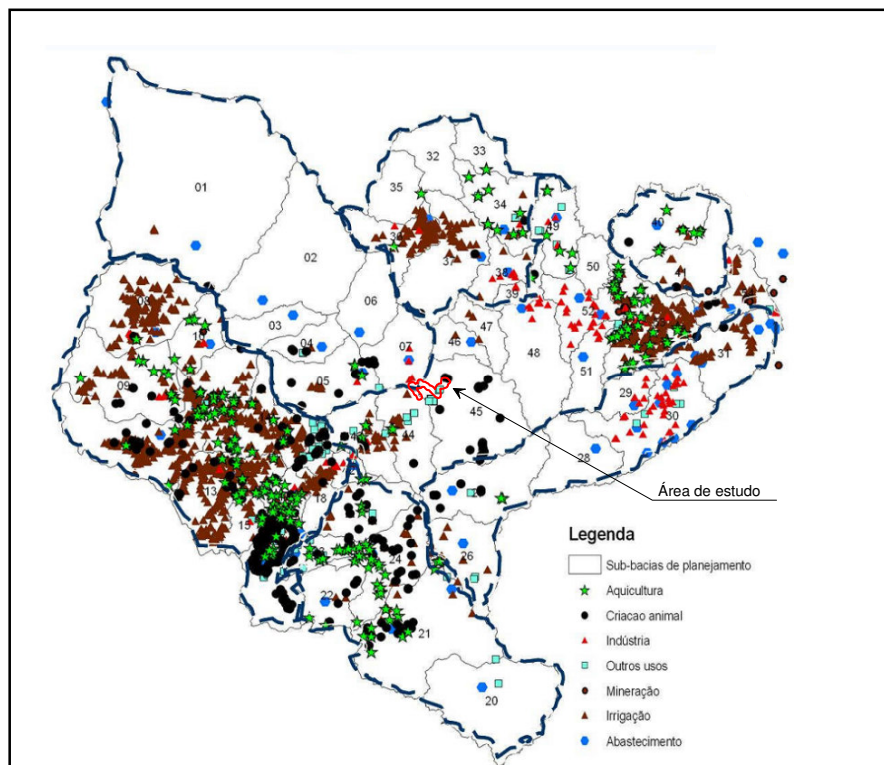


Figura 1.1-XI: Usos Consultivos na bacia do rio Itajaí e na Área de Estudo

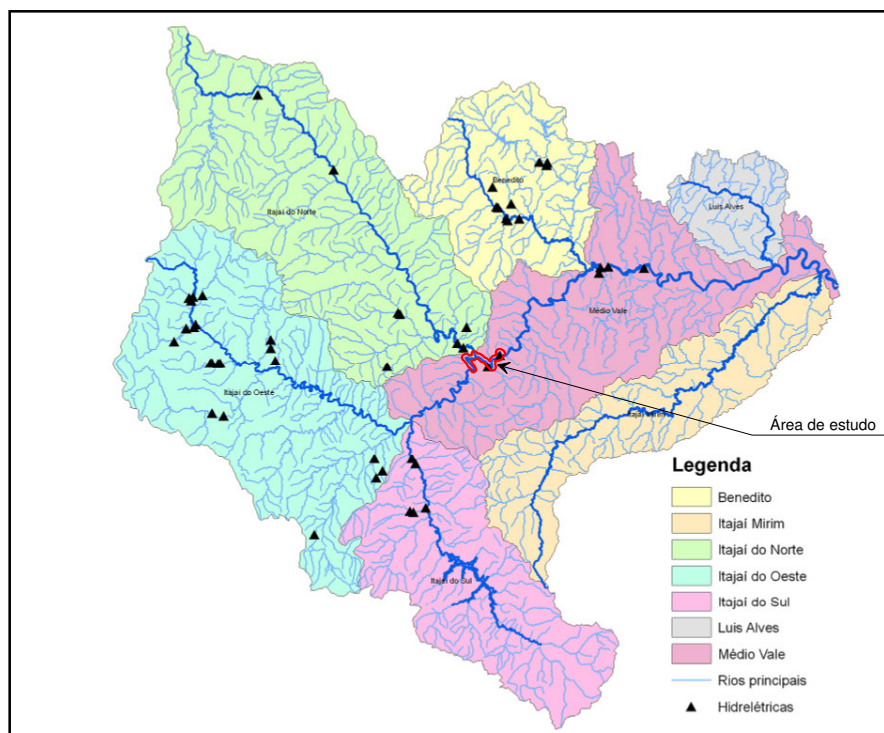


Figura 1.1-XII: Pontos de uso de geração de energia elétrica

1.1.4.2 Simulação para atendimento das demandas consuntivas para o ano de 2002

No Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí foi realizada uma simulação para atendimento das demandas consuntivas na bacia do Itajaí. Em cada simulação foi considerada a vazão $Q_{7,10}$ obtida através da metodologia CEHPAR como referência, adotando-se uma vazão ecológica correspondente, a ser mantida em cada ponto de controle. As simulações usaram como vazão ecológica 70%, 50% e 30% da $Q_{7,10}$, podendo desta forma comparar a disponibilidade hídrica de cada região.

Vale lembrar que o conceito de vazão ecológica define a mesma como a mínima vazão que deve permanecer no leito após a retirada de água para atender aos usos múltiplos como irrigação, lazer, abastecimento público e industrial, geração de energia elétrica, etc. Esta vazão deve atender às exigências da biota enfocada, seja mantendo as condições existentes antes da intervenção antrópica, seja para garantir condições estabelecidas, que busquem mitigar os impactos dessa intervenção.

Em praticamente todas as bacias há problemas de manutenção das quantidades de vazões ecológicas, onde nas sub-bacias principais as demandas não puderam ser atendidas integralmente para 70% da $Q_{7,10}$. As demandas para irrigação não são integralmente atendidas em 22 das 54 sub-bacias analisadas. Pode-se verificar que as maiores demandas são para a irrigação, e que mesmo alterando a ordem de prioridade de uso entre indústria, piscicultura e irrigação, colocando-se a irrigação como o uso de maior prioridade dentre os três citados, na maioria dos casos, não se conseguiria atender integralmente a demanda para este uso.

Passando a vazão ecológica para 30% da $Q_{7,10}$ e aumentando assim a porcentagem da outorga o cenário mostrou-se um pouco mais favorável. Com a adoção deste critério, as sub-bacias principais do Itajaí do Norte, Itajaí do Sul, Itajaí Mirim, Benedito e Itajaí-açu, teriam suas demandas consuntivas integralmente atendidas para o ano de 2002. Verifica-se que, embora se tenha reduzido a vazão ecológica de 70% para

30% da $Q_{7,10}$, disponibilizando uma maior vazão para ser outorgada, as demandas para a irrigação não são supridas nestas bacias.

Das simulações realizadas para os usos consuntivos, pode-se concluir que as diferentes regiões da bacia do Itajaí apresentam peculiaridades em relação à disponibilidade e demanda de recursos hídricos, sendo que em algumas regiões, como as das sub-bacias principais do Itajaí do Norte e Itajaí-Açu, mesmo em situações de estiagem, existem disponibilidades suficientes para as demandas consuntivas apuradas para o ano de 2002. Já nas regiões do Itajaí do Oeste e Luiz Alves, a situação em caso de estiagem poderá ser crítica.

No entanto, para o trecho da área de estudo, que fica na confluência das sub-bacias do rio Itajaí do Norte e Itajaí-Açu, será abordado adiante que existem situações críticas em relação à disponibilidade hídrica da região.

Para o atendimento da demanda em 2002 a bacia do Itajaí do Norte dispõe de vazão para o atendimento integral das demandas em todos os cenários (70%, 50% e 30% da $Q_{7,10}$), já para a bacia do Itajaí-Açu, o único cenário que não tem atendimento integral é o de 70% da $Q_{7,10}$ os outros cenários se mostram favoráveis ao atendimento das demandas. A bacia que demonstra maior problema neste sentido é a bacia do Itajaí do Oeste, onde a irrigação na região apresenta uma demanda duas vezes maior que a $Q_{7,10}$. Vale ressaltar que para todas as bacias as demandas para abastecimento humano, dessedentação de animais e indústria são integralmente atendidas.

Para as simulações feitas no Plano de Recursos Hídricos da bacia do Rio Itajaí do Norte e Itajaí-Açu temos que em 2010, 2015 e 2025 os usos seriam integralmente atendidos para 50% da $Q_{7,10}$.

Mesmo a análise se mostrando favorável para estas bacias, deve ser ressaltada a necessidade de se promover uma racionalização no uso dos recursos hídricos, principalmente nas atividades que demandam maiores volumes de água e nas regiões em que o balanço disponibilidade x demanda é mais desfavorável. Muitas vezes, o problema pode não parecer **tão grave, mas, em épocas de estiagem, de ocorrência de vazões próximas ao $Q_{7,10}$, temos a manifestação clara** em toda a bacia do Itajaí.

1.1.5 Qualidade da Água

De maneira geral na Região Hidrográfica do Vale do Itajaí os principais centros urbanos localizados na área de drenagem da bacia, concentram grande parte do complexo urbano-industrial da região.

Além da poluição causada pelas indústrias, as águas da rede hidrográfica do rio Itajaí estão comprometidas também pelos despejos de esgotos domésticos e pela deposição inadequada de resíduos sólidos urbanos.

Como já citado, além dos problemas de poluição urbano-industrial, destaca-se a expressiva área ocupada com lavouras (rizicultura) e com produção de suínos no Vale.

A rizicultura, bastante expressiva na região e grande consumidora de agrotóxicos, concentra-se nas sub-bacias dos rios Benedito, Luiz Alves, Itajaí-Açu e Itajaí do Oeste. Nesta última sub-bacia, estendendo-se até a sub-bacia do Itajaí do Sul, além da produção de arroz destaca-se a produção de outras lavouras, notadamente de cebola.

Os estudos de qualidade das águas na bacia do Itajaí contemplam, na maioria das vezes alguns parâmetros mais básicos, sendo outros parâmetros, como metais pesados, micropoluentes orgânicos (agroquímicos, hidrocarbonetos policíclicos aromáticos), em geral, negligenciados. Dentre os parâmetros avaliados destacam-se as medidas de nitrato, amônio, turbidez, DBO, fenol, oxigênio dissolvido, coliformes fecais, entre outros. Não se tem um monitoramento sistemático na bacia e sub-bacias, porém, constatou-se uma série de levantamentos e estudos. Foram levantados na região da bacia como um todo oito estudos, sendo

*CESAP- Plano de Manejo da Unidade de Conservação com propósito específico de proteção da Raulinoa echinata echinata
Relatório de Meio Físico: Recursos Hídricos*

que para a área de estudo, dois estudos possuem relevância. Os estudos utilizados para esta análise são apresentados na **Tabela 1.1-XV**.

Tabela 1.1-XV: Estudos de Qualidade da Água na Área de Estudo

Sub-bacia do Rio Hercílio e Itajaí-Açu - Na área de estudo			
Autor	Fonte de dados	Período da pesquisa	Tipo de Levantamento
Adilson Pinheiro	DNAEE	1993-1996	Monitoramento
Nei Locatelli	CASAN	1984-2002	Monitoramento

De acordo com a **Figura 1.1-XIII** pode-se perceber os valores que ficaram acima do estabelecido pela resolução CONAMA 357/05 para a sub-bacia do Hercílio e Itajaí-Açu (será analisada a parte da sub-bacia que está localizada próxima a área de estudo). São apresentados os parâmetros turbidez, DBO, OD, Fósforo e Coliformes Fecais.

Neste estudo, pode-se perceber que o parâmetro da turbidez atendeu os requisitos legais na maioria dos pontos para os rios de classe 1, 2 e 3 da bacia. Dentre os locais estudados onde os valores encontrados não atendem ao preconizado na Resolução 357/2005 do CONAMA, a maioria está localizada no rio Itajaí-Açu, na altura do município de Ascurra (130,30 UNT), no município de Rio do Sul (105, 57 UNT), em Indaial (112,00 UNT), Blumenau (111,00 UNT), Gaspar (104,00 UNT) e Ilhota (129,00 UNT). Foi encontrado ainda sobre a ponte no canal do Rio Itajaí Mirim (123,00 UNT) valor acima do preconizado na resolução citada acima. Como pode ser verificado, o rio é o que apresenta maiores problemas com relação aos índices de turbidez. Isto ocorre, em grande parte, devido aos aportes antrópicos, uma vez que ao longo deste rio temos a maior densidade de urbanização e de indústrias, mas também, considerando a excessiva quantidade de material suspenso, argilas, de origem natural. Nos pontos próximos da área de estudo o valor encontrado atendeu aos requisitos. Vale ressaltar que para a Turbidez, somente um ponto a montante da área de estudo descumpriu o preconizado na Resolução 357/2005 CONAMA, de acordo com a **Figura 1.1-XIII** a região com maiores violações fica mais no baixo vale do Itajaí, que é uma região com maior densidade populacional e maior número de indústrias.

De acordo com a **Figura 1.1-XIII**, pode-se perceber que nos municípios de Timbó e Indaial foram detectados valores expressivos para a DBO. Nos estudos realizados, verificou-se que, no município de Blumenau, a carga de matéria orgânica despejada no rio e seus afluentes, ribeirão da Velha, Fortaleza, Garcia, Itoupava e Testo, ultrapassou duas a três vezes, o valor preconizado na referida resolução, em praticamente todos os pontos coletados e analisados. Em algumas épocas, encontraram-se valores da ordem de 23,60 mg/L. Isto significa que nestes corpos d'água, o despejo de material proveniente de esgotos domésticos e industriais é expressivo.

O nível de oxigênio dissolvido é muito importante na capacidade de um corpo d'água natural manter a vida aquática. Como pode ser visto na **Figura 1.1-XIII**, nas sub-bacias de interesse, próximo a área de estudo, todos os pontos atenderam a resolução 357 do CONAMA. Os pontos que descumpriram a legislação ficam em áreas densamente povoadas e provavelmente estão relacionados com poluição proveniente do lançamento de esgotos, tendo em vista que para o parâmetro DBO, ocorreu o mesmo comportamento na região.

O fósforo encontrado nas águas podem ser de origem natural (dissolução de compostos do solo e decomposição de matéria orgânica) e de origem antrópica (despejos domésticos, despejos industriais, detergentes, excrementos animais e fertilizantes).

O valor máximo para fósforo na forma de fosfato segundo a Resolução CONAMA 357/05 é de 0,1 mg/L para águas classe 1 e 2. Nesta última década, foram encontrados valores acima deste máximo em vários pontos

da bacia do Itajaí. Em alguns destes pontos foram encontrados valores superiores a 0,2 mg/L, chegando a 6,0 mg/L, confirmando um quadro de contaminação por fosfato em grande parte da bacia.

Coliformes fecais são indicadores da presença de microorganismos patogênicos na água, sendo encontrados em grande quantidade nas fezes humanas e, desta forma, indicam contaminação por esgotos domésticos, podendo conter microorganismos transmissores de doenças.

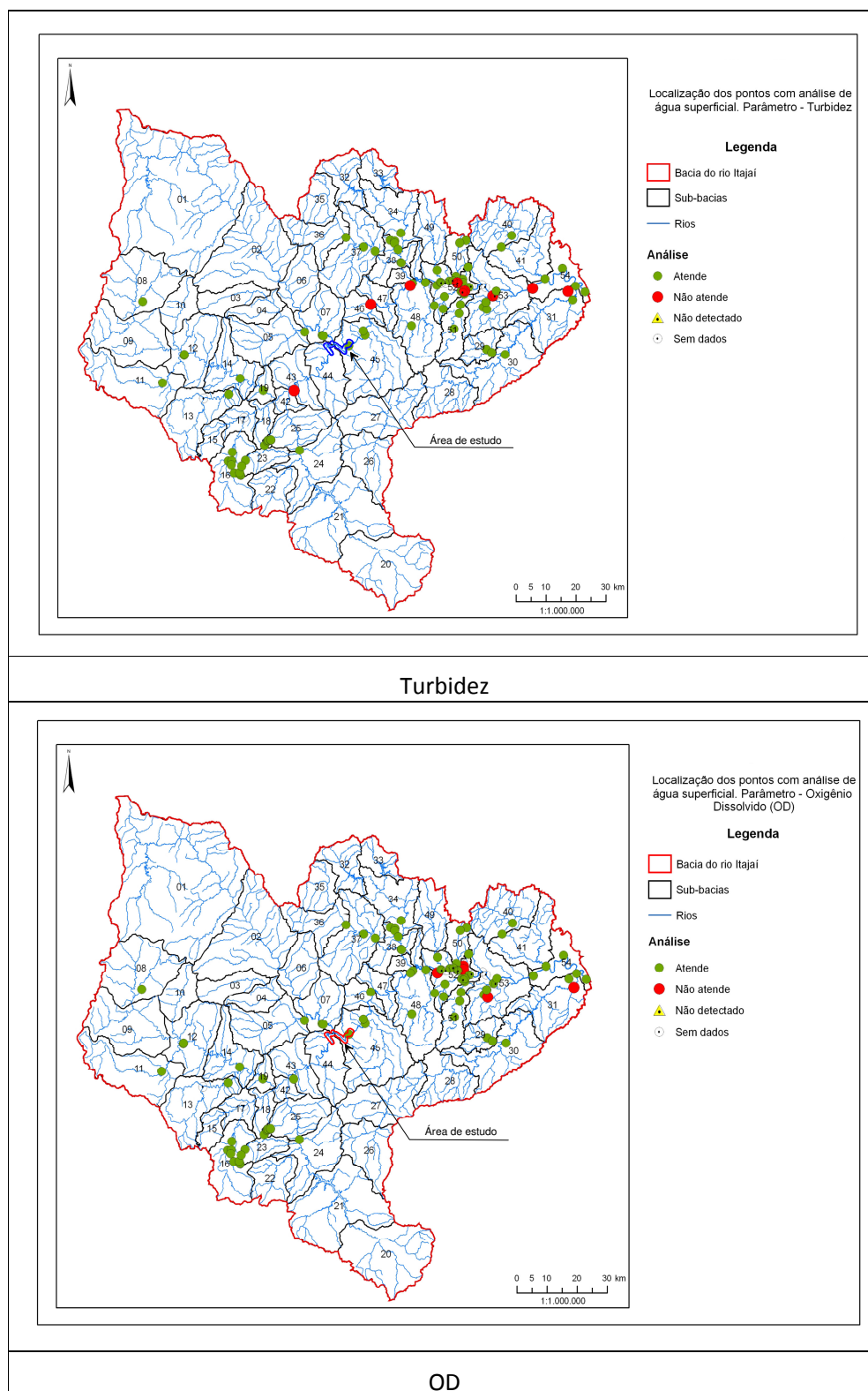
Os resultados encontrados para coliformes fecais em diversos pontos da bacia do Itajaí **Figura 1.1-XIII** sugerem que este é o contaminante mais sério para os corpos d'água da bacia e refletem um grave problema de saneamento em todas as regiões. Foram encontrados valores elevados em quase todos os pontos estudados ao longo da última década. A Resolução CONAMA 357/05 indica um máximo de 1000 coliformes fecais/100mL para águas de classe 2, sendo encontrados valores de até 16.445 coliformes no ribeirão Laurentino, no município de Laurentino. Na bacia do rio Hercílio e Itajaí do Norte (próximo à área de estudo) os valores de coliformes não atendem a resolução para a classe 2. Inclusive para o plantio são utilizadas águas com sérios problemas de qualidade da água em quase todas as regiões.

Vários outros municípios, como, por exemplo, Blumenau, Gaspar, Indaial, Ilhota, Agronômica, Atalanta, entre outros, têm suas águas pesadamente contaminadas por coliformes fecais, inclusive, águas utilizadas para o plantio de arroz, como verificado no município de Gaspar.

Além disso, a bacia do rio Hercílio e Itajaí-Açu (próximo da área de estudo) não possuem estudos com análises de qualidade da água referente à contaminação por agrotóxicos, entretanto como vê-se o grande uso dos recursos hídricos pela irrigação pode-se presumir a contaminação destes cursos d'água por compostos do tipo Pirazosulfurom, MetSulfurom Metílico, 2,4D encontrados no Médio e Alto Vale e Quinclorac encontrado no Alto Vale.

Análises do sedimento são realizadas somente no Médio e Baixo Vale, e nos estudos realizados já temos alterações de elementos como zinco, cromo, cobre, mercúrio e níquel, além do aparecimento de traços de agrotóxicos utilizados nas culturas locais.

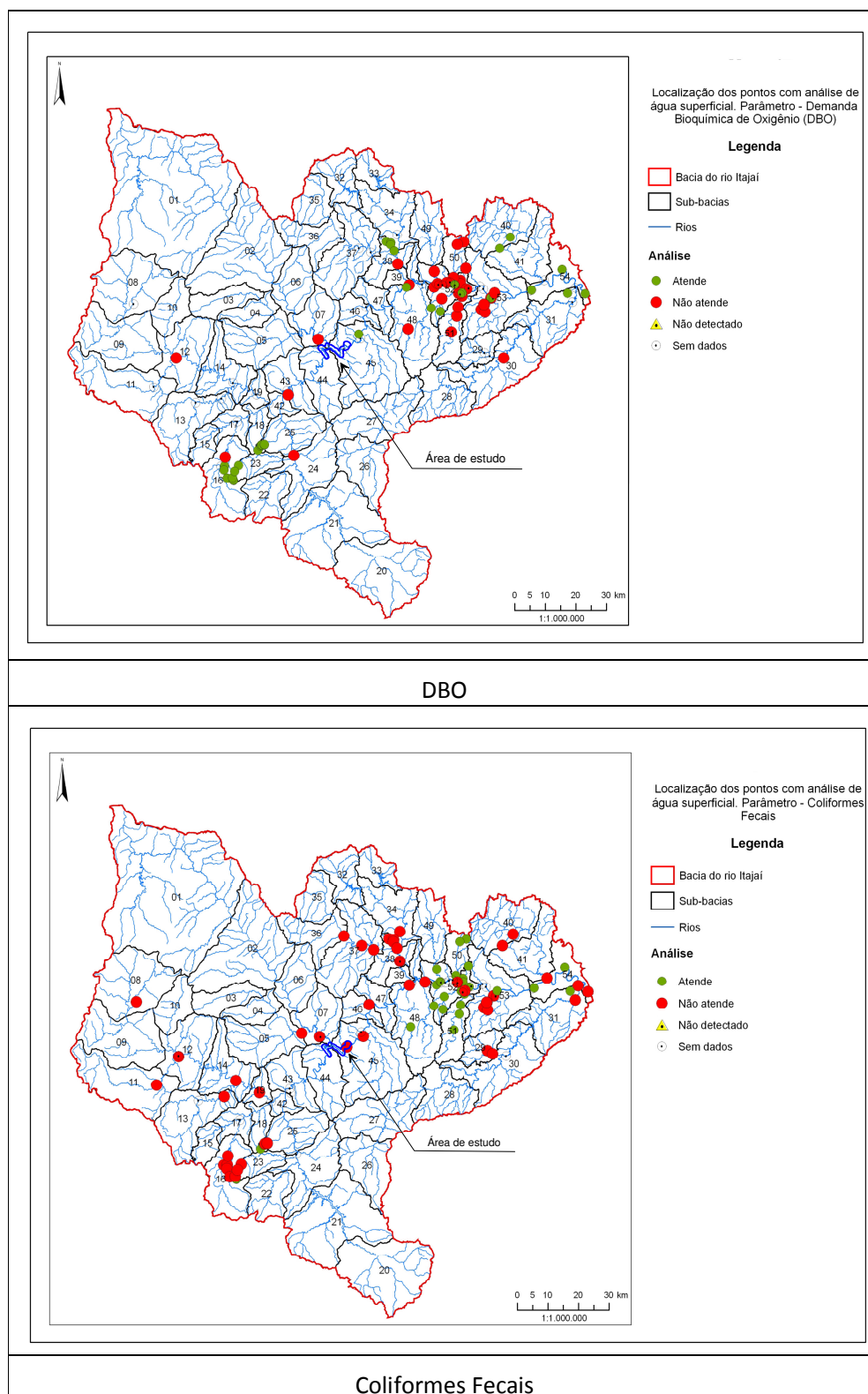
Como resumo final podemos perceber pela **Figura 1.1-XIV** que as bacias do entorno da área de estudo possuem situação preocupante pois já temos alterações da qualidade da água com não atendimento (acima do permitido) dos parâmetros de enquadramento entre 17 e 33% dos registros realizados.



Fonte: PRH da Bacia do Itajaí – 2006

Figura 1.1-XIII (1/2): Monitoramento da Qualidade da Água na Bacia do rio Itajaí - Parâmetros Monitorados

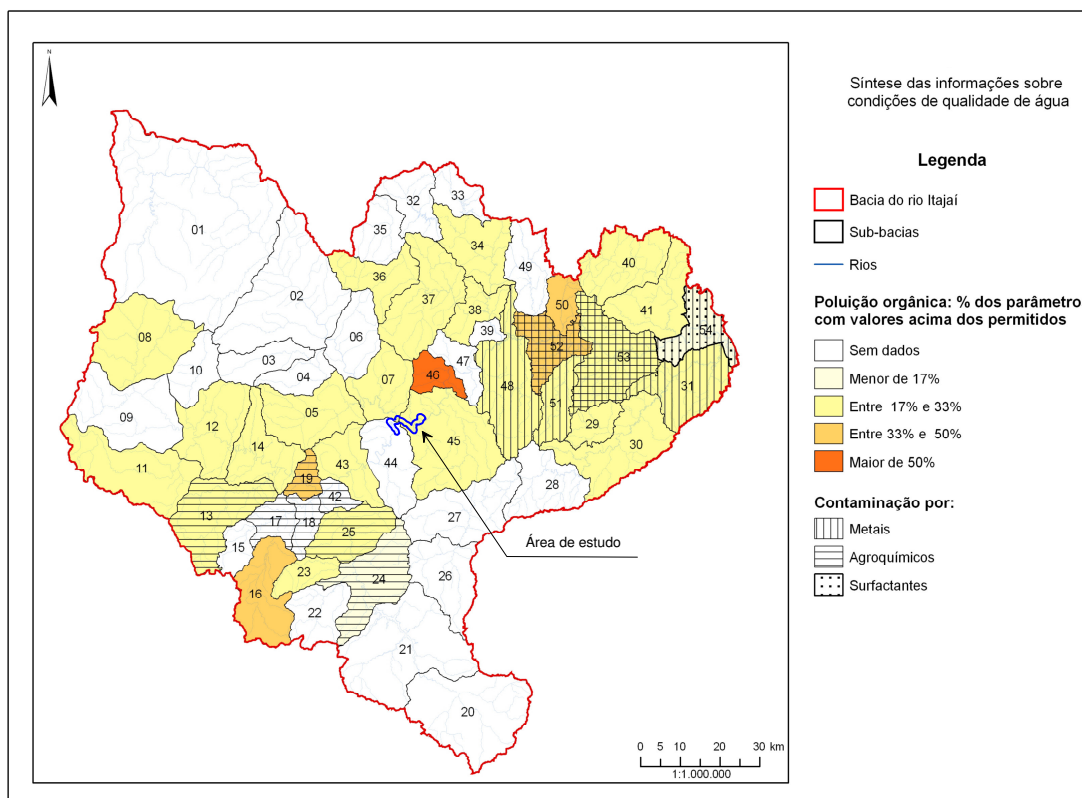
CESAP- Plano de Manejo da Unidade de Conservação com propósito específico de proteção da *Raulinoa echinata echinata*
Relatório de Meio Físico: Recursos Hídricos



Fonte: PRH da Bacia do Itajaí – 2006

Figura 1.1-XIII (2/2): Monitoramento da Qualidade da Água na Bacia do rio Itajaí - Parâmetros Monitorados

CESAP- Plano de Manejo da Unidade de Conservação com propósito específico de proteção da *Raulinoa echinata echinata*
Relatório de Meio Físico: Recursos Hídricos



Fonte: PRH da Bacia do Itajaí – 2006

Figura 1.1-XIV: Monitoramento da Qualidade da Água na Bacia do Rio Itajaí - % dos parâmetros com valores acima dos permitidos

1.1.6 Águas Subterrâneas

Conforme o PRH da Bacia do Rio Itajaí, quanto à vazão e profundidade, os poços artesianos abertos na bacia possuem características distintas por região:

A montante da bacia é mais comum a ocorrência de perfuração de poços secos, sem vazão. Quando tem-se água, as vazões situam-se próximo a 5,0 m³/h e a profundidade em torno de 140 metros. Nestas regiões, as rochas estão compactadas em forma de pacotes folhados, com pouco espaço vazio para armazenamento de água (pouca porosidade) e pouca mobilidade (permeabilidade), sendo estes os principais fatores que regem a produção dos poços. A água está armazenada nas discontinuidades e faces mais grosseiras das rochas ou em camadas arenosas. É usada principalmente para o abastecimento de comunidades e para fornecimento aos animais.

A jusante, na região do médio e alto vale, temos a ocorrência de perfuração de poços com maiores vazões. As vazões podem atingir 30 m³/h sendo que a presença de subsolo calcário favorece o armazenamento. As rochas possuem maior porosidade e maior permeabilidade, resultando em poços mais produtivos. A água está armazenada nas fraturas das rochas cristalinas. Como principal uso temos o abastecimento doméstico e comercial. A profundidade média situa-se em 120 metros. Na **Figura 1.1-XV** é apresentada a disponibilização de água subterrânea para toda a bacia do rio Itajaí sendo destacada na figura a área de estudo.

*CESAP- Plano de Manejo da Unidade de Conservação com propósito específico de proteção da Raulinoa echinata echinata
Relatório de Meio Físico: Recursos Hídricos*

Quanto à qualidade, quase todas são enquadradas como Águas Mineralizadas, possuindo cada qual uma composição característica, resultado do arraste de minerais das rochas por onde elas percolam. Assim, as águas dos poços de montante são fluoretadas, sulfurosas, etc. e as de jusante são mais carbonatadas cálcicas e sódicas, pela presença de rochas ricas nestes elementos. As águas subterrâneas da planície costeira possuem elevado teor de cloreto de sódio, inviáveis para o consumo humano e animal.

Os resultados de qualidade da água para os poços foram baseados nos estudos realizado por Kraisch (2005), com profundidade não superior a 25 metros. Foram avaliadas as ocorrências de agroquímicos em águas subterrâneas em seis cidades localizadas no Alto Vale do Itajaí/SCs, com base na agricultura. Nos municípios de Agronômica e Alfredo Wagner foram verificados resíduos de 2,4-D (herbicida para o controle de plantas daninhas latifoliadas) em águas subterrâneas podendo ser originados através dos processos de percolação no solo onde a mesma foi aplicada. Como a região é agrícola e estes contaminantes estão presentes nos principais herbicidas utilizados nas práticas agrícolas. Também são fatores que influenciam na contaminação das águas subterrâneas, a topografia, profundidade do lençol freático e sistemas de cultivo.

Na bacia do rio Itajaí do Norte e Itajaí-Açu não temos resultados direto da qualidade da água subterrânea, mas que pelo monitoramento realizado nas demais bacias do rio Itajaí como o alto e médio vale, podemos inferir que estes recursos estão potencialmente contaminados pelos resíduos de agrotóxicos utilizados na rizicultura.

Assim, é importante a realização de inventário hidrogeológico e monitoramento da qualidade da água sistemático na região, principalmente nos locais de maior vulnerabilidade para a obtenção das demais informações sobre o comportamento das águas subterrâneas. Entretanto, é sabido que as características geomorfológicas da bacia não favorecem a disponibilização de quantidades significativas de água, por isso, a utilização deste recurso para abastecimento público não deve ser considerado primordial.

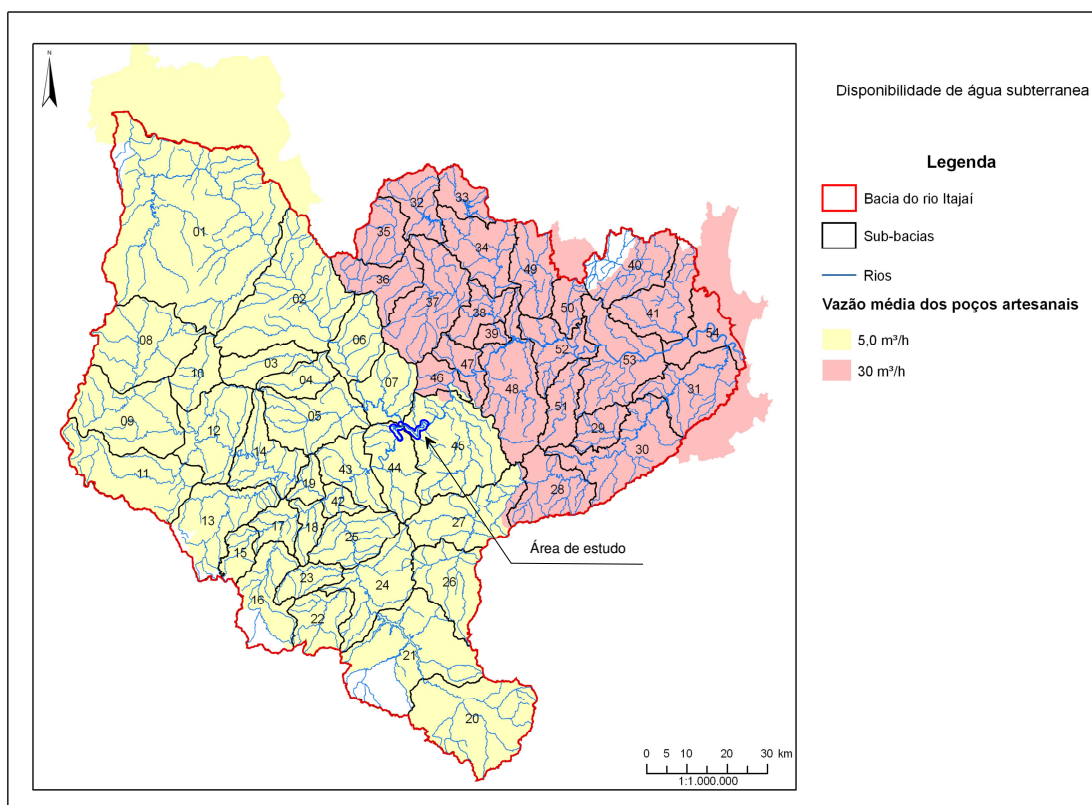


Figura 1.1-XV: Disponibilidade de água subterrânea na Bacia do rio Hercílio e Itajaí-Açu

1.1.7 Enchentes

Em função dos diversos eventos de enchentes na bacia do rio Itajaí, pode-se dizer que a prevenção de cheias é uma questão que está mais equacionada na bacia do Itajaí, em relação ao gerenciamento dos recursos hídricos.

Apesar de outros aspectos exigirem soluções, de certa forma o Vale do Itajaí aprendeu a lidar com a problemática das cheias. Em última análise, todas as medidas de prevenção, visam um uso mais sustentável das áreas inundáveis.

Embora as áreas de fato urbanizadas ocupem pequena extensão da área da bacia hidrográfica (2,6%), algumas destas são atingidas por cheias, pois estão situadas em planícies de inundação e/ou muito próximas aos cursos d'água.

Assim para o subsídio do planejamento urbano temos diversas cartas-enchente que apresentam as áreas sujeitas à inundação, para determinado nível de água, referenciados a uma seção de medição. Os principais municípios com carta-enchente são:

- Blumenau, nas escalas de 1:2000 e 1:10000, para os seguintes níveis: a) 10,00 m com período de retorno de 4 anos; b) 12,00 m, com período de retorno de 7 anos. É neste nível que o sistema viário urbano é na sua quase totalidade interrompido; c) 15,46 m, com período de retorno de 40 anos, que foi o nível máximo instantâneo observado na enchente de agosto de 1984; d) 17,00 m, com período de retorno de 180 anos.

- Gaspar, para o nível de 9,30 m, correspondente ao período de retorno de 10 anos e o nível de 11,50 m, correspondente ao período de retorno de 100 anos.
- Apiúna, Blumenau, Brusque, Ibirama, Indaial, Rio do Sul, Taió e Timbó, para os níveis com períodos de retorno de 5, 25 e 100 anos, ou seja, com risco de inundação de 20%, 4% e 1% respectivamente.

Os maiores riscos de inundação estão na parte mais baixa da bacia junto ao rio Itajaí-Açú do médio para o baixo vale. De maneira geral na medida em que aumentam as cotas temos uma redução do risco de enchentes.

Além disso, para realizar o monitoramento das condições hidrometeorológicas, bem como a previsão de níveis dos rios, existe um sistema de alerta operando desde 1983. Atualmente, o CEOPS – Centro de Operações do Sistema de Alerta – conta com uma rede instalada de doze estações telemétricas que coletam essas informações de modo informatizado. Entretanto este sistema apresenta problemas de operação pela falta de manutenção adequada e recursos financeiros.

Assim o CEOPS identifica quatro situações que orientam a ação do mesmo: situação normal, situação de atenção, situação de alerta e situação de emergência. Na **Figura 1.1-XVI**, são apresentados os níveis de cada situação em cada município. Para o município de Apiúna e Ibirama a condição de alerta para o nível, do rio entre 4,0 e 6,0 m e 2,0 e 3,0 m respectivamente e para emergência acima de 8,5 m para Apiúna e 4,5 m para Ibirama.

Figura 1.1-XVI: Situações do Sistema de Alerta de enchente para os municípios do Vale do Itajaí

Município	Situação			
	Normal	Atenção	Alerta	Emergência
Blumenau	$NA \leq 4,0$	$4,0 < NA \leq 6,0$	$6,0 < NA \leq 8,5$	$NA > 8,5$
Indaial	$NA \leq 3,0$	$3,0 < NA \leq 4,0$	$4,0 < NA \leq 5,5$	$NA > 5,5$
Apiúna	$NA \leq 4,0$	$4,0 < NA \leq 6,0$	$6,0 < NA \leq 8,5$	$NA > 8,5$
Rio do Sul	$NA \leq 4,0$	$4,0 < NA \leq 5,0$	$5,0 < NA \leq 6,5$	$NA > 6,5$
Ibirama	$NA \leq 2,0$	$2,0 < NA \leq 3,0$	$3,0 < NA \leq 4,5$	$NA > 4,5$
Ituporanga	$NA \leq 2,0$	$2,0 < NA \leq 3,0$	$3,0 < NA \leq 4,0$	$NA > 4,0$
Taió	$NA \leq 4,0$	$4,0 < NA \leq 6,0$	$6,0 < NA \leq 7,5$	$NA > 7,5$
Rio do Oeste	$NA \leq 4,0$	$4,0 < NA \leq 6,0$	$6,0 < NA \leq 9,0$	$NA > 9,0$
Trombudo Central	$NA \leq 3,0$	$3,0 < NA \leq 4,0$	$4,0 < NA \leq 6,0$	$NA > 6,0$
Timbó	$NA \leq 3,0$	$3,0 < NA \leq 5,0$	$5,0 < NA \leq 6,0$	$NA > 6,0$
Benedito Novo	$NA \leq 1,5$	$1,5 < NA \leq 2,5$	$2,5 < NA \leq 3,5$	$NA > 3,5$
Rio dos Cedros	$NA \leq 2,0$	$2,0 < NA \leq 4,0$	$4,0 < NA \leq 6,0$	$NA > 6,0$
Brusque	$NA \leq 3,0$	$3,0 < NA \leq 4,0$	$4,0 < NA \leq 6,0$	$NA > 6,0$
Botuverá	$NA \leq 3,0$	$3,0 < NA \leq 4,0$	$4,0 < NA \leq 6,0$	$NA > 6,0$
Vidal ramos	$NA \leq 3,0$	$3,0 < NA \leq 4,0$	$4,0 < NA \leq 5,0$	$NA > 5,0$
Gaspar	$NA \leq 4,0$	$4,0 < NA \leq 6,0$	$6,0 < NA \leq 8,5$	$NA > 8,5$
Ilhota	$NA \leq 6,0$	$6,0 < NA \leq 8,0$	$8,0 < NA \leq 10,5$	$NA > 10,5$

Fonte: CEOPS/FURB

Para reduzir o risco a inundações foram implantadas 03 barragens na bacia do Itajaí sendo elas:

- Barragem do rio Itajai do Sul
- Barragem do rio Itajai do Norte
- Barragem do rio Itajai do Oeste

A Barragem do rio Itajaí do Norte influencia na descarga d'água da área de estudo, pois as águas do rio Itajaí do Norte ou Hercílio desaguam dentro da unidade.

Na **Figura 1.1-XVII** temos as características gerais das barragens apresentadas. Na **Figura 1.1-XVIII** temos a vista dos eixos das barragens e na **Figura 1.1-XIX** a localização das mesmas.

Figura 1.1-XVII: Descrição das barragens de contenção de cheias do rio Itajaí

Discriminação	Barragem		
	Norte	Sul	Oeste
Localização	José Boiteux	Ituporanga	Taió
Rio	Hercílio	Itajaí do Sul	Itajaí do Oeste
Área de drenagem (km ²)	2318	1273	1042
Altura do barramento (m)	58,50	43,50	20,00
Cota do coroamento (m)	306,50	410,00	364,50

Discriminação	Barragem		
	Norte	Sul	Oeste
Cota do vertedor (m)	302,00	399,00	360,00
Nível mínimo (m)	257,00	372,90	340,00
Nível máximo (m)	304,25	408,00	363,00
Volume do reservatório (10 ⁶ m ³)	357,00	93,50	83,00
Tipo de barragem	Enrocamento	Enrocamento	Concreto

Fonte: DEOH – Departamento de Edificações e Obras Hidráulicas de Santa Catarina



Figura 1.1-XVIII: Barragens de Contenção de Cheias da Bacia do rio Itajaí



Figura 1.1-XIX: Localização das barragens de controle de cheias da bacia do rio Itajaí

Na seção fluviométrica de Ibirama, a barragem Norte reduz os níveis em 2,50 m, enquanto em Apiúna a redução é de 1,20 m, em Indaial de 1,00 m e, em Blumenau, de 2,50 m. O efeito das Barragens Sul e Oeste é de uma redução de 20% na vazão de pico em Rio do Sul, para uma enchente com período de retorno de 25 anos, e uma redução de 12% na vazão máxima de uma enchente com período de retorno de 100 anos.

1.2 Recursos hídricos Locais

A região que compreende a área de estudo está inserida na RH7, especificamente os seus limites pertencem parcialmente à bacia hidrográfica do rio Itajaí do Norte ou Hercílio e também à bacia hidrográfica do Rio Itajaí-açu. Essa região foi dividida em 11 microbacias que apresentam importância a partir do sistema hidrológico da área de estudo.

1.2.1 Descrição Hidrográfica Local

A área de estudo contém inúmeras nascentes de tributários das margens direita e esquerda do rio Itajaí-Açu, na região do médio vale, que em sua foz irá desaguar no Oceano Atlântico.

*CESAP- Plano de Manejo da Unidade de Conservação com propósito específico de proteção da Raulinoa echinata echinata
Relatório de Meio Físico: Recursos Hídricos*

Basicamente os rios que compõem o sistema hidrográfico da Área de Estudo podem ser assim subdivididos:

- Microbacia do Rio Ribeirão do Salto (Localizada nos municípios de Lontras e Ibirama);
- Microbacia do Rio Ribeirão das Pedras (Localizada no município de Ibirama);
- Microbacia do Rio Ribeirão Areado (Localizada no município de Ibirama);
- Microbacia do Rio Ribeirão Taquara (Localizada no município de Ibirama);
- Microbacia do Rio Ribeirão do Coxo (Localizada nos municípios de Ibirama e Apiúna);
- Microbacia do Ribeirão Salto Felipi (Localizada no município de Apiúna);
- Microbacia do Ribeirão Carvalho (Localizada no município de Apiúna);
- Microbacia Margem Esquada do Rio Itajaí-Açu (Localizada no município de Apiúna);
- Microbacia do Ribeirão Subida (Localizada no município de Apiúna);
- Microbacia Escola Ribeirão Subida (Localizada nos municípios de Apiúna e Lontras);
- Microbacia Comunidade Alto Subida (Localizada no município de Lontras).

Na **Figura 1.2-I** está localizada a área de estudo, bem como as microbacias de drenagem que compõem o sistema hidrográfico da mesma.

Como principais rios da área temos o ribeirão do Salto, ribeirão das Pedras, ribeirão Areado, ribeirão Taquaras, ribeirão do Coxo, ribeirão São Felipi, ribeirão Carvalho e ribeirão Subida. O ribeirão Areado e o ribeirão Taquara pertencem à bacia do Itajaí do Norte, portanto a drenagem dos mesmos é para este rio principal. O rio Itajaí do Norte é um afluente do rio Itajaí-Açu, que por sua vez recebe toda a drenagem das microbacias citadas acima.

A área de estudo contabiliza 24 nascentes dentro do seu perímetro, sendo apenas uma nascente na bacia do rio Itajaí do Norte ou Hercílio e as 23 restantes fazem parte da bacia do rio Itajaí-Açu. Estas 23 nascentes drenam diretamente para o rio Itajaí-Açu, ou seja, nenhum dos rios principais das microbacias possuem nascentes dentro da Área de Estudo. De maneira geral, dentro da região de interesse encontram-se apenas nascentes de rios com comprimentos menores que 1 km.

A microbacia com maior porcentagem da área dentro da região de interesse é a microbacia Escola Ribeirão Subida, com 53,15% da sua área completamente inserida na Área de Estudo, seguida da microbacia Margem Esquerda do Rio Itajaí-Açu, com 42,25% da sua área dentro da região de interesse.

Em relação à área absoluta de cada microbacia dentro da área de estudo, temos como microbacia mais expressiva, a Ribeirão do Coxo, que representa 21,2% (3,97 km²) da área total, seguida da microbacia Comunidade Alto Subida, com 16,4% do total da área (3,06 km²). As microbacias menos expressivas em termos de área absoluta são: Ribeirão do Salto, com 1,02% (0,19 km²) do total da área e Ribeirão Taquara, que representa somente 1,72% (0,32 km²) do total.

Cada microbacia destacada acima contribui em parte para a drenagem da área de estudo. Vale ressaltar que o rio Itajaí-Açu corta toda a extensão da região de interesse, ou seja, todas as águas das microbacias drenam para dentro da unidade, e posteriormente seguem para o Oceano Atlântico.

A confluência do rio Itajaí do Norte ou Hercílio com o rio Itajaí-Açu se dá no município de Ibirama, e mais precisamente no trecho de vazão reduzida da UHE Salto Pilão. O incremento de vazão que o rio Itajaí do Norte proporciona para este trecho é de grande importância para um aumento de vazão no mesmo.

Como bacia menos expressiva dentro da área de estudo temos a microbacia Ribeirão do Salto, com 0,48% da sua área inserida na região de interesse, representando aproximadamente 0,19 km², e nenhuma nascente inclusa nos limites da área de estudo. Em contrapartida pode-se perceber que esta microbacia contribui com várias nascentes que drenam pro rio Itajaí-Açu.

Figura 1.2-II: Porcentagem dos rios que estão dentro da Área de Estudo

Sub-bacia do Rio Itajaí do Norte - Microbacias Presentes na Área de Estudo						
Microbacia	Área Total (km ²)	Área dentro da Unidade (km ²)	% da Área dentro da Unidade	Comprimento de Rio (km)	Comprimento de Rio dentro da Unidade (km)	% de Rio dentro da Unidade
Ribeirão Taquara	17,03	0,32	1,88	43,26	-	-
Ribeirão Areado	23,89	2,01	8,41	49,19	3,85	7,83
Sub-bacia do Rio Itajaí-açu - Microbacias Presentes na Área de Estudo						
Microbacia	Área Total (km ²)	Área dentro da Unidade (km ²)	% da Área dentro da Unidade	Comprimento de Rio (km)	Comprimento de Rio dentro da Unidade (km)	% de Rio dentro da Unidade
Ribeirão do Salto	39,75	0,19	0,48	56,26	-	-
Ribeirão das Pedras	23,60	1,67	7,08	40,22	1,99	4,95
Ribeirão Subida	55,88	0,52	0,93	128,12	2,83	2,21
Ribeirão do Coxo	28,05	3,97	14,15	88,18	11,53	13,08
Ribeirão Carvalho	11,8	2,13	18,05	28,86	3,35	11,61
Margem Esquerda do Itajaí-açu	1,42	0,6	42,25	5,14	2,46	47,86
Escola Ribeirão Subida	4,63	2,46	53,13	14,14	8,61	60,89
Comunidade Alto Subida	18,4	3,06	16,63	46,44	4,39	9,45
Ribeirão São Felipi	38,00	1,71	4,5	77,54	3,11	4,01

*No comprimento dos rios foram contabilizados os rios principais e seus afluentes, ou seja, todos os rios permanentes.

O rio mais expressivo para a área de estudo é o Ribeirão do Coxo, com aproximadamente 11,53 km de extensão (27,3% do total da sub-bacia) dentro da região de interesse. Os rios menos expressivos são o

Ribeirão Taquara, na bacia do Itajaí do Norte e o Ribeirão do Salto na bacia do Itajaí-Açu, ambos não possuem extensão de rio dentro da área de estudo, e possuem uma pequena área dentro da região de interesse.

Em relação à densidade de drenagem nota-se que em termos médios as Sub-bacias possuem valores semelhantes (dd média = 2,43 km/km²), entretanto em relação à área de estudo temos que os valores sofreram uma maior variação de 1,19 km/km², capacidade superficial de drenagem reduzida, até 5,44 km/km² que representa uma grande capacidade superficial de drenagem.

Em média os valores da densidade de drenagem dentro da área de estudo são elevados, e mostram uma elevada capacidade de drenagem superficial (dd média = 2,65 km/km²). Este valor reflete a tendência para a ocorrência de cheias na região.

Figura 1.2-III: Densidade de Drenagem das Sub-Bacias e na Área de Estudo (km/km²)

Sub-bacia do Rio Itajaí do Norte		
Microbacia	Densidade de Drenagem Sub-Bacia (km/km ²)	Densidade de Drenagem na Área de Estudo (km/km ²)
Ribeirão Taquara	2,54	-
Ribeirão Areado	2,06	1,92
Sub-bacia do Rio Itajaí-Açu		
Microbacia	Densidade de Drenagem Sub-Bacia (km/km ²)	Densidade de Drenagem na Área de Estudo (km/km ²)
Ribeirão do Salto	1,42	-
Ribeirão das Pedras	1,70	1,19
Ribeirão Subida	2,29	5,44
Ribeirão do Coxo	3,14	2,90
Ribeirão Carvalho	2,45	1,57
Margem Esquerda do Itajaí-açu	3,62	4,10
Escola Ribeirão Subida	3,05	3,50
Comunidade Alto Subida	2,52	1,43
Ribeirão São Felipi	2,04	1,82

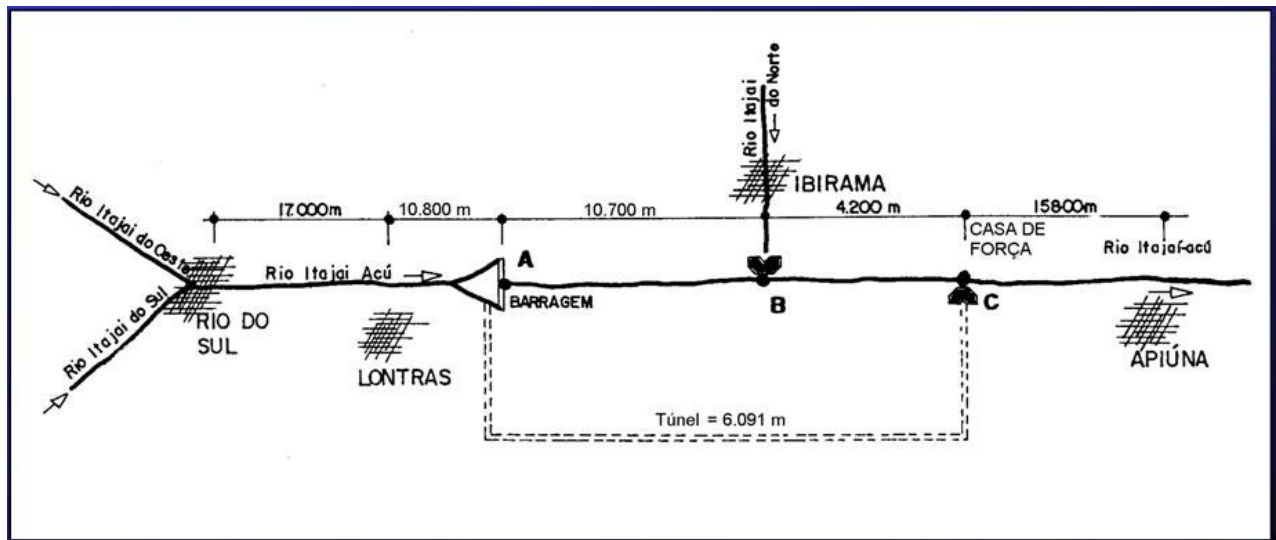
Para o trecho de vazão reduzida, destacando o trecho até a confluência com o rio Itajaí do Norte ou Hercílio, a densidade de drenagem média das microbacias (Ribeirão das Pedras, Ribeirão Areado e Comunidade Alto Subida) é 1,51 km/km², que representa uma capacidade superficial de drenagem de média para elevada. Destas três microbacias que contribuem com extensões de cursos d'água dentro da área de estudo, a mais relevante é a microbacia Ribeirão Areado, que possui uma densidade de drenagem igual a 1,92 km/km² dentro do trecho de interesse.

1.2.2 Caracterização Hidrológica Local

Para a área de estudo, um dos setores de interesse é o trecho de vazão reduzida da UHE Salto Pilão, onde é importante saber o comportamento das vazões, tendo em vista que estudos revelaram que provavelmente neste local está situada uma grande densidade da espécie *Raulinoa echinata*.

A caracterização hidrológica local se dará em torno de estudos desenvolvidos para o Estudo de Impacto Ambiental da Usina Hidrelétrica Salto Pilão. A **Figura 1.2-IV** mostra um esquema de como está disposta a UHE. O trecho estudado está entre os pontos A e C. Este trecho pode ainda ser subdividido em duas partes:

Neste trecho a vazão sanitária é de 7,2 m³/s, definida no Estudo de Impacto Ambiental. Para este local sabe-se que a menor média é 9,0 m³/s (jan/1945). A vazão média mensal de longo termo é de aproximadamente 108,2 m³/s. (Fonte: Estudo de Impacto Ambiental – Usina Hidrelétrica Salto Pilão, 1997)



Utilizando como base as curvas de permanência utilizadas no EIA da UHE Salto Pilão quando da análise das interferências que a redução de vazão ocasionaria a prática de rafting, é possível prever a permanência das vazões no trecho de interesse para, $Q_{\text{sanitária}}$, 2, 3, 5 e 10 vezes $Q_{\text{sanitária}}$, assim como obter as reduções de vazão causadas pelo empreendimento da UHE Salto Pilão.

O primeiro trecho de vazão reduzida, que vai da barragem até a foz do rio Hercílio, é o mais crítico em termos de vazões, onde vazões maiores ou iguais a $7,2 \text{ m}^3/\text{s}$ ocorrem apenas em 45% do tempo com a construção da barragem, contra 100% do tempo para as vazões naturais do rio.

Para uma vazão 5 vezes maior que a vazão sanitária, há uma redução na permanência da vazão de 50%, ou seja, vazões maiores ou iguais a 36 m³/s devem ocorrer neste trecho somente 24% do tempo, contra 74% do tempo para as vazões naturais. Para uma vazão de 72 m³/s a diferença passa a ser 27%, ou seja, para as vazões naturais do rio esta vazão ou maiores que ela ocorreriam 45% do tempo, contra 18% depois da barragem.

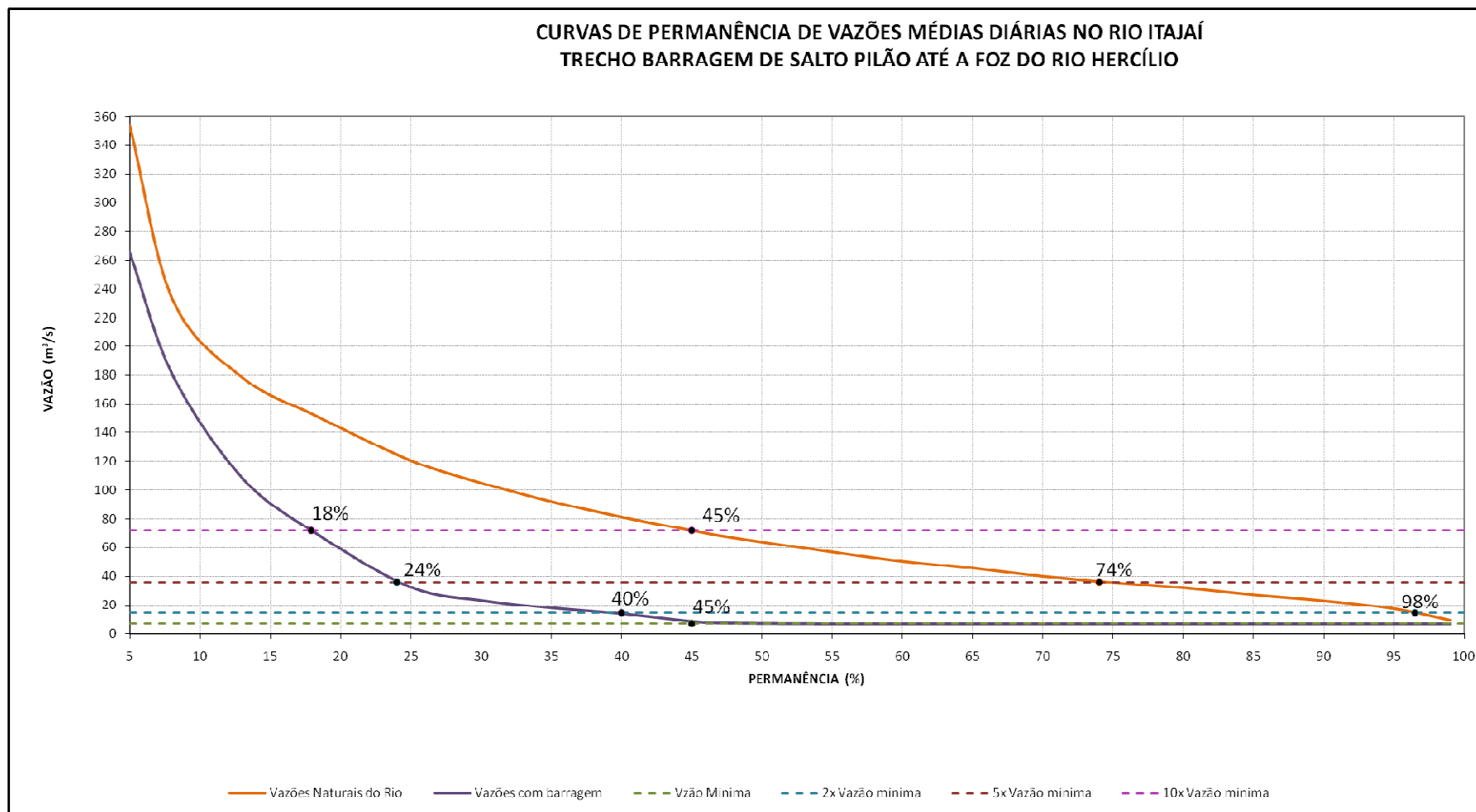


Figura 1.2-V: Curva de Permanência do Rio Itajaí – Trecho da Barragem da Usina até a Foz do rio Hercílio

**CURVAS DE PERMANÊNCIA DE VAZÕES MÉDIAS DIÁRIAS NO RIO ITAJAÍ
TRECHO FOZ DO RIO HERCÍLIO ATÉ O CANAL DE FUGA DA USINA SALTO PILÃO**

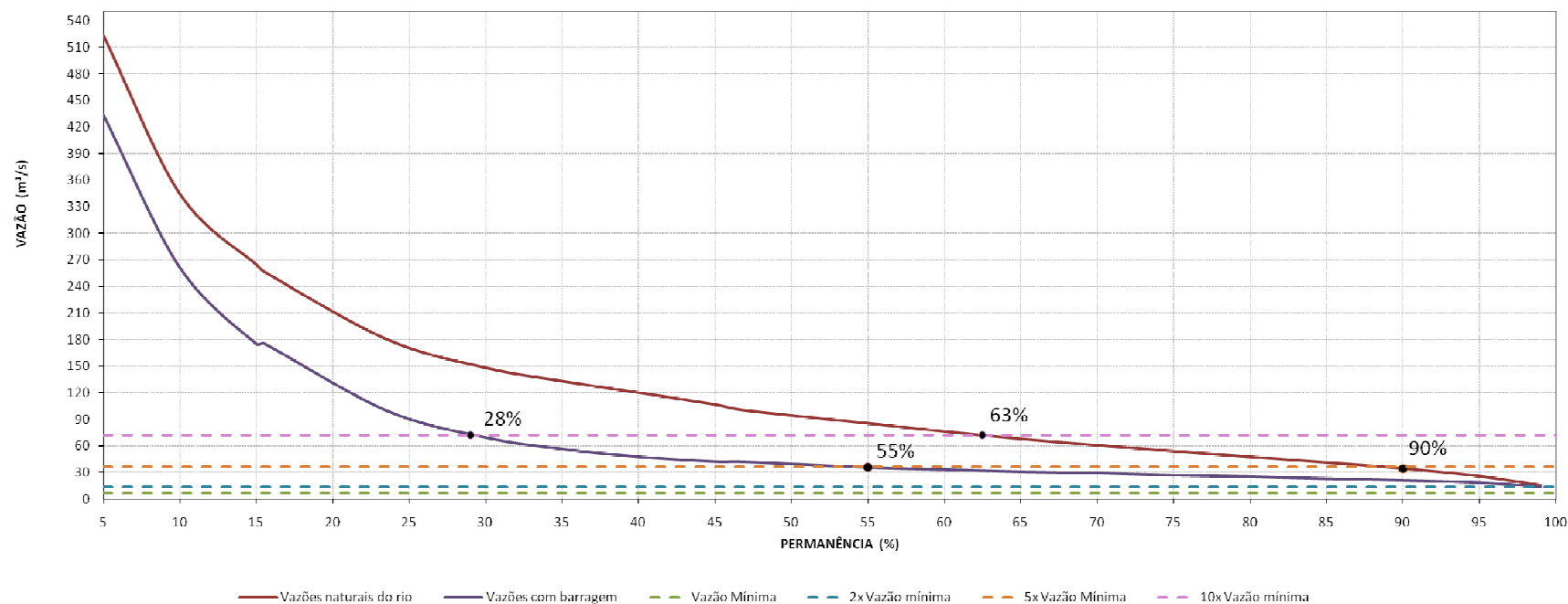


Figura 1.2-VI: Curva de Permanência do Rio Itajaí – Trecho da Foz do rio Hercílio até a Casa de Força da Usina Salto Pilão

Tabela 1.2-IV: Redução da Permanência das vazões – Trecho entre a Barragem e a Foz do rio Hercílio

Trecho entre a Barragem e a Foz do Rio Hercílio			
Condição	Q (m³/s)	Permanência (%) com barragem	Permanência (%) sem barragem
Q sanitária	7,2	45	100
2x Q sanitária	14,4	40	98
5x Q sanitária	36	24	74
10x Q sanitária	72	18	45

Figura 1.2-V: Redução da Permanência das vazões – Trecho entre a Foz do rio Hercílio e a Casa de Força da UHE

Trecho entre a Foz do Rio Hercílio e a Casa de Força da UHE			
Condição	Q (m³/s)	Permanência (%) com barragem	Permanência (%) sem barragem
Q sanitária	7,2	100	100
2x Q sanitária	14,4	100	100
5x Q sanitária	36	55	90
10x Q sanitária	72	28	63

Já o segundo trecho, com a confluência do rio Hercílio, a situação se mostra um pouco mais favorável. Para a vazão sanitária e até duas vezes o seu valor, a permanência não se mostrou alterada. Para uma vazão igual a 5 vezes a vazão sanitária a diferença entre as permanências com e sem barragem é de 35%, ou seja, para a situação com barragem esta vazão (36 m³/s, ou maiores) pode ser garantida normalmente em 55% do tempo, enquanto para as vazões naturais do rio a mesma ocorria em pelo menos 90% do tempo.

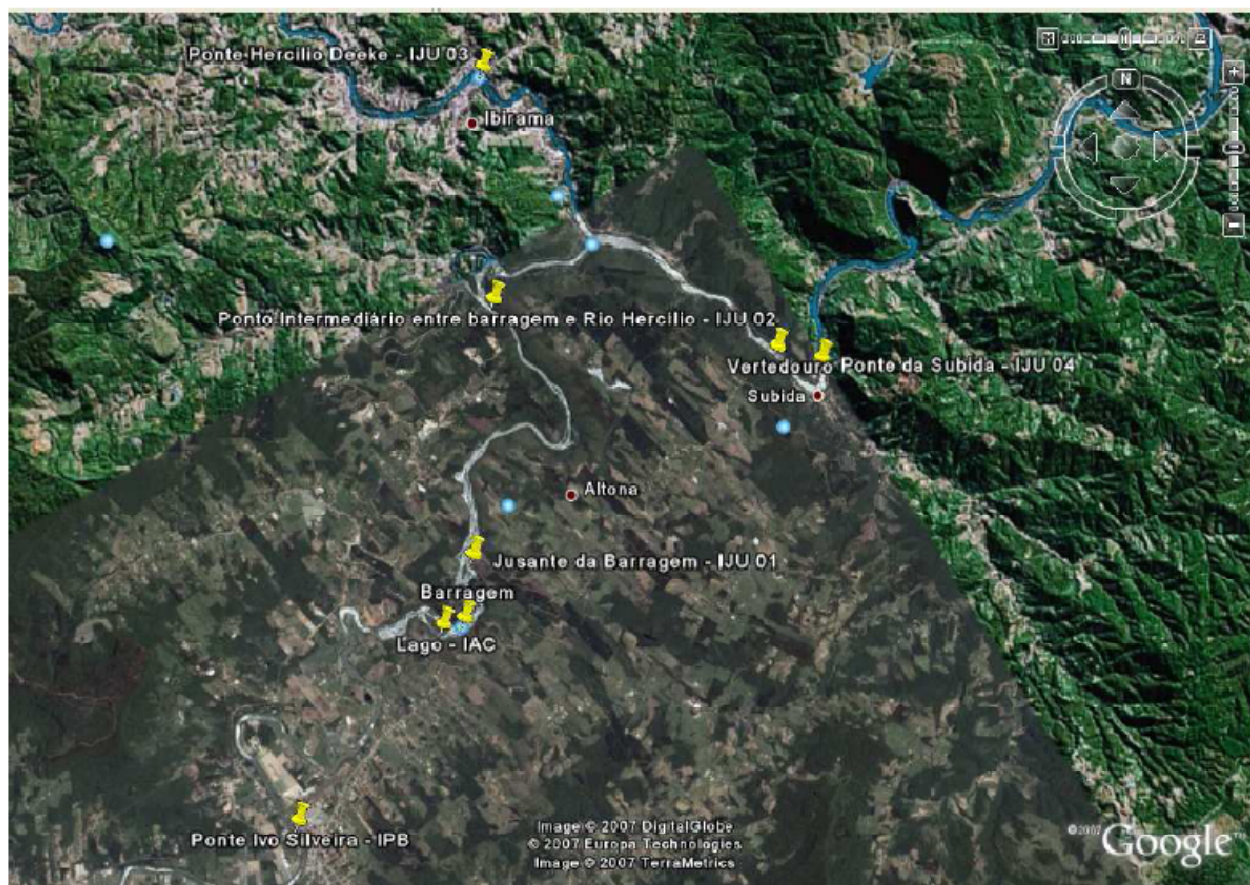
Por último, para uma vazão de 10 vezes a vazão sanitária (72 m³/s), ocorrerá em somente 28% do tempo, enquanto que as vazões naturais do rio propiciavam uma permanência de 68% para a mesma vazão.

A redução de vazão e consequentemente da prática do rafting no trecho resultou em grandes discussões com os diversos grupos de interesse.

1.2.3 Qualidade da Água Local

O estudo da qualidade da água usará como base os resultados das análises, referente às amostragens realizadas desde a primeira fase do Programa de Monitoramento da Qualidade da Água, até a data 30 de novembro de 2009, da UHE Salto Pilão. Esses resultados consistem no monitoramento da água de seis pontos de amostragens, conforme o Projeto Básico Ambiental 06, os quais são: IPB (à montante do trecho de vazão reduzida), IAC (Reservatório da Usina Hidrelétrica Salto Pilão), IJU 01 (Ponto a jusante da barragem), IJU 02 (Ponto intermediário entre a barragem e o rio Hercílio), IJU03 (Ponte – Rio Hercílio) e IJU 04 (Ponte da Subida).

Os pontos de amostragem estão representados na **Figura 1.2-VII**.

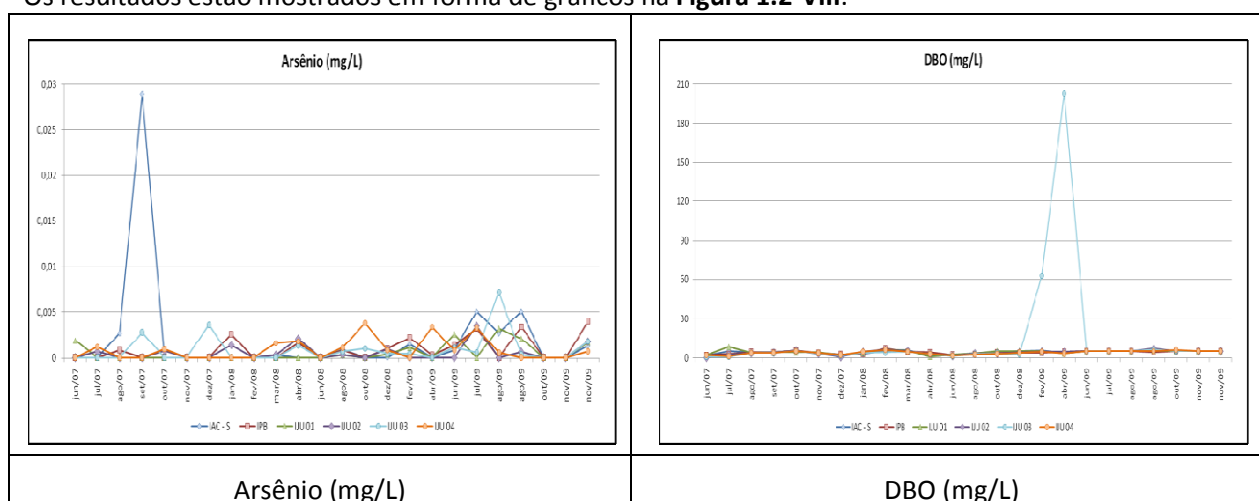


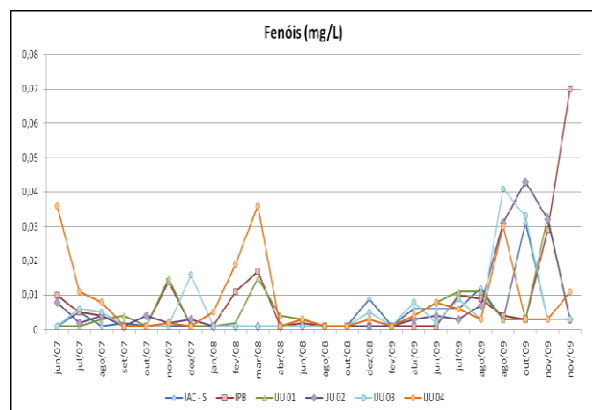
Fonte: Relatório de Ensaio 71298 – AHE Salto Pilão – Monitoramento e Controle da Qualidade da água

Figura 1.2-VII: Distribuição dos pontos de amostragens de água

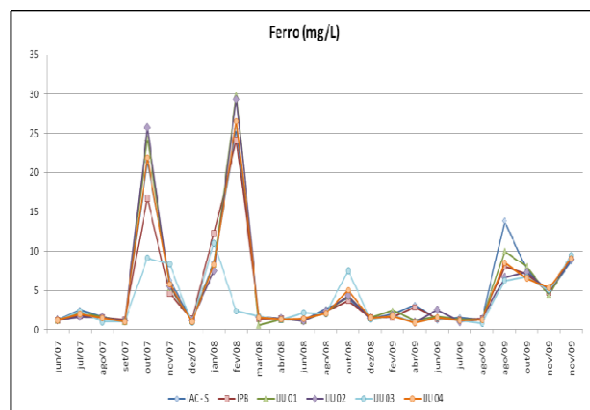
Foram realizadas 23 campanhas de qualidade da água, num período compreendido entre fev/07 e Nov/09. A legislação usada como base para esse estudo é a Resolução CONAMA 357/2005, e o rio em questão está enquadrado como rio Classe 2.

Os resultados estão mostrados em forma de gráficos na **Figura 1.2-VIII**.

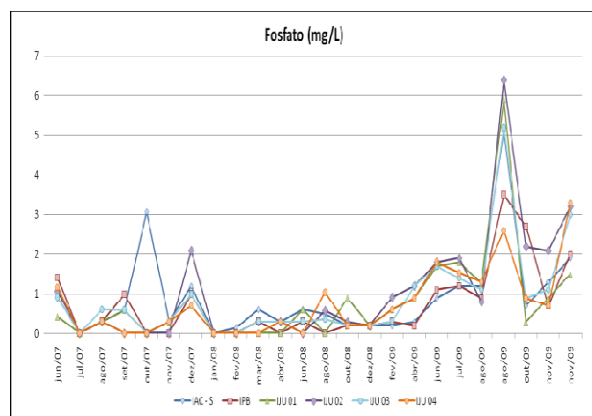




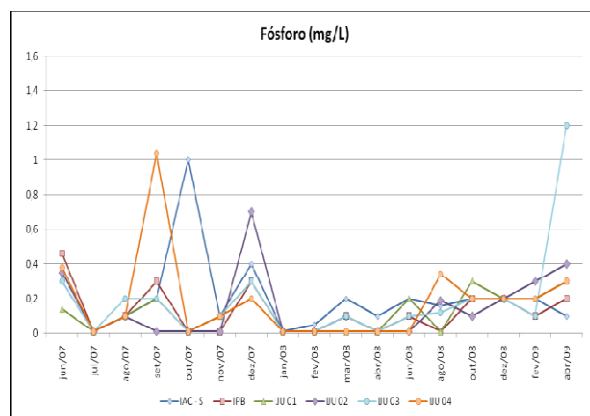
Fenóis (mg/L)



Ferro (mg/L)

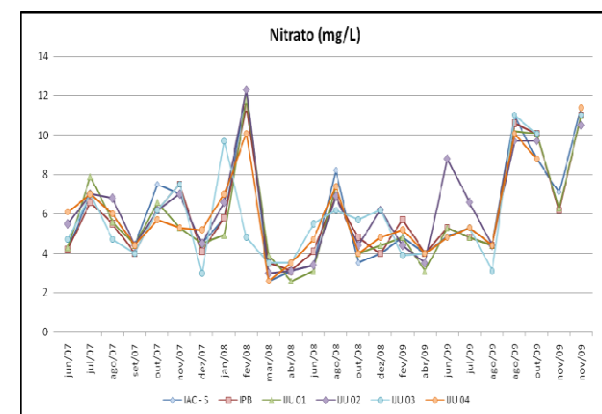


Fosfato (mg/L)

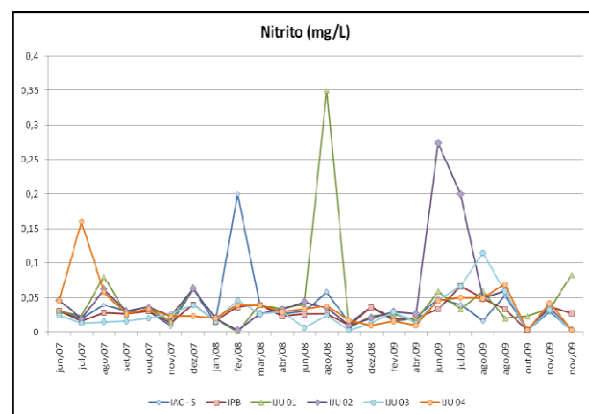


Fósforo (mg/L)

Figura 1.2-VIII (1/3): Resultados das Análises de Qualidade da Água



Nitrato (mg/L)



Nitrito (mg/L)

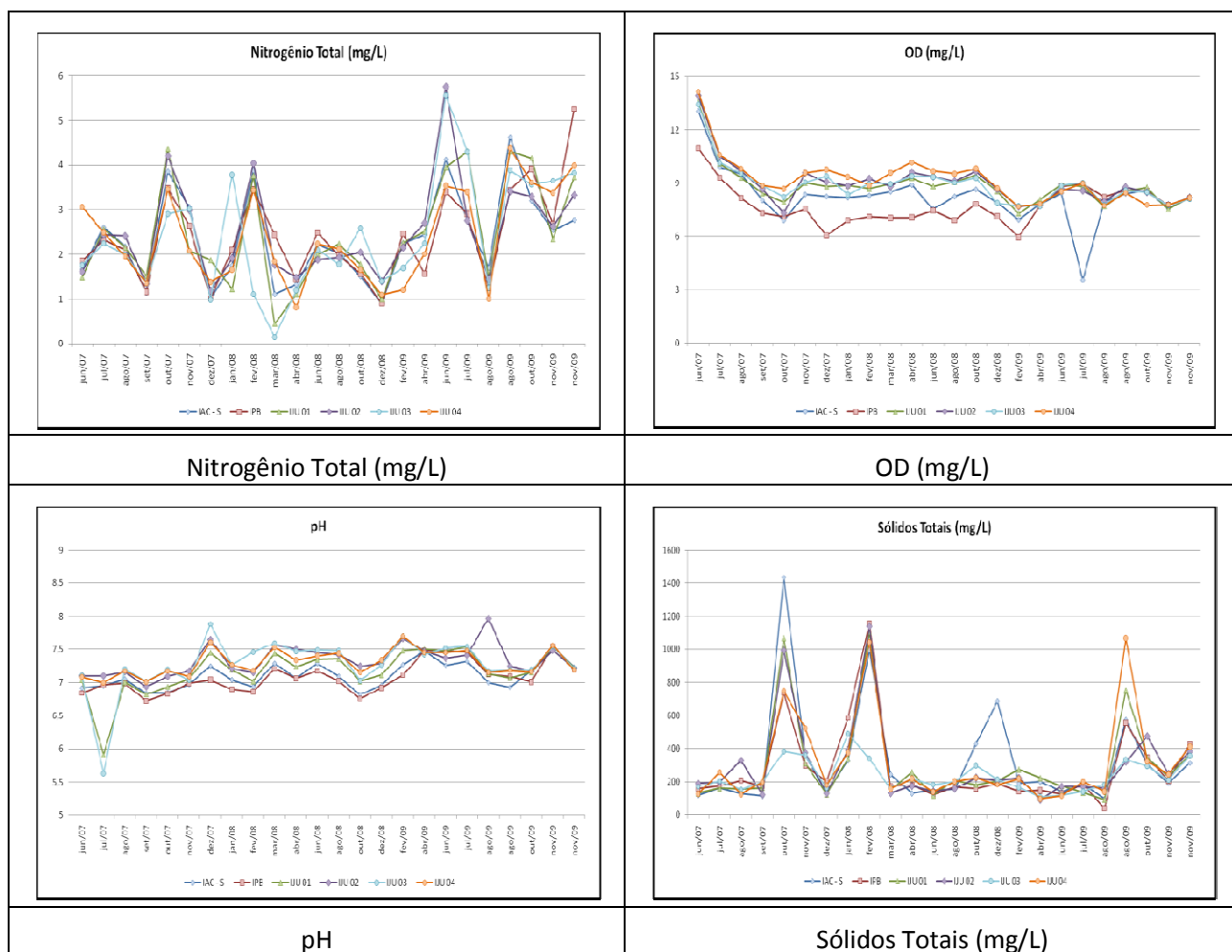
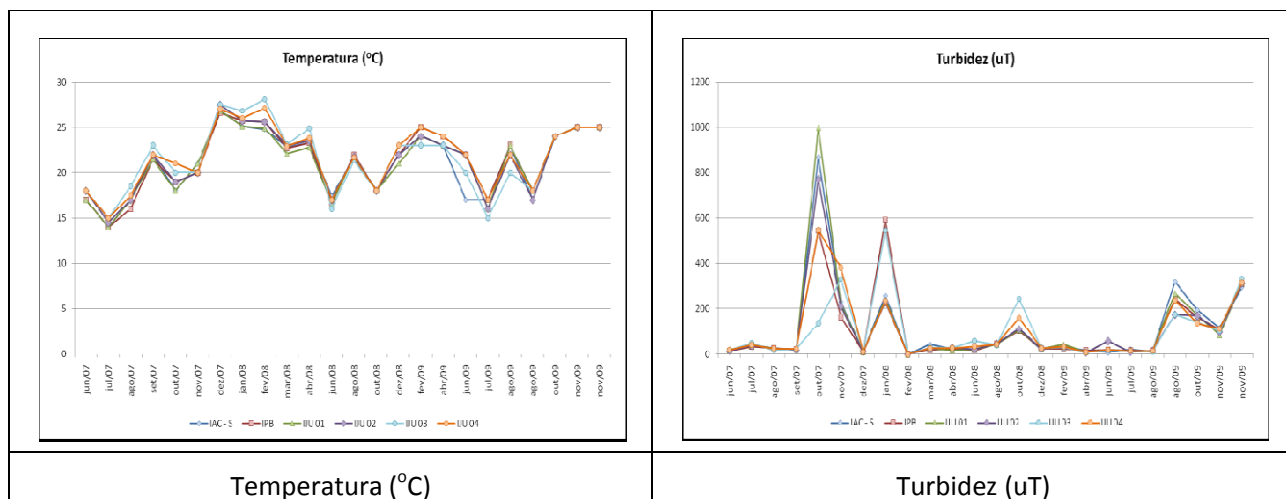


Figura 1.2-VIII (2/3): Resultados das Análises de Qualidade da Água



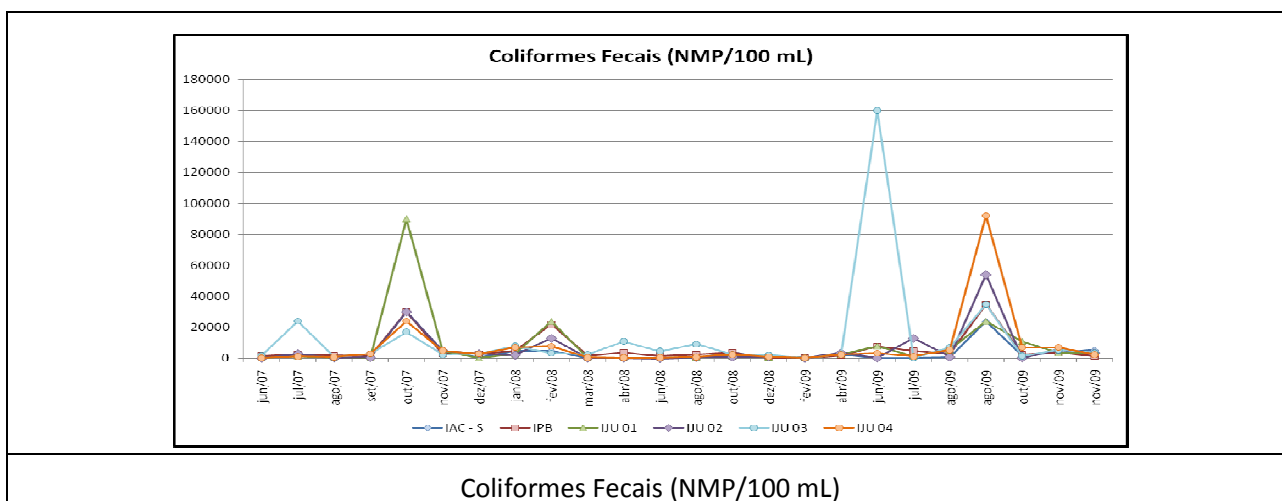


Figura 1.2-VIII (3/3): Resultados das Análises de Qualidade da Água

De acordo com os gráficos pode-se perceber que certos parâmetros não estão em conformidade com Resolução nº 357/2005 CONAMA, alguns apresentaram somente picos isolados e outros encontram-se dentro dos limites. Há ainda alguns parâmetros que não são estabelecidos limites na citada Resolução, no entanto, os mesmos são destacados.

O parâmetro Arsênio, que tem como limite estabelecido 0,01 mg/L, manteve-se estável ao longo do período analisado, apresentando somente um pico de 0,03 mg/L na amostra de Setembro/2007, no ponto IAC-S. Sabe-se que a contaminação por Arsênio provém principalmente do uso de pesticidas.

O parâmetro DBO se manteve estável ao longo do monitoramento, oscilando em uma faixa pequena, apresentando valores acima do preconizado pela Resolução 357/2005 CONAMA (5 mg/L), somente nos meses de fevereiro e abril de 2009 para o ponto IUU-3. Observando o ponto analisado, pode-se chegar à conclusão de que o fato descrito acima é um fato isolado, e que não constitui um problema crônico de qualidade da água do rio.

O parâmetro Fenol, que tem o limite estabelecido pela Resolução 357/2005 CONAMA de 0,003 mg/L, apresentou-se oscilando em todo o período. O período de maior destaque é o que está compreendido entre agosto e novembro de 2009, onde os resultados mostram, no geral, índices acima do permitido pela referida Resolução. Estes índices podem ser reflexo da atividade industrial têxtil na forma de tensoativos a base deste tipo de substância.

O ferro encontra-se acima do limite para a Resolução 357/2005 CONAMA (0,3 mg/L), em todo o período monitorado, havendo as últimas análises uma sensível tendência ao aumento destes valores. Este parâmetro pode estar ligado à composição geológica da região em estudo.

Para o fosfato, que não está regulamentado pela Resolução 357/2005 CONAMA, pode-se perceber que o mesmo, tem mostrado variações crescentes. Como impacto deste comportamento pode ser destacado o aumento de algas no meio. A fonte deste tipo de componente são os detergentes industriais e os adubos de manejo agrícola.

O fósforo está relacionado com o comportamento do fosfato. Para este parâmetro as análises contemplam o período de jun/07 a abr/09, e os mesmos estiveram grande parte do tempo com valores acima ou iguais pelo imposto na Resolução 357/2005 CONAMA, que é 0,1 mg/L para ambientes lóticos.

Para o nitrato, que tem seu limite fixado em 10 mg/L pela legislação vigente, pode-se perceber uma certa homogeneidade nos resultados obtidos, o período que deve ter uma atenção especial é o compreendido

desde a campanha de agosto/09 até a última. Neste período observa-se uma tendência ao aumento dos valores de nitrato, ultrapassando inclusive o limite estabelecido pela Resolução 357/2005 do CONAMA. Esta alteração pode estar relacionada com a decomposição de matéria orgânica ou o uso de insumos agrícolas.

O nitrito mostra um comportamento regular e encontra-se dentro do valor estipulado pela Resolução 357/2005 CONAMA, que é de 1 mg/L. O nitrogênio total não está regulamentado pelo CONAMA, contudo o comportamento do mesmo mostra-se semelhante ao Nitrato.

Para o parâmetro Oxigênio Dissolvido, percebe-se que o mesmo mostra um comportamento constante, havendo somente uma ocasião em que o valor esteve abaixo do estabelecido pela legislação vigente, no entanto o ponto se reestabeleceu, caracterizando um fato isolado.

O pH mante-se com comportamento constante ao longo do monitoramento, mantendo-se dentro dos limites estabelecidos pela Resolução 357/2005 CONAMA (pH entre 6,0 e 9,0).

O parâmetro Sólidos Totais, que tem o limite estabelecido em 500 mg/L pela Resolução 357/2005 do CONAMA, mostra um comportamento regular, com variações pontuais, normalmente causados por intempéries. Após a campanha de Fevereiro/08, houve uma retração e estabilização mantendo-se dentro do índice estipulado pelo CONAMA até Agosto/09, retornando para faixa aceitável já na campanha de Outubro/09.

A temperatura não está enquadrada pela Resolução CONAMA, no entanto os resultados se mostram homogêneos e seguem uma tendência sazonal.

Para a turbidez, que tem como limite 100 uT, os resultados mostram variações pontuais em relação às diferentes datas de coleta das amostras e em relação aos demais pontos normalmente relacionados com intempéries.

O parâmetro crítico desta região é o Coliforme Fecal, pois o mesmo se apresenta quase sempre com valores acima do estipulado pela legislação que estabelece 1000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais em pelo menos seis amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral.

1.3 Considerações Finais

Como visto anteriormente a área de estudo está situada na junção de duas sub-bacias de grande importância na bacia hidrográfica do Itajaí. O trecho onde está localizada a área de estudo caracteriza-se pelos saltos, que conferem grandes declividades e velocidades de escoamento. Estas condições sob o ponto de vista de qualidade da água é vantajosa, pois temos condições de reoxigenação favorecidas e portanto com maiores capacidades de depuração de cargas orgânicas.

Embora esta característica seja favorável, deve-se lembrar que a área de estudo é atravessada pelo rio Itajaí-Açu, que recebe a drenagem de três sub-bacias (Itajaí do Oeste, Itajaí do Norte e Itajaí do Sul) mais a área de drenagem da sub-bacia Itajaí-Açu até o local em questão. Desta forma, as cargas destas sub-bacias tendem a se acumular no rio Itajaí-Açu e a região pode apresentar alguns pontos problemáticos.

Desta forma, nota-se que a qualidade da água dos rios que formam o sistema hídrico do interior da área de estudo, possui em geral, uma boa qualidade da água, havendo alguns pontos críticos que devem ser monitorados, como por exemplo, o parâmetro coliformes fecais, que se mostrou alterado em praticamente todo o período de monitoramento. Sabe-se que no entorno da área de estudo não existem usos expressivos que produzam grande carga poluidora, fator este que deve-se provavelmente a um acúmulo de cargas

provenientes das outras bacias. Próximo aos limites da área de estudo existem indústrias, áreas com uso intensivo de arroz irrigado (rizicultura), áreas de exploração mineral e, nas cidades a montante, pode-se perceber também a presença de ocupação urbana (Rio do Sul e Ibirama).

Estas práticas, que ficam próximas aos limites da área de estudo, estabelecem condições de pressão sobre os recursos hídricos locais, sendo potencialmente contaminados por agrotóxicos, insumos agrícolas, resíduos provenientes das áreas de exploração mineral, bem como os centros urbanos que introduzem quantidades de cargas orgânicas com patógenos nos corpos hídricos.

Mesmo que atualmente as demandas de água sejam supridas pelos recursos hídricos da região, nota-se o conflito no seu uso principalmente pela irrigação que demanda grandes quantidades de água e, além disso, podem incorporar resíduos tóxicos às águas de drenagem das quadras de rizicultura. Assim, conforme os estudos de prognósticos de usos futuros dos recursos hídricos na bacia do rio Itajaí do Norte e Itajaí-açu pelo Comitê do Itajaí, o cenário se mostrou relativamente favorável às bacias em estudo, devendo-se ressaltar que em épocas de estiagem a bacia do Itajaí como um todo evidencia os problemas relativos ao atendimento da demanda de água na região. Portanto, o uso racional e sustentável deve ser estimulado em toda a extensão da bacia.

Desta forma, sugere-se a intensificação de monitoramento da qualidade da água frente a estes usos para a identificação de alterações bruscas na qualidade da água e a caracterização de resíduos tóxicos provenientes da atividade de rizicultura, mineração e industrial. Além disso, é importante estender este monitoramento às condições hidrobiológicas das águas, caracterizando-se na medida do possível as alterações da biota da água com determinações de alterações no fitoplâncton, zooplâncton e macroinvertebrados bentônicos.

Em relação ao estudo das vazões, pode-se concluir que a construção da barragem resultou no trecho de vazão reduzida, diminuindo a permanência das vazões no local. O primeiro trecho, que vai até a confluência com o rio Hercílio é o mais crítico da região, sendo portanto, sugerido o acompanhamento do reflexo que esta alteração no regime hídrico, poderia ter sobre as populações de *Raulinoa echinata*.

Por fim, é válido ressaltar sobre a importância da preservação das nascentes no entorno da área de estudo, principalmente no trecho que vai da barragem até a confluência do rio Itajaí-Açu com o rio Hercílio. Este trecho por ser o mais crítico da região deve receber uma atenção especial, já que estes cursos d'água contribuem para um incremento de vazão além da vazão sanitária. O desenho dos limites da futura Unidade de Conservação deve levar em consideração a manutenção destas nascentes.

Na **Figura 1.3-I** são apresentadas fotos de alguns cursos d'água e cachoeiras da área de estudo em visita técnica de campo realizada em 2010 pela Socioambiental, onde pode ser observado o estado de preservação dos mesmos. Percebe-se pelas imagens uma boa preservação das margens, assim como pelo próprio aspecto de suas águas com características de rios de montanhas, encachoeirados, com baixa turbidez e consequentemente oxigênio dissolvido próximos a saturação.



Figura 1.3-I: Aspecto dos cursos d'água na região da Área de Estudo

2 Referências Bibliográficas

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Disponibilidade e Demandas de Recursos Hídricos no Brasil**. Disponível em: <http://www.ana.gov.br/pnrh_novo/documentos/01%20Disponibilidade%20e%20Demandas/VF%20DisponibilidadeDemanda.pdf> Acesso em: 14 mai. 2010. Brasília – DF, 2005.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Panorama da Qualidade das Águas Superficiais no Brasil**. Cadernos de Recursos Hídricos. Volume 1. Brasília – DF, 114-120p, 2005.
- AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS - ANA . **Sistema de Informações Hidrológicas** - HIDROWEB. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb.asp?TocItem=1080&TipoReg=7&MostraCon=false&CriaArq=false&TipoArq=1&SerieHist=true>>. Acesso em: 14 mai. 2010.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico** - SIGEL, 2007.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **População**. Santa Catarina. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/mapa_site/mapa_site.php#populacao>. Acesso em: 25 mai. 2010.
- SECRETARIA DO ESTADO DA AGRICULTURA E DESENVOLVIMENTO RURAL. ESTUDOS DOS INSTRUMENTOS DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS PARA O ESTADO DE SANTA CATARINA E APOIO PARA SUA IMPLEMENTAÇÃO. **Regionalização de Vazões das Bacias Hidrográficas Estaduais do Estado de Santa Catarina** – Volume 1 – Texto. Engecorps – Tetraplan – Lacaz Martins. Santa Catarina, 2007.
- SANTA CATARINA, SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO URBANO E MEIO AMBIENTE. **Bacias Hidrográficas de Santa Catarina: diagnóstico geral**. Florianópolis, 1997.
- SANTA CATARINA, SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **Panorama dos Recursos Hídricos de Santa Catarina**. Florianópolis, 2007.
- SANTA CATARINA, SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **Mapas das Regiões Hidrográficas**. Santa Catarina. Disponível em: < <http://www.aguas.sc.gov.br/base/sirhesc.php>> Acesso em: 26 mai. 2010.
- FURB – UNIVERSIDADE DE BLUMENAU. **Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí. Fase A – Diagnóstico e Prognóstico**. Santa Catarina. Blumenau, 2006.
- AMBIENTAL CONSULTORIA E PLANEJAMENTO LTDA. **Estudo de Impacto Ambiental – Usina Hidrelétrica Salto Pilão – Volume II**. Santa Catarina, Florianópolis, 1997.
- CONSÓRCIO EMPRESARIAL SALTO PILÃO. **Relatório de Ensaio nº 71298. AHE – Salto Pilão – Programa de Monitoramento e Controle da Qualidade da Água**. Santa Catarina, Blumenau, Fev/10.