

Diagnóstico e Prognóstico das Disponibilidades e Demandas Hídricas do Rio Cubatão do Norte – Joinville – Santa Catarina



**Mônica Lopes Gonçalves
Cladir Teresinha Zanotelli
Fabiano Antonio de Oliveira**



EXPEDIENTE GERAL

REITOR

Paulo Ivo Koehntopp

VICE-REITOR

Wilmar Anderle

PRÓ-REITORA DE ENSINO

Ilanil Coelho

PRÓ-REITORA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

Sandra Aparecida Furlan

PRÓ-REITORA DE EXTENSÃO E ASSUNTOS COMUNITÁRIOS

Therezinha Maria Novais de Oliveira

PRÓ-REITOR DE ADMINISTRAÇÃO

Martinho Exterkoetter

DIRETORA DO CAMPUS DE SÃO BENTO DO SUL

Giucélia Lourdes Spitzner

DIRETORA DO COLÉGIO DA UNIVILLE

Marilene de Fátima Pereira Gerent



PRODUÇÃO EDITORIAL

Editora Univille

COORDENAÇÃO GERAL

Reny Hernandes

REVISÃO

Cristina Alcântara

Viviane Rodrigues

PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO

Andréa Rosa de Oliveira Machado

Marisa Kanzler Aguayo

CRÉDITO DA FOTO (CAPA)

Programa de Extensão de Assessoria Técnico-científica ao
Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio
Cubatão do Norte – Joinville-SC (UNIVILLE)

IMPRESSÃO

Nova Letra Gráfica & Editora

TIRAGEM

1.000 exemplares

Catálogo na fonte pela Biblioteca Universitária da Univille

G635d Gonçalves, Mônica Lopes , Zanotelli, Cladir Teresinha , Oliveira, Fabiano Antonio / Diagnóstico e prognóstico das disponibilidades e demandas hídricas do Rio Cubatão do Norte – Joinville – Santa Catarina. – Joinville, SC : UNIVILLE, 2006.

92 p. ; 25 cm.

ISBN 85-87977-32-6

1. Bacia hidrográfica – Rio Cubatão do Norte. 2. Rio Cubatão – Joinville (SC). 3. Rio Cubatão – Recursos hídricos. I. Zanotelli, Cladir Teresinha. II. Oliveira, Fabiano Antonio de.

CDD 628.16

Reservados todos os direitos de publicação em língua portuguesa à EDITORA UNIVILLE.

Campus Universitário, s/n.º – Caixa Postal 246 – Bom Retiro

CEP 89201-972 – Joinville – SC – Brasil

Telefones: (47) 3461-9110/(47) 3461-9141 – Fax: (47) 3461-9027

e-mail: editora@univille.edu.br

ISBN 85-87977-32-6

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Universidade da Região de Joinville (UNIVILLE) pelo apoio ao Programa de Assessoria Técnica e Científica ao Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Cubatão do Norte; à Empresa Döhler S.A. pelo suporte logístico e financeiro, assim como à Fundação Municipal do Meio Ambiente (FUNDEMA); à Fundação Municipal 25 de Julho, ao Instituto de Pesquisa e Planejamento para o Desenvolvimento Sustentável de Joinville (IPPUJ), à Fundação do Meio Ambiente (FATMA), à Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), à Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN), à Secretaria de Desenvolvimento Sustentável (SDS), à Empresa Brasileira de Infra-Estrutura Aeroportuária (INFRAERO), ao Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO) e a outras instituições que porventura não tenham sido citadas, pela colaboração e fornecimento de dados.

Aos alunos Reginaldo José de Carvalho e Rafael Rosenstock Völtz, que elaboraram os mapas e gráficos, e aos alunos Paula Queiroz de Aquino e Rodrigo Otávio Batista, pela atualização dos dados.

A José Mário Gomes Ribeiro, Elaine Cristine Scheunemann Fischer, Edson Madeira, Sérgio Luís Hanke, Ângelo da Cruz, Osnildo Kamradt, Sílvio Meyer, Therezinha Maria Novais de Oliveira, Berenice Rocha Zabbot Garcia e Sônia Regina Macedo da Cruz, pela ajuda ao longo desses cinco anos.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	7
1. INTRODUÇÃO	9
2. LOCALIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA	11
3. DIAGNÓSTICO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS	14
3.1 Águas Superficiais	14
3.1.1 Aspectos Climáticos	14
3.1.2 Dados Fluviométricos	29
3.1.3 Disponibilidade Hídrica Regional	32
3.1.4 Áreas Sujeitas a Enchentes	34
3.1.5 Qualidade da Água Superficial	36
3.1.6 Processos Associados à Dinâmica Fluvial	43
3.2 Águas Subterrâneas	45
3.2.1 Quantidade	45
3.2.2 Qualidade	47
4. DIAGNÓSTICO E PROGNÓSTICO DAS DEMANDAS HÍDRICAS	50
4.1 Demanda Hídrica Atual da Bacia	50
4.2 Demanda Hídrica Futura da Bacia	52
4.3 Evolução das Atividades Produtivas e da Polarização Regional	55
4.4 Uso do Solo e Cobertura Vegetal	55
4.4.1 Agricultura	56
4.4.2 Pecuária	60
4.4.3 Áreas de Mineração	61
4.4.4 Áreas Urbanizadas	64
4.4.5 Áreas Degradadas	65
4.4.6 Áreas de Preservação Legal	65
4.4.7 Rede Hidrográfica	67
4.4.8 Infra-estrutura Viária	68
4.4.9 Cobertura Vegetal	68
4.5 Cadastro de Usuários da Água	69
4.5.1 Uso Doméstico	69

4.5.2	Uso Industrial	69
4.5.3	Pecuária e Aqüicultura	71
4.5.4	Extração Mineral	71
4.5.5	Geração de Energia	72
4.5.6	Recreação	72
4.5.7	Regularização de Vazões	72
4.5.8	Navegação	72
4.6	Uso Múltiplo das Águas	72
4.6.1	Saneamento Básico	72
4.6.2	Agropecuária e Irrigação	73
4.6.3	Geração de Energia	75
4.6.4	Transporte Hidroviário	75
4.6.5	Uso Industrial	75
4.6.6	Mineração e Garimpo	75
4.6.7	Pesca e Aqüicultura	78
4.6.8	Turismo e Lazer	79
5.	CENÁRIO TENDENCIAL DAS DEMANDAS HÍDRICAS	80
6.	DIAGNÓSTICO DA DINÂMICA SOCIAL DA BACIA	81
6.1	Caracterização Socioeconômica	82
6.2	Cenários de Crescimento Socioeconômico	82
6.3	Análise Institucional e Legal	84
6.4	Caracterização dos Padrões Culturais e Antropológicos	85
6.5	Caracterização dos Sistemas de Educação e de Comunicação	85
6.6	Identificação e Caracterização dos Atores Sociais Estratégicos	86
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	87
	REFERÊNCIAS	88

APRESENTAÇÃO

Hoje são enormes os desafios que as cidades brasileiras têm de enfrentar para atingir os equilíbrios econômico, social e ambiental e poder fazer projetos de desenvolvimento para as atuais e futuras gerações.

Durante os últimos anos o êxodo rural, as grandes diferenças na distribuição de renda e a falta de atuação correta de alguns foram responsáveis por uma ocupação desordenada que trouxe uma infinidade de problemas socioambientais, os quais vão desde a coleta e disposição inadequadas de resíduos sólidos urbanos até a baixa estrutura de saneamento. Tais problemas comprometem os recursos hídricos e conseqüentemente a possibilidade de desenvolvimento das cidades, demandando cada vez mais estudos que possam situar e sinalizar os rumos a serem tomados por essas populações.

Este livro apresenta-se como uma resposta a essas demandas, sob a forma de um trabalho da equipe do Programa de Extensão Universitária da Universidade da Região de Joinville (UNIVILLE) denominado Programa de Assessoria Técnica ao Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Cubatão do Norte – Joinville-SC, o qual teve início no ano 2000, a convite do então presidente do comitê da bacia, com o objetivo de realizar um diagnóstico socioambiental que subsidiasse a elaboração do Plano de Manejo Integrado da área. Primeiramente, estruturou-se a equipe de trabalho com professores e estudantes dos cursos de Engenharia Ambiental, Química Industrial, Geografia e Ciências Biológicas. Em seguida essa equipe elaborou um plano de trabalho para os diagnósticos de cada área, utilizando sistemas de informação geográfica para a montagem

de mapas temáticos (uso e ocupação, hidrografia, entre outros), análises físico-químicas e bacteriológicas para a determinação da qualidade da água, bem como medições de vazão e dados pluviométricos para trabalhar a disponibilidade hídrica.

Essas informações são repassadas para a comunidade por meio de programas de educação ambiental e por meio da página do comitê da bacia e têm sido de grande importância para a melhoria das ações conservacionistas e preservacionistas realizadas na bacia. Agora culminam com a produção deste livro, com uma linguagem mais técnica, propondo-se a atingir profissionais e acadêmicos que atuam na gestão de recursos hídricos e na capacitação de futuros gestores.

Therezinha Maria Novais de Oliveira

Engenheira Sanitarista e Ambiental
Pró-Reitora de Extensão e Assuntos Comunitários da UNIVILLE

INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica do Rio Cubatão do Norte (BHRC) é considerada uma das principais da região nordeste de Santa Catarina, com cerca de 80% de sua área total inserida no município de Joinville e 20% no município de Garuva, constituindo o principal contribuinte hídrico do complexo estuarino da Baía da Babitonga.

Para atender ao disposto na Lei Federal n.º 9.433/97 (BRASIL, 1997), foi criado em 1997 o Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Cubatão do Norte, conhecido como Comitê Cubatão Joinville (CCJ), efetivamente instalado desde 2000. Com o objetivo de otimizar seu desempenho como entidade gestora de recursos hídricos, o CCJ firmou desde o ano 2000 parceria com a Universidade da Região de Joinville (UNIVILLE) na forma de assessoria, visando desenvolver diversas atividades de natureza técnico-científica.

A assessoria ao CCJ efetuou ampla coleta e produção de dados sobre os meios físico e antrópico para compor um diagnóstico dos recursos hídricos da bacia hidrográfica, assim como um prognóstico de sua utilização, de modo a iniciar a elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Cubatão do Norte.

O documento norteador do presente diagnóstico foi o Termo de Referência Básico, disponibilizado pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos, que estabelece as orientações metodológicas para a organização de planos de recursos hídricos. Dessa forma, o presente diagnóstico/prognóstico das disponibilidades e demandas hídricas do Rio Cubatão do Norte representa parte fundamental para a elaboração do Plano de Recursos Hídricos dessa bacia.

A bacia hidrográfica do Rio Cubatão é responsável por cerca de 70% do abastecimento de água de Joinville e de parte do município de Araquari. No entanto alguns planos diretores

de abastecimento de água de municípios vizinhos prevêem captar água da bacia do Rio Cubatão, como é o caso de São Francisco do Sul. Assim, foi preciso que o presente diagnóstico abordasse as demandas futuras regionais, visto que há transposição de água da bacia do Rio Cubatão para as dos rios Cachoeira e Parati, com possibilidade de ocorrer a mesma situação em outras bacias.

O diagnóstico foi traçado para horizontes, envolvendo os próximos 5 anos (até 2010) como curto prazo, 10 anos (2015) como médio prazo e 20 anos (2025) como longo prazo. Para sua elaboração, foram consultados os seguintes documentos: *Atlas ambiental da região de Joinville*, EIAs/RIMAs da Usina Hidrelétrica do Cubatão, das Mineradoras, da Implantação do Aterro Sanitário Doméstico e Industrial e da Marina das Garças. Foram também consultados os termos de criação das APAs Dona Francisca e Quiriri – os Decretos Municipais n.º 8.055/97 (Joinville) e n.º 055/97 (Garuva), respectivamente –; o Programa SOS Nascentes, desenvolvido pela então Secretaria Municipal de Agricultura e Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Joinville; o Plano de Ação Global da Bacia Hidrográfica do Rio Cubatão, da Secretaria Municipal de Agricultura e Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Joinville; e o Plano de Abastecimento Público da Companhia Catarinense de Saneamento – CASAN.

A publicação do diagnóstico é etapa importante do processo de elaboração do Plano de Recursos Hídricos e visa disponibilizar para a comunidade o material até então produzido, fortalecendo assim a assessoria técnico-científica oferecida pela UNIVILLE ao CCJ.

LOCALIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA

A BHRC localiza-se na região nordeste de Santa Catarina, abrangendo áreas de dois municípios, os quais possuem as sedes administrativas fora da área da bacia: Joinville, com 396 km², ou seja, 80% da área total da bacia, e Garuva, com 96 km², isto é, 20% da área restante. A BHRC compõe 34% do território de Joinville e 19% do território de Garuva (figura 2.1). A bacia está compreendida entre as coordenadas UTM 680000/7122290 e 724010/7091990.

Segundo as regiões hidrográficas do Brasil definidas pela Agência Nacional de Águas (ANA, 2002), a BHRC está inserida na região costeira sul. Já no contexto do Estado de Santa Catarina, segundo a regionalização feita pela Secretaria do Desenvolvimento Sustentável (SDS), a BHRC situa-se na região hidrográfica 6 da baixada norte (figura 2.1).

A área total da bacia é de 492 km², com uma extensão do canal principal de 88 km. Sua nascente está situada na Serra Queimada, na cota altimétrica de 1.100 m, e sua foz, no estuário da Baía da Babitonga.

Em sua margem direita, o Rio Cubatão do Norte recebe contribuição dos seguintes tributários: Tigre, Jerônimo Coelho, Seco, Isaac, Prata, Fleith, Kundt, Lindo, Alandf, do Braço e Mississipi. Já na sua margem esquerda possui os seguintes afluentes: Campinas, Vermelho, Rolando, Rio do Meio e Quiriri, sendo este o maior contribuinte. Todos esses afluentes possuem suas nascentes na Serra do Mar, localizadas em cotas altimétricas elevadas, em geral acima de 700 m, sendo as únicas exceções as nascentes dos rios Mississipi e do Braço, situadas nas cotas de 250 m e 18 m, respectivamente (figura 2.2).

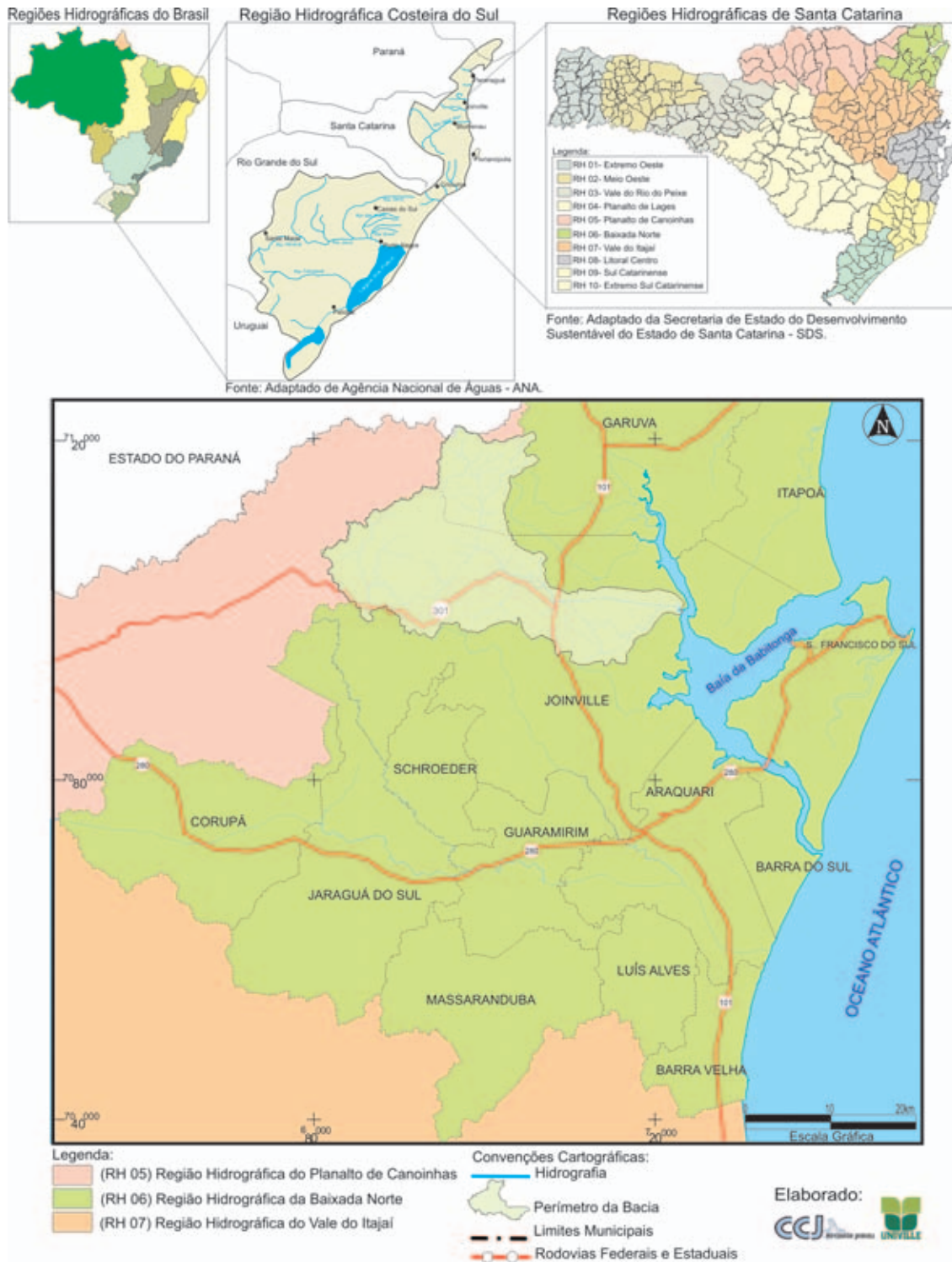


Figura 2.1 – Localização da bacia hidrográfica do Rio Cubatão

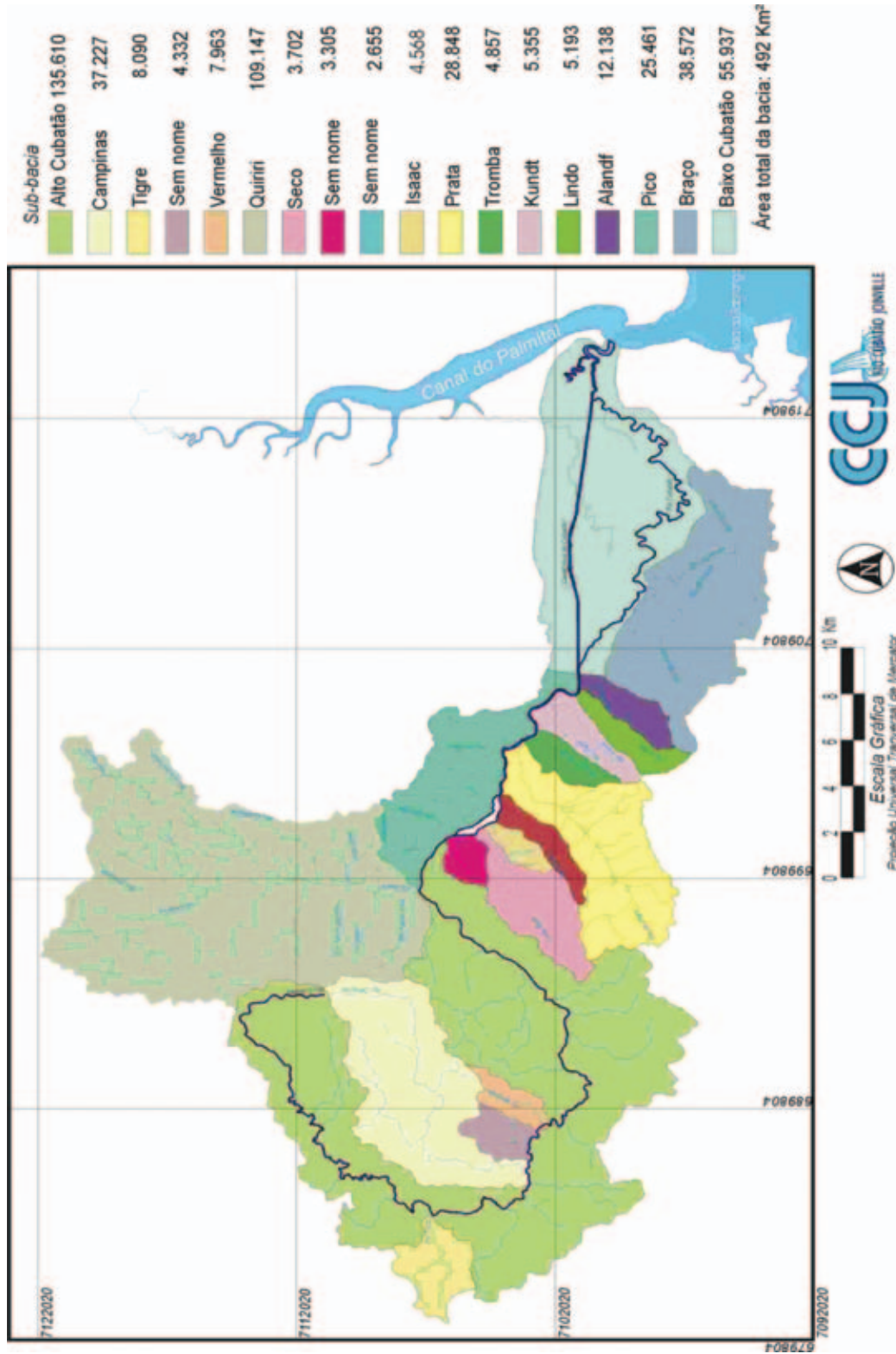


Figura 2.2 – Localização das microbacias da região

DIAGNÓSTICO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS

3.1 Águas Superficiais

3.1.1 Aspectos Climáticos

A região Sul do Brasil é considerada por Nimer (1979) como uma das regiões do globo que apresentam a melhor distribuição de chuvas durante o ano. O autor declara que os sistemas de circulação atmosférica associados à ocorrência de chuvas atuam com frequência anual mais ou menos semelhante sobre todo o território da região Sul.

A alternância do predomínio das principais massas de ar que circulam sazonalmente na região é responsável pelo equilíbrio climático observado. Segundo Veado *et al.* (2002), predominam no Estado de Santa Catarina durante o verão as massas de ar equatorial continental (mEc), tropical atlântica (mTa) e, eventualmente, tropical continental (mTc). No inverno, a passagem da frente polar atlântica (FPA) precede a chegada da massa polar atlântica (mPa), que desloca as massas tropicais para o centro e o norte do país.

Diversas classificações podem ser aplicadas aos tipos e subtipos climáticos que ocorrem na região Sul do Brasil e no Estado de Santa Catarina. Elas procuram associar diferentes parâmetros climáticos, que se traduzem na definição de grupos climáticos principais. Thornthwaite propôs em 1948 uma classificação baseada no “conceito de evapotranspiração potencial, balanço hídrico e um índice de umidade derivado de dados puramente climáticos” (AYOADE, 1996). Segundo Gaplan (1986), ocorrem no Estado de Santa Catarina os tipos climáticos superúmido e úmido conforme a classificação de Thornthwaite. Na região de Joinville há ambos os tipos. Na área que engloba o baixo e o médio curso do canal principal da BHRC ocorre o clima superúmido mesotérmico (AB'4ra'), com pouco ou nenhum déficit hídrico e evapotranspiração potencial abaixo

de 48%. Na área do alto curso do Rio Cubatão ocorre o clima úmido mesotérmico (B4B'3ra'), com pouco ou nenhum déficit hídrico e evapotranspiração potencial abaixo de 48%.

O modelo de classificação proposto por Köppen, desenvolvido entre 1900 e 1936, abrange cinco grupos principais, subdivididos com base na distribuição sazonal da precipitação e nas características da temperatura. Tal combinação permite a composição de 24 diferentes tipos climáticos. Segundo a EPAGRI¹ (2002), ocorrem no Estado de Santa Catarina dois tipos climáticos principais: o clima temperado chuvoso e moderadamente quente, úmido em todas as estações, com verão quente (Cfa), e o clima temperado chuvoso e moderadamente quente, úmido em todas as estações, com verão moderadamente quente (Cfb). Conforme a classificação de Köppen, são encontrados na BHRC os tipos Cfb no alto curso e Cfa no baixo e médio cursos (figura 3.1). A ocorrência dos tipos climáticos está relacionada à compartimentação topográfica da bacia hidrográfica, fato que influencia a distribuição da precipitação pluviométrica local e regional.

3.1.1.1 Pluviometria

Com relação aos índices pluviométricos, foram coletados dados de estações em funcionamento e séries históricas fornecidas pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), de estações que funcionaram na bacia e em suas adjacências (tabela 3.1), cuja distribuição espacial pode ser observada na figura 3.2. Os índices de precipitação anual são apresentados na tabela 3.2.

Tabela 3.1 – Estações pluviométricas e climatológicas inseridas na BHRC e adjacências

Código (Agência ANEEL)	Estação	Operador	Período
2648014	Joinville	RVPSC	1940-1999
2648005	Joinville	CELESC	1940-1980
	Joinville – Bracinho	DNOS	1953-1975
2649036	Quiriri*	DNAEE	1956-1966
2649060	Salto 1 do Cubatão	DNAEE	1982-1998
2648027	Garuva	DNAEE	1977-1999
2649057	Campo Alegre	ANA	1982-2000
649060	Tupy**	Tupy	1972-2001
2648034	Estrada dos Morros	CASAN	1987-2000
2648028	Pirabeiraba	CASAN	1988-2000
2648036	UDESC-UNIVILLE**	CLIMERH	1996-

* Estação retomada em janeiro de 2003

** Estação em funcionamento

¹ Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A.

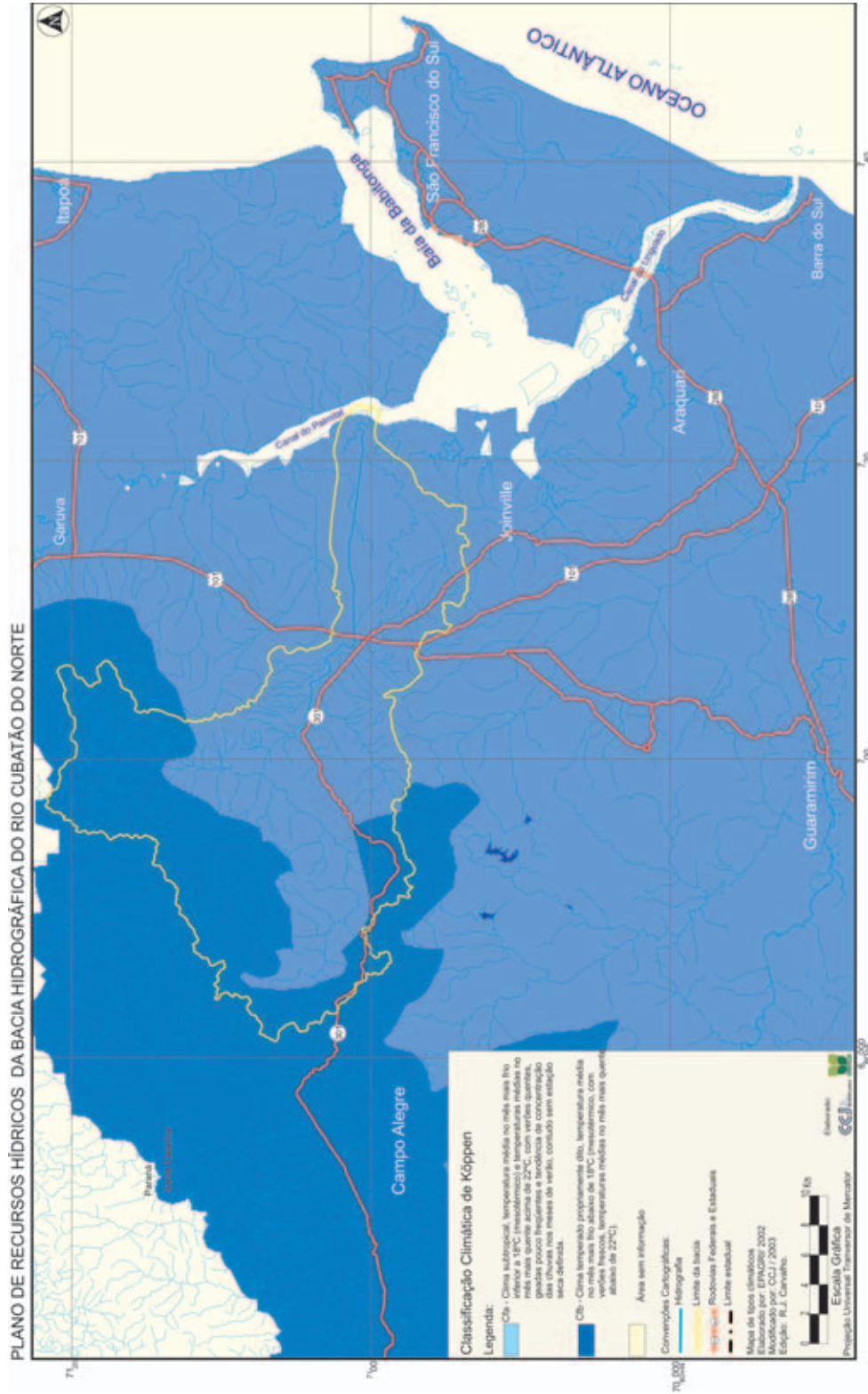


Figura 3.1 – Mapa dos tipos climáticos segundo Köppen na região nordeste de Santa Catarina
Fonte: EPAGRI/2002

Entre as 11 estações pertencentes à rede da ANEEL (tabela 3.1) cujos dados foram analisados, quatro encontram-se dentro dos limites da BHRC: UDESC-UNIVILLE, Pirabeiraba, Quiriri e Salto 1 do Cubatão.

Para melhor contextualização espacial dos resultados obtidos nas estações, estas foram agrupadas conforme sua situação topográfica: na planície costeira, junto à frente de escarpa da Serra do Mar e no planalto (reverso da escarpa).

Encontram-se na planície costeira as estações Tupy, Joinville (RVPSC), Joinville (CELESC), UDESC-UNIVILLE e Pirabeiraba. Junto à frente de escarpa estão localizadas as estações Quiriri, Estrada dos Morros, Garuva e Salto 1. No planalto situam-se as estações Bracinho e Campo Alegre (figura 3.2).

O período de análise abrangeu um intervalo de 50 anos (1953 a 2003). É importante ressaltar que nem todas as estações consideradas funcionaram contínua e simultaneamente no período estudado (tabelas 3.1 e 3.2). O período que apresentou o maior número de estações funcionando simultaneamente foi de 1988 a 2000, com sete estações ativas.

Tabela 3.2 – Índices pluviométricos anuais das estações estudadas

Ano	Jlle RVPSC	Jlle CELESC	Bracinho	Quiriri	Tupy	Garuva	Salto 1	Campo Alegre	Estrada dos Morros	Pirabeiraba	Udesc-Univille	Média anual
1953	*	*	1.947,3	*	*	*	*	*	*	*	*	1.947,3
1954	*	*	2.881,4	*	*	*	*	*	*	*	*	2.881,4
1955	*	*	1.921,2	*	*	*	*	*	*	*	*	1.921,2
1956	*	*	2.323,1	2.040,3	*	*	*	*	*	*	*	2.181,7
1957	*	*	3.625,9	3.352,1	*	*	*	*	*	*	*	3.489,0
1958	*	*	2.243,3	2.537,1	*	*	*	*	*	*	*	2.390,2
1959	*	*	2.073,5	1.868,4	*	*	*	*	*	*	*	1.971,0
1960	*	*	2.878,8	2.545,5	*	*	*	*	*	*	*	2.712,2
1961	*	*	2.738,5	2.148,3	*	*	*	*	*	*	*	2.443,4
1962	*	*	1.412,7	1.660,3	*	*	*	*	*	*	*	1.536,5
1963	*	*	2.245,1	2.088,6	*	*	*	*	*	*	*	2.166,9
1964	*	*	2.051,8	2.055,8	*	*	*	*	*	*	*	2.053,8
1965	*	1.622,6	2.604,9	2.637,4	*	*	*	*	*	*	*	2.288,3
1966	1.944,8	2.010,4	2.608,9	2.183,2	*	*	*	*	*	*	*	2.186,8
1967	1.653,9	2.169,2	2.698	*	*	*	*	*	*	*	*	2.173,7
1968	1.242,2	1.771	1.651,7	*	*	*	*	*	*	*	*	1.555,0
1969	1.513,3	2.006,4	2.341,1	*	*	*	*	*	*	*	*	1.953,6
1970	1.411,4	2.236,6	2.666,4	*	*	*	*	*	*	*	*	2.104,8
1971	1.569,9	1.937,9	2.269,5	*	*	*	*	*	*	*	*	1.925,8
1972	*	3.194,1	3.141,2	*	2.430	*	*	*	*	*	*	2.921,7
1973	1.968,7	2.023,4	2.621,4	*	1.943	*	*	*	*	*	*	2.139,0
1974	1.825,1	1.919,9	2.295,2	*	1.454	*	*	*	*	*	*	1.873,6
1975	1.759,8	2.057,3	2.344,9	*	1.791	*	*	*	*	*	*	1.988,2
1976	1.398,7	1.362,5	*	*	1.859	*	*	*	*	*	*	1.540,0
1977	1.612,2	2.240,1	*	*	2.001	2.677,3	*	*	*	*	*	2.132,7
1978	1.433,9	1.496,4	*	*	1.484	2.128,8	*	*	*	*	*	1.635,7

Continuação da tabela 3.2

Ano	Jlle RVPSC	Jlle CELESC	Bracinho	Quiriri	Tupi	Garuva	Salto 1	Campo Alegre	Estrada dos Morros	Pirabeiraba	Udesc-Univille	Média anual
1979	1.055,7	1.220,9	*	*	1.572	943,7	*	*	*	*	*	1.198,1
1980	1.157,8	1.365,7	*	*	2.001	588,7	*	*	*	*	*	1.278,3
1981	*	*	*	*	1.525	1.890,5	*	*	*	*	*	1.707,7
1982	*	*	*	*	2.297	1.478,6	2.388,2	1.722,9	*	*	*	1.971,8
1983	1.014,2	*	*	*	2.716	3.711,1	3.341,7	2.446,9	*	*	*	2.645,9
1984	1.862,8	*	*	*	1.922	2.280,4	2.002,1	1.724,7	*	*	*	1.958,5
1985	528,8	*	*	*	1.531	2.281,4	1.728,5	985,8	*	*	*	1.411,2
1986	1.426,2	*	*	*	1.753	2.755,6	1.944,6	1.449,2	*	*	*	1.865,7
1987	1.566,1	*	*	*	1.883	2.573,2	2.588,7	1.751,7	3.642,5	*	*	2.334,1
1988	1.462,8	*	*	*	1.522	2.750,4	2.052,4	1.356,7	3.235,6	2.319,7	*	2.099,9
1989	1.886,6	*	*	*	1.948	2.806,4	2.385,4	1.573,3	3.273,2	2.617,9	*	2.355,8
1990	1.019,6	*	*	*	2.203	1.080	2.984,4	609	4.235,3	2.966,1	*	2.156,8
1991	344,8	*	*	*	1.945	1.755,9	1.751,6	1.116,9	3.336,8	1.978,8	*	1.747,1
1992	951,6	*	*	*	1.799	2.144,9	1.973,5	1.862,6	3.310,2	2.166,9	*	2.029,8
1993	1.659,3	*	*	*	1.927	2.266,1	2.389,7	1.571,5	3.663,8	2.407,9	*	2.269,3
1994	1.776,4	*	*	*	1.791	2.479,6	2.206,3	1.536,4	3.368,3	2.614,4	*	2.253,3
1995	1.922,5	*	*	*	2.192	2.735,6	2.535,7	1.746,3	2.185,9	2.411,6	*	2.247,1
1996	2.059,6	*	*	*	*	2.889,7	2.630,5	2.008,7	2.851	2.839,5	2.435,3	2.530,6
1997	1.747,3	*	*	*	*	2.383	2.258,6	1.657	3.047,7	2.718,5	2.190,5	2.286,1
1998	2.741,8	*	*	*	3.089	3.047	3.024,1	2.152	3.145,5	3.047,1	3.298,5	2.943,1
1999	1.047,5	*	*	*	2.120	1.460,9	*	1.470	2.854,4	*	2.566,2	1.919,9
2000	*	*	*	*	1.973	*	*	1.373,4	2.322,6	1.990,8	1.676,4	1.867,3
2001	*	*	*	*	1.439	*	*	*	*	*	2.340,9	1.890,1
2002	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	2.000,8	2.000,8
2003	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1.619,9	1.619,9

Os dados pluviométricos cujas médias anuais indicavam valores inferiores a 1.000 mm e superiores a 3.500 mm foram desconsiderados, por não se adequarem à realidade climática regional, o que sugere possíveis equívocos de leitura. Nessa análise, reforça-se o fato de que o regime de chuvas apresentou uma variação espacial determinada pela orografia, com uma maior pluviosidade na bacia do Rio Quiriri e na região dos Saltos do Cubatão, localizados na escarpa da Serra do Mar, decrescendo à medida que se aproxima do divisor de águas no extremo oeste da bacia, já no planalto norte catarinense (figura 3.2). A amplitude de precipitação média anual das estações para o período estudado está compreendida entre a média anual máxima de 3.489 mm, registrada no ano de 1957, e a média anual mínima de 1.198 mm, registrada no ano de 1979. Tal fato indica a existência de uma alternância ao longo dos anos entre fases mais secas ou mais úmidas, conforme figura 3.3.

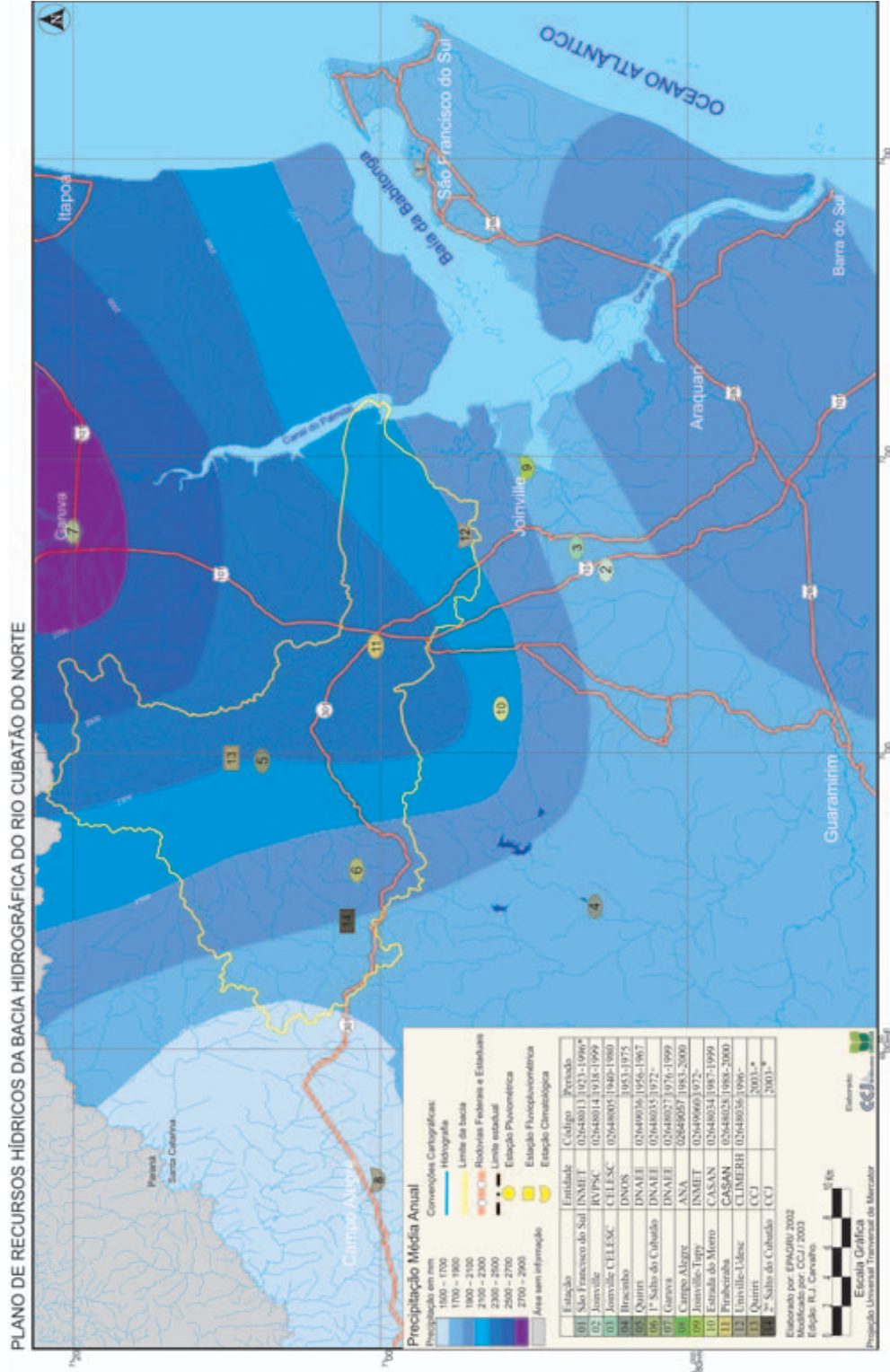


Figura 3.2 – Mapa de distribuição da precipitação na região nordeste do Estado de Santa Catarina e distribuição geográfica das estações analisadas

* Estações que não pertencem à rede da ANEEL

Fonte: EPAGRI/2002

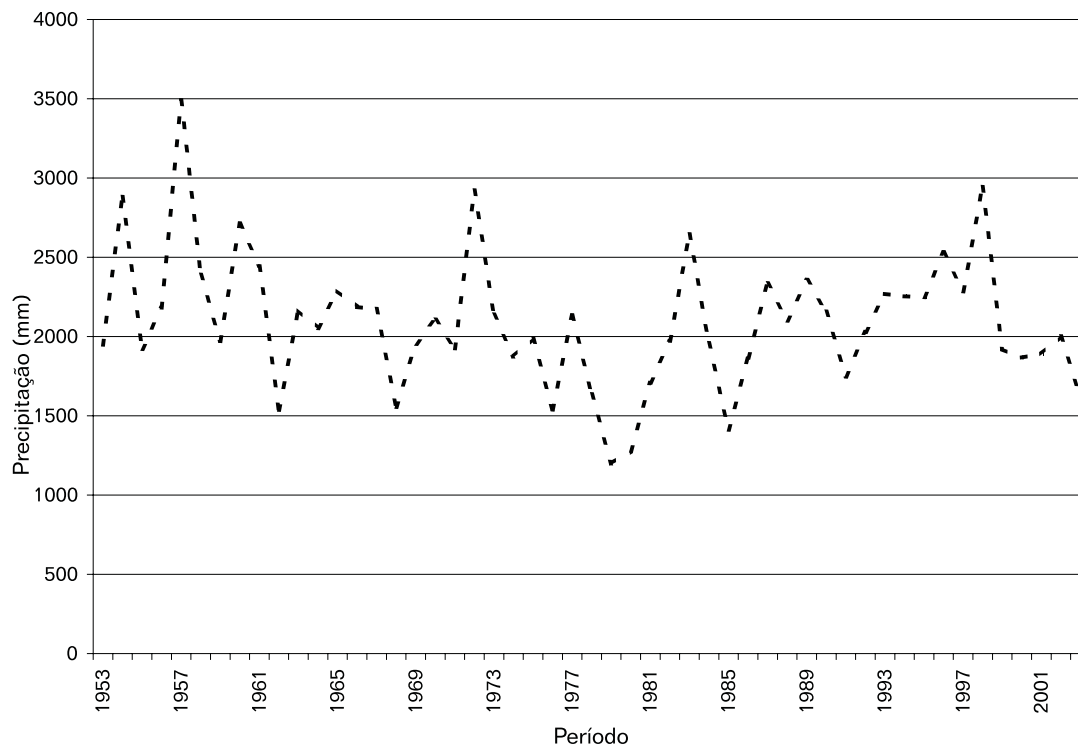


Figura 3.3 – Amplitude de precipitação média anual de todas as estações para um período de 50 anos

A BHRC, em geral, não apresenta um regime pluviométrico anual com variação acentuada entre períodos chuvosos e secos, podendo ocorrer, porém, precipitações intensas em qualquer época do ano. As médias mensais indicaram uma variação sazonal, com maior pluviosidade na primavera e verão, especialmente nos meses de janeiro e fevereiro, e menor pluviosidade no outono e inverno, com mínimos em junho e julho.

Para efeito comparativo, as médias de precipitação das estações localizadas nos diferentes ambientes (figuras 3.4, 3.5 e 3.6) foram sobrepostas à curva de precipitação média geral que consta na figura 3.3.

Os dados das estações localizadas na área de planície costeira (figura 3.4) apresentaram, via de regra, menor amplitude de precipitação (1.400-2.700 mm) que os das estações localizadas junto à frente de escarpa (figura 3.5) e no planalto (figura 3.6), cujas amplitudes variaram de 1.250 a 3.200 mm e de 1.000 a 3.000 mm, respectivamente.



Figura 3.4 – Precipitação média anual das estações que operaram e operam na planície costeira

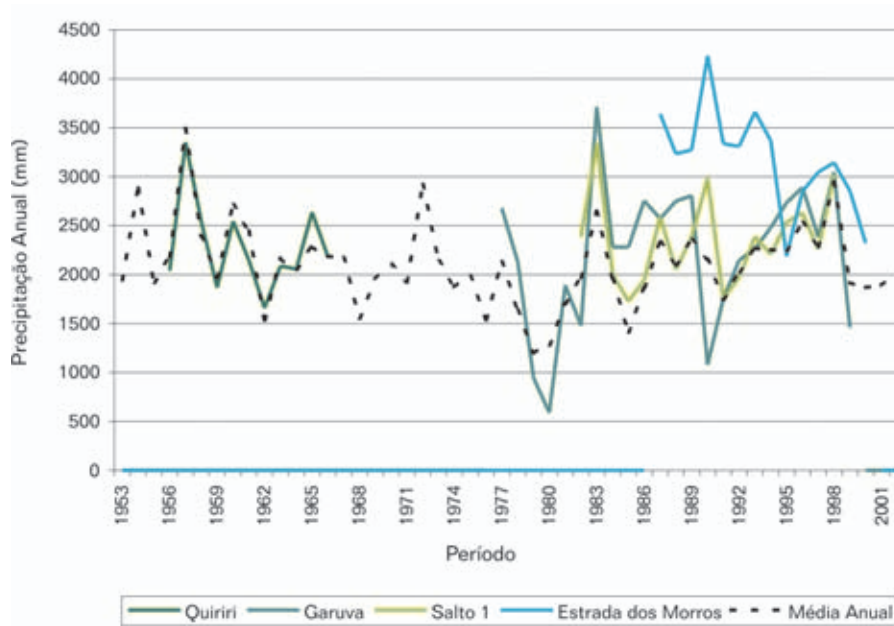


Figura 3.5 – Precipitação média anual das estações que operaram na frente da escarpa da Serra do Mar

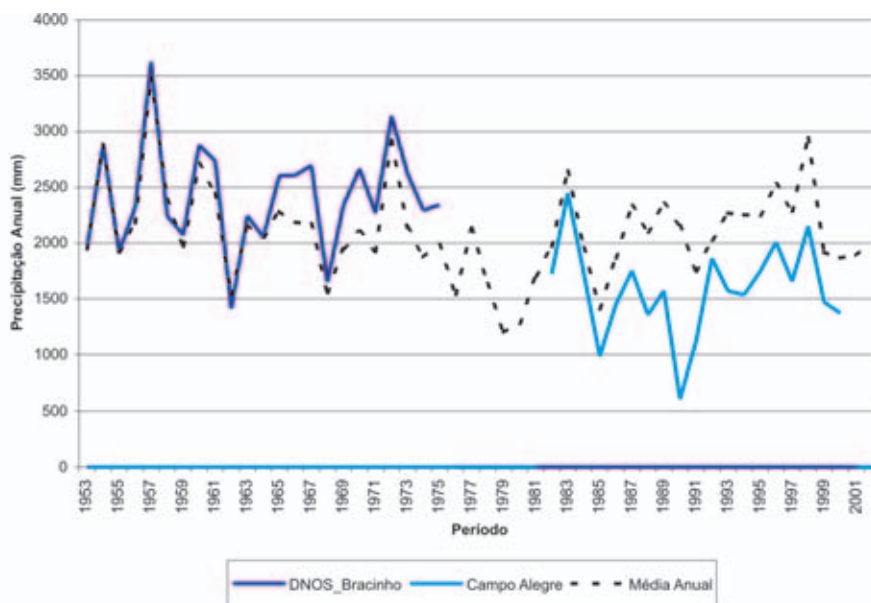


Figura 3.6 – Precipitação média anual das estações que operaram no planalto

Na figura 3.7 constam os valores medidos no período de 1996 a 2003 na Estação Meteorológica da UDESC-UNIVILLE.

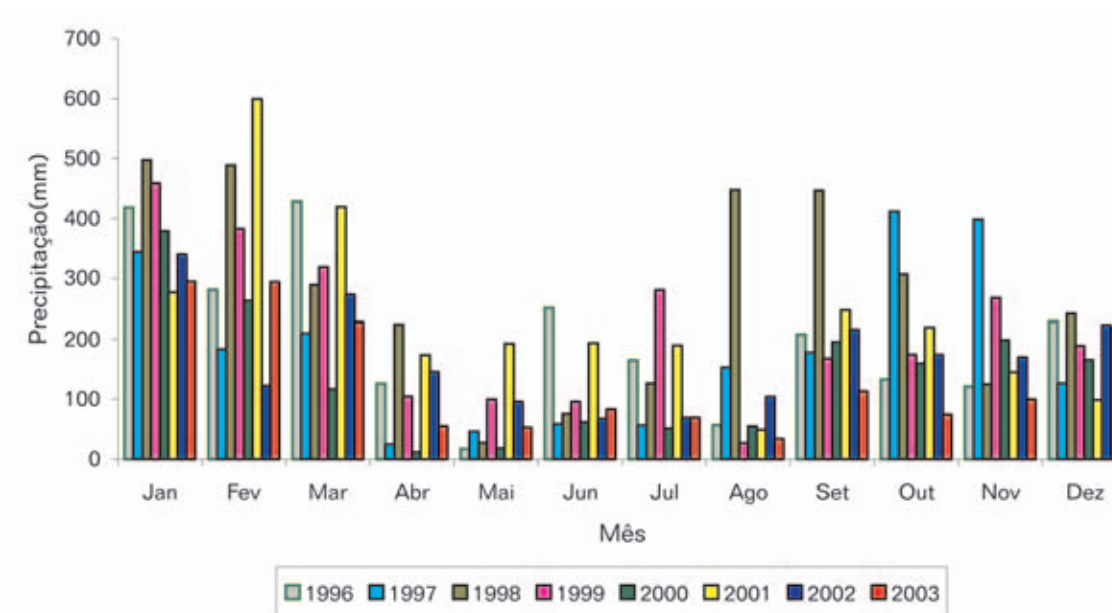


Figura 3.7 – Precipitações pluviométricas de 1996 a 2003, obtidas na Estação Meteorológica da UDESC-UNIVILLE

A Estação Meteorológica da UDESC-UNIVILLE está localizada no baixo curso do Rio Cubatão e apresenta uma média de precipitação anual de 2.265,7 mm; a média mínima atingiu 1.616,9 mm em 2003, e a máxima, 3.299 mm no ano de 1998. Na figura 3.7 observa-se que os totais mensais medidos no período indicam uma acentuada redução nos meses de abril a agosto, com uma precipitação mínima mensal em abril de 2000 (12,1 mm). Nos meses de setembro a março houve um aumento dos índices pluviométricos, atingindo uma máxima mensal em fevereiro de 2001 (599,4 mm).

No período de 1953 a 2002 obteve-se uma média anual geral para todas as estações analisadas de 171 dias de chuva. A estação que registrou o total máximo foi a Estrada dos Morros, com 266 dias de chuva em 1990, enquanto o total mínimo foi de 100 dias registrados na estação Joinville (RVPS) em 1958 e 1970.

Para a estação da UDESC-UNIVILLE obteve-se uma média anual total de 171 dias, semelhante ao total obtido para o conjunto das estações localizadas na BHRC e entorno. Com relação às médias mensais de dias de chuva, registrou-se nessa estação uma média de 8 a 10 dias de chuva por mês entre os meses de abril e agosto, com um mínimo de 3 dias (abril de 2000), enquanto nos meses de setembro a março o número de dias de chuva variou de 15 a 20 dias, alcançando um pico máximo de 26 dias em setembro de 1998.

3.1.1.2 Temperatura

Os dados de temperatura (tabela 3.3) foram obtidos por intermédio das séries históricas das estações climatológicas da UDESC-UNIVILLE e Tupy. Os dados da primeira abrangeram o período de 1996 a 2002, e os da segunda, de 1972 a 2002, com interrupção de leituras nos anos 1996 e 1997.

As temperaturas médias anuais para ambas foram bastante próximas, verificando-se 22,3°C para a estação UDESC-UNIVILLE e 22,1°C para a estação Tupy (figura 3.8).

Com relação às temperaturas médias máximas e mínimas, registrou-se na estação da UDESC-UNIVILLE uma média máxima de 39,5°C no mês de setembro de 1997 e uma média mínima de 5,5°C em julho de 1997. A temperatura mínima absoluta registrada nessa estação foi de -1°C em julho de 1997, e a máxima, de 41°C em setembro de 1997. Já na estação Tupy, registrou-se média máxima de 33,8°C em janeiro de 1984 e média mínima de 10,4°C em julho de 1975.

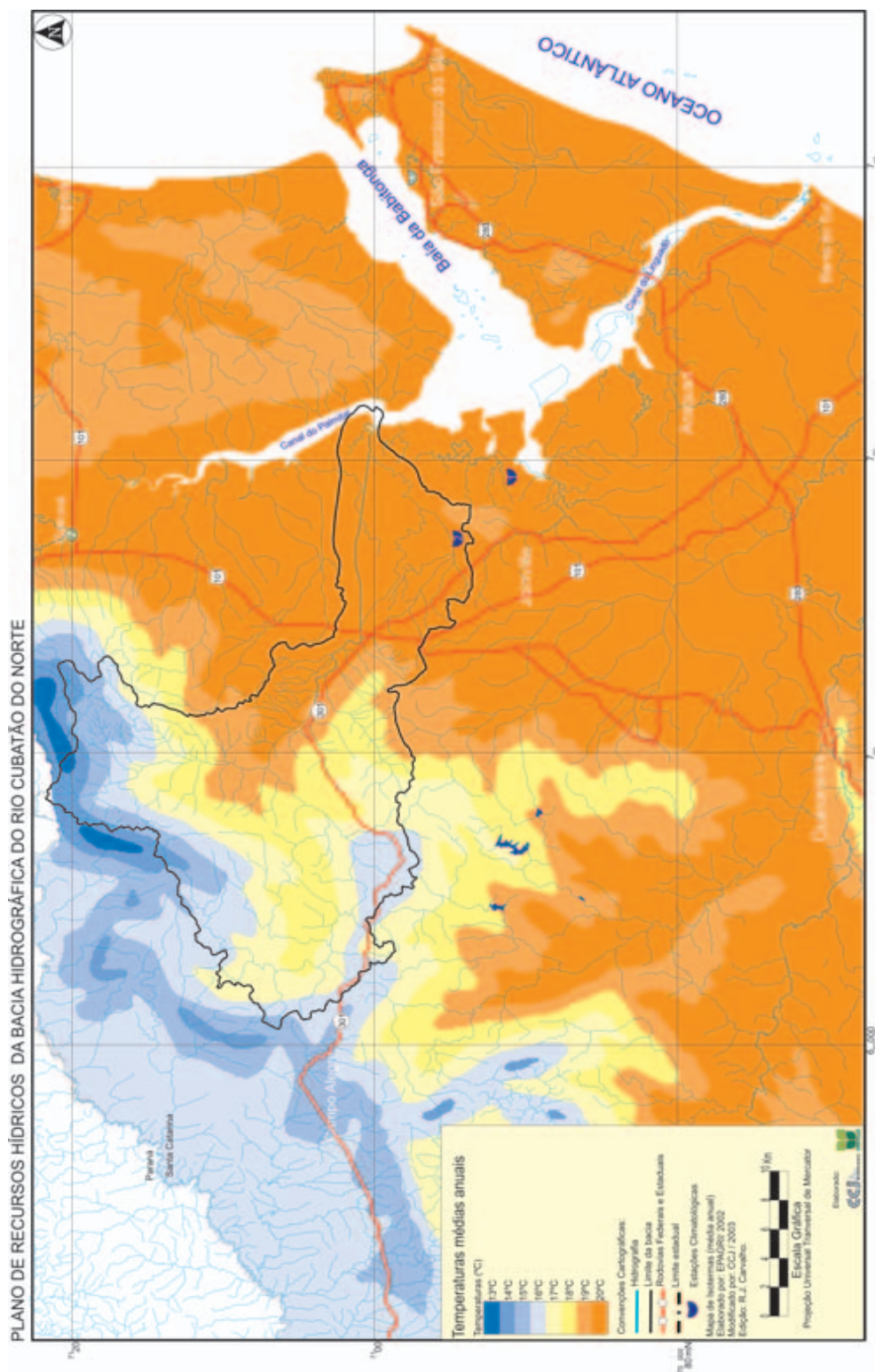


Figura 3.8 – Mapa de temperaturas da região nordeste do Estado de Santa Catarina

Fonte: EPAGRI (2002)

Tabela 3.3 – Temperaturas médias mensais

Mês	Estação UDESC-UNIVILLE (1996/2002)	Estação Tupy (1972/2002)
Janeiro	26,2	26,8
Fevereiro	26,4	26,1
Março	27,5	25,3
Abril	24,4	23,3
Maiο	21,1	20,6
Junho	18,6	18,4
Julho	16,9	17,9
Agosto	18,3	18,3
Setembro	19,8	19,3
Outubro	20,8	21,2
Novembro	23,0	23,2
Dezembro	25,0	25,1
Média geral	22,3	22,1

3.1.1.3 Umidade relativa do ar

Os dados referentes à umidade relativa do ar foram obtidos das séries históricas das estações Tupy e UDESC-UNIVILLE.

O período de análise dos dados da estação Tupy foi de 1984 a 2001. Já os dados da estação UDESC-UNIVILLE corresponderam aos anos de 1996 a 2002.

Na estação Tupy registrou-se a média mensal máxima de 85% em setembro de 1988 e a mínima de 62,9% em dezembro de 1988. A média máxima anual foi de 79,3% em 1993, e a mínima, de 68,8% em 1999. A média anual geral para o período analisado foi de 75,2%.

Na estação UDESC-UNIVILLE registrou-se uma média mensal máxima de umidade relativa do ar de 94,3% em setembro de 1997 e uma média mínima mensal de 63,9% em junho de 1999. A média máxima anual foi de 90,2% em 1998, e a mínima, de 73,6% em 1996. A média anual geral registrada no período foi de 83,9% (tabela 3.4).

Tabela 3.4 – Valores médios máximos e mínimos anuais e mensais da umidade relativa do ar

Valores	Tupy		UDESC-UNIVILLE	
	(%)	Data ocorrência	(%)	Data ocorrência
Média mensal máxima	85	9/1988	94,3	9/1997
Média mensal mínima	62,9	12/1988	63,9	6/1999
Média máxima anual	79,3	1993	90,2	1998
Média mínima anual	68,8	1999	73,6	1996
Média anual geral	75,2		83,9	

3.1.1.4 Evapotranspiração

Os totais de evapotranspiração obtidos para a BHRC e entorno foram registrados na estação Tupy no período de 1972 a 1983. A estação da UDESC-UNIVILLE iniciou o registro de dados de evapotranspiração a partir de janeiro de 2000. Como os dados das estações não são comparáveis, por se referirem a períodos distintos, serão analisados somente os da estação UDESC-UNIVILLE (tabela 3.5).

Registraram-se na estação da UDESC-UNIVILLE uma média mensal máxima de 67,5 mm em janeiro de 2002 e uma média mensal mínima de 25,4 mm em junho de 2002. A média anual máxima registrada foi de 47,6 mm no ano 2000 (figura 3.9).

Tabela 3.5 – Evapotranspiração total mensal (mm) na Estação Meteorológica da UDESC-UNIVILLE

Mês	2000	2001	2002	2003
Janeiro	53,8	66,5	67,5	55,6
Fevereiro	52,6	47	60,9	60
Março	50,8	59,5	63,2	58,4
Abril	61,1	37,5	36,3	45,3
Mai	52,2	35,5	32,6	53,1
Junho	31,2	35,6	25,4	30,6
Julho	46,7	29,8	34,3	28,8
Agosto	34,3	34,4	35,1	46,5
Setembro	26,5	34,5	45,4	41,9
Outubro	48,7	59,6	40,9	52,1
Novembro	48,4	51,4	57,7	80,2
Dezembro	65,1	60,3	50,7	55,1
Média	47,62	45,97	45,83	50,63

A variação dos valores de evapotranspiração está apresentada na figura 3.9.



Figura 3.9 – Dados de evapotranspiração mensais de 2000 a 2003 obtidos na Estação Meteorológica da UDESC-UNIVILLE

Os meses com maior evapotranspiração correspondem aos de verão, por haver maior temperatura do ar e maior insolação.

3.1.1.5 Direção e velocidade dos ventos

Os dados de direção e velocidade dos ventos disponíveis são relativos exclusivamente à estação meteorológica da Tupy, obtidos no período de 1976 a 1985. As direções predominantes e a velocidade refletem a ação dos sistemas de circulação atmosférica atuantes na região, anteriormente descritos.

A localização dessa estação, próxima ao estuário da Baía da Babitonga e cercada pelo Morro Boa Vista a oeste, permite que sejam registrados com maior precisão os ventos dos quadrantes sul e leste. Os ventos provenientes dos demais quadrantes têm seu registro influenciado pelas topografias local e regional. Em razão dessas interferências, os registros do quadrante oeste ficaram prejudicados. A predominância dos ventos foi registrada no quadrante leste, seguido dos quadrantes nordeste no verão e sudeste no inverno (figura 3.10).

Quanto à velocidade dos ventos, registrou-se uma média geral de 6,3 km/h, com velocidade média máxima registrada de 8,4 km/h no quadrante leste e média mínima de 4,5 km/h no quadrante norte (figura 3.11).

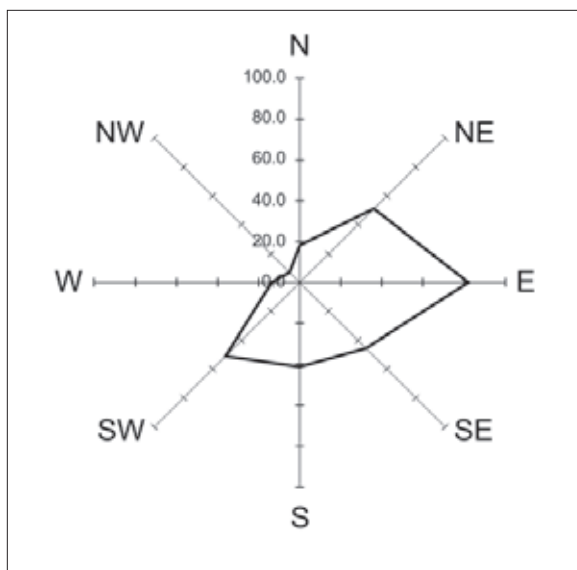


Figura 3.10 – Direção dos ventos (%), Estação da Tupy

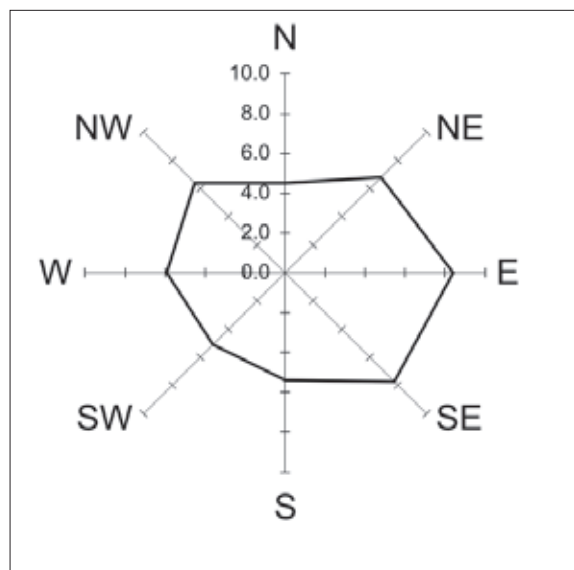


Figura 3.11 – Velocidade média dos ventos (km/h), Estação da Tupy

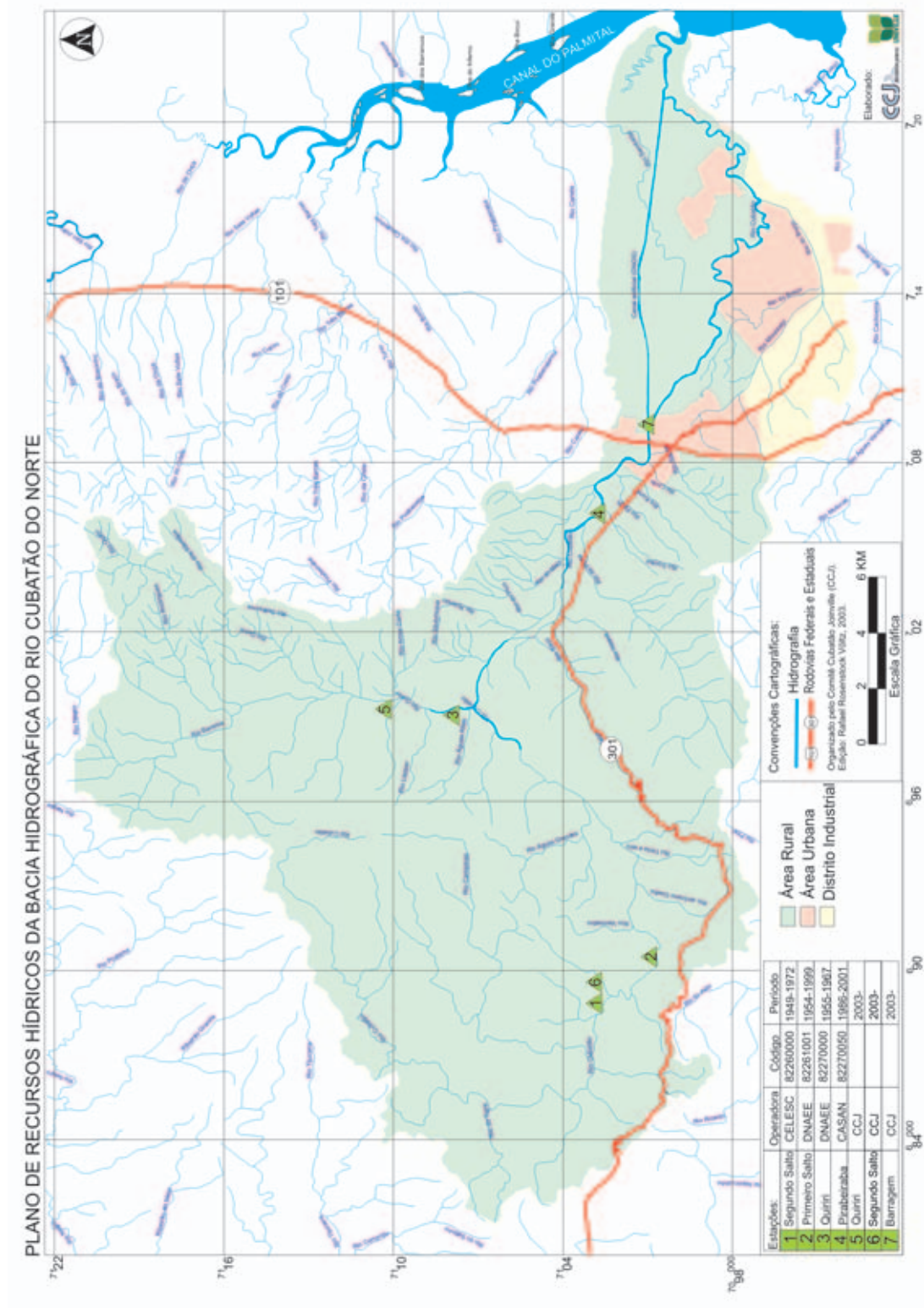


Figura 3.12 – Localização geográfica das estações fluviométricas

3.1.2 Dados Fluviométricos

Os dados referentes à vazão foram registrados no período de 1953 a 2003 em cinco estações fluviométricas: Salto 2, Salto 1, Quiriri, Pirabeiraba/CASAN e Barragem do Rio Cubatão, junto à BR-101. Não foi possível recuperar os dados da estação Salto 2, que operou entre 1959 e 1962, e Quiriri, que operou de 1955 a 1967. Atualmente existem duas novas estações em operação, uma no Salto 2 e outra no Rio Quiriri, que ainda estão, porém, em fase de calibragem.

A medição de vazão na barragem do Rio Cubatão, junto à BR-101, tem sido efetuada pela UNIVILLE desde abril de 2000. Os registros da estação Salto 1, que operou entre 1953 e 2001, e da estação Pirabeiraba/CASAN, que operou entre 1986 e 2001, estão disponibilizados em série histórica pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Os dados referentes à estação Pirabeiraba/CASAN apresentaram discrepâncias significativas em relação às estações Salto 1 e Barragem. A distribuição geográfica das estações pode ser observada na figura 3.12.

Quanto à situação topográfica, a estação Salto 1 localizava-se no limite superior da frente de escarpa da Serra do Mar, o que caracteriza a passagem de fluxos hídricos de média para alta energia. A estação Quiriri localizava-se no sopé da frente de escarpa, próxima à confluência com o Rio Cubatão, o que permite a existência de canais fluviais com fluxos de menor energia, porém mais caudalosos. A estação Pirabeiraba/CASAN localizava-se junto à Estação de Tratamento de Água, na planície de transição entre o médio e o baixo curso do Rio Cubatão, com características de meandramento e menor energia do fluxo hídrico.

A figura 3.13 representa os valores médios mensais de vazão para o Salto 1 no período de 1953 a 2001, com interrupção nas medições entre os anos de 1972 e 1983. Observou-se uma média de vazão mensal de 4,1 m³/s, sendo a média máxima mensal de 6,2 m³/s para o mês de fevereiro e a média mínima mensal de 3,3 m³/s para o mês de agosto. Em relação aos valores máximos e mínimos absolutos, o valor mínimo registrado foi de 0,938 m³/s no dia 21 de agosto de 1953, enquanto o máximo foi de 74,7 m³/s no dia 9 de fevereiro de 1995.

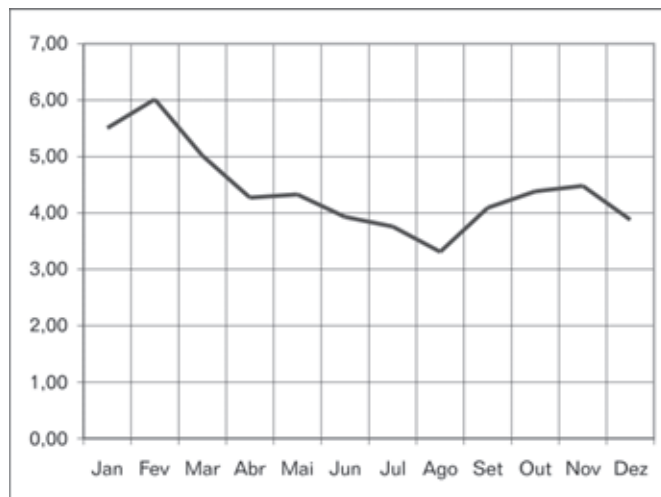


Figura 3.13 – Vazão média mensal disponibilizada pela ANEEL para o Salto 1 no período de 1953 a 2001

A figura 3.14 apresenta os valores médios anuais de vazão para o período de 1984 a 2001.

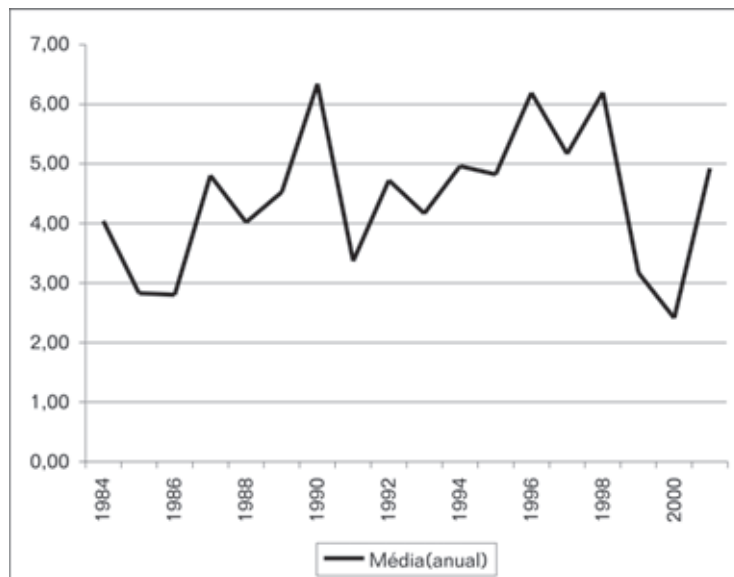


Figura 3.14 – Vazão média anual disponibilizada pela ANEEL para o Salto 1 no período de 1984 a 2001

No período do estudo observou-se que o valor médio anual máximo na estação do Salto 1 foi 7,4 m³/s, para o ano de 1961, e o valor médio mínimo de 2,4 m³/s, para o ano de 2000 (figura 3.14).

As vazões medidas pela estação da ANEEL, para a estação de Pirabeiraba, no período de 1986 a 2001 estão na figura 3.15.

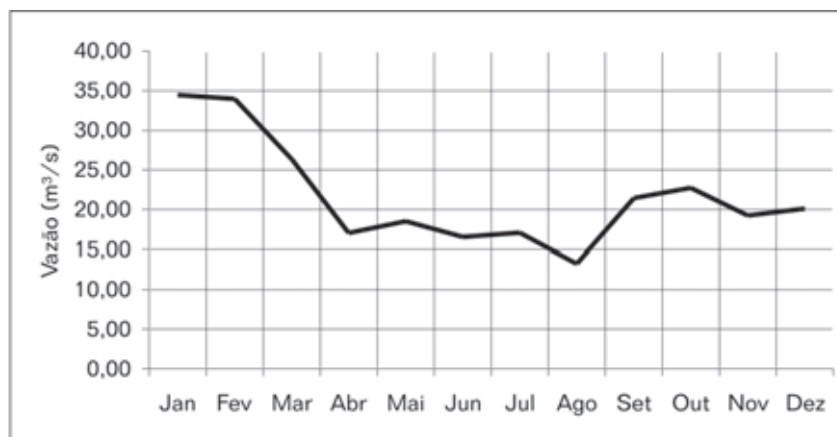


Figura 3.15 – Vazão média mensal disponibilizada pela ANEEL para Pirabeiraba no período de 1986 a 2001

Observa-se na figura 3.15 que a média mensal total é de 21,7 m³/s, sendo a média máxima de 34,4 m³/s no mês de janeiro e a média mínima de 13,2 m³/s no mês de agosto. Há uma grande amplitude de vazão para o período analisado, ao comparar os máximos e mínimos absolutos. A média mensal mínima absoluta registrada foi de 3,25 m³/s em junho de 1986, ao passo que a média mensal máxima absoluta foi de 111,10 m³/s, em janeiro de 1997.

A figura 3.16 apresenta os valores médios anuais de vazão gerados em Pirabeiraba pela estação da ANEEL, para o mesmo período.

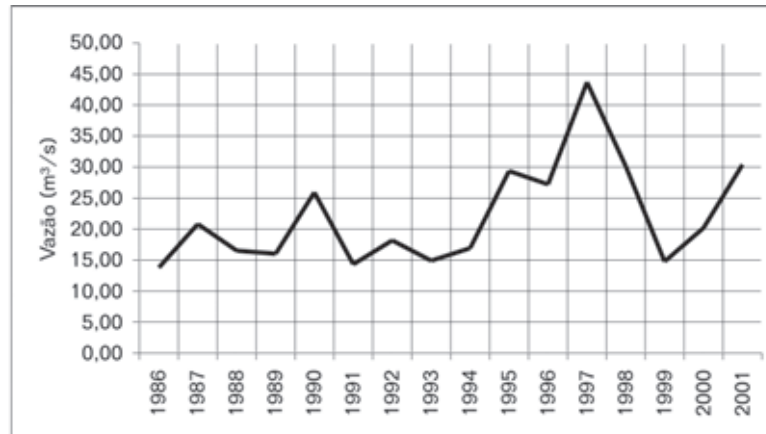


Figura 3.16 – Vazões médias anuais disponibilizadas pela ANEEL em Pirabeiraba no período de 1986 a 2001

O valor médio máximo anual de vazão em Pirabeiraba foi de 43,7 m³/s no ano de 1997, enquanto o valor médio mínimo anual foi de 13,8 m³/s no ano de 1986 (figura 3.16).

A UNIVILLE vem monitorando a vazão do Rio Cubatão em sua barragem junto à BR-101 desde abril de 2000 (figura 3.17).

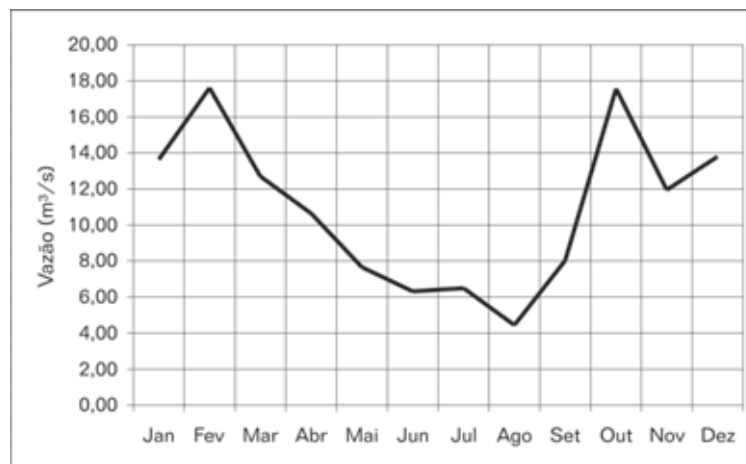


Figura 3.17 – Vazão média mensal medida pela UNIVILLE na barragem do Rio Cubatão no período de abril de 2000 a dezembro de 2003

No período compreendido entre abril de 2000 e dezembro de 2003 (figura 3.17) registrou-se uma vazão média mensal de 10,90 m³/s, com vazão máxima absoluta de 664,79 m³/s, registrada em 27/1/2003, e mínima absoluta de 1,59 m³/s, registrada em 25/8/2000 (tabela 3.6).

Tabela 3.6 – Valores médios mensais das vazões medidas pelas estações fluviométricas do Rio Cubatão

Local / Operadora	Período	Vazão média mensal (m ³ /s)	Vazão máxima absoluta (m ³ /s)	Vazão mínima absoluta (m ³ /s)
Salto 1 / CELESC	1953-2001	4,41	74,7	0,938
Pirabeiraba / CASAN	1986-2001	22,8	-	1,85
Barragem / CCJ	2000-2003	10,90	664,79	1,59

Observa-se na tabela 3.6 que há uma diferença superior a 100% na vazão média registrada nas estações Pirabeiraba/CASAN e Barragem para o Rio Cubatão, ambas próximas, localizadas no Distrito de Pirabeiraba. É possível que tal diferença se deva ao período de observação, uma vez que o CCJ possui registros de apenas 32 meses; além disso, o ano de 2000 foi atipicamente seco para a região. Outro ponto é a derivação de 1,5 m³/s para abastecer Joinville e Araquari.

3.1.3 Disponibilidade Hídrica Regional

Segundo a Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente (SDS, 1997), os aspectos de quantidade e qualidade da água são indissociáveis no processo de gestão dos recursos hídricos. Ante a relevância da disponibilidade hídrica em relação à demanda pelo uso da água, a quantidade pode ser avaliada separadamente da qualidade.

A demanda por água na região de Joinville apresenta um crescimento constante, em função de fatores demográficos e socioeconômicos. Há que se considerar na análise de disponibilidade hídrica regional não somente o crescimento vegetativo da população, como também um aumento da demanda oriundo do maior consumo *per capita*, decorrente da elevada concentração urbana registrada nas últimas décadas. O aumento da atividade industrial e o emprego de novas tecnologias na agricultura, como por exemplo o uso de irrigação, contribuem significativamente para a elevação dos índices de demanda hídrica. Dessa forma, tornam-se cada vez mais frequentes os conflitos pelo uso da água entre os diversos usuários, uma vez que seu consumo vem atingindo níveis críticos.

A SDS (1997) propõe a utilização do índice da disponibilidade hídrica em estiagem (IDHE) para caracterizar o nível de intensidade da demanda. Tal índice relaciona a soma das demandas conhecidas por água em uma bacia hidrográfica e as vazões típicas de estiagem dos recursos hídricos de superfície. Segundo a SDS (1997), o IDHE deve ser entendido como uma mera referência indicativa da intensidade de uso perante a disponibilidade de água na bacia e não como resultado do balanço hídrico detalhado entre disponibilidade e usos. O IDHE constitui, assim, a relação entre a soma das demandas de água (urbana, industrial, agrícola e outras) em uma determinada bacia hidrográfica e a vazão de estiagem com sete dias de duração e dez anos de recorrência (Q 7,10) na foz da bacia analisada².

² (Q 7,10) – Q é a vazão, 7 corresponde aos dias de estiagem e 10 corresponde ao período de recorrência em anos.

A figura 3.18 apresenta a situação de disponibilidade hídrica para a região nordeste de Santa Catarina, segundo o IDHE calculado pela SDS (1997).

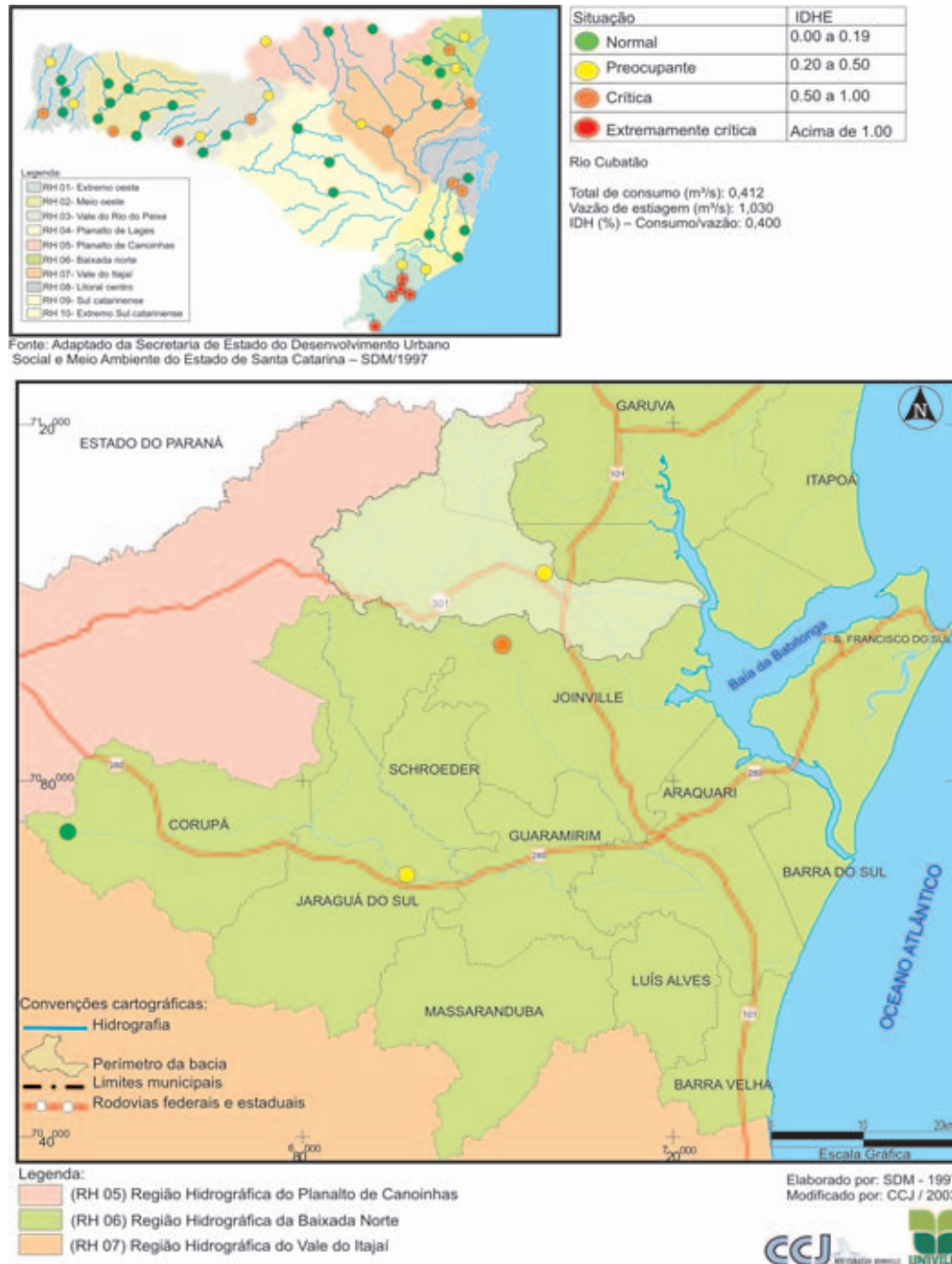


Figura 3.18 – Mapa de disponibilidade hídrica regional, no Estado e na região hidrográfica da baixada norte
 Fonte: SDM (1997)

Os municípios de Barra do Sul, São Francisco do Sul e Araquari são os mais propensos a uma situação de escassez hídrica, por possuírem mananciais de pouca vazão, exigindo que se capte água de outras bacias hidrográficas ou que se use também a exploração de água subterrânea, como é o caso de Araquari e Barra do Sul.

Parte do potencial dos recursos hídricos superficiais da BHRC é direcionada para a bacia hidrográfica do Rio Cachoeira, onde se localiza quase a totalidade da área urbana do município de Joinville. O Rio Cubatão é responsável pelo abastecimento de 70% da população de Joinville e 50% da de Araquari. Dessa forma, há uma transposição de água da BHRC para as bacias hidrográficas dos rios Cachoeira e Parati na ordem de 1,3 m³/s para o ano de 2003.

3.1.4 Áreas Sujeitas a Enchentes

Para analisar as áreas sujeitas a enchentes na BHRC foi utilizado um mapa de áreas de enchentes gerado pela UNIVILLE com base no mapa da enchente ocorrida em Joinville no ano de 1995, produzido pela Prefeitura Municipal de Joinville (PMJ) na escala 1:75.000, que abrangia o baixo curso do rio até a localidade do Recanto Davet. Desse ponto para a montante, a UNIVILLE obteve informações do alcance dessa enchente por meio de pontos coletados em diversas saídas de campo, quando se procurou saber, com os moradores, a cota atingida pela enchente em diferentes locais da bacia naquela ocasião. Em seguida fez-se o cruzamento de informações relativas a: declividades, uso do solo, área de inundação e tipos de solo. A cada um dos parâmetros foi atribuído um valor individual relativo ao grau de fragilidade que representam, para que pudessem ser classificados e comparados em uma estrutura do tipo matriz. Obteve-se assim o mapa de fragilidade a enchentes, composto por cinco classes de fragilidade (figura 3.19).

As áreas de maior risco de inundação compreendem as atingidas pela enchente de 1995 e os trechos mais planos com declividades inferiores a 10°, que apresentam uma tendência natural de acumulação de água. Ocupam uma área de 65 km², ou 13% da BHRC, e abrangem, em sua maioria, pastagens e cultivos diversificados. Nessas regiões de grande risco de enchente, encontram-se as áreas urbanizadas do distrito de Pirabeiraba, os bairros Jardim Sofia, Jardim Kelly, Jardim Paraíso e Vila Cubatão. Esses locais apresentam elevada densidade populacional, o que demanda grande atenção por parte dos órgãos públicos.

O aumento do desmatamento tem provocado um considerável incremento no aporte de sedimentos nos rios, o que vem contribuir para o seu assoreamento e conseqüente aumento da probabilidade de enchentes quando da ocorrência de episódios de alta pluviosidade.

Outro fator de grande interesse são as áreas adjacentes aos rios com vales encaixados e altas declividades. Nesses locais, o volume de água que alcança o rio em eventos de alta pluviosidade é elevado, adquirindo grandes velocidades. Esse tipo de enchente tem grande poder erosivo, provocando destruição de obras de infra-estrutura e edificações. Não raro, pode apresentar grande carga de sedimentos de diferentes granulometrias, o que lhe confere um poder destrutivo maior (IPT, 2001).

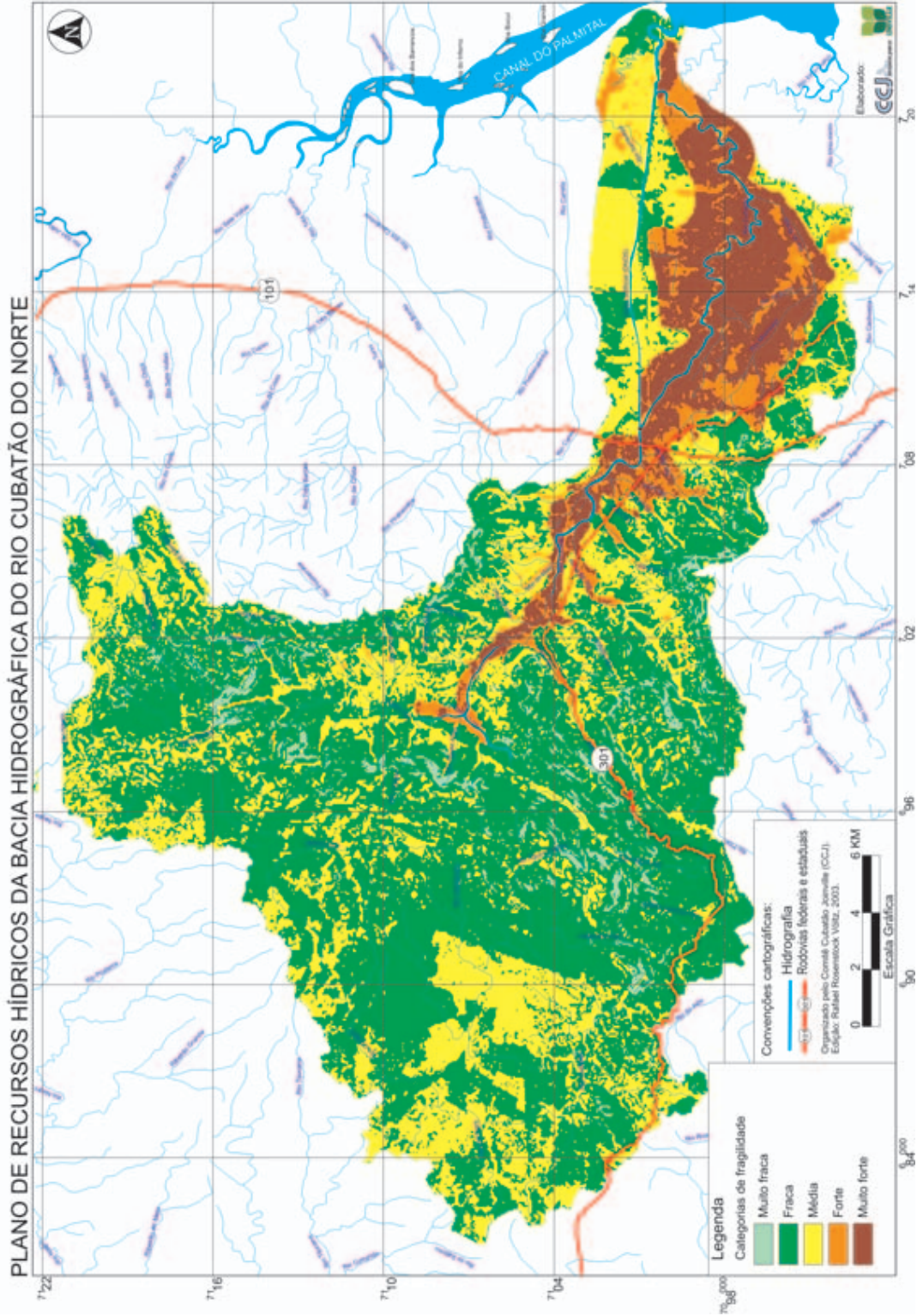


Figura 3.19 – Mapa de fragilidades a enchentes na BHRC

Os espaços ocupados na bacia do Rio Cubatão coincidem em maior ou menor grau com as áreas naturais de incidência de cheias. Esse fato, somado ao aumento do volume de sedimentos na calha do rio, gera depósitos sedimentares que alteram a profundidade deste, promovendo modificações na sua calha. A evolução de tais depósitos de maneira acelerada, como vem ocorrendo, promove um fluxo mais turbulento das águas, que forçam o rio a procurar novos caminhos, formando extensas feições erosivas nas margens ou até rompimento de diques. A última grande enchente de fevereiro de 1995 causou três mortes e deixou 152 feridos, 5.725 desabrigados, 15.000 desalojados, 38 casas destruídas, 515 casas danificadas e um total de 5.000 casas atingidas. Foram também atingidos pontes, estradas, árvores, prédios da administração pública, com paralisação do abastecimento de água para a cidade de Joinville. No total foram acumulados, segundo a defesa civil, prejuízos na ordem de R\$ 46.190.000,00 (ENGEFLORA, 2002a).

3.1.5 Qualidade da Água Superficial

A Resolução n.º 20/86 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) estabeleceu a classificação das águas doces e salobras para todo o território nacional, assim como os valores físicos, químicos e orgânicos para cada classe. O enquadramento dos cursos de água em uma ou outra classe é feito com base na finalidade a que se destina. A Resolução n.º 357 de 17 de março de 2005 (BRASIL, 2005), que substituiu a n.º 20/86, estabeleceu novos valores para os parâmetros físico-químicos e microbiológicos que definem a inserção de um rio em uma determinada classe.

O Estado de Santa Catarina (1977) antecipou-se às resoluções do CONAMA e, por meio da Portaria n.º 024/79, enquadrou todos os rios do Estado nas classes previstas. O Rio Cubatão foi enquadrado na classe 1 desde suas nascentes até o ponto da Estação de Tratamento de Água (ETA), e a partir desse local até sua foz, incluindo todos os afluentes nesse trecho, ele foi incluído na classe 3 (figura 3.20).

Com relação à qualidade da água do Rio Cubatão, foram analisados pela UNIVILLE os resultados referentes a dois pontos de coleta, que vêm sendo monitorados mensalmente desde agosto de 2000. Um dos pontos localiza-se na ponte da Estrada João Fleith, a montante da Estação de Tratamento de Água, onde é considerado rio classe 1. O outro ponto situa-se na ponte da Estrada Saí, a jusante da bifurcação do canal novo com o leito original do Rio Cubatão, no trecho onde o rio é classificado como classe 3, conforme figura 3.20. Cabe ressaltar que este trabalho usou os resultados obtidos pelo CCJ até dezembro de 2003.

Os parâmetros monitorados foram: pH, cor real, turbidez, sólidos totais, dureza total, cloretos, alumínio, bário, ferro total, manganês, zinco, cloro livre, fluoretos, nitratos, sulfatos, cianetos, cobre, cromo total, cromo hexavalente, arsênio, cádmio, chumbo, selênio e mercúrio. As análises foram feitas pelo Laboratório de Química Ambiental do Instituto de Tecnologia do Paraná (TECPAR). O fenol foi avaliado pelo Laboratório de Ensaios de Química do Instituto de Pesquisas Tecnológicas da Fundação Universidade Regional de Blumenau (FURB), e as análises bacteriológicas foram efetuadas pela técnica de tubos múltiplos, no Laboratório MICROTEC.

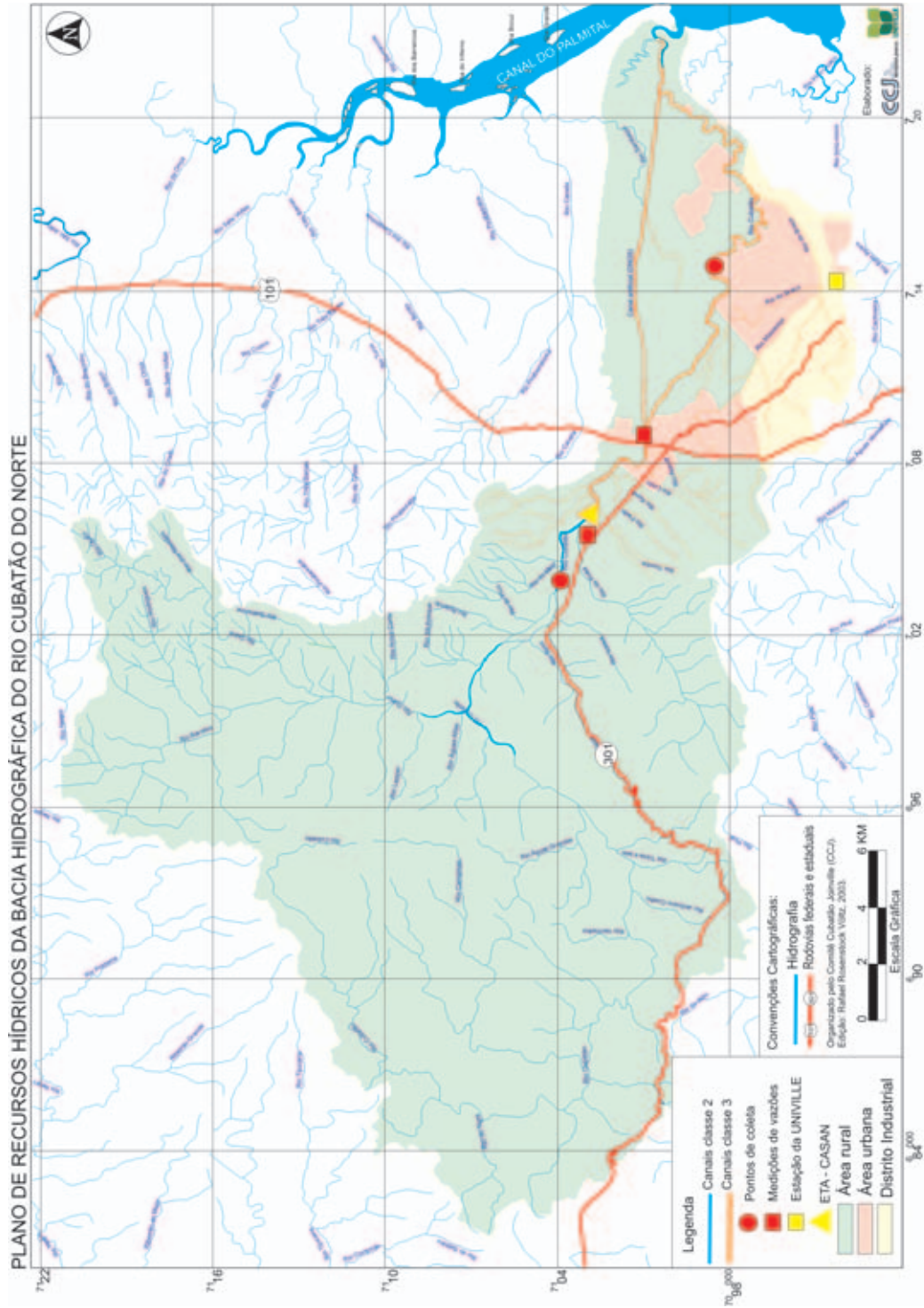


Figura 3.20 – Enquadramento do Rio Cubatão em classes, segundo Portaria n.º 0024/79

Comparando-se os valores obtidos pela UNIVILLE com os padrões de qualidade das águas estabelecidos pela Resolução CONAMA n.º 357/05 para rios de classe 1, ocorrem incompatibilidades na Estrada João Fleith com relação ao alumínio e fenol (figuras 3.21 e 3.22). Quanto aos coliformes totais e fecais a comparação foi com a Resolução CONAMA n.º 20/86, conforme observado nas figuras 3.23 e 3.24, pois a CONAMA n.º 357/05 só apresenta valores para coliformes termotolerantes, que correspondem somente aos coliformes fecais, e os resultados das análises apresentadas foram obtidos antes do ano de 2005, quando a nova Resolução do CONAMA foi aprovada.

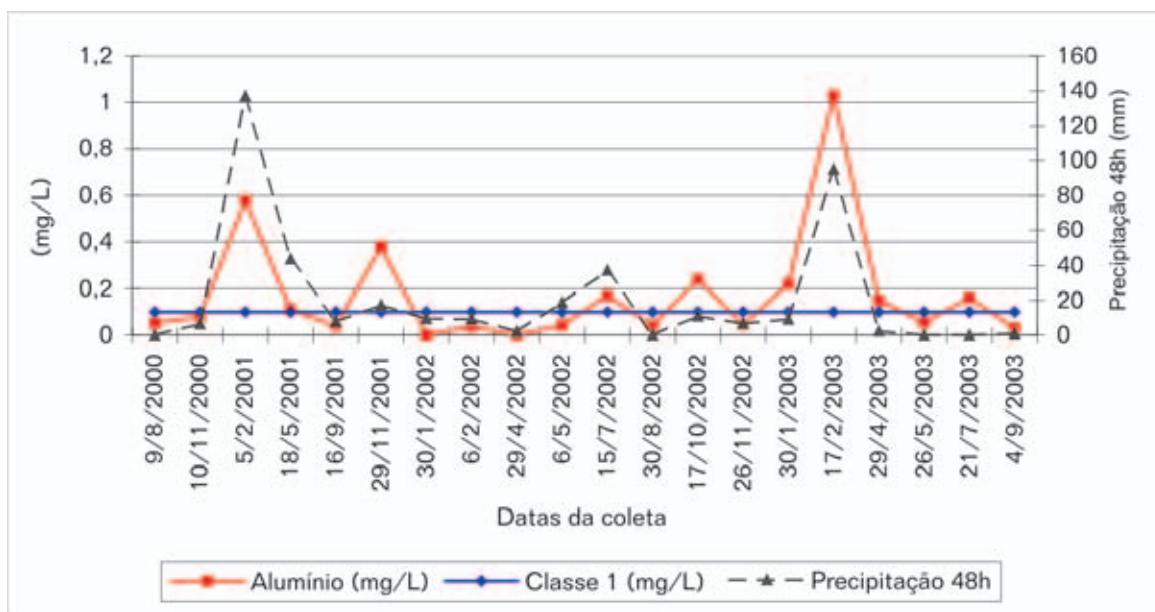


Figura 3.21 – Concentração de alumínio no ponto de coleta da Estrada João Fleith

Na figura 3.21, observa-se que nos dias 5/2/2001 e 17/2/2003 houve um grande aumento na concentração de alumínio no ponto de coleta da Estrada João Fleith (0,58 e 1,03 mg/L), ultrapassando o limite permitido pela Resolução CONAMA n.º 357/05, que é de 0,1 mg/L.

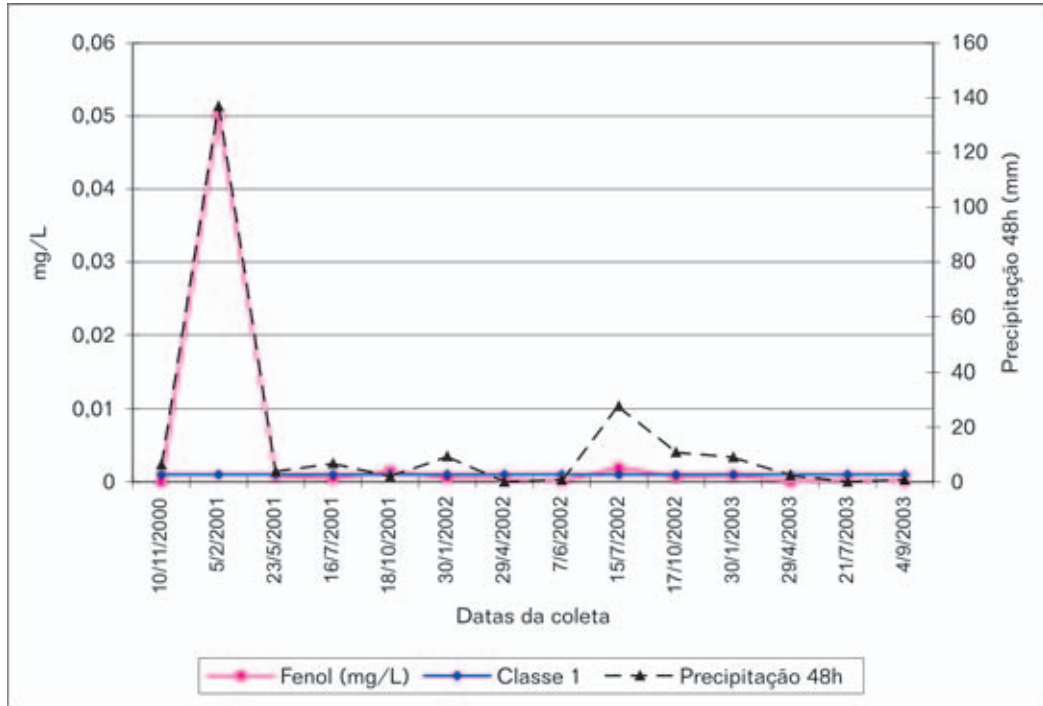


Figura 3.22 – Concentração de fenol medida no ponto de coleta da Estrada João Fleith

Na figura 3.22 observa-se que no mês de fevereiro de 2001 também houve um aumento de fenol: registrou-se 0,05 mg/L, porém o valor de referência adotado pela Resolução CONAMA n.º 357/05 é de 0,001 mg/L.

Analisando a precipitação diária medida pela Estação Meteorológica da UDESC-UNIVILLE, observa-se que nas 48 horas antes da coleta choveu 99,9 mm, permitindo inferir que o aumento da concentração de alumínio e fenol pode ser decorrente da lixiviação destes, que se encontram presentes no solo muito rico em aluminossilicatos e matéria orgânica.

Os valores de coliformes totais apresentados na figura 3.23 também mostraram a mesma tendência dos coliformes fecais, extrapolando os valores para rios de classe 1 (até 1.000 coliformes totais por 100 mL).

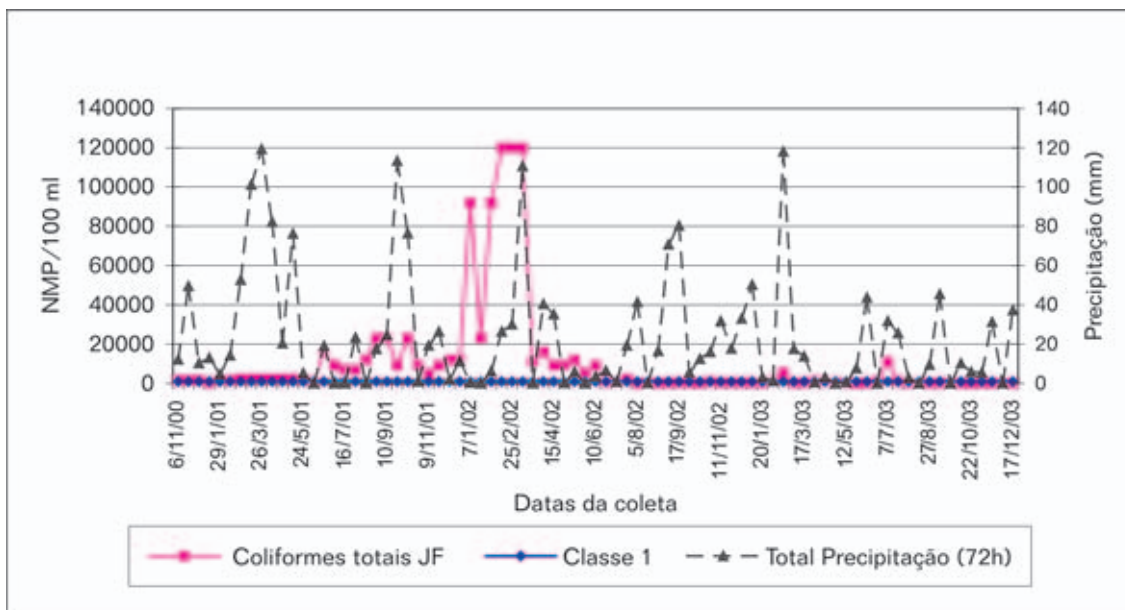


Figura 3.23 – Concentração de coliformes totais medida no ponto de coleta da Estrada João Fleith

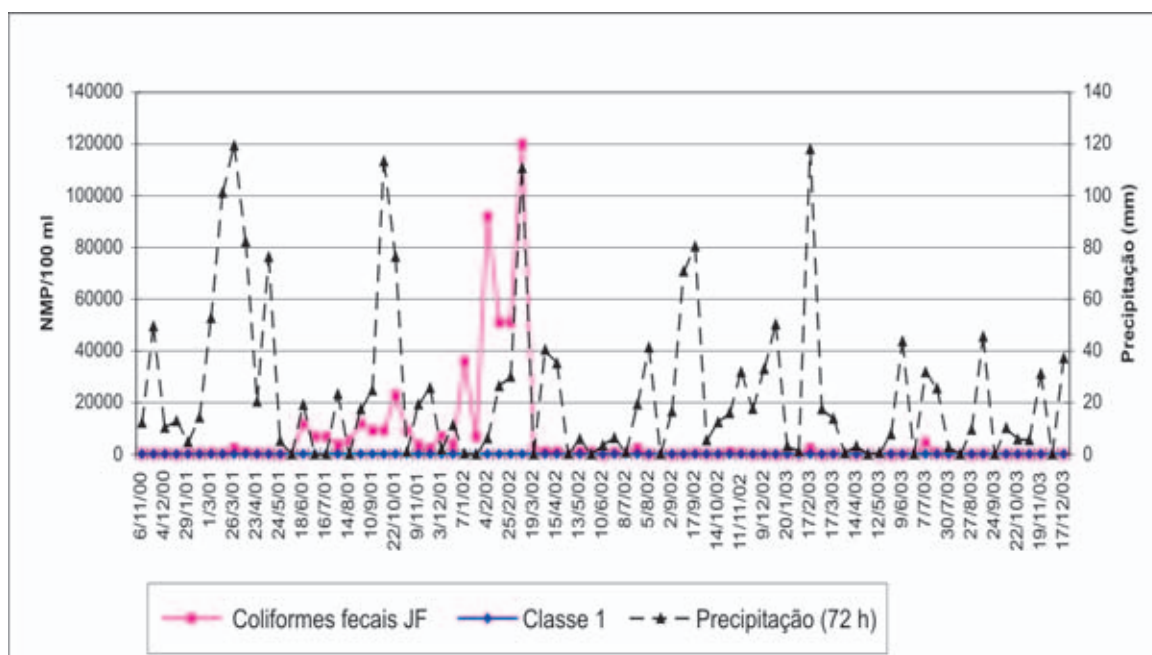


Figura 3.24 – Concentração de coliformes fecais no ponto de coleta da Estrada João Fleith

Com relação aos exames bacteriológicos, observa-se na figura 3.24 que houve grande heterogeneidade nos valores de coliformes fecais. Ao longo do período de análise houve poucas ocorrências de concentrações de acordo com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA n.º 20/86 (máximo de 200 coliformes fecais por 100 mL) para rios de classe 1. Esse fato pode ser interpretado como resultado da falta de mata ciliar ao longo dos rios, facilitando o carreamento de fezes dos animais de sangue quente para dentro do rio, quando da ocorrência de períodos mais chuvosos.

Para os níveis de demanda bioquímica de oxigênio (DBO) registraram-se nas coletas de novembro de 2002 e fevereiro de 2003 os valores de 6,5 e 6,0 mg/L O₂, respectivamente, superando os níveis de referência estabelecidos pela Resolução CONAMA n.º 357/05 (3,0 mg/L O₂), conforme figura 3.25.

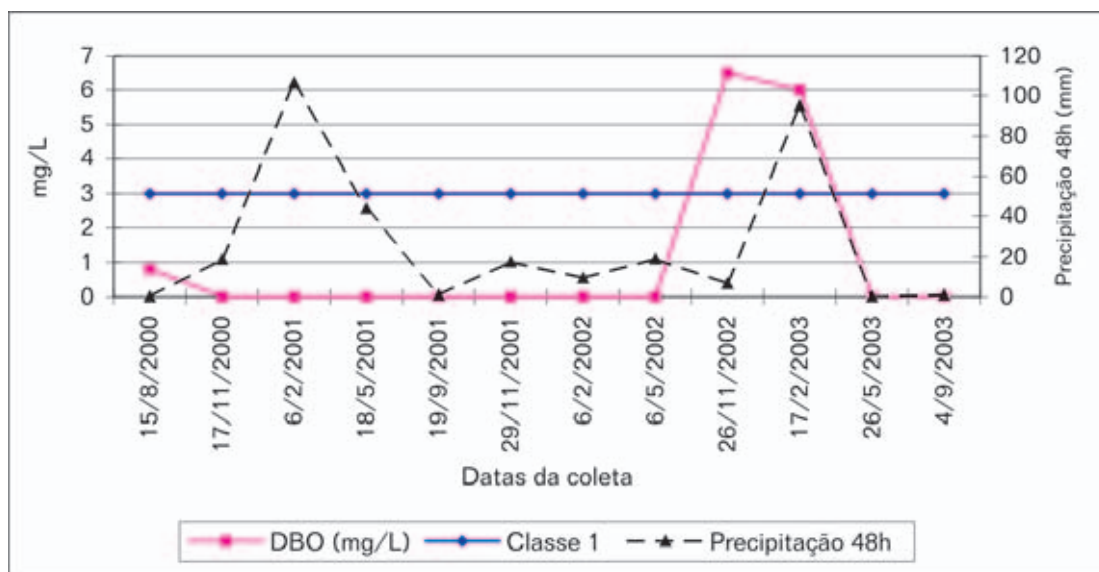


Figura 3.25 – Concentração de DBO no ponto de coleta da Estrada João Fleith

Os valores de demanda química de oxigênio (DQO) para a Estrada João Fleith não foram detectados em nível superior a 10 mg/L, valor referência estabelecido pela Resolução CONAMA n.º 357/05.

Na Estrada Saí, ponto onde o Rio Cubatão é enquadrado como de classe 3, observam-se variações nos mesmos parâmetros obtidos na Estrada João Fleith, conforme se nota nas figuras 3.26 a 3.28. Os valores das concentrações de DQO e DBO não foram detectados em níveis acima de 10 e 2 mg/L, respectivamente.

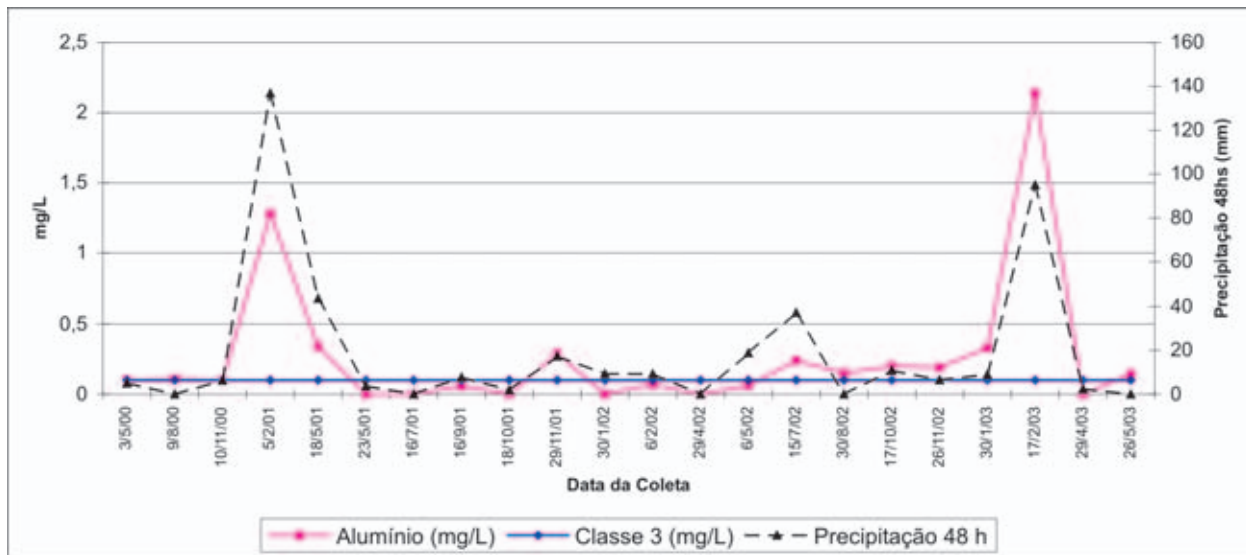


Figura 3.26 – Concentração de alumínio medida no ponto de coleta da Estrada Saí

Nota-se na figura 3.26 que nos dias 5/2/2001 e 17/2/2003 as concentrações de alumínio no ponto de coleta da Estrada Saí foram elevadas (1,28 e 2,14 mg/L), ultrapassando o limite permitido pela Resolução CONAMA n.º 357/05, que é de 0,1 mg/L para rios de classe 3. Como observado no ponto de coleta da Estrada João Fleith, a precipitação pode justificar o aumento das concentrações de coliformes nos períodos de medição no ponto de coleta da Estrada Saí (figuras 3.27 e 3.28).

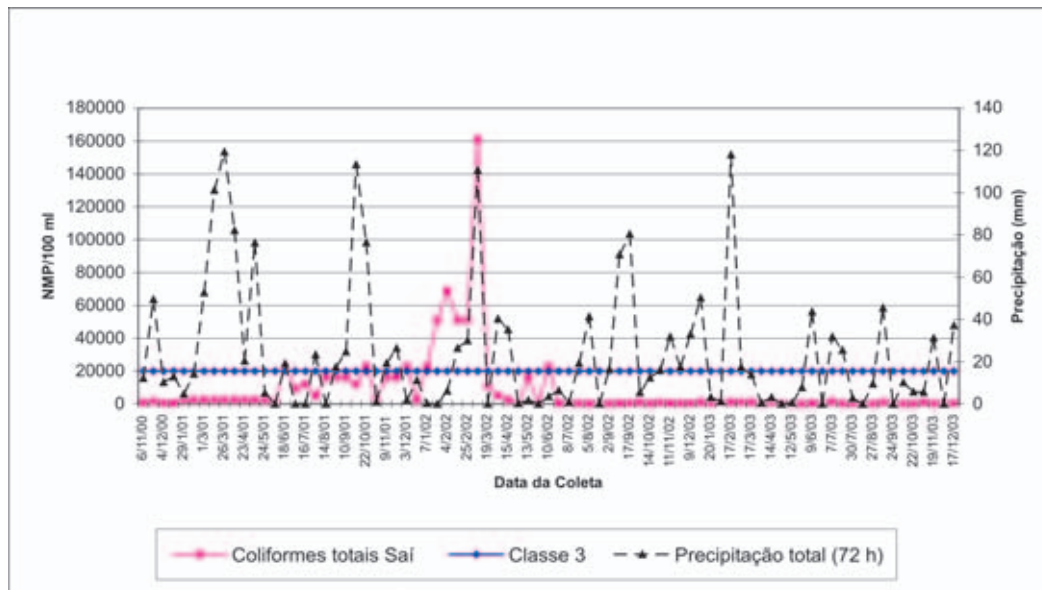


Figura 3.27 – Concentração de coliformes totais medida no ponto de coleta da Estrada Saí

Os valores de coliformes totais apresentados na figura 3.27 foram heterogêneos, extrapolando os índices permitidos para rios de classe 3 nas coletas realizadas entre o início dos meses de janeiro e fevereiro de 2002, conforme estabelecido pela Resolução CONAMA n.º 20/86 (20.000 coliformes por 100 mL).

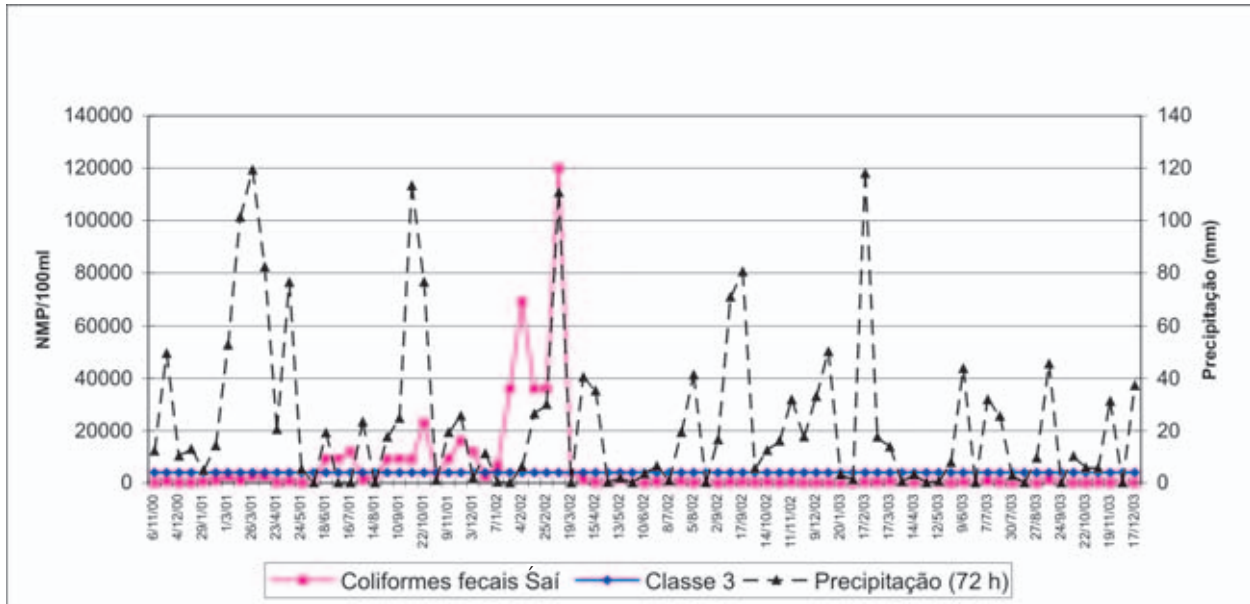


Figura 3.28 – Concentração de coliformes fecais medida no ponto de coleta da Estrada Sai

Os valores de coliformes fecais apresentados na figura 3.28 também mostraram a mesma tendência dos coliformes totais, extrapolando nas coletas realizadas entre o início dos meses de janeiro e fevereiro de 2002 os índices para rios de classe 3 estabelecidos pela Resolução CONAMA n.º 20/86 (4.000 coliformes por 100mL).

3.1.6 Processos Associados à Dinâmica Fluvial

3.1.6.1 Processos sedimentológicos

Conforme Engevix (1989c), durante o período de fevereiro a abril de 1989 foram realizadas duas campanhas de medição de descargas sólidas nos pontos da BHRC para fins de projeto do reservatório da usina hidrelétrica que seria construída no Rio Cubatão. Os resultados das medições são apresentados na tabela 3.7.

Tabela 3.7 – Resumo das medições de descarga sólida

Posto	Nº da medição	Data	Descarga líquida (m³/s)	Concentração média (ppm)	Descarga sólida (t/dia)	
					Suspensão	Total (Colby)
Salto 2	1	20/2/89	4,8	16,54	6,86	27,7
	2	25/2/89	9,5	46,14	37,87	144,4
	3	5/4/89	5,0	28,93	12,50	40,1
	4	6/4/89	7,7	78,79	52,42	148,8
Salto 1	1	20/2/89	5,5	18,32	8,70	18,2
	2	25/2/89	9,0	38,21	29,71	60,8
	3	5/4/89	5,4	22,98	10,72	20,3
	4	6/4/89	8,5	41,74	30,65	59,3
Quiriri	1	19/2/89	10,1	17,39	25,99	91,1
	2	25/2/89	15,0	24,42	50,64	168,8
	3	5/4/89	10,0	12,90	15,94	52,6
	4	6/4/89	24,8	40,31	99,96	309,3
Quiriri jusante	1	19/2/89	17,3	17,39	25,99	91,1
	2	25/2/89	23,8	24,42	50,64	168,8
	3	5/4/89	14,3	12,90	15,94	52,6
	4	6/4/89	28,7	40,31	99,96	309,3

Fonte: Engevix (1989a)

Com base nos resultados das campanhas de medição de descarga sólida, no histórico das vazões médias diárias observadas e na curva “cota X volume” do reservatório, realizou-se um estudo com o objetivo de estimar a quantidade de sólidos depositados no reservatório da usina hidrelétrica Cubatão ao longo do dobro da sua existência (100 anos). Utilizou-se, no estudo da Empresa Engevix (1989c), a metodologia proposta pelo *Bureau of Reclamation*³, que se baseia na integração das descargas sólidas sobre a curva de duração das vazões médias diárias, por intermédio da curva de descarga sólida X descarga líquida. Desse estudo concluiu-se que, para um período de 100 anos, o nível de assoreamento atingirá, na pior das hipóteses, 6 m abaixo do nível operacional da usina hidrelétrica.

3.1.6.2 Processos erosivos

Os processos erosivos são eventos que ocorrem naturalmente na superfície da Terra, caracterizados por desagregação e transporte de fragmentos de rochas e solos, vinculados às características físicas do ambiente. Assim, o clima, os tipos de solo, o relevo, as rochas, o uso e a ocupação do solo são fatores que influenciam os processos erosivos. Esses processos podem ser deflagrados ou intensificados pela ação humana, provocando desequilíbrios temporários ou mesmo permanentes.

Na análise da fragilidade do meio físico há necessidade de trabalhar com esses fatores em conjunto, partindo-se do princípio de que na natureza as trocas de energia e matéria se processam em estado de equilíbrio dinâmico. As relações de interdependência entre os elementos considerados podem ser sintetizadas em um mapa de potencial erosivo. Para compor esse mapa

³ Departamento do Interior do governo dos Estados Unidos da América do Norte.

foram analisados em um programa de sistema de informações geográficas os parâmetros de uso do solo, declividades, geologia e tipos de solo. A cada parâmetro foi atribuído um valor individual relativo ao grau de fragilidade que representam, para que pudessem ser classificados e comparados em uma estrutura do tipo matriz. Obtiveram-se, assim, cinco diferentes classes de fragilidade do meio físico, que foram representadas no mapa de potencial erosivo (figura 3.29).

As classes *muito fraco*, *fraco* e *médio* compreendem em geral as áreas que apresentam declividades inferiores a 20°, solos bem desenvolvidos e mais profundos, com cobertura vegetal do tipo pastagem, cultivos diversificados e áreas florestadas. As classes que dizem respeito ao potencial erosivo *forte* e *muito forte* estão localizadas quase que integralmente na frente de escarpa da Serra do Mar e abrangem áreas que apresentam declividades superiores a 20°, podendo atingir valores de 45° ou mais, com solos pouco desenvolvidos e de pequena profundidade e cobertura vegetal do tipo florestal.

3.2 Águas Subterrâneas

As reservas de água subterrânea da região da BHRC são divididas em aquífero livre e cristalino, segundo Gonçalves (2002). O primeiro está associado ao manto de intemperismo e aos depósitos sedimentares recentes, enquanto o aquífero cristalino está relacionado aos terrenos pré-cambrianos do complexo granulítico de Santa Catarina com ocorrência de gnaisses granulíticos, quartzitos e formações ferríferas. Esse aquífero é regido principalmente por grandes sistemas de fraturas e/ou falhas.

3.2.1 Quantidade

Com relação aos poços rasos, nos dados obtidos em cadastramento feito por Gonçalves (1998) para Joinville verificou-se que a grande demanda por poços rasos para exploração do aquífero livre ou freático se deu nas décadas de 1970 e 80, quando foram perfurados 48% dos poços cadastrados, cujas profundidades mostram um predomínio entre 2,1 e 4,0 metros. Dos revestimentos encontrados para esses poços rasos, predominam os de tijolo para os mais antigos e de tubos de concreto para os mais novos. O revestimento dos poços rasos abrange todo o poço. Exceções foram encontradas em comunidades de baixa renda, em que não existe revestimento ou se aproveitam materiais que possam servir como revestimento existentes nas proximidades, tais como tijolos maciços ou seixos rolados. A maior parte dos poços rasos é utilizada principalmente para abastecimento doméstico (48%), enquanto um percentual significativo se apresenta sem uso (19%). O uso ocasional (quando falta água da rede) aparece em terceira colocação, com 17%. A maioria das casas (78%) dispõe de caixa-d'água e bomba, enquanto em 32% delas se opera o poço com baldes para uso imediato, o que caracteriza um veículo transmissor de doenças. A distância predominante entre a fossa e o poço varia de cinco a dez metros (35%), contradizendo as normas que determinam uma distância mínima de 20 metros quando em solo do tipo siltico-argiloso. O histórico dos poços aponta para uma variação do nível da água do poço relacionada com precipitação pluviométrica, desmatamentos, perfuração de poços profundos e



Figura 3.29 – Mapa de potencial erosivo na BHRC

extrações de minerais em áreas próximas. Nos períodos de estiagem, entre junho e agosto, muitas famílias vêm passando por dificuldades de abastecimento, utilizando água até mesmo barrenta para suprir suas necessidades domésticas. Nos outros casos, alguns poços chegaram a secar totalmente. A maioria dos poços rasos, quando esgotados para limpeza, apresenta reposição de seu nível médio em seis horas. O nível da água dentro dos poços varia desde o nível do terreno até um metro abaixo da superfície, fato que demonstra a baixa drenagem do solo.

O aquífero cristalino da região de Joinville é sabidamente provedor de vazões baixas. Gonçalves e Duarte (1996) verificaram que a vazão média dos poços profundos cadastrados até 1995 era de 6,4 m³/h e que, dos 77 poços que possuíam controle da vazão, 45% apresentaram produção inferior a 3m³/h; além disso, 25% dos poços profundos perfurados no município de Joinville têm fornecido vazões menores que 1,0 m³/h, havendo alguns poços secos. Os autores estabeleceram que o controle estrutural na vazão dos poços profundos é muito efetivo. Os poços profundos localizados próximo a lineamentos com direção E–W possuem vazões superiores a 15m³/h. Esse dado comprova que o critério geológico, quando levado em conta, demonstra ser altamente eficaz. Baggio (1997) observou que o aquífero cristalino de Joinville apresenta grande coeficiente de retenção de água, permeabilidade superficial alta em virtude das ações orgânicas e microfissuras, permeabilidade subsuperficial fissural e fraturamento intenso.

Nota-se uma maior concentração de poços profundos no Distrito Industrial, situado na sub-bacia do Rio do Braço (figura 3.30). Essa proximidade entre os poços vem causando uma sobrecarga local no aquífero cristalino. Muitos dos poços situados nessas áreas vêm reduzindo a sua vazão em até 50% nos últimos dez anos.

A situação topográfica dos poços profundos varia entre o nível do mar e a cota de 16 metros.

3.2.2 Qualidade

As análises bacteriológicas de água feitas com o uso da técnica de Colilert (COVERT *et al.*, 1989) em vários poços rasos revelaram que 84,7% apresentam água inadequada para consumo. Os microrganismos identificados foram *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Chromobacterium violaceum* (SALLES, 1996). Cerca de 9,4% dos poços possuem água adequada para o consumo, porém com restrições, ou seja, necessitam de tratamento antes de serem utilizados. Estimou-se que 5,9% das águas dos poços rasos são boas para consumo.

Verifica-se que os resultados das análises bacteriológicas espelham a falta de saneamento básico da região e a falta de orientação da comunidade sobre a localização do poço em relação às fossas, quer da própria residência ou de vizinhos. A maior parte dos poços rasos dista menos de dez metros das fossas e geralmente está no mesmo nível topográfico, facilitando a contaminação do poço pelo esgoto das residências. Outra condição para esse quadro crítico de contaminação é o fato de o aquífero livre ou freático ser muito superficial, com profundidade média de 1 metro, ficando em contato direto com as fossas, mesmo que a distância entre o poço e a fossa seja maior que 20 metros.

Gonçalves e Barbosa (2002) e Barbosa (2002) identificaram a presença de poluição física, química e biológica nas águas do aquífero livre da microbacia do Rio Mississipi, sub-

bacia do Rio do Braço. Amostras de água do aquífero raso foram colhidas em dois poços de monitoramento com seis metros de profundidade. Os pontos escolhidos estavam na área de entorno do aterro sanitário de Joinville, que antes de 1982 era um lixão. Esses resultados foram comparados com os obtidos pela OAP Consultores Associados (2000), que analisou sete amostras em quatro poços. Os resultados confirmaram a presença de poluição biológica (alta DQO e DBO, presença de coliformes totais e fecais) em todas as amostras analisadas, assim como a presença de poluição física (cor, turbidez, sólidos suspensos e sólidos totais) nas águas subterrâneas, além da poluição química detectada pela presença de cádmio, cromo, ferro, chumbo, manganês, níquel, selênio, mercúrio, óleos e graxas minerais, vegetais e animais. Os autores acreditam que essa poluição reflita um passivo ambiental anterior à implantação do atual aterro sanitário, pois o ponto a jusante dele apresenta uma carga de poluição superior ao poço existente dentro do aterro.

As características físicas e químicas das águas subterrâneas do sistema cristalino de Joinville foram estudadas por Baggio (1997) e caracterizadas como cristalinas sem cor aparente, inodoras, com temperaturas oscilando entre 19 e 21 graus, turbidez média entre 2,5 e 3,0 unidades nefelométricas de turbidez (NTU). Na condutividade elétrica (CE), cerca de 80% das amostras coletadas possuem valores que variam de 85 a 200 micromhos/cm, e apenas 6,6% apresentam CE maior que 1.000 micromhos/cm. Quanto às propriedades químicas, as águas subterrâneas foram enquadradas, de acordo com o Decreto n.º 7.841, de 8 de agosto de 1945, como águas minerais mistas e águas alcalinas bicarbonatadas, ambas de fontes frias. Pela concentração química de sódio, potássio, magnésio, gás carbônico livre, sílica e bicarbonato, Baggio (1997) concluiu que as águas subterrâneas de Joinville têm pouco tempo de permanência no aquífero cristalino e que possuem de moderada a baixa mineralização. Tais propriedades foram atribuídas às características de aquífero cristalino raso (100 m), à alta taxa pluviométrica e ao alto grau de meteorização das rochas.

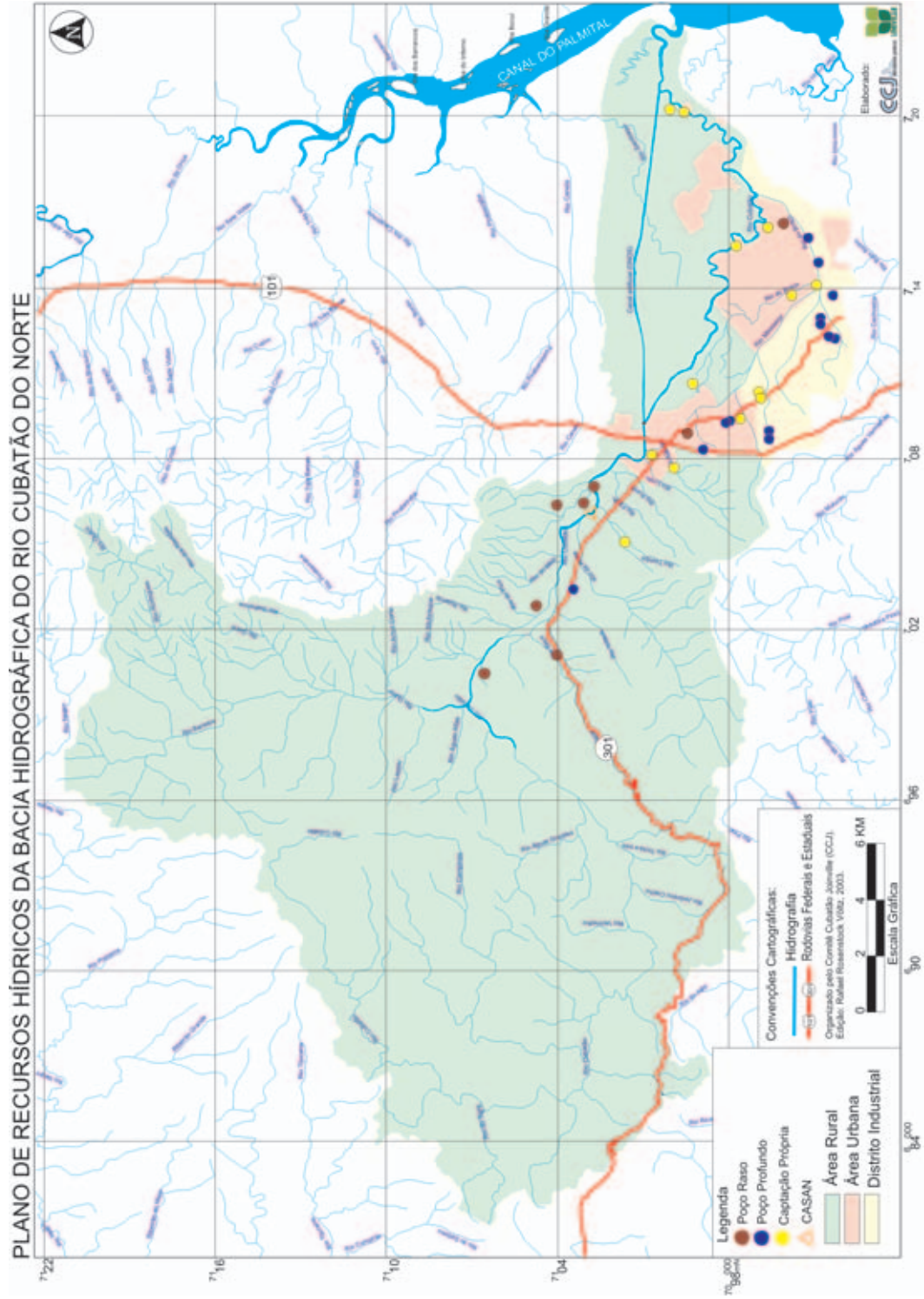


Figura 3.30 – Localização das captações de água superficial e subterrânea

4

DIAGNÓSTICO E PROGNÓSTICO DAS DEMANDAS HÍDRICAS

A avaliação do quadro atual e potencial de demanda hídrica da bacia foi executada em função das necessidades relativas aos diferentes usos setoriais e às respectivas evoluções dessas demandas, estimadas na análise de políticas, planos ou intenções setoriais de uso, controle, conservação e proteção dos recursos hídricos, em um horizonte até o ano 2025.

A demanda de água para o abastecimento público pode ser subdividida em demanda doméstica e industrial.

A demanda doméstica inclui o consumo residencial, de estabelecimentos comerciais, de órgãos públicos e da limpeza pública. É representada pelo parâmetro *per capita*, ou seja, é o consumo de litros por habitante por dia (l/hab/dia), em que estão incluídos percentualmente todos os consumos anteriormente descritos. De uma forma geral, o “*per capita*” adotado será de 200 litros/habitante/dia, que é o consumo informado pela Companhia Catarinense de Água e Saneamento S.A. (CASAN) no ano de 2004. Há de se observar que a Organização Mundial de Saúde (OMS) recomenda um valor mínimo de 50 litros por dia por habitante.

A demanda industrial inclui a demanda atual. A demanda total de água da bacia envolve, além do abastecimento público, a demanda agropecuária, até mesmo a criação de peixes em tanques.

4.1 Demanda Hídrica Atual da Bacia

Segundo dados do IPPUJ (2001), existiam 106.137 ligações de abastecimento de água em Joinville no ano 2000 (tabela 4.1), e o percentual de variação tem se demonstrado crescente nos últimos quatro anos. Cabe ressaltar que muitas empresas e indústrias se abastecem da rede pública, representando menos de 0,6% do número total de ligações, porém esse porcentual não

se aplica ao volume consumido de água por elas. Esse consumo industrial possui um percentual incluído na categoria de demanda doméstica quando se trata de indústrias com baixo consumo de água e distribuídas no meio urbano.

A demanda industrial existente na BHRC com captação superficial própria diz respeito principalmente ao consumo de água de seis grandes empresas dos setores têxtil e metal-mecânico, que captam água superficial, e pelo menos 13 empresas de grande, médio e pequeno portes que se abastecem por meio de poços profundos, cuja localização se encontra na figura 3.30. A tabela 4.2 apresenta os consumos de água por ramo empresarial.

Tabela 4.1 – Ligações de abastecimento de água em Joinville

Setores	1997	1998	Variação 97-98 (%)	1999	Variação 98-99 (%)	2000	Variação 99-00 (%)
Residenciais	88.315	91.145	3,20	94.261	3,42	98.012	3,98
Comerciais	4.801	4.757	-0,92	6.696	40,76	6.639	0,85
Industriais	629	590	-6,20	684	15,93	674	-1,46
Poder público	636	647	1,73	805	24,42	803	-0,24
Total	94.381	97.139	2,92	102.446	5,46	106.137	3,60

Fonte: Modificado de CASAN, *apud* IPPUJ (2001)

Tabela 4.2 – Consumo industrial na BHRC em 2003

Ramo	Abastecimento m ³ /mês			Totais
	CASAN	Captação Própria	Poço	
Têxtil	79.200	182.970	–	262.170
Metal-mecânico	24.669	3.352	27.158	55.179
Mineração	75	–	–	75
Lazer	–	648	–	648
Serviços	121	126	–	247
Totais	104.065	187.096	27.158	318.319
CASAN	–	3.888.000	–	3.888.000

Fonte: Entrevista técnica com FUNDEMA, CASAN, FATMA (2003)

A demanda do setor agrícola na BHRC é incipiente, resumindo-se somente à cultura de arroz irrigado, existente na planície de inundação no baixo curso do Rio Cubatão. Os dados de demanda foram obtidos na Fundação Municipal 25 de Julho (2002)¹. O consumo de água para o arroz irrigado é de 152.280 m³/mês. Com relação à demanda de água na agropecuária, tem-se um total de 621.693 m³/mês, sendo a piscicultura o tipo de atividade que mais demanda água, com um total de 596.160 m³/mês, enquanto as demais atividades consomem relativamente pouca água (tabela 4.3).

¹ Dados obtidos por entrevista com a diretoria técnica.

Tabela 4.3 – Consumo de água na produção pecuária primária na BHRC em 2000

Atividade	m ³ /mês
1. Bovino de leite	12.960
2. Bovino de corte	6.171
3. Suínos	4.441
4. Marrecos/patos	69
5. Coelhos	3
6. Eqüinos	987
7. Caprinos	52
8. Ovinos	22
9. Avicultura postura	180
10. Aves caipiras	641
11. Apicultura	6
12. Piscicultura	596.160
Total	621.693

Fonte: Fundação 25 de Julho (2002)²

O consumo geral de água na BHRC pode ser visualizado na tabela 4.4, que resume os dados apontados. A demanda hídrica no ano de 2002 diz respeito ao abastecimento de 70% da população de Joinville, 100% do seu Distrito Industrial, além do uso na agricultura e pecuária.

Tabela 4.4 – Resumo do consumo de água na BHRC no ano de 2002

Categoria	m ³ /mês	m ³ /dia	m ³ /s
Serviço de água e esgoto*	3.888.000	129.600	1,5
Agricultura (arroz irrigado)	152.280	5.076	0,05
Pecuária	621.693	20.723	0,24
Indústria (captação própria)	518.400	17.280	0,20
Total	5.180.373	172.679	1,99

*Atende 70% da população

Fonte: CCJ/UNIVILLE

Considerando que a captação na Estação de Tratamento de Água é de 1,5 m³/s, os serviços de água e esgoto perfazem um total de 3.888.000 m³/mês. Dados referentes ao consumo destinado à agricultura e à pecuária foram obtidos na Fundação Municipal 25 de Julho (2002). O total do consumo das indústrias foi gerado com base nos dados da maior empresa do ramo têxtil da região, que apresentou índices oficiais de captação (0,04 m³/s), os quais foram multiplicados pelas cinco empresas que captam água, perfazendo um total de 0,20 m³/s ou 518.400 m³/mês.

4.2 Demanda Hídrica Futura da Bacia

A evolução da demanda doméstica foi quantificada por meio da evolução populacional, para um horizonte de 5, 10 e 20 anos. Segundo estimativas de cálculo apresentadas anteriormente no Relatório de Projeções e Demandas (PMJ, 1994, p. 4), o sistema de abastecimento de água

² Dados obtidos por entrevista com a diretoria técnica.

de Joinville deverá estar capacitado para atender a uma demanda total de 6,5 m³/s (vazão máxima diária) no horizonte projetado (ano 2030), com as demandas de água previstas ao longo do período para Joinville conforme tabela 4.5.

Tabela 4.5 – Demandas domésticas de água de Joinville no período de 1993 a 2030

População (hab)			Demanda global de água				
			Média		Máxima diária		Máxima hora
Ano	Total	Abastecida	m ³ /dia	L/s	m ³ /dia	L/s	L/s
1993	368.795	348.774	99.401	1.150	119.281	1.380	2.070
1994	380.597	360.425	100.198	1.160	120.238	1.392	2.088
1995	392.776	372.352	93.088	1.077	111.706	1.292	1.938
1996	405.345	384.672	91.552	1.060	109.862	1.272	1.908
1997	418.316	397.400	90.210	1.044	108.252	1.253	1.880
1998	431.707	410.117	90.636	1.049	108.763	1.259	1.889
1999	445.516	423.240	121.047	1.401	145.256	1.681	2.522
2000	459.773	436.784	124.426	1.405	145.711	1.686	2.529
2001	475.176	451.417	121.883	1.411	146.259	1.693	2.540
2002	491.094	466.539	122.700	1.420	147.240	1.704	2.556
2003	507.545	482.168	123.435	1.429	148.122	1.714	2.572
2004	524.548	498.321	155.974	1.805	187.169	2.166	3.249
2005	542.121	515.015	161.200	1.866	193.470	2.239	3.358
2006	560.282	532.268	166.600	1.928	199.920	2.314	3.471
2007	579.051	550.098	172.181	1.993	206.617	2.391	3.587
2008	598.449	568.527	177.949	2.060	213.539	2.472	3.707
2009	618.497	587.572	220.340	2.550	264.407	3.060	4.590
2010	639.217	607.256	227.771	2.636	273.265	3.163	4.744
2011	661.909	628.814	235.805	2.729	282.966	3.275	4.913
2012	685.407	651.137	244.176	2.826	293.012	3.391	5.087
2013	709.739	674.252	252.845	2.926	303.413	3.512	5.268
2014	734.935	698.188	261.821	3.030	314.185	3.636	5.455
2015	761.025	722.974	271.115	3.138	325.338	3.765	5.648
2016	788.041	748.639	280.740	3.249	336.888	3.899	5.849
2017	816.017	775.216	290.706	3.365	348.847	4.038	6.156
2018	844.985	802.736	301.026	3.484	361.231	4.181	6.271
2019	874.982	831.233	311.712	3.608	374.055	4.329	6.494
2020	906.044	860.742	322.778	3.736	387.334	4.483	6.725
2021	940.021	893.020	334.883	3.876	401.859	4.651	6.977
2022	975.271	926.507	347.440	4.021	416.928	4.826	7.238
2023	1.011.844	961.252	360.470	4.172	432.564	5.007	7.510
2024	1.049.788	997.299	373.987	4.329	448.785	5.194	7.791
2025	1.089.155	1.031.697	388.011	4.491	465.614	5.389	8.084
2026	1.129.999	1.073.499	402.562	4.659	483.075	5.591	8.387
2027	1.172.374	1.113.755	417.658	4.834	501.190	5.801	8.701
2028	1.216.338	1.155.521	433.320	5.015	519.984	6.018	9.028
2029	1.261.950	1.198.853	449.570	5.203	539.484	6.244	9.366
2030	1.309.273	1.243.809	466.428	5.398	559.714	6.478	9.717

Fonte: Plano Diretor de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário de Joinville (PMJ, 1994)

A demanda industrial evolui rapidamente e foi pesquisada nas próprias indústrias pela Prefeitura de Joinville e pela Associação Comercial e Industrial de Joinville (ACIJ), para

conhecimento dos planos de expansão ou de futuros parques industriais. Não existem, porém, dados sobre planos de expansão futura. Como a maioria das indústrias está sendo abastecida pela rede pública, com exceção daquelas que possuem captação própria, os planos de expansão estão inseridos na demanda calculada pela PMJ (1994).

Com relação à atividade agrícola, segundo a Fundação Municipal 25 de Julho³ (2003) não há previsão de incrementos na demanda, pois a área agricultável já está totalmente ocupada.

Há de se considerar ainda as demandas futuras dos municípios de São Francisco do Sul, Araquari e Barra do Sul, cujos planos diretores de abastecimento prevêem captação de água na BHRC. A demanda futura de água no período de 2005 a 2025 está apresentada na tabela 4.6.

Tabela 4.6 – Projeção de demanda futura de água na BHRC

Ano	Serviço de água e esgoto (m ³ /dia)*	Outros (m ³ /dia)	Total (m ³ /dia)	Total (m ³ /s)
2005	141.691	43.079	184.770	2,14
2008	149.481	43.079	192.560	2,23
2013	163.427	43.079	206.506	2,39
2023	195.345	43.079	238.424	2,76
2025	197.592	43.079	240.671	2,78

*100% da população, usando a estimativa do CCJ/UNIVILLE

Fonte: CCJ/UNIVILLE

A previsão de demanda futura de água para uso doméstico teve como referência o crescimento populacional, sendo obtida pela multiplicação do número de habitantes pelo volume de água consumido *per capita*. Quanto às demandas da indústria, da agricultura e da pecuária, não foi apresentada uma tendência de aumento no consumo.

Dos documentos avaliados para o abastecimento de Joinville, consta o aproveitamento modesto dos afluentes Águas Vermelhas e Salto do Piraí, componentes da bacia hidrográfica do Rio Piraí. No Plano Diretor de Abastecimento de Água e Esgoto Sanitário de Joinville (PMJ, 1994), são dados como grande opção de abastecimento somente os rios Cubatão e Piraí, sendo este no alto curso, onde se encontra a atual captação para abastecimento público. Deve-se lembrar que o grande consumidor de água da bacia do Piraí é a rizicultura. Como o uso das águas para o abastecimento doméstico é prioritário em relação aos demais (Lei n.º 9.433, 1997), tem-se um imenso potencial de abastecimento doméstico na bacia do Rio Piraí, em detrimento do agrícola, na região próxima à curva do arroz na BR-101. Esse local, bem mais a jusante da atual captação, exibe uma vazão superior à do Rio Cubatão. Outro ponto é que o Plano Diretor não levou em conta o reúso da água por parte das indústrias, o aproveitamento de água da chuva ou, mesmo em menor proporção, o uso de água subterrânea.

³ Informação obtida em entrevista com a diretoria da fundação.

4.3 Evolução das Atividades Produtivas e da Polarização Regional

As atividades produtivas na BHRC foram iniciadas com a construção da Estrada Dona Francisca, em março de 1858, que serviu de estímulo para a formação do distrito de Pedreira em 1859, o qual, a partir de 1933, passou a se chamar Pirabeiraba (HERKENHOFF, 1987).

O setor da Estrada da Ilha foi a primeira área de agropecuária mais intensiva na bacia e que posteriormente começou a se expandir para o médio curso do rio. Nessa época era intensa a atividade madeireira.

Paralelamente iniciou-se a instalação de várias indústrias familiares, que vieram proporcionar o desenvolvimento econômico do município de Joinville.

Segundo Gonçalves e Oliveira (2001), na área de planalto houve a liberação de grandes áreas de mata nativa para a realização de reflorestamento com *Pinnus elliotis* na década de 1970, justamente nas áreas de nascente do Rio Cubatão. Por isso essas áreas constituíam o principal setor de desmatamento no ano de 1975.

Por último, Joinville tornou-se um pólo regional, visto que várias cidades vizinhas, a exemplo de Araquari, São Francisco do Sul e Garuva, vêm implantando novas indústrias e muitas vezes os colaboradores destas vêm residir em Joinville.

Outra polarização diz respeito à busca da primazia de serviços nos setores de saúde, educação, lazer e comércio na cidade de Joinville.

Em síntese, as atividades produtivas restringem-se à preservação e à agrossilvicultura no alto e médio cursos do Rio Cubatão. No baixo curso existe uma pressão de expansão do Distrito Industrial de Joinville e do perímetro urbano.

4.4 Uso do Solo e Cobertura Vegetal

O início da ocupação da BHRC deu-se em 1852, quando houve a expansão da Colônia Dona Francisca. A partir daí, novos usos foram agregados ao solo, gerando grandes modificações na dinâmica natural. Atualmente, a BHRC apresenta usos e ocupações distintos, como reflorestamento de espécies exóticas, mineração em canais fluviais e em pedreiras, agricultura, pecuária, piscicultura, áreas de proteção ambiental (APAs), rodovias públicas, estradas vicinais, pontes e travessias, barragens, canal de derivação, poliduto que transporta combustíveis, estação de captação de água, redes de transmissão de energia, aeroporto, aterros sanitário, industrial e doméstico e núcleos habitacionais rurais e urbanos pertencentes ao distrito de Pirabeiraba. Encontram-se na área da bacia vilas e bairros, de pequenos a muito populosos, situados no baixo curso do Rio Cubatão, representados pelos bairros Jardim Paraíso, Jardim Sofia e Jardim Kelly, além de escolas, áreas de comércio e zona industrial (figura 3.30).

O levantamento do uso do solo na BHRC foi realizado em uma escala de semidetalhe de 1:50.000, com base na metodologia proposta pelo IBGE (1999). Por intermédio de trabalhos de campo, foram cadastradas e georreferenciadas as classes de uso atual do solo: agricultura, pecuária, mineração, áreas especiais e áreas urbanas. Essas classes são subdivididas em tipos diferenciados, de acordo com as culturas desenvolvidas em cada área.

Com o auxílio das ferramentas de geoprocessamento, mais especificamente o programa IDRISI 32, foram elaboradas cartas de uso do solo multitemporais (figuras 4.1 e 4.2), produzidas por meio de classificação supervisionada em imagens de satélites Landsat TM5 e ETM7 dos anos de 1988 e 2000, respectivamente. As imagens receberam tratamento de realces e contrastes e foram corrigidas para a projeção UTM. Com isso, realizou-se a classificação das imagens relacionando-as com os pontos obtidos no cadastro de campo. Algumas das classes relacionadas a seguir são de expressão pontual, não sendo possível a sua identificação nas imagens, que se limitam a uma resolução espacial de 30 X 30 metros. Por esse motivo, as cartas de uso do solo representam algumas dessas classes, com o seu código correspondente.

4.4.1 Agricultura

Conforme o IBGE (1999), a agricultura é a atividade produtiva em que podem ser cultivadas uma ou mais espécies vegetais em uma determinada área. Na metodologia utilizada, esse setor apresenta-se subdividido em cinco tipos, que podem apresentar níveis de manejo, bem como estrutura de produção, diferenciados: agricultura de subsistência, agricultura tradicional, agricultura de transição, agricultura modernizada e reflorestamento. Na área da BHRC podem ser identificados três tipos de agricultura, descritos a seguir e quantificados na tabela 4.7.

4.4.1.1 Agricultura de transição (ATr)

É o tipo de prática mais representativa na BHRC, geralmente desenvolvida por pequenos e médios produtores que utilizam técnicas modernizadas, sempre que possível, tendo um acompanhamento técnico freqüente e adequado para o manejo da área. As relações sociais de produção são familiares e assalariadas (em geral nos períodos mais críticos, nos piques de trabalho da cultura, essas relações são encontradas com predominância assalariada). Esse tipo de agricultura é subdividido em duas facções distintas, sendo agricultura de transição com culturas perenes e culturas cíclicas.

a) Agricultura de transição com culturas perenes (ATrp)

Esse tipo de cultura é o mais comum na bacia. Está caracterizado pelo cultivo de banana distribuído por toda a área rural, encontrando-se no médio e no baixo curso do rio.

A cultura da banana identificada pelo código ATrp(b) é o tipo mais praticado pelos produtores rurais da bacia, pois a combinação dos fatores clima, solo e relevo da região possibilitou seu bom desenvolvimento. As áreas de cultivo ocupam principalmente as planícies fluviais e as encostas de morros e serras, representando uma área de 977 ha (figura 4.2).

Os produtores utilizam práticas modernizadas para correção do solo, adubação e controle de doenças por intermédio de pulverização aérea. Muitos agricultores possuem trator para o transporte da produção. Tais práticas permitem que esta seja comercializada com um bom valor agregado.

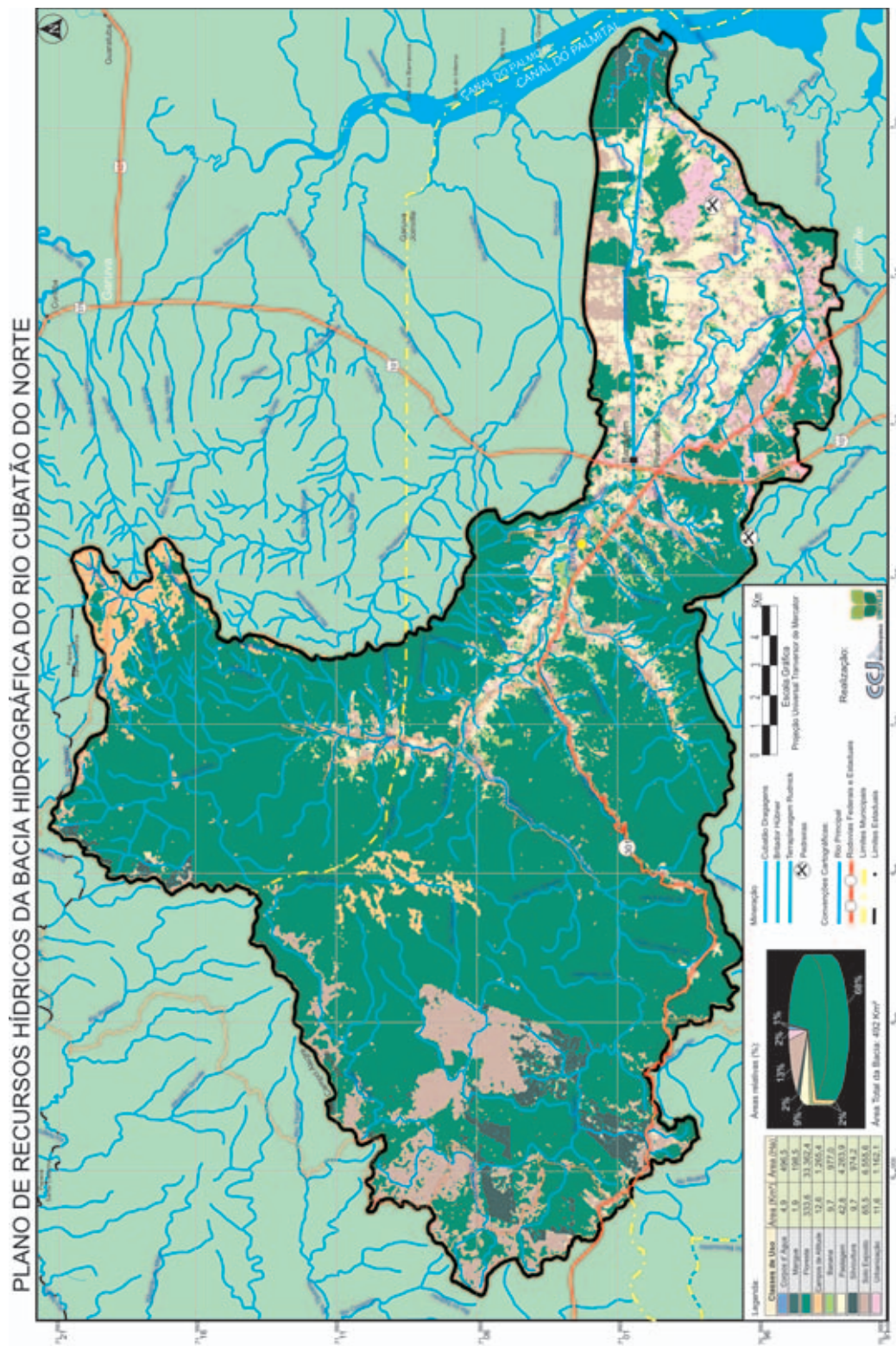


Figura 4.2 – Uso do solo na BHRC no ano de 2000

b) Agricultura de transição com culturas cíclicas (ATrc)

As culturas cíclicas existentes na BHRC são representadas pelos cultivos anuais e bianuais (tabela 4.7), ocupando áreas pontuais e dispersas na área da bacia.

Tabela 4.7 – Tipos de atividades agrícolas, número de produtores e hectares plantados

ATIVIDADES	Bacia do Rio Cubatão – Comunidades								Total	
	Dona Francisca		Rio Bonito		Estrada da Ilha		Alto da Serra			
	Produtores	ha	Produtores	ha	Produtores	ha	Produtores	ha	Produtores	ha
1. Cana-de-açúcar ATrc(c)	76	80	4	28	50	80	10	5	140	193
2. Mandioca ATrc(m)	290	308	6	20	28	21	10	6	334	355
3. Repolho ATrc(r)	69	30	3	3	23	32	0	0	95	65
4. Couve-flor ATrc(cf)	65	22	3	2	10	21	0	0	78	45
5. Feijão-vagem ATrc(f)	6	3			4	2	0	0	10	5
6. Beterraba ATrc(b)	35	18	0	0	5	8	0	0	40	26
7. Cenoura ATrc(cn)	65	17	2	1	10	7	0	0	77	25
8. Pepino ATrc(p)	76	35	2	1	15	3	0	0	93	39
9. Tomate ATrc(t)	35	18	0	0	15	2	0	0	50	20
10. Outras olerícolas	49	18	4	2	12	7	0	0	65	27
11. Olericultura (1)	80	180	6	6	30	118	0	0	116	304

Fonte: Fundação 25 de julho (2002)

4.4.1.2 Agricultura modernizada (AM)

Refere-se ao tipo de agricultura praticada em geral por grandes e médios produtores que empregam as mais modernas técnicas de práticas agrícolas, utilizando todos os insumos necessários. Apresenta acompanhamento técnico especializado para todas as fases do trabalho, até que o produto chegue ao mercado. O manejo é adequado para que se obtenha uma boa produtividade e proporcione a conservação do ambiente. As relações sociais de produção são sempre assalariadas, com a utilização de empregados permanentes e temporários.

4.4.1.3 Reflorestamento (R)

Esse tipo de atividade é representado pelo cultivo de espécies exóticas, principalmente o *Pinnus elliotis* e mais raramente o eucalipto, para demanda de matéria-prima destinada aos setores madeireiro, moveleiro e de celulose.

As empresas reflorestadoras existentes na bacia ocupam áreas localizadas principalmente no alto curso do Rio Cubatão, abrangendo um total de 2.431,17 ha registrados na imagem de 1988 (figura 4.1). Na imagem de 2000, quantificou-se um total de 974,25 ha, havendo um

decréscimo de 1.456,92 ha de floresta cultivada, o qual está vinculado ao corte de árvores adultas para comercialização, porém já compensado pelo replantio de novas árvores (figura 4.2).

As duas principais empresas que trabalham com reflorestamento na BHRC ocupam uma área de 3.035,84 ha e 861,44 ha, sendo as áreas efetivamente plantadas de aproximadamente 2.630,84 ha e 861,44 ha. Não foi possível levantar os dados de uma terceira empresa que atua nos limites da bacia. Todas as empresas apresentam a característica comum de utilizar mão-de-obra temporária e mecanização, em função do relevo acidentado.

Segundo relatos da Comfloresta (2002), a empresa desenvolve suas atividades na área desde 1971, tendo seu planejamento florestal integrado por meio da gestão de informações por sistemas especializados. Conta com a utilização de recursos de informática para o gerenciamento de informações geográficas, que dão suporte ao cadastro técnico, realizando tratamento e atualização da posição das operações, uso e ocupação das áreas da empresa. O suporte geral é feito pelo sistema de inventário florestal contínuo e pelo sistema Sispinus, desenvolvido pela EMBRAPA/UFPR, que efetua a prognose de produção e simulações para apoiar o processo de decisão. A produção das mudas conta com a aquisição de sementes produzidas em pomares melhorados geneticamente e em pomares clonais. O sistema de produção é de alta tecnologia, que garante saúde, vigor e qualidade às mudas. A capacidade instalada é da ordem de 5 milhões de mudas por ano, com alto padrão e excelente desempenho em plantio. No viveiro florestal da Comfloresta são produzidas mudas das espécies *Pinus taeda* e *Pinus caribaea hondurensis* para o plantio das florestas produtivas. Também são produzidas mudas nativas diversas, essenciais para os programas de recuperação de áreas florestais nativas remanescentes da formação floresta ombrófila mista e floresta ombrófila densa, ecossistemas integrados à mata atlântica (COMFLORESTA, 2002).

Como as questões inicialmente levantadas dizem respeito às possíveis interferências das atividades de reflorestamento no abastecimento de água do município, tal fato pode provocar, principalmente durante as atividades de corte raso e exploração de madeira, maior quantidade de material carreado para os rios, contribuindo para o aumento da turbidez destes a jusante da região explorada.

Em relação ao processo de exploração, é importante ressaltar que os problemas mencionados são de caráter temporário, pois as estradas que contribuem para a instalação e/ou intensificação de processos erosivos são abertas no interior dos reflorestamentos somente na época de corte e plantio. Mesmo assim, há de se realizar o seu manejo sustentado.

4.4.2 Pecuária

A atividade pecuária refere-se à criação de animais e se divide em dois ramos básicos: a pecuária de corte e a leiteira. Tal atividade demanda a utilização de áreas de pastagens que chegaram a 4.300 ha na BHRC no ano de 2000, segundo a análise da imagem de satélite Landsat ETM7 (figura 4.2).

Entre os diversos tipos de atividade pecuária, destaca-se na BHRC a criação de gado bovino de leite e de corte, com um total de 6.377 cabeças, e de suínos, com um total de 5.921 cabeças (tabela 4.8).

Tabela 4.8 – Atividades pecuárias na BHRC

ATIVIDADES	Bacia Rio Cubatão – Comunidades								Total	
	Dona Francisca		Rio Bonito		Estrada da Ilha		Alto da Serra			
	Produtores	Cabeças/colméias/hectares	Produtores	Cabeças/colméias/hectares	Produtores	Cabeças/colméias/hectares	Produtores	Cabeças/colméias/hectares	Produtores	Cabeças/colméias/hectares
1. Bovino de leite	123	1.264	30	450	214	2.576	5	30	372	4.320
2. Bovino de corte	90	299	3	600	56	1.118	2	40	151	2.057
3. Suínos	135	1.899	20	120	235	3.872	5	30	395	5.921
4. Marrecos/patos	60	2.340	8	400	45	1.820	5	60	118	4.620
5. Coelhos	3	75	–	–	5	120	–	–	8	195
6. Equínos	69	209	5	14	121	427	3	8	198	658
7. Caprinos	4	36	1	5	8	75	–	–	13	116
8. Ovinos	2	28	–	–	–	–	2	20	4	48
9. Avicultura postura	1	20.000	–	–	–	–	–	–	1	20.000
10. Aves caipiras	202	22.200	35	350	190	18.900	12	12.000	439	53.450
11. Apicultura	5	151*	2	20*	1	8*	5	35*	13	214*
12. Piscicultura	11	21**	2	2**	–	–	–	–	13	23**

* Unidade colméias

** Hectares

Fonte: Entrevista técnica com a Fundação Municipal 25 de Julho (2002)

4.4.3 Áreas de Mineração

Conforme Engeflora (2002a), as atividades de mineração na BHRC iniciaram-se a partir de 1975, por meio de alguns trabalhos de pesquisa e pequenas explorações pontuais. Porém somente a partir da década de 80 as pesquisas tomaram corpo, dando início ao desenvolvimento dos processos no Departamento Nacional de Pesquisa Mineral (DNPM). Nesse período, já havia explorações minerais tanto controladas pelo DNPM como clandestinas, que foram se extinguindo em decorrência do controle efetuado.

Em 1985, os órgãos ambientais, sensibilizados com o meio ambiente e desprovidos de estudos detalhados sobre o comportamento dos rios da BHRC, não licenciaram os projetos que envolviam o sistema fluvial. Nesse período, as empresas de mineração intensificaram a pesquisa mineral na área da planície, em terraços aluvionares e na foz do rio. Os projetos de mineração desenvolvidos nessa época foram voltados para a lavra em cavas e dragagem de areia sob controle desses órgãos ambientais e do DNPM (ENGEFLORA, 2002a).

Segundo a Engeflora (2002a), na década de 90 as pesquisas e extrações em cavas na BHRC já apresentavam técnicas mais eficazes de exploração mineral. Porém até o ano de 2002 a exploração mineral nos rios da BHRC ainda não contava com o licenciamento dos órgãos ambientais competentes. Cabe ressaltar que a Engeflora (2002b) não especifica quais as tecnologias adotadas pelas empresas de mineração voltadas à proteção do meio ambiente.

Em 1995 ocorreu uma enchente que movimentou grande quantidade de sedimentos, resultando no entulhamento de parte dos principais canais fluviais da BHRC. O evento oportunizou a reativação da atividade de mineração com fins de desassoreamento dos canais fluviais, iniciada sob controle dos órgãos ambientais e também do DNPM. Essa atividade, segundo os moradores locais, resultou no rebaixamento do nível da água de vários poços rasos e na erosão das fundações da ponte João Fleith, que veio a desmoronar em 1999.

A atividade mineradora na área, desde a fase inicial de pesquisas minerais até a mineração em cavas, extração de areia e procedimentos de desassoreamento, é efetuada sob controle do DNPM, por meio de processos específicos que possuem inúmeras fases a serem cumpridas antes da emissão da Portaria de Lavra pelo Ministro de Minas e Energia. Esse controle de áreas é efetuado por intermédio de um mapa de áreas requeridas, emitido pelo DNPM (figura 4.3). O documento mostra a área e o número de cada processo. Como os processos no DNPM traduzem um mercado em que existem investimentos e programação de custos de operação, ele é dinâmico e apresenta mudanças constantes.

As práticas de mineração na BHRC são desenvolvidas por meio de quatro formas de atividade distintas: desassoreamento no leito ativo dos rios; mineração em cavas na planície em terraços aluvionares; dragagem de areia na foz do Rio Cubatão; e extração mineral em pedreiras. No entanto essas atividades somente são desenvolvidas após cumpridos os procedimentos no DNPM, bem como nos órgãos ambientais nas esferas federal (IBAMA), estadual (FATMA) e municipal (FUNDEMA).

O desassoreamento, conforme Engeflora (2002b), foi o termo designado para a mineração no leito ativo dos rios da BHRC desenvolvida de 1995 até meados de 1999. É, portanto, uma forma de mineração com lavra a céu aberto, por escavação, com transporte do mineral até a sede da empresa para pré-beneficiamento, redução granulométrica do material e sua classificação, depósito e venda. Esse tipo de atividade é realizado por quatro empresas do ramo minerador.

A mineração em cavas é assim denominada por causa da conformação final da lavra. Esse tipo de mineração pode ser desenvolvido basicamente em quatro situações: cavas que atingem o lençol freático para geração de lagoas, recuperação de áreas degradadas, limpeza de antigas lagoas e cortes topográficos que não atingem o lençol freático. Conforme Engeflora (2002b), a extração é processada a céu aberto, com desmonte por escavação. Nos três primeiros casos, os seixos são retirados e ao final é gerado um lago onde os taludes das lagoas são executados de acordo com os ângulos de repouso dos materiais. No caso de cortes topográficos que não atingem o lençol freático, a lavra é executada somente para aplainar o terreno para agricultura ou pastagem. A mineração em cavas é desenvolvida em propriedade particular por solicitação e autorização dos proprietários, que muitas vezes buscam alternativas de renda, implementando pesque-pagues ou atividades ligadas ao lazer e turismo. A área é restrita ao espaço do lago ou da área a ser implementada à agricultura.

Já as dragagens de areia na foz do Rio Cubatão são efetuadas por dragas com provisão de registro na Capitania dos Portos de São Francisco do Sul. As embarcações têm possibilidade de realizar uma viagem por dia, 20 dias durante o mês, totalizando uma produção máxima de 4.740 m³ de areia por mês (ENGEFLORA, 2002b).

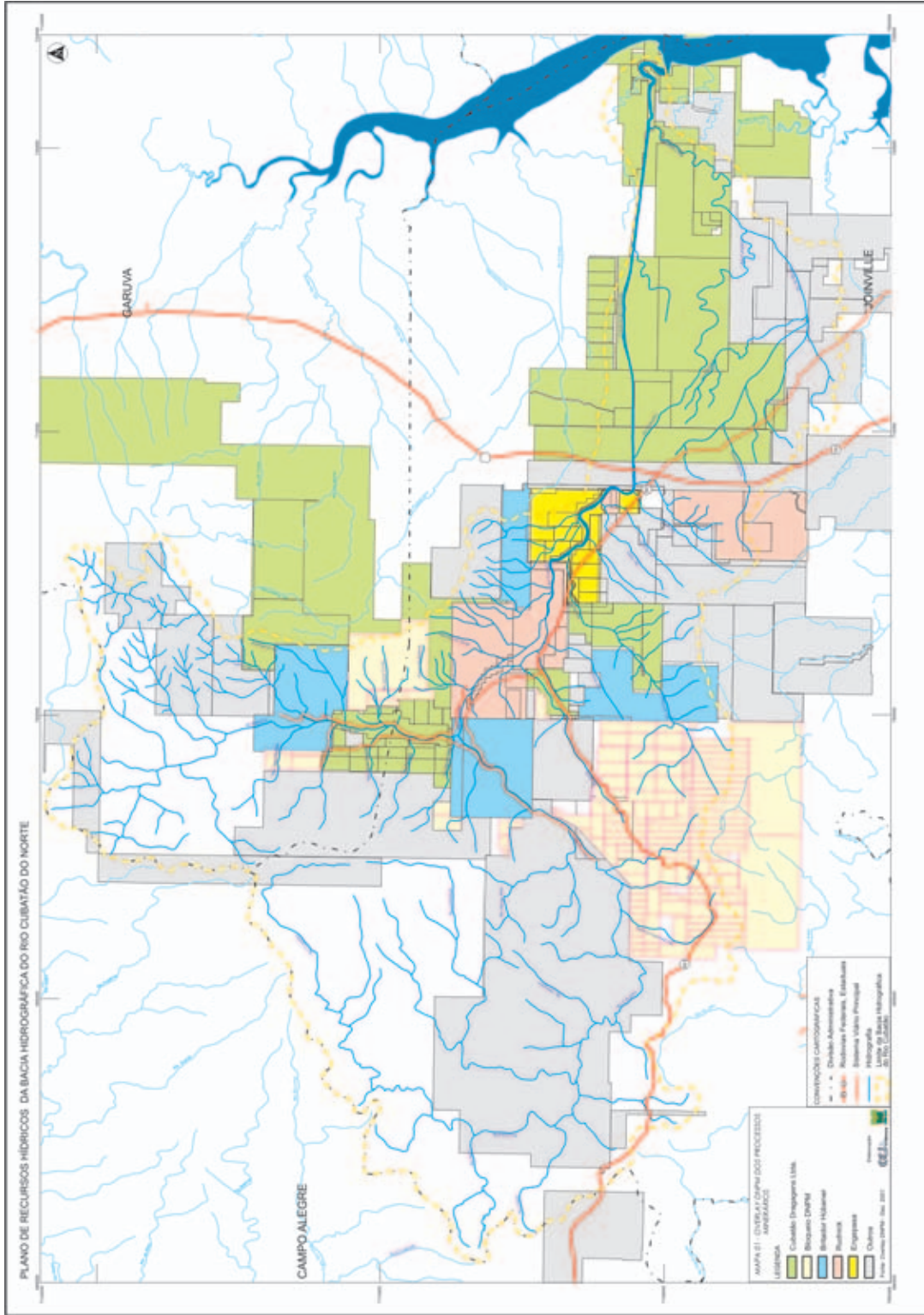


Figura 4.3 – Áreas de mineração requeridas
Fonte: DNPM (2003)

O porto de areia que recebe a maior parte desse material, segundo a Engeflora (2002b), situa-se na margem direita do Rio Cubatão, na Estrada Cubatão, bairro Aeroporto. O porto tem capacidade de instalação e estoque em uma área de 25.000 m², onde a areia é comercializada *in natura*. Outro porto de areia localiza-se na margem esquerda, quase em frente ao primeiro.

As atividades mineradoras por intermédio de pedreiras são realizadas em dois locais da BHRC: a saibreira do Timbé, localizada no baixo curso, e uma pedreira localizada no divisor de águas entre a BHRC e a bacia do Rio Piraí, onde é explorado gnaiss para produção de brita.

4.4.4 Áreas Urbanizadas

Correa (1997) relata que os processos sociais produzem forma, movimento e conteúdo sobre o espaço urbano, determinando a sua organização. Esses processos são postos em ação pelos agentes modeladores do espaço urbano, que são os proprietários do meio de produção, os proprietários fundiários, os empreendedores imobiliários, o Estado e os excluídos. Cada um desses agentes possui suas próprias estratégias, e o Estado funciona como ator e árbitro dos conflitos.

A ocupação do solo urbano é a classe de uso do solo mais crescente na BHRC. Comparando as figuras 4.1 e 4.2, pode-se observar uma ampliação das áreas urbanizadas no baixo curso, principalmente na área do bairro Jardim Paraíso. Em 1988 a BHRC possuía uma área urbanizada equivalente a 863 ha, enquanto no ano de 2000 se verificou um aumento de 337 ha, totalizando uma área de 1.200 ha.

O perímetro urbano de Joinville passou por várias ampliações por meio de leis municipais que alteraram o seu traçado, adequando-o às diretrizes espaciais e tributárias das diversas ocasiões.

Conforme Santana (1998), desde a fundação da cidade até meados da década de 1950, vigoraram em Joinville apenas o Código de Posturas, com disposições a respeito do comportamento do cidadão nas vias públicas, da segurança, do uso do solo, e ainda as indispensáveis normas relativas às construções. A partir de então, acompanhando o crescimento da cidade, o instrumental normativo começou a se especializar, tendo como referência a edição da Lei Municipal n.º 414/56, que instituiu os Códigos de Posturas e de Obras. Essa lei tratava do disciplinamento da vida urbana, de forma que não havia regulamentos específicos relacionados com urbanismo.

Segundo Hoenicke (2001), em maio de 1965 a Prefeitura de Joinville, buscando adotar um plano urbanístico, providenciou o Plano Básico de Urbanismo (PBU), contratando a Sociedade SERETE de Estudos e Projetos Ltda., em conjunto com o escritório Jorge Wilhein Arquitetos Associados, para elaboração do plano. O PBU resultou na Lei n.º 795, de 25 de janeiro de 1966, que estabeleceu um plano de uso do solo e diretrizes para os detalhes a serem observados na elaboração do Plano Diretor de Joinville. Em seguida elaborou-se o Plano Diretor do Sistema de Transportes (PLADSTU), que resultou na Lei do Novo Plano Diretor regido pela Lei n.º 1.262/73, mais tarde revogada pela Lei n.º 1.410/75, a qual vigorou por cerca de 20 anos. Já em 1996 surgiu a Nova Lei de Uso e Ocupação do Solo, que alterou completamente a Lei n.º 1.410/75. Trata-se da Lei n.º 27, de 27 de março de 1996, atualmente em vigor, em que o uso do solo urbano é orientado por um Plano de Estruturação Urbana, instrumento de ação do zoneamento

industrial, comercial e serviços, residencial, misto (residencial e comercial), de preservação ambiental e indicador de áreas de expansão urbana.

O perímetro urbano na BHRC possui uma área de 4.398,12 ha, dos quais 1.925,10 ha estão representados pelo Distrito Industrial. O perímetro urbano é composto por uma área densamente habitada, representada pelos bairros Jardim Paraíso, Jardim Sofia, Jardim Kelly, Vila Cubatão, parte do Bom Retiro, Distrito Industrial e pela área de expansão urbana, onde as atividades agrícolas e pecuárias se mantêm em alguns locais, apesar da pressão imobiliária.

Com relação ao perímetro urbano de Pirabeiraba, observa-se um núcleo de apoio rural medianamente habitado, com tendência a retornar à zona de expansão de Joinville.

4.4.5 Áreas Degradadas

As áreas degradadas por qualquer processo podem ser classificadas como de extração mineral sem recuperação, poluídas e áreas desmatadas em desacordo com o Código Florestal (BRASIL, 1965). Na BHRC existem alguns focos de áreas degradadas, principalmente no médio e no baixo curso do rio.

4.4.6 Áreas de Preservação Legal

Na região da BHRC encontram-se diferentes áreas naturais que são protegidas por lei (BRASIL, 1965), como, por exemplo, a Área de Proteção Ambiental (APA) da Serra Dona Francisca, pertencente ao município de Joinville, e a do Quiriri, pertencente ao município de Garuva, criadas pelos decretos municipais n.º 8.055/97 (PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE, 1997) e n.º 055/97 (PREFEITURA MUNICIPAL DE GARUVA, 1997), respectivamente (figura 4.4).

Conforme a Fundação Municipal do Meio Ambiente (2003), o objetivo principal das APAs é a proteção ambiental da região envolvida, principalmente dos recursos hídricos, de forma a garantir o abastecimento público de água potável. Outro objetivo das APAs é a manutenção das atividades econômicas desenvolvidas na região, de forma compatível com a proteção ambiental, estimulando atividades não degradantes, tais como o turismo rural, o manejo florestal e a agricultura orgânica, restringindo atividades que possam degradar o ambiente, como a mineração, o uso industrial e a expansão urbana. Ambas as APAs visam à proteção e à conservação da qualidade ambiental, de modo a conciliar a melhoria da qualidade de vida da população local com a proteção dos ecossistemas regionais.

As áreas protegidas totalizam na região da BHRC 205.260 km², ou 41,6% da área total da bacia, porém carecem de plano de manejo. Além dessas áreas definidas em legislação específica, existem outras protegidas por legislação ambiental, como é o caso das faixas de mata ciliar previstas no Código Florestal (BRASIL, 1965), das encostas íngremes, consideradas como áreas de preservação permanente, e a destinação de 20% das áreas das propriedades rurais como reserva florestal.

Há ainda na área da BHRC uma Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN), situada dentro da APA Dona Francisca.

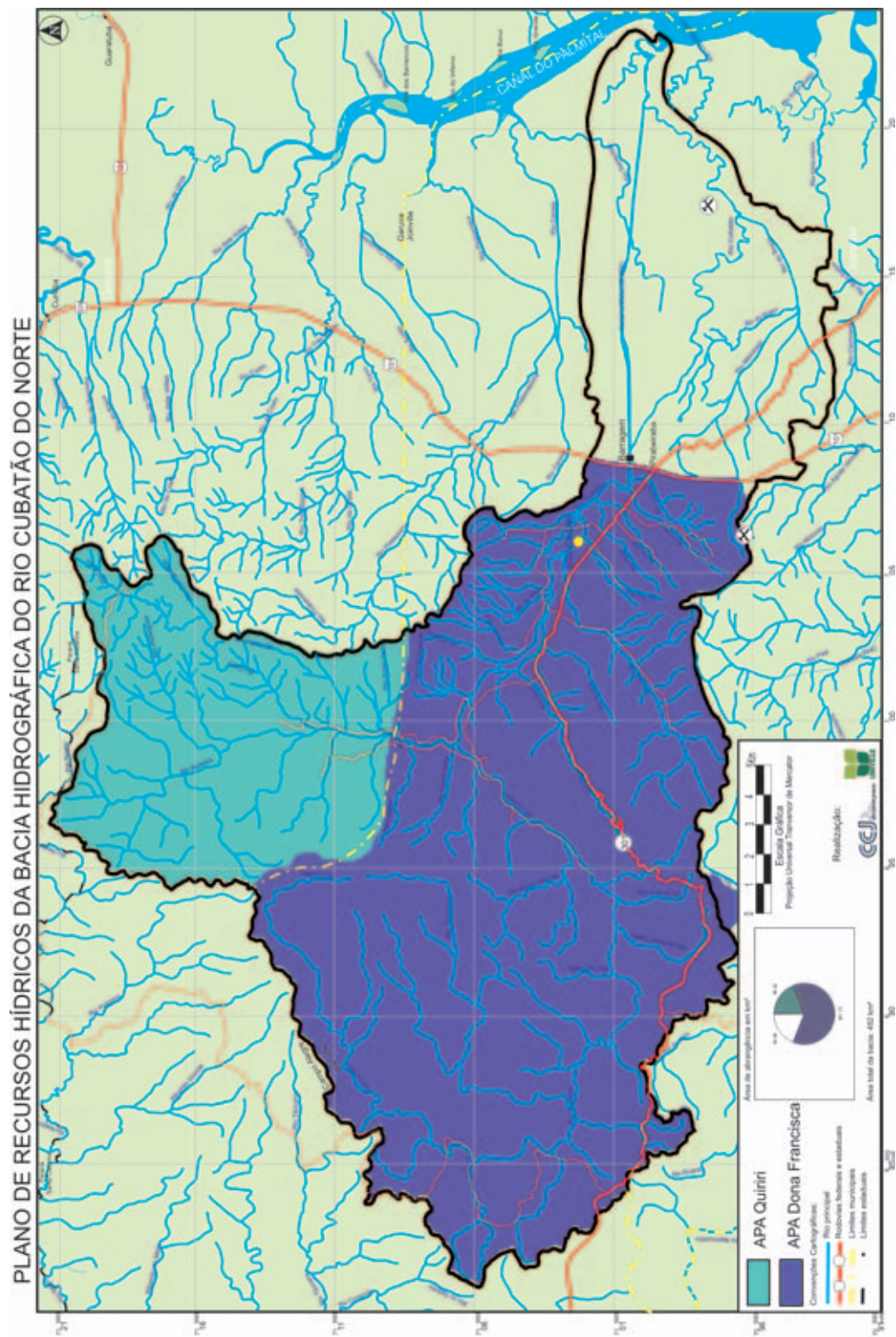


Figura 4.4 – Carta de abrangência das Unidades de Conservação na BHRC

4.4.7 Rede Hidrográfica

A região hidrográfica da baixada norte possui como divisor de águas a Serra do Mar, que dá origem às duas vertentes – atlântica e do interior –, as quais caracterizam o sistema de drenagem natural do Estado. A maior parte da hidrografia regional é representada pela vertente atlântica e caracteriza-se por rios de pequeno curso, mas com grande volume de água. A vazão de tais rios apresenta pouca variação, em virtude da cobertura vegetal das nascentes, desembocando diretamente no Oceano Atlântico ou na Baía da Babitonga.

A hidrografia da região pode ser dividida em quatro conjuntos:

- a) bacias hidrográficas do complexo Baía da Babitonga;
- b) bacias hidrográficas do Rio Negro;
- c) bacias hidrográficas do Rio Itapocu;
- d) bacias hidrográficas litorâneas.

A bacia do Rio Cubatão situa-se predominantemente no município de Joinville, na região nordeste do Estado de Santa Catarina, possuindo uma área de drenagem total de 492 km². O Rio Cubatão nasce na Serra do Mar na cota 1.100 m, tendo um comprimento total de 88 km. A 45 km a montante de sua foz, apresenta uma queda de cerca de 40 m (Salto 2), e aproximadamente 5 km a jusante do Salto 2 ocorre uma outra queda, bem maior (cerca de 350 m), denominada Salto 1.

A orografia da bacia no curso superior do Rio Cubatão, a montante do Salto 2, apresenta relevo ondulado sob a forma de colinas e uma declividade média do leito do rio de 9,5 m/km. O Rio Cubatão no seu trecho médio, até a elevação 85 m, na foz do Rio Quiriri, tem declividades muito acentuadas, com um relevo muito recortado por vales profundos em forma de “V”. O curso inferior do rio volta a apresentar relevo ondulado passando à planície costeira até a sua foz, com declividades bem moderadas na Baía da Babitonga.

O principal afluente do Rio Cubatão é o Rio Quiriri, que possui uma bacia de drenagem da ordem de 110 km² e cuja nascente se encontra aproximadamente na elevação 900 m, na chamada Serra do Quiriri. O Rio Quiriri junta-se ao Cubatão pela sua margem esquerda na elevação 85 m, ou seja, já na região mais plana da bacia.

Esse afluente também apresenta uma queda da ordem de 500 m entre as elevações 700 m e 200 m com uma bela cachoeira; a partir daí a declividade é de 17 m/km e o vale é mais aberto até o encontro com o Rio Cubatão.

4.4.7.1 Zona de planície

Compreende a área limitada entre a foz do Rio Cubatão e o seu ponto de confluência com o Rio Quiriri. O curso do rio nesse trecho tem extensão da ordem de 30 km, com relevo plano a ondulado. O nível de ocupação humana é relativamente alto, com atividade predominantemente agrícola e com pequenas áreas reflorestadas com pinus e eucalipto. É considerada uma zona com risco de inundação (item 3.1.4). Áreas urbanizadas ocorrem nesse trecho, conforme descrito no item 4.4.4.

O Rio Cubatão apresenta nessa parte canal de forma meandrante e anastomosada, formando uma extensa planície aluvionar com terraços, ilhas fluviais e meandros abandonados.

4.4.7.2 Zona de encostas

Compreende a área limitada entre a foz do Rio Quiriri e o Salto 1, aproximadamente na elevação 700 m. O curso do rio nesse trecho tem cerca de 16 km e declividades muito acentuadas. O nível da ocupação humana é bastante baixo, e as paisagens de beleza natural caracterizam um alto potencial para lazer e recreação.

4.4.8 Infra-estrutura Viária

O sistema viário existente na BHRC é composto por rodovias federais e estaduais e por estradas secundárias e vicinais, constituindo o principal meio utilizado no atendimento ao sistema de transporte na região. A malha rodoviária da área da BHRC articula-se com uma via estrutural pertencente ao sistema principal, que faz ligação norte-sul, consolidando uma estrutura linear que corta o centro da sede municipal.

As rodovias públicas existentes na bacia são a BR-101 e a SC-301, com tipo de pavimentação asfáltica. Constituem os eixos básicos de ligação da região com o restante do país, apresentando boas condições de tráfego.

A BR-101 desenvolve-se paralelamente à costa litorânea, ligando Porto Alegre a Natal, indo do sul do Estado de Santa Catarina (São João do Sul) até o norte (Garuva), formando então o entroncamento com a BR-376, que liga Garuva a Curitiba. O outro eixo principal é feito pela SC-301 – antiga BR-280 –, que liga São Francisco do Sul a Porto União, passando por Joinville e Pirabeiraba.

O restante da malha rodoviária é composto por estradas secundárias e vicinais, que apresentam condições regulares de tráfego.

A infra-estrutura pode ser ainda caracterizada pelas estradas de serviço e pontes localizadas nos imóveis rurais, que eventualmente podem ligar uma localidade a outra.

4.4.9 Cobertura Vegetal

A vegetação primária dessa região hidrográfica era caracterizada principalmente por mata bastante exuberante, representada pela floresta ombrófila densa, com formações de terras baixas, submontana, montana e alto montana. Havia densos manguezais, localizados na foz do Rio Cubatão, já na Baía da Babitonga e proximidades, constituindo áreas de formações pioneiras. A floresta ombrófila mista, a oeste, completava a vegetação original da região, ocupando alguns trechos do planalto. Atualmente a vegetação da região encontra-se bastante descaracterizada, principalmente pelo intenso uso agrícola e urbano.

4.5 Cadastro de Usuários da Água

Segundo o parágrafo único do artigo 21 da Lei Estadual n.º 9.748, de 30 de novembro de 1994 (SANTA CATARINA, 1994), usuários da água são indivíduos, grupos, entidades públicas e privadas e coletividades que, em nome próprio ou de terceiros, utilizam os recursos hídricos para:

- a) insumo em processo produtivo ou para consumo final;
- b) receptor de resíduos;
- c) meio de suporte de atividades de produção ou consumo.

4.5.1 Uso Doméstico

A maior parte da demanda hídrica na BHRC está no abastecimento público, suprindo 70% da demanda de água de todo o município de Joinville e 50% do município de Araquari. Atualmente a empresa pública responsável por captação, tratamento e distribuição da água é a Companhia Águas de Joinville, que capta diariamente um volume de 1,5 m³/s e fornece 1,3 m³/s. Como a maior parte do município é abastecida pela rede pública e somente uma parte dos seus habitantes está inserida nos limites da bacia, ocorre uma grande transposição de águas da BHRC para as bacias hidrográficas dos rios Cachoeira e Parati. Dentro dos limites da BHRC, a área urbana é atendida pelo serviço de água e algumas comunidades rurais utilizam-se de poços rasos e captações comunitárias nos afluentes do Rio Cubatão para consumo doméstico e agrícola.

Com relação ao uso da água superficial para diluição de efluentes domésticos, considera-se que o volume lançado é no máximo igual à quantidade de água consumida. Sendo assim, tem-se que, em média, cada habitante gera 200 L/dia de efluente. Como na BHRC residem aproximadamente 35.000 pessoas, estima-se um total de 7.000.000 L/dia de efluentes, sendo a maior parte despejada sem tratamento ou com tratamento deficiente, exceto as áreas atendidas pelo Programa SOS Nascentes, onde foram implantados sistemas de fossa/filtro.

4.5.2 Uso Industrial

O uso da água na indústria é importante no desenvolvimento dos diferentes processos industriais. No setor têxtil, a água é utilizada em grande quantidade nas etapas de preparação e fiação, tingimento e lavagem do tingimento. Para as indústrias químicas a água pode ser utilizada como solvente de líquidos, sólidos e gases ou como reagente. Já nas indústrias do ramo metal-mecânico, a água é utilizada para fins de refrigeração de metais e como solvente nos processos de galvanotécnica.

A disponibilidade de dados precisos sobre o consumo industrial da água na BHRC é muito restrita. A carência de dados deve-se provavelmente ao receio das empresas em disponibilizá-los, por temer ações das agências ambientais ou das empresas públicas fornecedoras, principalmente no momento em que os consumidores passarão a pagar pelo uso da água. No entanto a grande maioria das empresas é abastecida pela rede pública.

Na BHRC a utilização dos recursos hídricos no processo industrial é realizada por intermédio da rede pública, de captações superficiais individuais, poços profundos e locais de

descarga de efluentes (tabelas 4.9 e 4.10). Existe um total de cinco empresas que captam água do Rio Cubatão ou de seus afluentes. Quanto à exploração da água subterrânea, foram cadastrados 13 poços profundos para consumo industrial dentro da BHRC.

Tabela 4.9 – Usuários de água (superficial e subterrânea) do setor industrial e outros

Usuário	Setor	Tipo de captação	Rio	Vazão m ³ /mês*
1	Têxtil	Captação própria	Cubatão	120.000
2	Metal-mecânico	Captação própria	Rio do Braço	Não informado
3	Têxtil	Captação própria	Rio do Braço	Não informado
4	Metal-mecânico	Captação própria	Rio do Braço	Não informado
5	Têxtil	Captação própria	Rio do Braço	Não informado
6	Metal-mecânico	Poço profundo		Não informado
7	Metal-mecânico	Poço profundo		Não informado
8	Serviços	Poço profundo		Não informado
9	Serviços	Poço profundo		Não informado
10	Serviços	Poço profundo		Não informado
11	Serviços	Poço profundo		Não informado
12	Lazer	Poço profundo		Não informado
13	Lazer	Poço profundo		Não informado
14	Posto de combustível	Poço profundo		Não informado
15	Posto de combustível	Poço profundo		Não informado
16	Posto de combustível	Poço profundo		Não informado
17	Posto de combustível	Poço profundo		Não informado
18	Posto de combustível	Poço profundo		Não informado

Fonte: CCJ/UNIVILLE

*Somente a maior empresa do ramo têxtil disponibilizou dados referentes à vazão mensal

Tabela 4.10 – Empresas que utilizam rios para descarga de efluentes

Usuário	Setor	Tipo de tratamento	Rio receptor
A	Têxtil	Digestor biológico e físico-químico	Cachoeira
B	Metal-mecânico	Não informado	Rio do Braço
C	Têxtil	Não informado	Rio do Braço
D	Metal-mecânico	Não informado	Rio do Braço
E	Têxtil	Não informado	Rio do Braço
F	Metal-mecânico	Não informado	Rio do Braço
G	Metal-mecânico	Não informado	Mississipi
H	Minerador	Inexistente	Rio do Braço
I	Minerador	Inexistente	Rio do Braço

Fonte: CCJ/UNIVILLE

Para coletar os dados das tabelas 4.9 e 4.10 não foi elaborado nenhum formulário específico. As informações foram obtidas na Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina (FATMA) e dos trabalhos de campo da equipe da UNIVILLE para cadastro dos usuários.

4.5.3 Pecuária e Aqüicultura

No setor pecuário o consumo de água é representado por diversas atividades desenvolvidas na BHRC, sendo a aqüicultura a que mais consome água. O termo aqüicultura é relativamente amplo e pode ser entendido como cultivo de animais ou vegetais que necessitam dos ambientes aquáticos para o desenvolvimento de parte ou da totalidade do seu ciclo vital. Assim, a aqüicultura engloba o cultivo de peixes, camarões, ostras, rãs e uma série de outros organismos. Essa atividade é desenvolvida principalmente na área rural pelos micro e pequenos produtores rurais que, muitas vezes, aproveitam as antigas cavas feitas pelos mineradores para implantar os tanques de peixe. Quanto à destinação do efluente gerado por esses tanques, o descarte é feito diretamente nos canais fluviais mais próximos e sem tratamento.

Os usuários de água nesse setor são pequenos e médios produtores rurais, e o arroz irrigado é a única cultura que demanda um maior volume de água.

A demanda para irrigação foi pesquisada na Fundação Municipal 25 de Julho, que cadastrou todas as atividades agrícolas existentes na bacia do Rio Cubatão no ano de 2002, sendo a rizicultura a atividade que demanda um total de 152.280 m³/mês de água. Cabe ressaltar que o índice não é constante. Deve-se considerar o período de plantio durante os meses de agosto a abril, estando concentrado no mês de agosto o maior consumo, pois é a época em que as quadras de arroz são inundadas. Nos demais meses, há apenas uso para manutenção.

4.5.4 Extração Mineral

No setor de mineração a água é utilizada para lavagem de materiais em suspensão e na seleção granulométrica. Quando do desassoreamento dos canais fluviais, ocorre aumento da turbidez para jusante na água do rio. A tabela 4.11 apresenta as diferentes atividades mineradoras na BHRC.

Tabela 4.11 – Empresas mineradoras

Empresa	Tipo de atividade minerária	Tipo de captação	Tipo de tratamento	Rio receptor
I	Pedreira	Não informado	Inexistente	Mississipi
II	Seleção	Poço profundo	Inexistente	Rio do Braço
III	Seleção	Poço profundo	Inexistente	Rio do Braço
IV	Extração de saibro	Não informado	Tanques de decantação	Cubatão
V	Extração de areia	Não informado	Não informado	Cubatão
VI	Extração de areia	Não informado	Não informado	Cubatão

Fonte: UNIVILLE

4.5.5 Geração de Energia

Existe uma pequena central hidrelétrica no Rio Quiriri que gera cerca de 75 W. Há também o projeto de construção de uma pequena central hidrelétrica para gerar 50 MW no horário de pico.

4.5.6 Recreação

As atividades de recreação estão concentradas principalmente nas propriedades que possuem tanques de peixe, utilizados como pesque-pague. A propriedade conhecida como Recanto Davet promove a utilização direta do Rio Cubatão para atividades aquáticas.

Muitas áreas ao longo dos rios da BHRC são utilizadas informalmente pela população, principalmente nos fins de semana, para recreação. Na maioria das vezes esses lugares ficam repletos de resíduos sólidos deixados pelas pessoas.

4.5.7 Regularização de Vazões

O canal de derivação do Rio Cubatão próximo à BR-101 tem como uma de suas finalidades desviar parte das águas do rio nos episódios de maior vazão, evitando assim inundações a jusante, nas áreas adjacentes ao leito original do rio.

4.5.8 Navegação

Não existe navegação na bacia, a não ser no baixo curso, efetuada por embarcações de pequeno porte. Na região próxima à foz existem pequenas marinas e dois portos de areia que oferecem movimento nos finais de semana e nos dias úteis, respectivamente.

4.6 Uso Múltiplo das Águas

4.6.1 Saneamento Básico

4.6.1.1 Abastecimento público

O balanço entre demanda atual e potencial dos diferentes setores usuários da água na bacia, em períodos de estiagem que ocorrem no outono e inverno, quando a disponibilidade hídrica fica reduzida, já mostra sinais de escassez.

Com relação ao desperdício, tem-se que a cada 1.500 L/s aduzidos pela Estação de Tratamento de Água (ETA) 150 L/s são perdidos com a lavagem dos filtros e outros, além de haver perda de cerca de 50% na distribuição de água, por rompimentos da tubulação e outros fatores.

4.6.1.2 Esgotamento sanitário

O Rio Cubatão tem sido usado para diluição de esgotos, tanto de origem doméstica como industrial, principalmente na sub-bacia do Rio do Braço. A contaminação no Rio Cubatão ocorre no alto e médio cursos com a agropecuária, o reflorestamento e o lançamento de esgoto doméstico; no médio curso devem-se acrescentar a contaminação por mineração e o próprio efluente gerado na Estação de Tratamento de Água (ETA). A partir da ETA é significativa a contaminação por efluentes industriais e domésticos, mesmo porque o rio é enquadrado como classe 3, tendo como maior problema o trecho do rio a jusante do encontro com o Rio do Braço.

Os pontos de lançamento de efluentes domésticos e industriais foram cadastrados pela UNIVILLE durante o ano de 2002 (figura 4.5).

Uma grande situação de conflito é a mineração dentro do leito do rio a montante da ETA, uma vez que a atividade mineradora causa aumento significativo da turbidez da água.

O percentual de tratamento de esgoto doméstico no trecho de classe 1 é de praticamente 100%, visto a atuação do programa SOS Nascentes, que implantou o sistema fossa-filtro anaeróbico nas propriedades rurais. No entanto, no trecho do rio enquadrado como classe 3, a porcentagem é praticamente zero, pois as casas usam fossas subdimensionadas e sem limpeza periódica.

4.6.1.3 Lixo e drenagem pluvial

Com relação aos resíduos sólidos, na área urbana existe coleta de lixo três vezes por semana, assim como na área rural mais próxima. Somente nas áreas rurais mais afastadas a frequência diminui para uma ou duas vezes por semana. Todos os resíduos sólidos domésticos são destinados ao aterro sanitário doméstico que se situa na sub-bacia hidrográfica dos rios Mississipi e Braço.

Nos arredores do aterro sanitário doméstico existe um passivo ambiental referente à contaminação do aquífero livre ou freático, com origem provável no período em que havia um lixão no local, que recebia tanto resíduos sólidos domésticos como industriais.

As estimativas de geração futura dos resíduos sólidos acompanham o crescimento da população. O percentual de destinação adequada chega a 100%.

4.6.2 Agropecuária e Irrigação

4.6.2.1 Análise da atividade agropecuária

A análise da atividade agropecuária leva em conta os dados fornecidos pela Fundação Municipal 25 de Julho (2002)⁴. As principais atividades agropecuárias desenvolvidas na bacia são as apresentadas nas tabelas 4.3 e 4.8, em que também são demonstradas as demandas hídricas das principais culturas. Como na bacia há um excedente hídrico, essas culturas são adequadas à disponibilidade hídrica existente.

⁴ Entrevista técnica.

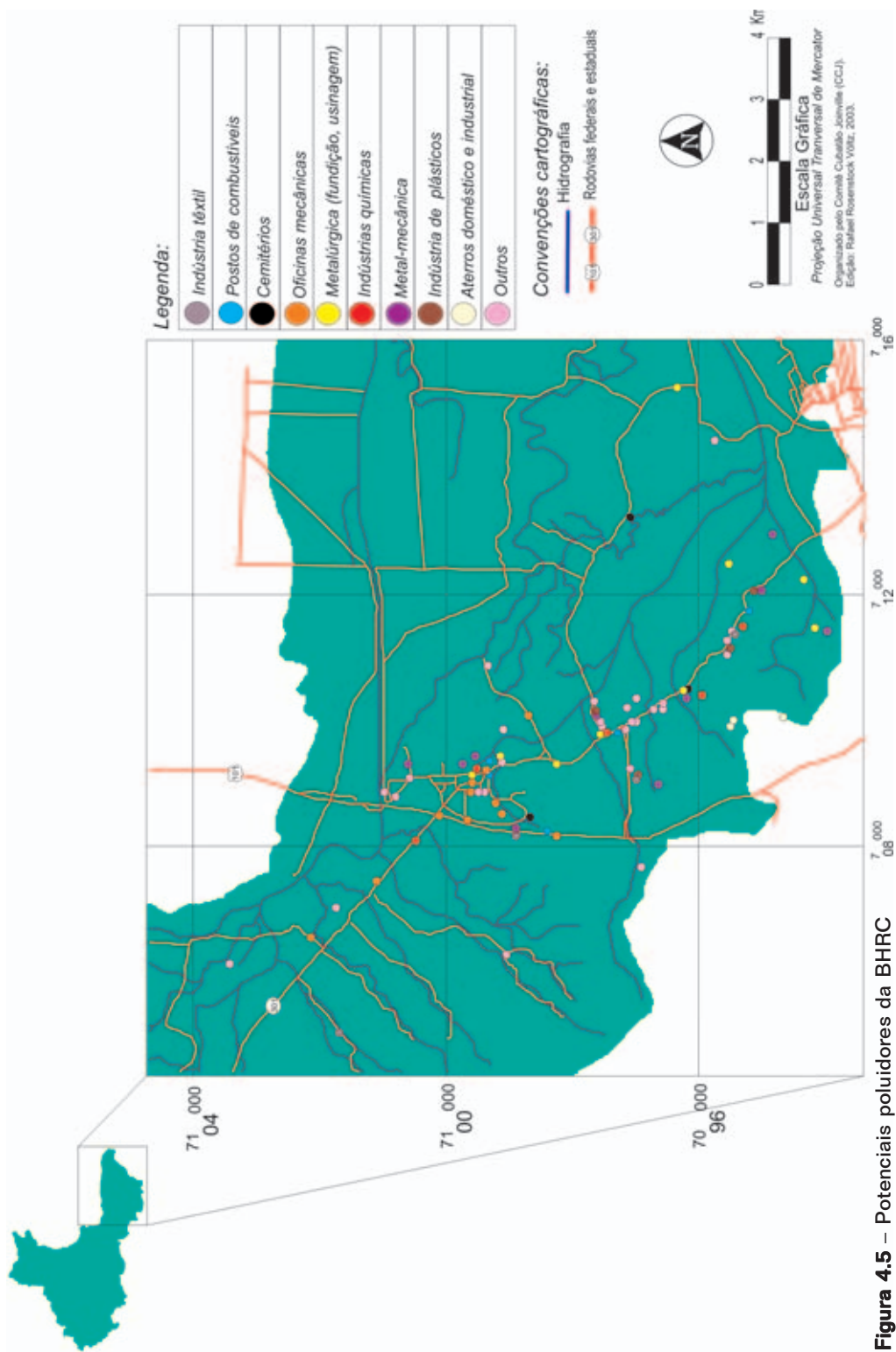


Figura 4.5 – Potenciais poluidores da BHRC

A estrutura fundiária na área rural da planície e reverso da escarpa da Serra do Mar e planalto diferencia-se em relação às áreas de frente de escarpa da Serra do Mar, visto que no primeiro caso predominam pequenas propriedades, enquanto na frente de escarpa ocorrem grandes propriedades. Dessa forma, a estrutura fundiária é compatível com o padrão agropecuário existente, sem perspectivas de mudança, salvo a possibilidade de ampliação dos perímetros urbano e industrial no baixo curso do Rio Cubatão, principalmente da ponte da BR-101 para jusante, o que diminuiria a área agrícola.

4.6.3 Geração de Energia

Com relação à geração de energia elétrica na bacia, existiu um projeto de construção de uma pequena central hidrelétrica no alto curso do Rio Cubatão. A barragem seria erguida junto ao Salto 2 do rio. Como a licença do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) não foi concedida em função de uma série de problemas no Estudo de Impacto Ambiental, a Usina Hidrelétrica do Cubatão (UHC) não foi construída. Sua capacidade seria de 25 MW em horários normais e de 50 MW em horários de pico de consumo.

A avaliação do comportamento dos recursos hídricos regionais para o atendimento da demanda desse setor a partir do levantamento, da consolidação e da análise de dados obtidos na CELESC e na ANEEL apontou a regularização da vazão do rio como um dos pontos a favor da construção da usina. Por outro lado, a área de captação de água para a barragem é pequena, e os registros de dados pluviométricos e fluviométricos indicam o não-enchimento completo da represa nos períodos de estiagem, colocando em discussão a relação custo X benefício da obra.

4.6.4 Transporte Hidroviário

O transporte hidroviário existe somente na foz do Rio Cubatão, junto à Baía da Babitonga. Há perspectivas de construção de novas marinas, além das existentes.

Há também fluxo diário de balsas que transportam a areia dragada na foz do rio ou mesmo na baía.

4.6.5 Uso Industrial

O uso industrial das águas da bacia é intenso, principalmente na sub-bacia dos rios Mississipi e do Braço e esparsamente no Rio Tromba. Os setores que predominam são metal-mecânico, têxtil e plástico.

4.6.6 Mineração e Garimpo

A mineração representa uma atividade industrial necessária para o bem-estar das sociedades, embora produza impactos ambientais significativos em todas as suas fases.

Em levantamento feito no Departamento Nacional de Pesquisa Mineral (DNPM), o processo da atividade de mineração está representado pelas seguintes fases: autorizações e pesquisa, concessões de lavra, licenciamentos, requerimentos de lavras, requerimentos de pesquisa e disponibilidades. Por intermédio do cadastro do DNPM as diversas fases do processo de mineração foram localizadas e quantificadas (tabelas 4.12 a 4.17).

Tabela 4.12 – Fases do processo das atividades mineradoras

Fases do processo	Área (km ²)	Área relativa à bacia (%)
Autorização de pesquisa	171,6678	36,9
Concessão de lavra	46,5831	9,4
Disponibilidade	12,7305	2,5
Licenciamento	0,1413	0,02
Requerimento de lavra	3,9483	0,79
Requerimento de pesquisa	28,9143	5,85
Total	263,98	55,46

Fonte: DNPM (2003)

Tabela 4.13 – Relação dos bens minerais com autorização de pesquisa mineral na BHRC

Bens minerais com autorização de pesquisa	Área (km ²)	Áreas relativas à região de autorização (%)
Água mineral	41,58	24
Água mineral/ferro	9,69	5,6
Areia	0,63	0,36
Areia de fundição/argila/seixos rolados	7,08	4,12
Argila	0,90	0,52
Argila/caulim	2,20	1,28
Argila refratária	1,21	0,70
Argila/água mineral	5,73	3,34
Argila/ferro	2,30	1,34
Argila/gnaisse	0,08	0,04
Argila/seixos rolados	2,74	1,59
Cascalho	4,46	2,60
Cascalho/ouro	6,38	3,72
Cascalho/saibro	0,18	0,10
Caulim	16,89	9,85
Caulim/argila/seixos	7,13	4,15
Corindon	1,25	0,72
Cromita	0,48	0,27
Feldspato	4,63	2,70
Ferro	10,17	5,93
Gnaisse	12,48	7,27
Ouro	31,91	18,71
Prata	0,47	0,27
Saibro	0,32	0,18
Turfa	0,54	0,31
Total	171,43	

Fonte: DNPM (2003)

A área total que possui autorização de pesquisa no DNPM é de 171,43 km², equivalente a 35% da área total da bacia.

Tabela 4.14 – Concessões de lavra na bacia hidrográfica do Rio Cubatão do Norte

Bens minerais concedidos	Área (km ²)	Áreas relativas à região de concessões (%)
Seixos rolados	15,7410	33,79
Cascalhos	2,5308	5,4
Gnaisse	22,4100	48,00
Argila e cascalhos	5,4000	11,59
Caulim	3,1203	6,69
Ouro	4,6674	10,00
Prata	14,8995	31,98
Total	46,5831	

Fonte: DNPM (2003)

A área total de concessões de lavras no DNPM é de 46,5831 km², equivalente a 9,4% da área total da bacia.

Tabela 4.15 – Bens minerais disponíveis na bacia hidrográfica do Rio Cubatão do Norte

Bens minerais concedidos	Área (km ²)	Áreas relativas à região de concessões (%)
Água mineral	3,06	24
Argila	1,26	9,91
Corindon	1,42	11,17
Dolomito	0,30	2,36
Ouro	6,67	52,47
Total	12,71	

Fonte: DNPM (2003)

A área total para exploração de bens minerais disponíveis no DNPM é de 12,71 km², que equivale a 2,5% da área total da bacia.

Tabela 4.16 – Requerimentos de lavra na bacia hidrográfica do Rio Cubatão do Norte

Bens requeridos	Área (km ²)	Áreas relativas às regiões requeridas (%)
Areia	0,21	5,34
Areia/argila/seixos rolados	2,62	66,66
Seixos rolados	1,10	27,98
Total	3,93	

Fonte: DNPM (2003)

A área total de requerimentos de lavra no DNPM é de 3,93 km², equivalente a 0,79% da área total da bacia.

Tabela 4.17 – Requerimentos de pesquisa na bacia hidrográfica do Rio Cubatão do Norte

Bens requeridos	Área (km ²)	Áreas relativas às regiões requeridas (%)
Argila refratária	3,04	10,57
Ferro	13,37	46,5
Gnaisse	0,12	0,41
Ouro	10,75	37,39
Seixos rolados/gnaisses	0,88	3,06
Seixos rolados/turfa	0,49	1,70
Total	28,75	

Fonte: DNPM (2003)

A área total de requerimentos de pesquisa no DNPM é de 28,75 km², número equivalente a 5,8% da área total da bacia. Além desses, há os licenciamentos de cascalho no DNPM, perfazendo uma área de 0,14 km² (DNPM, 2003).

Os efeitos gerados no ambiente durante o processo de mineração são significativos; as aberturas de cavas, o tráfego de maquinário pesado, as perfurações afetam a vegetação e a fauna, alteram as paisagens, aceleram os processos erosivos e causam turbidez na água. A atenuação desses efeitos por meio de um redirecionamento dos equipamentos e adoção de medidas corretivas pode resultar em economia de recursos para as empresas.

Responsáveis pelo abastecimento da construção civil de Joinville, as empresas mineradoras exploram as planícies de inundação dos rios, formadas por sedimentos aluvionais, de onde retiram areia, cascalho e seixo rolado, este último utilizado para britagem. A exploração é feita, sobretudo, nas áreas próximas aos cursos de água ou até mesmo nos leitos dos rios a título de desassoreamento. Outro mineral explorado dentro dos limites da BHRC é o caulim, mineral industrial, cujas jazidas estão localizadas na Serra do Quiriri, em um ecossistema frágil, nas nascentes do Rio Quiriri, maior tributário da bacia.

A exploração do seixo apresenta a característica de ser distribuída em vários pontos esparsos, dificultando assim sua fiscalização e controle. Os danos mais significativos decorrentes dessas lavras estão relacionados à extração de seixos a montante da captação da ETA Cubatão. A exploração ou lavagem dos seixos nos leitos dos rios eleva a turbidez das águas, determinando enormes transtornos operacionais, causadores muitas vezes do abastecimento temporário decorrente de quebras na produção (vazão) e gerados pela rápida colmatação dos filtros daquela unidade, dimensionada e projetada para o tratamento de água com baixa turbidez.

4.6.7 Pesca e Aqüicultura

A atividade pesqueira na bacia é inexpressiva e sem relevância econômica, enquanto a de aqüicultura vem ganhando importância econômica nos últimos quinze anos.

4.6.8 Turismo e Lazer

O potencial turístico e de lazer na bacia está associado aos recursos hídricos. Há pesque-pagues, recantos, cachoeiras e marinas na foz do Rio Cubatão. A infra-estrutura de suporte a essas atividades é precária, pois os acessos são por meio de estradas não-asfaltadas, com sinalização precária e divulgação praticamente inexistente.

A BHRC apresenta como beleza cênica quatro grandes cachoeiras: Salto 1, Salto 2 (ambas no Rio Cubatão), Salto do Rio da Prata e Salto do Rio Quiriri. Esses rios também são utilizados para lazer e recreação em vários outros trechos, como na ponte do Rio Cubatão próximo à localidade do Quiriri, no Recanto Davet e em diversas propriedades particulares.

Outro ponto que tem sido procurado para lazer é a Estrada Dona Francisca, onde existem um mirante e duas pequenas cachoeiras.

CENÁRIO TENDENCIAL DAS DEMANDAS HÍDRICAS

O balanço entre as disponibilidades e a demanda hídrica baseou-se na pior situação, que é a de escassez durante os meses de abril a agosto.

A vazão mínima do rio na ETA Cubatão durante 14 dias consecutivos com período de recorrência de 25 anos é de 2,65 m³/s (PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE, 1994), enquanto a demanda hídrica totalizada no ano de 2003 na tabela 4.4 é de praticamente 2,0 m³/s, o que gera uma situação de preocupação. Com as tendências de evolução das demandas, haverá conflito entre o abastecimento público e os outros usos a partir de 2013. Isso porque o consumo da agricultura e das indústrias com abastecimento próprio não deverá crescer ao longo dos anos, sendo resumido com o acréscimo de 0,50 m³/s a partir de 2008, como consta nas tabelas 5.1 e 5.2.

Nesse sentido, a análise das tendências de evolução das demandas hídricas justifica intervenções a serem projetadas em cenários alternativos, visando à otimização da disponibilidade qualitativa/quantitativa, como se observa nas projeções feitas pela UNIVILLE (tabela 5.1) e pela PMJ (tabela 5.2).

Tabela 5.1 – Cenário de tendência de disponibilidade e demanda hídrica da bacia segundo estimativas do CCJ/UNIVILLE

Vazão média mínima ANEEL (m ³ /s)	PMJ (1994) 95% permanência	PMJ (1994) Q 14:25	Demanda em 2003 (m ³ /s)	Demanda em 2008 (m ³ /s)	Demanda em 2013 (m ³ /s)	Demanda em 2023 (m ³ /s)
13	3,20	2,65	2,0	1,73 + 0,50*	1,89 + 0,50*	2,26 + 0,50*

* Outros usos (agricultura + pecuária + captação indústrias próprias)

Tabela 5.2 – Cenário de tendência de disponibilidade e demanda hídrica da bacia segundo estimativas da PMJ (1994)

Vazão média mínima ANEEL (m ³ /s)	PMJ (1994) 95% permanência	PMJ (1994) Q 14:25	Demanda em 2003 (m ³ /s)	Demanda em 2008 (m ³ /s)	Demanda em 2013 (m ³ /s)	Demanda em 2023 (m ³ /s)
13	3,20	2,65	2,1	2,09 + 0,50*	2,48 + 0,50*	3,53 + 0,50*

* Outros usos (agricultura + pecuária + captação indústrias próprias)

6

DIAGNÓSTICO DA DINÂMICA SOCIAL DA BACIA

As avaliações ambiental e socioeconômica da bacia identificaram e integraram os elementos básicos que permitiram a compreensão da estrutura de organização da sociedade e a identificação dos setores e segmentos setoriais estratégicos, os quais foram envolvidos nos processos de mobilização social para elaboração do plano e na gestão dos recursos hídricos.

No ano de 2003, a estimativa da população residente na BHRC era de aproximadamente 35.000 pessoas, das quais cerca de 25.000 residiam no perímetro urbano e 10.000 na área rural, incluindo os municípios de Joinville e Garuva (tabela 6.1).

Tabela 6.1 – População por sub-bacias

Sub-bacias e bairros	Número de habitantes
Estrada das Laranjeiras	80
Quiriri	1.676
Rio Seco	616
Estrada do Isaac	132
Estrada do Rio da Prata	392
Estrada do Pico	140
Estrada do Rio Kunde	264
Estrada do Rio Guilherme e Tromba	264
Estrada Mildau	788
Distrito Industrial	1.874
Pirabeiraba	9.189
Bairro Bom Retiro	3.000
Jardim Sofia	3.167
Jardim Paraíso	12.683
Total	34.625

Fonte: Pesquisa UNIVILLE (2003)

As taxas geométricas de crescimento (IBGE, 2000, *apud* IPPUJ, 2001) previstas para as populações urbanas da BHRC são decrescentes, conforme indicado na tabela 6.2.

Tabela 6.2 – Taxa de crescimento da população de Joinville entre 1960 e 2000

Taxa de crescimento	%
1960/1970	6,0
1970/1980	6,4
1980/1991	3,6
1991/1996	2,5
1996/2000	2,5
2000	1,89

Fonte: IBGE (2000), *apud* IPPUJ (2001)

6.1 Caracterização Socioeconômica

A região de Joinville concentra o maior pólo industrial de Santa Catarina e o terceiro produto interno bruto do sul do país, com sete bilhões de reais no ano de 2000. A maior parte do Distrito Industrial de Joinville (63%, ou 19 km²) encontra-se no baixo curso do Rio Cubatão, principalmente nas sub-bacias dos rios Mississipi e do Braço, o que equivale a uma área de 4,0% do total da BHRC.

A agricultura distribui-se desde o médio curso do Rio Cubatão até o seu baixo curso. Atividades de reflorestamento existem no curso superior do rio, onde operam três empresas. No médio curso, na sub-bacia do Rio Lindo, opera uma empresa do ramo madeireiro.

6.2 Cenários de Crescimento Socioeconômico

A previsão de crescimento da região de Joinville foi analisada e estudada até o horizonte de 2020 pelo IPPUJ, pelo IBGE e pela UNIVILLE como subsídio para as estimativas das demandas futuras de água.

Foram construídos dois cenários para as demandas de água: um tendencial, delineado com base nas séries históricas de consumo de água, e outro dirigido, considerando-se prováveis reduções de consumo, em função de melhorias introduzidas nos sistemas a título de otimização de seu desempenho. Na estruturação desses cenários são considerados os aspectos socioeconômicos, populacionais e de desenvolvimento urbano.

O crescimento populacional previsto para o período de abrangência do estudo, calculado pela UNIVILLE, e as estimativas da PMJ (1994) e do IBGE (2000) estão apresentados na tabela 6.3.

Tabela 6.3 – Crescimento populacional (1991 a 2025)

Anos	Previsão CCJ/UNIVILLE	Estimativa SAA (1994)	Estimativa IBGE (2000)
1991	347.151*	346.279	347.151*
2000	429.604*	459.773	429.604*
2001	437.337	475.176	446.064
2002	445.209	491.094	453.766
2003	453.223	507.545	454.426
2004	461.381	524.548	463.014
2005	469.686	542.121	471.765
2008	495.508	598.449	
2013	541.738	709.739	
2023	647.541	1.011.844	
2025	658.640	1.089.155	

* Dados provenientes dos censos do IBGE dos anos 1991 e 2000

Para a estimativa do crescimento populacional de 2000 a 2025, foi pressuposto que a população evolui conforme um incremento constante por unidade de tempo, decorrente entre dois censos (1991 e 2000), e utilizou-se a expressão proposta por Laurenti *et al.* (1987).

$$P_x = P_o + \left[\frac{P_1 - P_o}{t_1 - t_o} (t_x - t_o) \right],$$

em que $\frac{P_1 - P_o}{t_1 - t_o}$ é o crescimento médio anual e $(t_x - t_o)$ é o tempo decorrido entre a data do 1.º censo e o ano de que se quer conhecer a população (LAURENTI *et al.*, 1987).

A organização da sociedade na BHRC, assim como a identificação de atores e segmentos setoriais estratégicos a serem envolvidos no processo de mobilização social para a elaboração do Plano Diretor e na gestão dos recursos hídricos, é apresentada nas tabelas 6.4 a 6.6.

Tabela 6.4 – Representantes dos usuários de água

Categorias	Representantes
Abastecimento público	Agência Municipal de Água e Esgoto – AMAE – e Cia. Águas de Joinville
Indústria	Associação Comercial e Industrial de Joinville – ACIJ
Comércio	Câmara de Dirigentes Lojistas de Joinville – CDL
Agricultura	Sindicato Rural de Joinville e Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Joinville

Fonte: UNIVILLE

Tabela 6.5 – Representantes da sociedade civil

Setores	Representantes
Urbano	Associação de Moradores do Bairro Jardim Paraíso
	Associação de Moradores do Bairro Jardim Sofia
	Associação de Moradores da Vila Canela
	Associação de Moradores da Vila Cubatão
Rural	Associação de Moradores da Estrada da Ilha
	Associação de Moradores da Estrada Mildau
	Associação de Moradores da Estrada do Pico
	Associação de Moradores da Estrada do Rio da Prata
	Associação de Moradores da Estrada do Isaak
	Associação de Moradores Dona Francisca
	Associação de Moradores Quiriri
	Representantes da Comunidade das Laranjeiras
ONGs	Associação de Defesa da Vida Jacatirão
	Vida Verde
	SOS Cubatão
	APREMA

Fonte: UNIVILLE

Tabela 6.6 – Representantes do governo

Representante	Esferas
IBAMA	Federal
DNPM	Federal
SDS	Estadual
EPAGRI	Federal
FATMA	Estadual
Secretaria Municipal da Educação	Municipal
FUNDEMA	Municipal
Fundação 25 de Julho	Municipal
IPPUJ	Municipal
Polícia Militar	Municipal
Polícia Ambiental	Municipal

Fonte: UNIVILLE

6.3 Análise Institucional e Legal

A matriz institucional e legal envolvida com a gestão dos recursos hídricos e ambientais da bacia, as atribuições e a capacidade técnico-institucional das diversas instituições públicas e privadas constam da tabela 6.7.

Tabela 6.7 – Instituições públicas e privadas atuantes na BHRC

Órgão	Atribuição
IBAMA	Fiscalização
DNPM	Outorga e fiscalização
FATMA	Licenciamentos e fiscalização
FUNDEMA	Licenciamentos e fiscalização
UNIVILLE	Ensino, pesquisa e extensão
UDESC	Ensino, pesquisa e extensão
Cia. Águas de Joinville	Abastecimento
PMJ	Fiscalização
Polícia Militar	Fiscalização

Fonte: UNIVILLE

6.4 Caracterização dos Padrões Culturais e Antropológicos

Os padrões culturais relacionados aos processos produtivos que primeiro se instalaram na bacia tinham ligação com a extração de madeira nativa. Esta teve um grande impacto na cobertura vegetal existente. Em seguida, instalou-se a pequena produção agropecuária, ocupando as planícies de inundação dos rios ou cultivando áreas de declividade elevada, como no caso do cultivo de banana. Nessa época, instalou-se a atividade de extração de seixo rolado no médio curso do rio e de areia no baixo curso; a primeira dinamizou a agricultura, por intermédio das cavas que se abriam e eram transformadas em tanques de peixes.

Uma grande mudança cultural ocorreu no baixo curso da BHRC quando houve a instalação do Distrito Industrial de Joinville, mudando a ocupação da área rural para industrial.

6.5 Caracterização dos Sistemas de Educação e de Comunicação

O sistema de ensino formal conta com 26 unidades de ensino (tabela 6.8), sendo 21 municipais, que atendem de 1.^a a 4.^a série e de 5.^a a 8.^a série. Com relação às unidades estaduais, na área da bacia existem quatro, que trabalham com o ensino fundamental de 1.^a a 8.^a série, e três delas possuem ensino médio. A rede particular de ensino faz-se representar pelo Colégio da UNIVILLE, que possui desde a pré-escola até o ensino médio.

Já o ensino superior é representado por duas instituições: a Universidade da Região de Joinville (UNIVILLE) e a Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), sendo elas particular e pública, respectivamente.

A distribuição geográfica das unidades de ensino e o número de alunos matriculados no ano de 2003 constam da tabela 6.8.

Tabela 6.8 – Instituições de ensino existentes na BHRC

Nome da escola	Bairro	Número de alunos matriculados em 2003
1 E.R. Adolfo Bartsch	Pirabeiraba	124
2 E.M. Cel. Alire Carneiro de Loyola	Pirabeiraba	194
3 E.A.M. Carlos Heins Funke	Pirabeiraba	310
4 E.M. D. Pedro I	Abaeté/Pirabeiraba	7
5 E.R. Estrada D'Oeste	Pirabeiraba	153
6 E.I. Evaldo Koehler	Pirabeiraba	128
7 E.M. Fritz Benkendorf	Pirabeiraba	86
8 E.I. Germano Lenschow	Pirabeiraba	42
9 E.M. Dr. Hans Dieter Schmidt – 1	Jardim Paraíso	1.410
10 E.M. Dr. Hans Dieter Schmidt – 2	Jardim Paraíso	1.143
11 E.M. Prof. Francisco Rieper	Pirabeiraba	40
12 E.M. Prof. Honório Saldo		140
13 E.M. Ver. Hubert Hübener	Pirabeiraba	258
14 E.M. Profa. Isabel Silveira Machado	Jardim Sofia	144
15 E.M. José do Patrocínio	Jardim Paraíso	150
16 Escola de Ensino Fundamental Senador Rodrigo Lobo	Jardim Sofia	438
17 E.P.M. Marechal Cândido Rondon	Quiriri	8
18 E.I. Profa. Maria Madalena Mazzolli	Pirabeiraba	107
19 E.M. Mato Grosso	Pirabeiraba	5
20 E.M. Eugêno Klug	Pirabeiraba	155
21 E.M. Ribeirão do Cubatão	Jardim Paraíso	31
22 G.E. Emílio Paulo Roberto Hardt	Pirabeiraba	542
23 E.E.B. Francisco Heberhard t	Pirabeiraba	507
24 C.E. Nair da Silva Pinheiro	Cubatão	550
25 C.E. Olavo Bilac	Pirabeiraba	1.536
26 Colégio de Aplicação da Univille	Bom Retiro	1.095

Fonte: Secretaria Estadual de Educação e Secretaria Municipal de Educação (2003)¹

O sistema de comunicação existente envolve rádio, televisão e jornais.

6.6 Identificação e Caracterização dos Atores Sociais Estratégicos

Os atores sociais atuantes na bacia, com enfoque prioritário nos usuários de água, são: reflorestadoras, companhia de água e saneamento, agricultores, mineradores e ACIJ.

¹ Dados fornecidos em entrevista.

7

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A grande dificuldade de elaboração deste diagnóstico/prognóstico residiu na falta de registros de dados na forma de séries históricas, principalmente de vazão, qualidade da água, sedimentológicos, planos de expansão, entre outros.

O presente trabalho objetivou traçar um perfil dos recursos hídricos da BHRC e elaborar modelos para subsidiar a tomada de decisão e conseqüentemente o gerenciamento dos recursos hídricos da bacia.

Este diagnóstico/prognóstico foi construído com dados até o final de 2003 e, por isso, sugere-se que sua revisão seja feita a cada 5 anos no máximo, para que possa servir de apoio à implementação e à revisão do Plano de Recursos Hídricos da bacia, o qual se encontra em fase de elaboração.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. **Mapa das regiões hidrográficas do Brasil**. Projeto Regiões Hidrográficas do Brasil, Recursos Hídricos e Aspectos Prioritários. Brasília, 2002. Sem escala.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia nos trópicos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. 332 p.

BAGGIO, S. B. **Água subterrânea em Joinville – SC**. Avaliação hidrogeológica do aquífero fraturado. São Paulo, 1997. 91 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

BARBOSA, B. C. **Avaliação da qualidade das águas da microbacia hidrográfica do Rio Mississipi (SC) e seus potenciais impactos sobre a saúde pública**. Joinville, 2002. Dissertação (Mestrado em Saúde e Meio Ambiente) – Universidade da Região de Joinville.

BRASIL. **Decreto-Lei n.º 7.841, de 8 de agosto de 1945**. Disponível em: <http://www.dnrm.gov.br/dnrm_legis/d7841-45.html>. Acesso em: 29 out. 2005.

_____. **Lei n.º 4.771, de 15 de setembro de 1965**. Institui as Áreas de Preservação Permanentes (APPs). Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cgmi/institu/pesquisas/index.cfm>>. Acesso em: mar. 2003.

_____. **Lei n.º 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1.º da Lei n.º 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei n.º 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: <<http://www.cubataojoinville.org.br/novapagina/legislacao/rechid/fed/federal.htm>>. Acesso em: mar. 2003.

_____. **Resolução CONAMA n.º 20, de 18 de junho de 1986.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res2086.html>>. Acesso em: 29 out. 2005.

_____. **Resolução CONAMA n.º 357, de 17 de março de 2005.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 29 out. 2005.

COMFLORESTA. Disponível em: <<http://www.comfloresta.com.br>>. Acesso em: 10 nov. 2002.

COMITÊ DE GERENCIAMENTO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CUBATÃO DO NORTE – CCJ. **Dados de vazão.** Disponível em: <http://www.cubataojoinville.org.br/novapagina/recursos/vazao/vazao_agua.htm>. Acesso em: 30 abr. 2003.

_____. **Recursos hídricos.** Disponível em: <http://www.cubataojoinville.org.br/novapagina/recursos/vazao/vazao_agua.htm>. Acesso em: 24 jun. 2003.

CORREA, R. L. **Trajetórias geográficas.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997. p. 150.

COVERT, T. C. *et al.* Evaluation of the autoanalysis: Colilert test for detection and enumeration of total coliforms. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 55, n. 10, p. 2443-2447, 1989.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PESQUISA MINERAL – DNPM. **Relatórios internos.** 2003.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA S.A. – EPAGRI. **Atlas climatológico digital do Estado de Santa Catarina.** Florianópolis: EPAGRI, 2002. CD-ROM.

ENGEFLORA Engenharia Florestal de Alto Nível. **Estudo de impacto ambiental:** Mineração na bacia hidrográfica do Rio Cubatão, atividades de desassoreamento. Joinville, 2002a. v. I, II, III, IV e V.

_____. **Relatório de impacto ambiental:** Mineração na bacia hidrográfica do Rio Cubatão, atividades de desassoreamento. Joinville, 2002b.

ENGEVIX ENGENHARIA S.A. **Usina Hidroelétrica Cubatão:** Estudos de inventário. Florianópolis: Centrais Elétricas de Santa Catarina – CELESC, 1989a. 94 p.

_____. **Usina Hidroelétrica Cubatão:** Estudos de viabilidade. Florianópolis: Centrais Elétricas de Santa Catarina – CELESC, 1989b. 149 p.

_____. **Usina Hidroelétrica Cubatão:** Projeto básico, memorial descritivo. Florianópolis: Centrais Elétricas de Santa Catarina – CELESC, 1989c. 162 p.

_____. **Usina Hidroelétrica Cubatão**: Relatório de impacto ambiental. Florianópolis: Centrais Elétricas de Santa Catarina – CELESC, 1989c. 168 p.

EPAGRI. **Atlas climatológico do Estado de Santa Catarina**. 2002. 1 CD-ROM.

ESTADO DE SANTA CATARINA. Portaria n.º 0024/79. Enquadra os cursos de água do Estado de Santa Catarina. **Diário Oficial do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis, 19 set. 1977.

FUNDAÇÃO MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE. Plano global da bacia do Rio Cubatão a montante da barragem de derivação. 2003.

GAPLAN – GABINETE DE PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO GERAL. **Atlas de Santa Catarina**. Rio de Janeiro, 1986. 176 p.

GONÇALVES, M. L. Qualidade da água subterrânea. *In*: KNIE, J. L. W. **Atlas ambiental da região de Joinville**: Complexo hídrico da Baía da Babitonga. Florianópolis: FATMA/GTZ, 2002. p. 119-120.

GONÇALVES, M. L.; BARBOSA, B. C. R. A hidrogeologia da microbacia hidrográfica do Rio Mississippi (SC). *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 12., 2002, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2002.

_____. Sobre exploração do aquífero cristalino do município de Joinville. *In*: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE HIDROGEOLOGIA SUBTERRÂNEA, 4., 1998, Montevideo. **Anais...** Montevideo: Associação Latino-americana de Hidrologia Subterrânea, 1998. v. 2, p. 852-860.

GONÇALVES, M. L.; DUARTE, U. Estudo da água subterrânea na região de Joinville. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 9., 1996, Salvador. **Anais...** Salvador: Associação Brasileira de Águas Subterrâneas, 1996.

GONÇALVES, M. L.; OLIVEIRA, T. M. N. O meio ambiente e a sua dinâmica na região de Joinville. *In*: TERNES, A. **Joinville 150 anos**. Joinville: Letradágua, 2001. p. 67-84.

HERKENHOFF, Elly. **Era uma vez um simples caminho**. Joinville: Fundação Cultural, 1987.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo de 2000**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: set. 2003.

_____. Manual técnico de uso da terra. **Manuais técnicos em Geociências**, n. 7, Rio de Janeiro, 1999.

INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE JOINVILLE – IPPUJ. **Joinville – Cidade em dados**. Joinville, 2001. 120 p.

IPT (2001). Disponível em: <<http://www.ipt.br/areas/digeo/sgr/>>. Acesso em: 13 maio 2001.

LAURENTI, R. *et al.* **Estatísticas de saúde**. São Paulo: EPU, 1987. 185 p.

NIMER, Edmon. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1979. 422 p.

OAP – CONSULTORES ASSOCIADOS LTDA. **Relatório de impacto ambiental** – RIMA: Central de Tratamento de Resíduos Industriais de Joinville. Joinville: VEGA Engenharia Ambiental S.A., 2000.

PREFEITURA MUNICIPAL DE GARUVA. Decreto n.º 055, de 7 de abril de 1997. Criação da Área de Proteção Ambiental de Quiriri.

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE. Decreto n.º 8.055, de 15 de março de 1997. Criação da Área de Proteção Ambiental Dona Francisca.

_____. **Plano Diretor de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário de Joinville**. Joinville, 1994.

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE/PLANISUL S.A. **Projeto de implantação do Distrito Industrial de Joinville**. Joinville, 1975.

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE/SERETE/J. W. ARQUITETOS ASSOCIADOS. **Plano básico de Joinville prevê a ocupação da cidade**. Joinville, 1966.

SALLES, Rosana. **Estudo bacteriológico das águas de poços de Joinville**. Joinville, 1996. Trabalho de Conclusão de Curso em Ciências Biológicas – Universidade da Região de Joinville.

SANTA CATARINA. **Decreto n.º 3.391, de 23 de novembro de 1998**. Disponível em: <http://www.fatma.sc.gov.br/pesquisa/docs/legislacao_estadual/decreto_3391.doc>. Acesso em: 29 out. 2005.

_____. **Lei n.º 9.748, de 30 de novembro de 1994**. Disponível em: <http://www.fatma.sc.gov.br/pesquisa/docs/legislacao_estadual/lei_9748.doc>. Acesso em: 29 out. 2005.

SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO URBANO SOCIAL E MEIO AMBIENTE DE SANTA CATARINA – SDS. **Bacias hidrográficas do Estado de Santa Catarina**: Diagnóstico geral. Florianópolis, 1997.

_____. **Mapa das regiões hidrográficas de Santa Catarina**. Florianópolis, 2000. Sem escala. Disponível em: <<http://www.sds.sc.gov.br/>>. Acesso em: maio 2003.

SETTI *et al.* Avaliação do valor nutritivo de cultivares de milho para elaboração de silagem. **Ensaio e ciência Campo Grande: Universidade para o desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal**, v. 5, n. 2, p. 35-49, ago. 2001.

SOCIEDADE DE PESQUISA EM VIDA SELVAGEM E EDUCAÇÃO AMBIENTAL. **Manual para elaboração de plano de manejo e gestão de bacia de mananciais do Estado do Paraná**. 2. ed. rev. Curitiba: SANEPAR, 1999. 184 p.

STIMAMIGLIO, A. Hidrografia. *In*: KNIE, J. L. W. **Atlas ambiental da região de Joinville**: Complexo hídrico da Baía da Babitonga. Florianópolis: FATMA/GTZ, 2002. p. 19-22.

VEADO, R. W. ad-V; ALVES, E. F. C.; MIRANDA JR., G. X. Clima. *In*: KNIE, J. L. W. **Atlas ambiental da região de Joinville**: Complexo hídrico da Baía da Babitonga. Florianópolis: FATMA/GTZ, 2002. 144 p.

VÖLTZ, R. R.; GONÇALVES, M. L. Mapeamento de áreas de risco geológico na bacia hidrográfica do Rio Cubatão. **Caderno de Iniciação à Pesquisa**, Joinville: Universidade da Região de Joinville, v. 4, p. 120-126, 2002.